



Proyecto N° Ref. 83307193: Análisis del mercado potencial de *offsets* en Chile en el marco de la propuesta de modificación de los Impuestos Verdes

Edición:

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Friedrich-Ebert-Allee 40
53113 Bonn • Alemania

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn • Alemania

Nombre del proyecto:

Global Carbon Market
Alameda 1449, Piso 13 y 14, Edificio Santiago Downtown II
Santiago • Chile
T+56 22 30 68 600
www.giz.de / www.4echile.cl

Responsable:

Marlen Görner / Constanza Montes

En coordinación:

Ministerio de Energía de Chile
Alameda 1449, Pisos 13 y 14, Edificio Santiago Downtown II
Santiago de Chile
T+56 22 367 3000
www.minenergia.cl

Título:

Proyecto N° Ref. 83307193: Análisis de mercado potencial de "offsets" en Chile en el marco de la propuesta de modificación de los impuestos verdes

Autor:

StratCarbon Ltda.



Aclaración:

Esta publicación ha sido preparada por encargo del proyecto "Global Carbon Market" implementado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, con su contraparte el Ministerio de Energía, en el marco de la cooperación intergubernamental entre Chile y Alemania. El proyecto se financia a través del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU). Sin perjuicio de ello, las conclusiones y opiniones de los autores no necesariamente reflejan la posición del Gobierno de Chile o de GIZ. Además, cualquier referencia a una empresa, producto, marca, fabricante u otro similar en ningún caso constituye una recomendación por parte del Gobierno de Chile o de GIZ.

Santiago de Chile, Agosto 2019

Acrónimos y abreviaturas

CER	Certificado de reducción de emisiones del Mecanismo de Desarrollo Limpio (siglas en inglés)
ERNC	Energías Renovables No Convencionales
EU	Unión Europea (siglas en inglés)
EU ETS	Sistema Europeo de Comercio de Emisiones Transables (siglas en inglés)
ETCAs	Entidades Técnicas de Certificación Ambiental
ETFAs	Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GHG	Gases de Efecto Invernadero (sigla en inglés)
IAF	Foro de acreditación Internacional (sigla en inglés)
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
IPCC	Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (siglas en inglés)
ISO	Organización de Estándares Internacionales (sigla en inglés)
JCM	Joint Crediting Mechanism, mecanismo bilateral de Japón.
JI	Implementación conjunta (sigla en inglés)
JNR	Iniciativa Jurisdiccional y Anidada REDD+ (siglas en inglés)
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio del protocolo de Kioto
MMA	Ministerio del Medio Ambiente
MRV	Monitoreo, Reporte y Verificación (entiéndase de emisiones de gases de efecto invernadero)
NAMA	Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (siglas en inglés)
NDC	Contribuciones determinadas a nivel nacional (siglas en inglés)
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PP	Participante de proyecto
PDD	Documento de diseño de proyecto (sigla en inglés)
PoAs	Programa de Actividades de Mitigación bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (siglas en inglés)
REDD+	Reducción de emisiones por deforestación y degradación de los bosques ampliado
RETC	Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes
SDG	Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS (siglas en inglés)
SMA	Superintendencia del Medio Ambiente
TdR	Términos de Referencia
UN	Naciones Unidas (siglas en inglés)
UNFCCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (siglas en inglés)
VCS	Estándar de Carbono Verificado (siglas en inglés)
VER	Reducción de emisiones verificadas (sigla en inglés) también citadas como reducción de emisiones voluntarias
WBCSD	Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (siglas en inglés)
WRI	Instituto de Recursos Mundiales (siglas en inglés)

TABLA DE CONTENIDO

1	Mecanismos de compensación de emisiones GEI aplicados en Chile	7
1.1	Principales características de los mecanismos internacionales más utilizados en Chile..	8
1.2	Actualización de los principales mecanismos utilizados en Chile.....	12
1.2.1	MDL en Chile.....	12
1.2.2	VCS en Chile.....	15
1.2.3	GS en Chile	18
1.3	Mecanismo futuro: Artículo 6 del Acuerdo de París	18
2	Ventajas y desventajas en el uso de mecanismos de <i>offsets</i>.	19
2.1	Comparación de mecanismos en los mercados de <i>offsets</i>	19
2.2	Otras herramientas en la contabilización de GEI	25
2.2.1	Norma ISO 14.064-Sistemas de gestión de Gases Efecto Invernadero	25
2.2.2	GHG Protocol-Protocolo de Gases de Efecto Invernadero	25
2.2.3	Descripción de atributos de estándares.....	26
2.3	Costos de transacción.....	27
2.4	Análisis crítico considerando experiencia de participantes y sectores relevantes en los mecanismos en Chile	28
3	Oferta y demanda de <i>offsets</i> en el mercado	30
3.1	Oferta y demanda de <i>offsets</i> de carbono a nivel nacional	31
3.1.1	Demanda de <i>offsets</i> en Chile	32
3.1.2	Oferta de <i>offsets</i> en Chile.....	33
3.2	Oferta y demanda potencial de <i>offsets</i> de carbono a nivel internacional	56
3.2.1	Oferta de <i>offsets</i> internacionales	56
3.2.2	Demanda de <i>offsets</i> internacionales	66
3.2.3	Implicancias de abrir el mercado doméstico al mercado de créditos de carbono internacional	69
4	Propuesta de uso de <i>offsets</i> a nivel doméstico.....	70
4.1	Tipología de proyectos en función del precio del carbono y horizonte de tiempo	71
4.2	Propuesta uso de créditos de carbono en el corto plazo	74
4.3	Criterios de diseño y recomendaciones para un programa doméstico de reducción de emisiones.....	76
5	Co-beneficios asociados a Propuesta de uso de <i>offsets</i> a nivel doméstico	78
5.1	Co-beneficios en inversión y empleo de los proyectos de reducción de emisiones GEI	79
5.1.1	Análisis cualitativo de los co-beneficios asociados a inversión y empleo	79
5.1.2	Análisis cuantitativo de los co-beneficios asociados a inversión y empleo	80
5.1.3	Análisis macroeconómico de los impactos cuantitativos en inversión y empleo	82
5.2	Co-beneficios en salud de los proyectos de reducción de emisiones GEI	87
5.2.1	Análisis cualitativo de los co-beneficios asociados a salud	88
5.2.2	Análisis cuantitativo de los co-beneficios asociados a salud.....	90
6	Estudio del mercado de validadores y verificadores existentes y potenciales en Chile y existentes en el mundo.....	92
6.1	Resumen del capítulo y principales conclusiones.....	92
6.2	Análisis a escala nacional.....	93
6.2.1	El caso del MDL en Chile	93
6.2.2	Análisis de las capacidades nacionales y de la potencialidad de actores que pudieran intervenir en el mercado como verificadores de reducciones de emisiones	99

6.3	Análisis Internacional: el papel de las entidades en diferentes esquemas	101
6.3.1	VCS y Organismos de Validación/Verificación (VVBs)	101
6.3.2	Gold Standard	103
6.3.3	El JCM- Joint Crediting Mechanism	103
6.4	Otros mecanismos voluntarios	104
6.4.1	California Offset Project Registry	104
6.4.2	Emission Reduction Fund (ERF): Australia	106
6.4.3	Proyectos Clima	106
6.5	Conclusiones y sugerencias.....	109
7	Revisión de distintos sistemas de acreditación y aprobación de nuevos proyectos a nivel internacional: Propuesta de lineamientos generales para el contexto de Chile	113
7.1	Sistemas de acreditación	113
7.1.1	Definición de acreditación	113
7.1.2	Norma internacional para acreditación de entidades en verificación de gases efecto invernadero: Norma ISO 14.065	114
7.1.3	Opciones sobre acreditación de entidades de verificación o evaluación de la conformidad: acreditación propia versus reconocimiento de otras acreditaciones	115
7.1.4	Reconocimiento de otras acreditaciones	116
7.1.5	Ventajas y desventajas de cada alternativa.....	117
7.1.6	Recomendaciones para el caso de Chile	118
7.2	Concepto de “Adicionalidad” en los acuerdos internacionales de cambio climático	118
7.2.1	La adicionalidad en el desarrollo del Acuerdo de París.....	120
7.2.2	La adicionalidad dentro del Joint Crediting Mechanism (JCM) de Japón.....	120
7.2.3	Recomendaciones para Chile	121
	Bibliografía	123
	ANEXO A: CICLO DE VIDA DE MECANISMOS DE MERCADO	129
	ANEXO B: METODOLOGÍAS DE LOS MECANISMOS DE CARBONO	137
	ANEXO C: ENTIDADES VALIDADORAS/VERIFICADORAS	139
	ANEXO D: INFORMACIÓN LEVANTADA EN TALLERES Y ENTREVISTAS CON SECTORES REPRESENTATIVOS.....	141
	ANEXO E: SUPUESTOS EN LA ESTIMACIÓN DE OFFSETS.....	148
	ANEXO F: METODOLOGÍA MODELO ECONÓMICO	161
	ANEXO G: POSIBLES ESCENARIOS DE LÍNEA BASE.....	163
	ANEXO H: METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE CO-BENEFICIOS DE INVERSIÓN Y CREACIÓN DE EMPLEOS.....	170
	ANEXO I: HERRAMIENTAS DE ADICIONALIDAD UTILIZADAS EN EL MDL	174

Contexto y antecedentes

En septiembre de 2014, como parte de una ley general de reforma tributaria, Chile aprobó la implementación de un impuesto a las emisiones contaminantes, mediante el artículo 8° de la Ley 20.780. Este impuesto anual a beneficio fiscal, grava directamente las emisiones de procesos industriales de MP, NO_x, SO₂ y CO₂. El impuesto a las fuentes fijas, que se comenzó a implementar desde el 2017, afecta a establecimientos que cuentan con calderas o turbinas las que, individualmente o en su conjunto, sumen una potencia térmica mayor o igual a 50 MWt (megavatios térmicos), considerando el límite superior del valor energético del combustible.

Durante el primer año de aplicación del impuesto a las fuentes fijas, se gravaron 94 establecimientos, responsables de aproximadamente un 40% de las emisiones de CO₂ del país, recaudando US\$ 191 millones sobre un total de US\$ 300 millones aproximadamente que corresponde al total de las emisiones contaminantes locales y globales. Las emisiones de CO₂ representaron un 88% de la recaudación total de los Impuestos Verdes.

Actualmente, existe un proyecto de ley en discusión en el Congreso que modifica la aplicación de este gravamen. Dentro de estas modificaciones, el artículo 8 se modificaría en el siguiente sentido¹: “Los contribuyentes afectos al impuesto establecido en el presente artículo respecto al CO₂, podrán compensar sus emisiones de CO₂ gravadas, a través de la implementación de proyectos de reducción de emisiones de CO₂ desarrollados a nivel nacional bajo los estándares y modalidades de participación establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente mediante resolución exenta”².

Con el fin de analizar las alternativas y mejores opciones para la implementación de un sistema de compensaciones en el marco de los Impuestos Verdes, representantes del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y del Ministerio de Energía (MdE), con apoyo de la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ), se encuentran analizando las posibilidades de aplicación de la reforma tributaria, en relación con el cumplimiento de los sujetos gravados a través de *offsets*. La presente consultoría se enmarca en esta iniciativa, considerando posible compatibilidad con las nuevas reglas que puedan surgir en el futuro régimen bajo el Artículo 6 del Acuerdo de París, aún en discusión, que será el sistema que prime a nivel mundial.

El presente informe comprende 8 objetivos específicos, desarrollados empleando la siguiente metodología:

1. Revisión bibliográfica de los estándares de compensación existentes y usados en Chile,
2. Recolección de información de proyectos de reducción de emisiones existentes en Chile,
3. Informes de expertos, especializados en mecanismos de compensación,

¹ Mensaje 107-366 de S.E. el Presidente de la República dirigido a la honorable Cámara de Diputados con el que inicia el Proyecto de Ley que moderniza la legislación tributaria (23 de Agosto, 2018), inciso vigésimo.

² En agosto de 2019 se modifica propuesta para este artículo y se aprueba por la Comisión de Hacienda de la Cámara de Diputados de la siguiente forma: “Los contribuyentes afectos al impuesto establecido en este artículo, podrán compensar todo o parte de sus emisiones gravadas, para efectos de determinar el monto del impuesto a pagar, mediante la implementación de proyectos de reducción de emisiones del mismo contaminante, sujeto a que dichas reducciones sean adicionales, medibles, verificables y permanentes. En todo caso las reducciones deberán ser adicionales a las obligaciones impuestas por planes de prevención o descontaminación, normas de emisión, resoluciones de calificación ambiental o cualquier otra obligación legal”. Oficio de S.E. Presidente de la República (157-367) que formula indicaciones al proyecto de ley que moderniza la legislación tributaria (boletín n° 12.043-05). Cámara de Diputados. Fecha: 14 de agosto 2019. El desarrollo del presente informe se basa en la versión de Agosto de 2018.

4. Realización de talleres orientados a recoger opiniones de potenciales usuarios de mecanismos de compensación, así como desarrolladores de proyectos y consultores con experiencia de participación en el mercado regulado y voluntario de carbono,
5. Entrevistas a usuarios específicos de mecanismos de compensación,
6. Análisis técnico de las principales opciones de mitigación a nivel nacional,
7. Análisis financiero de las principales opciones de mitigación a nivel nacional.

1 Mecanismos de compensación de emisiones GEI aplicados en Chile

En el presente capítulo se desarrolla una actualización de la información acerca de los mecanismos (metodologías) de compensación de emisiones aplicadas en Chile, así como proyectos realizados en el país, mediante una revisión bibliográfica detallada y la recolección y procesamiento inicial de la información relativa a los proyectos de reducción de emisiones realizados a la fecha en Chile.

En la actualidad, la importancia de reducir emisiones GEI individual o corporativamente es reconocida y valorada tanto a nivel nacional como internacional. Dado el consenso mundial que, aunque estas emisiones se generen en localidades concretas, su capacidad de dispersión en la atmósfera y su acumulación es capaz de generar fuertes impactos a nivel global. Múltiples son los esfuerzos que, hasta la fecha, diversas naciones han puesto en práctica para frenar el Cambio Climático.

Sin embargo, a nivel corporativo, a menudo resulta costoso cumplir con objetivos de reducción de emisiones de carbono a través de iniciativas internas. Para las organizaciones, entonces, surge la opción de invertir en terceros proyectos o programas de reducción de emisiones o de aumento de captura de carbono, los cuales deben asegurar o verificar que las reducciones de emisiones generadas efectivamente ocurran. A este proceso, de carácter voluntario, se le denomina **compensación de emisiones** (*offsets*).

Un proceso de compensación de emisiones GEI se compone de las siguientes etapas:

- Búsqueda del proyecto de reducción de emisiones.
- Compra y retiro de activos en los registros oficiales.
- Emisión de certificado de compensación.

Como se mencionó previamente, para la organización es importante realizar una búsqueda de proyectos de compensación que ofrezcan una adecuada confianza en las reducciones obtenidas. Los *offsets* de proyectos que cumplan con las especificaciones de la organización pueden ayudar a mejorar su posicionamiento dependiendo del país seleccionado, la tipología de proyecto y el respaldo de su certificación. De esta manera el proyecto seleccionado puede maximizar los beneficios asociados a la compensación.

Los mecanismos de reducción de emisiones GEI se clasifican en el marco de dos tipos de mercados de carbono quienes les otorgan respaldo metodológico y un marco de certificación internacional:

- **Mercado del cumplimiento regulado:** Sistema de comercio a través del cual los gobiernos, empresas o individuos pueden vender o adquirir reducciones de gases de efecto invernadero, certificadas y contabilizadas por la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC). Actualmente existen dos mecanismos: Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) e Implementación Conjunta (IC, *Joint Implementation* en inglés).
- **Mercado voluntario:** Sistemas que incluyen todas las transacciones de créditos de carbono que no están regidas por una obligación regulatoria de cumplir con una meta de reducción de emisiones de GEI. Con el objeto de otorgarle mayor credibilidad y uniformidad, se crearon una serie de programas, estándares y herramientas de cálculo orientados a garantizar la calidad de las reducciones de emisiones GEI asociadas o “*Verified Emission Reductions*” (VERs, siglas en inglés). Actualmente los estándares más importantes son el VCS (*Verified Carbon Standard*) y el GS (*Gold Standard*). Existen otros estándares como el VER+, *Green-e*, *CCB Standard*, *Social Carbon*, *Carbon Fix*, entre otros, cuyo uso está menos extendido a nivel internacional.

El objetivo de los mecanismos, ya sean regulados o voluntarios, es asegurar que las reducciones sean reales, adicionales y permanentes, otorgar transparencia sobre los resultados esperados y nivel de riesgo, evitar la doble contabilidad y, en algunos casos, incluir la verificación de otros posibles co-beneficios asociados a los proyectos. Los conceptos de transparencia, rigurosidad, credibilidad, integridad y trazabilidad se encuentran asociados a los mecanismos más utilizados en Chile: MDL, VCS y GS, sobre los cuales este informe se extiende en los siguientes puntos.

1.1 Principales características de los mecanismos internacionales más utilizados en Chile

En la siguiente tabla se describen brevemente los mecanismos más empleados a nivel mundial y que tienen mayor presencia en el país. Las descripciones de sus ciclos de proyecto se especifican en Anexo A y metodologías en Anexo B.

Tabla 1: Principales características de los mecanismos de Offsets más utilizados

	MDL	VCS	GS	JCM
Descripción	Mecanismo vinculante del protocolo de Kioto. Su objetivo es facilitar el cumplimiento de las metas climáticas de los países Anexo 1.	Mecanismo voluntario establecido por ONGs (The Climate Group, IETA, WBCSD y WEF)	Mecanismo voluntario establecido por World Wildlife Fund (WWF) y otras ONGs. Su objetivo es asegurar que los proyectos de reducción de emisiones GEI también cumplan con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).	Mecanismo de carácter bilateral ³ creado por el gobierno japonés en 2011. Su objetivo es facilitar la difusión de tecnologías bajas en emisiones de carbono, productos, servicios, infraestructuras que Japón pueda ofrecer a los países en acuerdo y que

³ El mecanismo puede ser empleado únicamente en países con los cuales el gobierno de Japón ha establecido un acuerdo de cooperación para la promoción y uso del mecanismo. A la fecha los 17 países firmantes son, además de Chile, Mongolia, Bangladesh, Etiopía, Kenya, Maldivas, Vietnam, Laos, Indonesia, Costa Rica, Palau, Camboya, México, Arabia Saudita, Myanmar, Tailandia y Filipinas.

	MDL	VCS	GS	JCM
				contribuyan a la reducción de emisiones.
Administración	Secretaría de UNFCCC. https://cdm.unfccc.int/	Verra https://verra.org/project/vcs-program/	Markit https://www.goldstandard.org/	Gobierno de Japón https://www.jcm.go.jp/
Desarrollo en el mundo	Asia-Pacífico: 6.828 proyectos. 5.787 proyectos en China e India. Latinoamérica: 1.960 proyectos. 380 proyectos se encuentran en Brasil.	Asia: 1.053 proyectos. 821 se encuentran en China e India. Latinoamérica: 230 proyectos. 97 proyectos se encuentran en Brasil.	Asia: 658 proyectos. 256 proyectos se encuentran en Turquía y 153 en India. Latinoamérica: 62 proyectos. 13 proyectos se encuentran en Brasil, 11 en Honduras y 7 en Colombia.	En el total de los 17 países firmantes, existen 45 proyectos registrados, con un potencial anual de reducción de 11.581 créditos, donde 19 proyectos han registrado reducciones de emisiones por un total de 21.864 (4.736 créditos quedan a disposición del país participante y 17.128 créditos a disposición de Japón).
Exigencias básicas	Los proyectos deben desarrollarse en un país que haya ratificado el Protocolo de Kioto y su reducción de emisiones debe ser adicional a las que se hubiesen producido si el proyecto no se hubiese realizado. Los proyectos “negocio de práctica común” (<i>Business as usual</i> , BAU) no resultan elegibles. Se debe demostrar la consideración temprana del proyecto. Estándares, metodologías, procedimientos y registros se encuentran a disposición pública en su página web.	El mecanismo no pone restricciones geográficas ni por tipos de proyectos. Sus exigencias, de acuerdo con el estándar VCS, se centran en la selección de metodologías aprobadas por el mecanismo ⁴ y cumplir con los procedimientos y registros solicitados de acuerdo con las etapas de ciclo de vida del proyecto (ANEXO A). Estándares, metodologías, procedimientos y registros se encuentran a disposición pública en su página web.	Es requisito que se aborden en el diseño del proyecto la adicionalidad y el desarrollo sostenible. Para la inscripción en el GS, los proyectos deben usar una metodología ya aprobada por la EB del MDL o desarrollar una metodología nueva de acuerdo con los procedimientos del MDL. Solicita demostrar consideración temprana al igual que el MDL. Anualmente debe presentarse un informe para mantener el registro del proyecto. Estándares, metodologías, procedimientos y registros se encuentran a disposición pública en su página web.	Existen reglas y lineamientos disponibles en su página web para cada uno de los países participantes del acuerdo. Como primer requerimiento, es mandatorio que el desarrollador de un proyecto de reducción de emisiones GEI se apege a la metodología establecida para éste y al reglamento vigente en el territorio de ambas partes.
Metodologías	216 metodologías de línea base ⁵ en 15 sectores (ámbitos sectoriales).	62 metodologías de línea base en 11 sectores, además de las disponibles en MDL ⁶ .	17 metodologías en 8 sectores, además de las disponibles en el MDL ⁷	Aproximadamente 66 metodologías aprobadas en 15 sectores ⁸ .

⁴ Metodologías MDL y CAR

⁵ Cifra válida a la fecha de elaboración de este estudio. Fuente: <https://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>

⁶ Cifra válida a la fecha de elaboración de este estudio. Fuente: <https://verra.org/methodologies/>

⁷ Cifra válida a la fecha de elaboración de este estudio. Fuente: <https://www.goldstandard.org/project-developers/standard-documents>

⁸ Cifra válida a la fecha de elaboración de este estudio. <https://www.jcm.go.jp/methodologies/all>

	MDL	VCS	GS	JCM
Adicionalidad	La adicionalidad de un proyecto puede estar fundamentada por cuatro factores: ambiental, nivel de inversión, financiera y tecnológica. Para proyectos de pequeña escala, se permite el uso de análisis de barreras.	Es posible demostrar adicionalidad mediante tres métodos distintos: <ul style="list-style-type: none"> • Metodología desde las características del proyecto, similar a las metodologías empleadas en el MDL. • Metodología basada en el desempeño del proyecto. • Metodología según las características tecnológicas empleadas. 	Para demostrar adicionalidad bajo GS se debe utilizar las herramientas de adicionalidad aprobadas por la UNFCCC (proyectos MDL o JI ⁹) y fundamentar mediante cuatro factores o análisis por barrera dependiendo la escala del proyecto. Solo los proyectos JI pueden demostrar adicionalidad bajo las herramientas aprobadas por GS.	El mecanismo está diseñado para simplificar los análisis hipotéticos utilizados para demostrar adicionalidad en el MDL. De acuerdo con los lineamientos y reglamento del JCM, el Participante de Proyecto no requiere demostrar adicionalidad del proyecto, pero sí se debe demostrar adicionalidad para cada nueva metodología propuesta.
Línea base	Definida durante la etapa de validación del proyecto, cuantifica el escenario de las emisiones GEI de no existir el proyecto. Las emisiones de proyecto se restan a las de línea base, obteniendo la cantidad de créditos por reducción de emisiones.	La línea base queda definida durante la validación del proyecto utilizando metodologías propuestas por MDL, VCS o las provenientes del Registro de la Acción Climática de California (<i>California Climate Action Registry</i> ¹⁰).	Deben utilizar las metodologías aprobadas y la opción dentro de esta metodología debe ser tal que las emisiones de línea base resulten las más bajas. Las metodologías deben ser aprobadas por la UNFCCC o el GS.	El mecanismo tiene una definición de línea base y cálculo de reducción de emisiones similar a la de MDL. Sin embargo, las líneas base quedan definidas en las metodologías y el Proponente queda libre de definir las en el correspondiente formulario de proyecto.
Doble contabilidad y registro	Para evitar la doble contabilidad el mecanismo posee un registro central ¹¹ , administrado por la Junta Ejecutiva del MDL. El registro otorga un número de serie para cada proyecto y los almacena en una base de datos única.	Similar al MDL, el sistema de registro otorga un número de serie a cada proyecto y los almacena en la base de datos administrada por Verra ¹² . Para minimizar los riesgos de doble contabilidad al momento de solicitar el retiro de créditos, se debe presentar evidencia confirmando el estado actual de las VCU, su registro, transacción o retiro. Los requerimientos de esta evidencia se especifican en el estándar VCS ¹³ .	El mecanismo cuenta con un lineamiento para evitar el riesgo de doble contabilidad ¹⁴ en los proyectos. Cualquier proyecto que participe de mecanismos de <i>offsets</i> debe demostrar que los riesgos de doble contabilidad no existen o serán debidamente minimizados tal como lo determina el citado lineamiento.	La evidencia de minimización de riesgo de doble contabilidad debe registrarse tanto en los documentos de validación y verificación del proyecto. Japón se encuentra activamente participando en discusiones del Artículo 6 promoviendo la creación de un registro público donde se notifique la transferencia de créditos entre países.
Condiciones para proyectos de forestación	Debe cumplir con dos criterios:	Presenta un estándar especial para los proyectos AFOLU,	De acuerdo con el documento de requisitos para proyectos de	El mecanismo ha desarrollado un lineamiento para

⁹ JI Joint Implementation o implementación conjunta en español. Mecanismo que permite a emisores de países en el Anexo I del protocolo de Kyoto el comprar créditos de carbono en proyectos implementados en otros países desarrollados o con economías de transición.

¹⁰ Para más información visitar <https://www.climateactionreserve.org/about-us/california-climate-action-registry/>

¹¹ <https://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>

¹² https://www.vcsprojectdatabase.org/#/projects/st/_c_CL/ss_0/so_/di_/np_

¹³ http://verra.org/wp-content/uploads/2018/03/VCS_Standard_v3.4_SP.pdf, página 21.

¹⁴ https://www.goldstandard.org/sites/default/files/documents/2015_12_double_counting_guideline_published_v1.pdf

	MDL	VCS	GS	JCM
y reforestación, agrícolas, forestales y de otros usos de suelos (AFOLU)	<p>Elegibilidad: pueden considerarse para reforestación de tierras sin bosque desde antes del 31 de Diciembre de 1989 y cumplir con criterios de madurez de bosque.</p> <p>Adicionalidad: el proyecto no habría sido realizado sin el financiamiento del carbono.</p> <p>Proyectos de conservación, manejo de bosque nativo o plantaciones forestales no aplican para el MDL.</p>	<p>obligados a realizar evaluaciones del riesgo de no-permanencia. Los proyectos de deforestación y degradación (REDD) y proyectos REDD+ Jurisdiccional y Anidado (JNR) requieren llevar a cabo una evaluación de fuga de mercado.</p> <p>Estos créditos no son negociables y se mantienen en una cuenta para proyectos AFOLU para cubrir el riesgo de pérdidas imprevistas en el mercado de Carbono.</p>	<p>forestación y reforestación¹⁵ solo es posible desarrollar proyectos considerando especies nativas y eliminando cualquier especie invasora. Las especies exóticas pueden considerarse demostrando evidencia científica respecto a su presencia no invasiva o no daño al medio local.</p>	<p>proyectos REDD y REDD+¹⁶ y se encuentra orientada a reducir emisiones por deforestación, degradación forestal, conservación de sumideros de carbono en bosques, manejo sostenible de bosques y mejora en reservorios forestales de carbono.</p>
Organismos de validación, verificación y certificación¹⁷	<p>Denominadas "Entidades Operacionales Designadas" (DOEs en inglés). Estos organismos de tercera parte respaldan que el proyecto cumpla con los principios del mecanismo, sus registros y el cálculo de las reducciones de emisiones.</p> <p>Las DOEs son acreditadas por la Junta ejecutiva (EB) y deben rendir informes anuales y posibles auditorías presenciales por parte de UNFCCC.</p>	<p>Denominados "Organismos de validación/verificación" (VVBs en inglés) son el equivalente a una DOE en VCS. Para ser aprobadas por Verra deben:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Encontrarse aprobadas como validador/verificador de un programa GEI (Por ejemplo, ser DOE) - Contar con acreditación de una organización miembro del Foro de Acreditación Internacional¹⁸ (IAF) como el American National Standards (ANSI) o el Standards Council of Canada (SCC). 	<p>Para que una entidad sea reconocida como GS-VVB debe contar con la acreditación del mecanismo especificada en "<i>Validation and verification body requirements</i>"¹⁹. La acreditación dura 36 meses, después de los cuales se debe volver a postular.</p> <p>Para acreditarse debe estar acreditado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ISO 14.065 bajo ANSI-GS, - Acreditación AIE o DOE del MDL-UNFCCC, - Estatus de certificación ASI-FSC. 	<p>Las entidades deben contar con las siguientes acreditaciones vigentes para ser autorizadas por el comité conjunto del mecanismo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ISO 14.065 por un miembro del Foro de Acreditación Internacional (IAF, en inglés), - Acreditación como DOE del MDL-UNFCCC, <p>Adicionalmente, deben demostrar ante el <i>Joint Comitee</i> y la Secretaría del mecanismo, conocer acabadamente las reglas y procedimientos establecidos en el acuerdo bilateral Chile-Japón.</p>

¹⁵ <https://www.goldstandard.org/sites/default/files/ar-requisitos.pdf>

¹⁶ https://www.icm.go.jp/jc_decisions/1333/JCM_KH_GL_PM_REDD_ver01.0.pdf

¹⁷ Listado de entidades validadoras/verificadoras en Anexo C.

¹⁸ Chile es miembro de la IAF a través del Instituto Nacional de Normalización, INN.

¹⁹ <https://globalgoals.goldstandard.org/wp-content/uploads/2017/06/100-GS4GG-Validation-Verification-Body-Requirements-v1.0.pdf>

1.2 Actualización de los principales mecanismos utilizados en Chile

En la siguiente tabla, que incluye aquellos mecanismos que presentan desarrollo de proyectos en Chile, se resumen sus desempeños a la fecha:

Tabla 2: Desempeño de mecanismos de reducción de emisiones GEI en Chile²⁰

	MDL ²¹	VCS ²²	GS ²³
N° de proyectos registrados a la fecha	103	21	5
Tipología de proyectos registrados	<ul style="list-style-type: none"> • Energías renovables (72%) • Cambio de combustible fósil (2%) • Forestación y reforestación (1%) • Manejo de residuos (21%) • Reducción de gases de alto poder de calentamiento global (2%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Energía (76%) • Manejo de residuos (10%) • Agrícola-Forestal (14%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Energía (4 proyectos) • Manejo de residuos (1 proyecto)
Total de créditos emitidos a la fecha	29.953.600 (tCO ₂ e)	1.189.564 (tCO ₂ e)	1.147.279 (tCO ₂ e)
Total de créditos emitidos, cancelados voluntariamente e informados.²⁴	747.190 (tCO ₂ e)	631.337 (tCO ₂ e)	795.217 (tCO ₂ e)
Total de créditos emitidos y no cancelados a la fecha	29.206.410 (tCO ₂ e)	558.227 (tCO ₂ e)	352.062 (tCO ₂ e)
Potencial emisión de créditos anuales de acuerdo con periodo de acreditación vigente	12.302.921 (tCO ₂ e/año)	3.948.988 (tCO ₂ e/año)	674.804 (tCO ₂ e/año)

1.2.1 MDL en Chile²⁵

Los proyectos registrados en el MDL en Chile datan de julio de 2005 a la fecha, existiendo un total de 110 proyectos ingresados, de los cuales 103 están registrados²⁶, 5 rechazados, 1 desistió de continuar el proceso de registro y 1 des-registrado²⁷.

²⁰ A la fecha, el JCM no cuenta con proyectos registrados en Chile.

²¹ Análisis a partir de información obtenida en <http://www.cdmpipeline.org/overview.htm>

²² <https://www.vcsprojectdatabase.org/#/vcs>. Actualizado a noviembre de 2018.

²³ <https://registry.goldstandard.org/projects>

²⁴ Los créditos emitidos que no han sido cancelados pudieran ya haber sido transados en el mercado y no encontrarse disponibles para su uso en Chile.

²⁵ <https://cdm.unfccc.int/>

²⁶ <https://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>

²⁷ El Registro de un proyecto corresponde a la aceptación formal por parte de la Junta Ejecutiva de una actividad de proyecto MDL o PoA (Programa de Actividades) validadas por una DOE. El registro es un prerrequisito para el proceso de verificación, certificación y emisión de CERs. La Junta Ejecutiva puede rechazar el reporte de validación presentado por una DOE y definir una actividad de proyecto MDL o PoA como rechazado publicando el documento "Ruling Note" donde se explicitan las razones. El Proponente de

De acuerdo con la siguiente tabla es posible resumir una primera aproximación al desempeño de Chile en el programa MDL a la fecha: de las 216 metodologías disponibles²⁸ en el mecanismo, Chile ha presentado proyectos bajo 11 metodologías de gran escala, 6 metodologías de pequeña escala y 2 de forestación/reforestación.

Tabla 3: Metodologías MDL empleadas en Chile a la fecha.

Código metodología	Título (en inglés)	N° de proyectos	Tipo de proyecto
AM0006 (retirada por ACM0010)	GHG emission reductions from manure management systems	4	Destrucción de metano
AM0008 (retirada por ACM0009)	Industrial fuel switching from coal and petroleum fuels to natural gas without extension of capacity and lifetime of the facility	1	Cambio de combustible fósil
AM0026	Methodology for zero-emissions grid-connected electricity generation from renewable sources in Chile or in countries with merit order based dispatch grid	6	Energía renovable
AM0028	N ₂ O destruction in the tail gas of caprolactam production plants	1	Ácido nítrico
AM0069	Biogenic methane use as feedstock and fuel for town gas production	1	Energía de biomasa
ACM0001	Flaring or use of landfill gas	14	Gas de relleno sanitario
ACM0002	Grid-connected electricity generation from renewable sources	33	Energía renovable
ACM0006	Consolidated methodology for electricity and heat generation from biomass	6	Energía de biomasa
ACM0010	GHG emission reductions from manure management systems	1	Destrucción de metano
ACM0012	Waste energy recovery	1	Cogeneración de energía
ACM0018	Electricity generation from biomass residues in power-only plants	1	Energía de biomasa
ACM0019	N ₂ O abatement from nitric acid production	1	Ácido nítrico
ACM0025	Construction of a new natural gas power plant	1	Cambio de combustible fósil
AMS-I.A.	Electricity generation by the user	2	Energía renovable
AMS-I.C.	Thermal energy production with or without electricity	5	Energía de biomasa

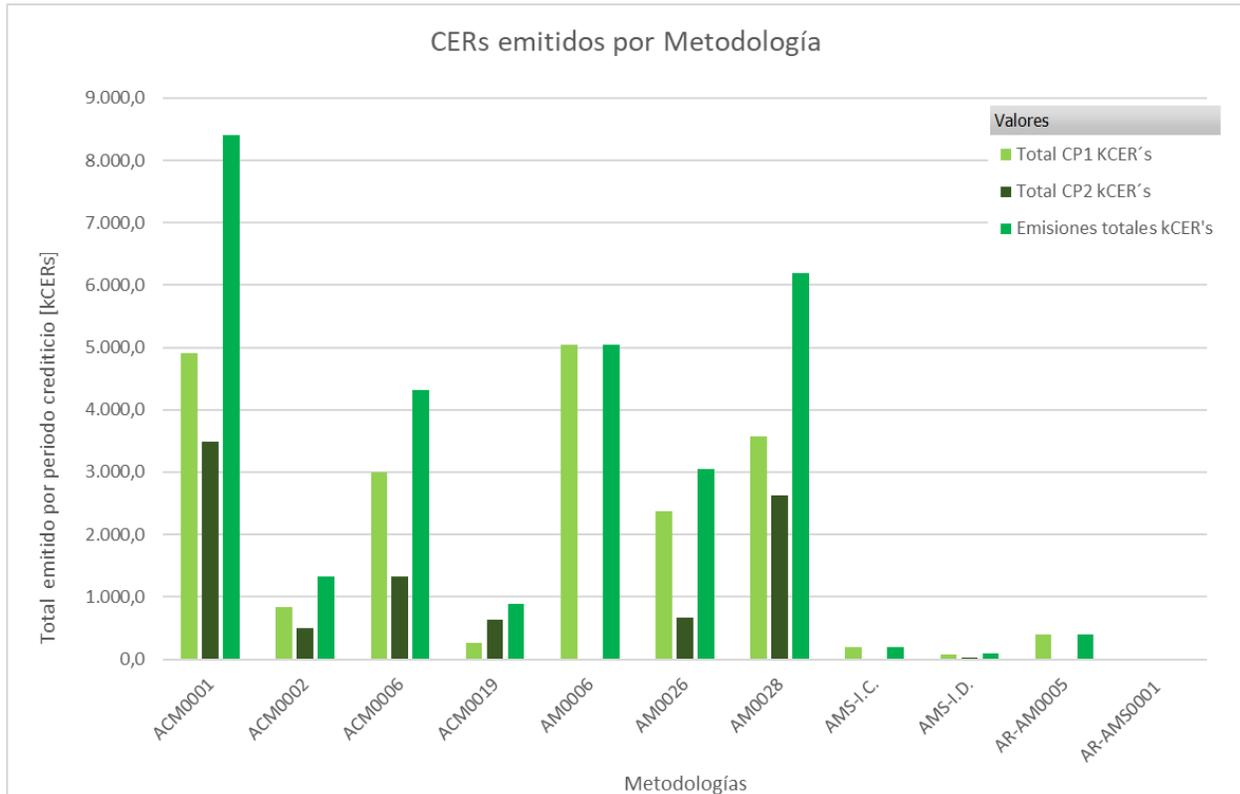
Proyecto puede retirar a su vez una solicitud de registro. En ese caso el proyecto se clasifica como "Withdrawn" pero no se retira del listado de los proyectos por país. El Participante de Proyecto tiene la posibilidad de retirar su proyecto del MDL. En ese caso, el proyecto es clasificado como des-registrado.

²⁸ Para un detalle de las metodologías de acuerdo con su escala y sector visitar: <https://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>

AMS-I.D.	Grid connected renewable electricity generation	20	Energía renovable
AMS-III.F.	Avoidance of methane emissions through composting	1	Gas de relleno sanitario
AMS-III.H.	Methane recovery in wastewater treatment	1	Destrucción de metano
AMS-III.I.	Avoidance of methane production in wastewater treatment through replacement of anaerobic systems by aerobic systems	1	Destrucción de metano
AR-AM0005	Afforestation and reforestation project activities implemented for industrial and/or commercial uses	1	Replacación y conversión forestal
AR-AMS0001	Simplified baseline and monitoring methodologies for small-scale A/R CDM project activities implemented on grasslands or croplands with limited displacement of pre-project activities	1	Replacación y conversión forestal

La mayoría de los proyectos en Chile se ha centrado en las energías renovables, seguidos por los proyectos de reducción de emisiones GEI en rellenos sanitarios y otro tipo de disposición final de residuos. Sin embargo, la mayor parte de las emisiones certificadas corresponden a las metodologías asociadas a estos últimos tal como se puede ver en la siguiente ilustración. Es interesante notar que una gran cantidad de proyectos de energía renovables han presentado su requerimiento de registro, obteniendo el registro, pero que, por razones desconocidas públicamente, no continúan con la verificación de sus créditos de manera periódica.

Ilustración 1: Cantidad de créditos MDL (CERs) en Chile por metodologías.



Fuente: Elaboración propia, 2019

En este gráfico es posible observar que los proyectos bajo las metodologías ACM0001 sobre reducción de emisiones en rellenos sanitarios y AM0028 por reducción de gases de alto poder de calentamiento global, son los que más han aportado a la cantidad de créditos emitidos en Chile. Les siguen los proyectos bajo la metodología AM0006 (metodología que fue posteriormente remplazada por la ACM0010 relacionada con reducción de emisiones por gestión de residuos sólidos) y ACM0006 (energía por biomasa).

1.2.2 VCS en Chile

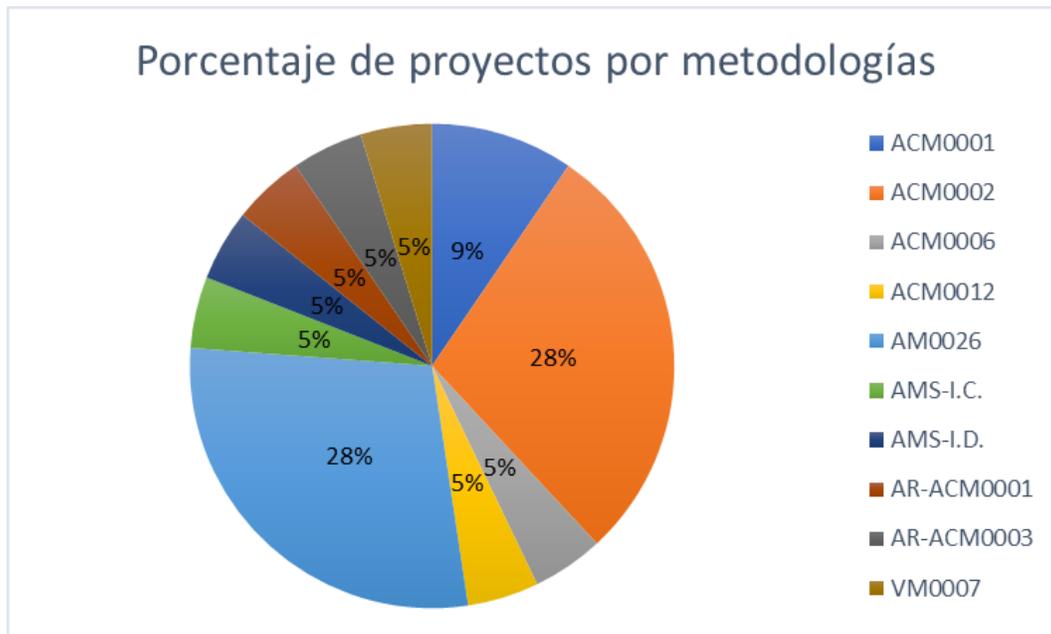
Hoy en día existen 21 proyectos en Chile registrados bajo el Programa VCS, y todos, a excepción de uno, bajo metodologías MDL. Los primeros proyectos iniciaron sus certificaciones en 2003 de manera retroactiva y tienen un potencial de generar, aproximadamente 4 millones de VERs anuales mientras dure su primer periodo de acreditación.

Como se comenta anteriormente, los proyectos VCS pueden tener una doble acreditación. Del total de proyectos, 8 de ellos se encuentran registrados en MDL. Para evitar la doble contabilidad, VCS solicita presentar evidencia clara de que las reducciones emitidas no son usadas bajo otro

mecanismo²⁹. Al momento de estimar el potencial anual de créditos por los proyectos registrados en mecanismos de *offsets*, se consideró no contabilizarlos en ambos mecanismos.

Respecto a las metodologías utilizadas, 20 proyectos utilizan metodologías aprobadas por el MDL, solo 1 usa metodología VCS.

Ilustración 2: Proyectos VCS en Chile por metodologías.

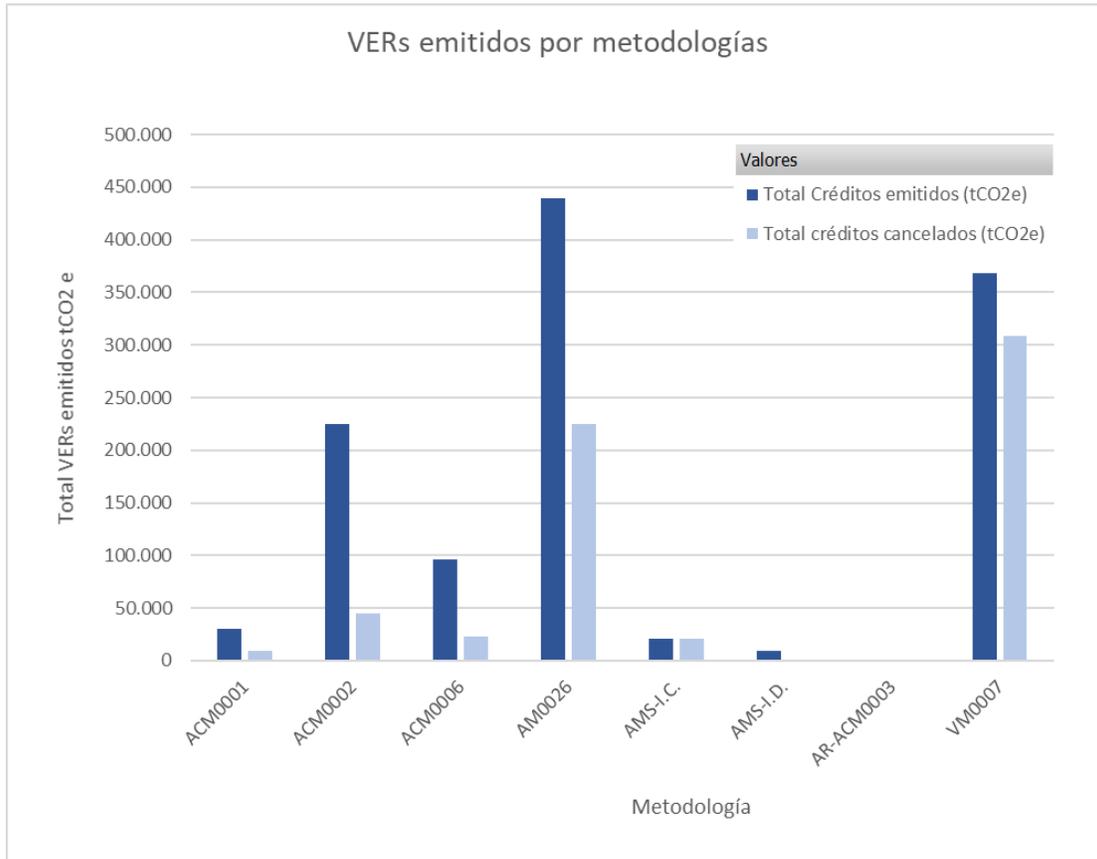


Fuente: Elaboración propia, 2019

VCS en Chile también se ha centrado en las energías renovables (ACM0002 y AM0026), seguidos por los proyectos de reducción de emisiones GEI en rellenos sanitarios y otro tipo de disposición final de residuos.

²⁹ Estándar VCS, Página 21, http://verra.org/wp-content/uploads/2018/03/VCS_Standard_v3.4_SP.pdf

Ilustración 3: Cantidad de créditos VCS (VERs) en Chile por metodologías empleadas.



Fuente: Elaboración propia, 2019

En este gráfico es posible observar que los proyectos bajo las metodologías AM0026 sobre energías renovables, seguida por la metodología VCS VM0007 sobre proyectos REDD+ son las que han aportado mayor cantidad de créditos (VERs) en Chile.

1.2.3 GS en Chile

De acuerdo con el registro de Markit, Chile tiene 5 proyectos certificados Gold Standard: 4 proyectos asociados a la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables y un proyecto asociado al tratamiento de residuos (compostaje).

La siguiente tabla detalla los proyectos, sus certificaciones y el estado de sus emisiones:

Tabla 4: Proyectos GS en Chile

ID	Nombre	Certificación adicional	Reducción emisiones potencial anual tCO ₂ e/año	Metodología	Reducción emisiones certificadas a la fecha tCO ₂ e	Emisiones retiradas tCO ₂ e
3976	Santa Marta Landfill Gas (LFG) Capture for Electricity Generation Project	MDL	348.323	Large-scale Consolidated Methodology: Flaring or use of landfill gas	880.465	795.217
3501	Santa Marta de Liray indoor mechanized composting project	MDL	16.580	AMS-III.F	Sin información	-
954	Los Hierros Hydroelectric Plant	MDL	85.226	ACM0002	Sin información	-
3567	Cururos Wind Farm Project	Sin certificación adicional	197.424	ACM0002	266.814	-
852	Canela Wind Farm Project	MDL	27.251	ACM0002	Sin información	-

Fuente: <https://registry.goldstandard.org/projects>

1.3 Mecanismo futuro: Artículo 6 del Acuerdo de París

El Artículo 6 de la UNFCCC, en el marco del Acuerdo de París, corresponde a la sucesión del protocolo de Kioto, definiendo la necesidad los países firmantes de desarrollar esfuerzos en materia de acceso a la información, sensibilización, educación, formación, participación y cooperación internacional frente al cambio climático. Mediante la aprobación de "Programas de Trabajo", se han establecido recomendaciones para Organizaciones Internacionales y Organizaciones no Gubernamentales y se han concretado las acciones a desarrollar por parte de la Secretaría de la Convención.

Si bien el mecanismo no se encuentra actualmente vigente, se espera que los reglamentos se finalicen durante la COP25 en Chile. Por ahora no hay claridad respecto a las reglas asociadas a este mecanismo, aunque es muy posible que se plantee con similitud al MDL incorporando los siguientes puntos a modo de ejemplo:

- A diferencia del Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París contempla que todos los países que lo suscriben, sin importar si pertenecen al Anexo 1, deberán contar con compromisos de reducción de emisiones, de acuerdo con el principio de responsabilidades comunes, pero diferenciadas.
- Debiera ser posible que incorporara proyectos REDD+ a diferencia de su antecesor.

- Existen claras provisiones sobre la necesidad de que cada país suscriptor del acuerdo cuente con registros que permitan hacer un seguimiento de las reducciones de emisiones y evitar la doble contabilidad.
- Contemplación de una herramienta metodológica orientada a valorizar los co-beneficios ambientales y cumplimiento de los ODS asociados a los proyectos de reducción de emisiones.

2 Ventajas y desventajas en el uso de mecanismos de *offsets*.

En el presente capítulo se analizan ventajas y desventajas de participar en los diferentes mecanismos de offsets que puedan significar incentivos o barreras para su oferta y demanda, basándose en la revisión bibliográfica de características comunes de los mismos, las experiencias y expectativas de los participantes (oferentes), potenciales participantes en un mercado de offsets domésticos (demandantes) y la experiencia del equipo consultor.

En la sección anterior se ha expuesto generalidades de los proyectos del mercado de carbono y la forma en la cual buscan contribuir en la mitigación al Cambio Climático cumpliendo con principios básicos: ser voluntarios, adicionales, medibles y transparentes. Bajo estos conceptos los proyectos deben orientarse a mejorar las condiciones de vida de las poblaciones locales contribuyendo al desarrollo sostenible del país donde se desarrollan. En esta sección se ha analizado las ventajas y desventajas en el uso de los mecanismos de *offsets* anteriormente expuestos, sus características principales y la experiencia de actuales participantes.

Como parte de los resultados de este capítulo se presenta una tabla comparativa de mecanismos (punto 2.1) y estándares (punto 2.3) para acreditar/certificar reducciones de emisiones GEI usados en Chile, utilizando una serie de atributos desarrollados en los puntos de esta sección:

- Alta: El atributo se encuentra de manera relevante en el mecanismo.
- Media: El atributo se encuentra presente en el mecanismo. En este nivel es posible diferenciar en Media-Alta (atributo se encuentra presente de manera destacable sin llegar a ser relevante) o Media-baja (atributo se encuentra por debajo de lo esperable).
- Bajo: El atributo carece de la relevancia necesaria a criterio del equipo consultor o no se encuentra.

2.1 Comparación de mecanismos en los mercados de *offsets*

La principal diferencia entre los mercados de *offsets* se encuentra en el tipo de vinculación existente en sus reducciones de emisiones. Mientras el mercado del cumplimiento regulado es utilizado por organismos sometidos a regímenes obligatorios por ley o contrato vinculante y que deben rendir cuentas de sus emisiones de GEI, el mercado voluntario facilita que individuos y organismos fuera de los sectores regulados puedan asumir un compromiso con el Cambio Climático cumpliendo con necesidades de accionistas y/o clientes, su responsabilidad social empresarial, necesidad de prepararse para cumplir con regulaciones futuras u otras.

Actualmente la cantidad de emisiones transadas en el mercado regulado representa prácticamente el total del mercado del carbono. El mercado voluntario ha resultado ser un escenario de experimentación e innovación para desarrollar actividades de proyectos que podrían ser parte del mercado regulado en el futuro. Un ejemplo de ello son los proyectos de forestación. A continuación, se comparan los mecanismos anteriormente expuestos definiendo atributos evaluables considerando la escala cualitativa definida anteriormente:

Tabla 5: Comparación de los mecanismos considerando atributos propios de Sistemas Offsets.

	MDL	VCS	GS	JCM
Alcance geográfico: Posibles restricciones a la localización del proyecto.	Media. Proyectos que no se encuentren citados en el Anexo I del Protocolo de Kioto.	Alta. No presenta limitaciones en cuanto a la localización de un proyecto.	Media-Alta. Pueden estar situados en cualquier país, excepto donde los proyectos tienen límites máximos de emisiones de GEI.	Media-baja. Cualquier proyecto realizado en países que hayan firmado acuerdo bilateral con Japón en el marco de este mecanismo.
Integridad medioambiental: Inclusión de consideraciones medioambientales asociadas a adicionalidad, doble contabilidad y sustentabilidad, así como la consideración de objetivos, estrategias e indicadores ambientales del proyecto.	Media-Alta. Cuenta con: - Herramientas y metodologías que permiten determinar línea base y adicionalidad. - Registro centralizado que evita doble contabilidad de las reducciones. Referente mundial de offsets de Carbono en el mercado de cumplimiento. No obstante, existen estudios que señalan proyectos registrados no adicionales o atentaban contra los principios de sustentabilidad y/o los derechos humanos ³⁰ .	Media-Alta. Adhiere los mismos principios de integridad medioambiental que el MDL usando las mismas metodologías de línea base más otras propias y un registro centralizado para evitar doble contabilidad. El VCS no presenta una exigencia formal para que los proyectos generen co-beneficios ambientales aunque ya ha incorporado mención a los ODS. El mecanismo corrigió algunas falencias del MDL, facilitando el ingreso de proyectos de Forestación/Reforestación.	Alta. La mayor reputación medioambiental en materia de offsets de carbono en el mercado voluntario. Diseñado de manera de garantizar, metodológicamente todas las dimensiones asociadas a la sustentabilidad de los proyectos: social, medioambiental y económica. En sus requerimientos se encuentra el demostrar y monitorear sus beneficios ambientales. Los impactos negativos que no puedan ser mitigados llevan a la descalificación del proyecto.	Media-Baja. Es posible considerar que, diseñado como complemento al MDL, uno de los objetivos considerados ha sido simplificar algunos de sus aspectos tales como: la adicionalidad, el establecimiento de las líneas base simples pero muy conservadoras, el cálculo de las reducciones de emisiones y el proceso MRV ³¹ . Actualmente su uso es demasiado limitado y no existe suficiente información de terceros u observadores que lo hayan puesto en práctica como para evaluar la capacidad de garantizar integridad medioambiental en el mecanismo.

³⁰ Existen varios estudios que evalúan la adicionalidad de los proyectos en el MDL. Como ejemplo, se puede citar un reciente estudio realizado por DG Clima, Öko-Institut EV en 2016, disponible en: https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/ets/docs/clean_dev_mechanism_en.pdf

³¹ https://www.carbon-markets.go.jp/document/20180810_JCM_goi_eng.pdf

	MDL	VCS	GS	JCM
<p>Grado de simplicidad: Nivel de facilidad que se puede encontrar en un mecanismo al momento de completar su ciclo de proyecto³². Se considera: extensión de tiempo de respuestas, certidumbre en el desarrollo del proyecto, sencillez de las metodologías y herramientas. Se considera opinión de usuarios levantada en entrevistas y talleres.</p>	<p>Media-Baja. Ciclo de proyectos extensos en todas sus etapas (6 meses a 2 años) acrecentado por escasas instancias de comunicación entre participantes y organismo. Baja capacidad de respuesta por parte de la Secretaría puede generar altas barreras en el desarrollo de este tipo de proyectos De acuerdo con opinión de los participantes del mecanismo, sus metodologías y herramientas metodológicas presentan una alta complejidad.</p>	<p>Media. Actualmente el nivel de complejidad es similar al del MDL. Sin embargo, diferencias en el nivel de simplicidad en los procedimientos de validación y verificación con menor cantidad de registros y protocolos y una alta capacidad de respuesta directa por parte de los revisores, permiten que el mecanismo presente un grado de simplicidad mayor que el MDL. Respecto a metodologías y herramientas, estas son similares en complejidad ya que adopta la totalidad del MDL y adiciona metodologías específicas para VCS.</p>	<p>Media-Baja. El grado de simplicidad está dado por la estructura de funcionamiento del mecanismo con períodos de acreditación comparativamente más cortos que MDL y VCS. No obstante, se debe recordar que los procesos de acreditación requieren mayor exhaustividad en la revisión y mayor cantidad de evidencia puesto que los ámbitos cubiertos por el mecanismo incluyen la revisión de indicadores ODS³³.</p>	<p>Media. El mecanismo está orientado a la simplicidad en materia de adicionalidad, definición de la línea base, cálculo de las reducciones de emisiones y procedimientos MRV. No obstante, en la práctica, existe cierto grado de incertidumbre respecto a la forma de desarrollar proyectos, sobre todo de gran escala, que utilicen tecnología que no provenga de Japón.</p>
<p>Flexibilidad: Relativo a la posibilidad de realizar proyectos en diversos sectores, considerar cambios posteriores a su registro y cualquier característica que permita fluidez en los procesos de certificación.</p>	<p>Media. El mecanismo permite realizar proyectos prácticamente en cualquier sector y usando cualquier tipo de tecnología, con algunas restricciones (ej. no contempla la posibilidad de realizar proyectos REDD+, ni proyectos de captura y almacenamiento de carbono). Adicionalmente el mecanismo permite realizar cambios en los proyectos, una vez registrados, aunque muchas veces dicho proceso es complejo.</p>	<p>Media-Alta. El mecanismo es similar al MDL, con la diferencia que es más amplio en los sectores en los que permite realizar proyectos de reducción de emisiones. Por ejemplo, permite el desarrollo de proyectos REDD+, permite proyectos de otros recursos vegetacionales (manglares), los cambios post registro son permitidos³⁴, validación y verificación del proyecto pueden realizarse simultáneamente y permite validar un proyecto hasta 2 años después de iniciado el proyecto.</p>	<p>Media. El mecanismo se orienta a la maximización de impactos climáticos positivos y el cumplimiento de los ODS³⁵ por lo cual, sus proyectos requieren de adicionalidad robusta, continua necesidad de financiamiento, participación comprometida de los <i>stakeholders</i>, entre otros. En el caso de proyectos forestales, solo posee metodologías para A/F, faltando por cubrir 3 de las actividades REDD+. El mecanismo permite retroactividad en la elegibilidad, cuya cantidad de años depende del tipo de proyecto.</p>	<p>Media-Alta. El mecanismo permite llevar a cabo proyectos de reducción en todos los sectores. Al ser un mecanismo establecido en acuerdos bilaterales, presenta mayor factibilidad de cambios post-registro.</p>

³² Proceso de validación, registro y verificación.

³³ ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible, SDG en inglés.

³⁴ Aunque también requieren de procedimientos complejos de manera que se ratifique la línea base y adicionalidad.

³⁵ La elegibilidad de un proyecto queda establecida mediante el documento *Guidance on Project type eligibility*. https://www.goldstandard.org/sites/default/files/v2.2_annex-c.pdf

	MDL	VCS	GS	JCM
<p>Expectativas de uso en el tiempo: Se refiere a la proyección en el corto, mediano y largo plazo que tenga el mecanismo.</p>	<p>Corto plazo: Alta Mediano plazo: Baja Largo plazo: Baja El mecanismo se encuentra operativo actualmente durante el segundo período de cumplimiento del Protocolo de Kioto (01 de enero del 2013 al 31 de diciembre del 2020). Es muy posible que, con posterioridad a esa fecha, el mecanismo sea reemplazado por el mecanismo del Art. 6.4 del Acuerdo de París (SDM) el cual, a diferencia del MDL, considera el hecho de que los países que lo utilicen tendrán sus propias metas de reducción de emisiones GEI.</p>	<p>Corto plazo: Alta Mediano plazo: Media-Alta Largo plazo: Media-Alta El uso de este mecanismo se circunscribe al mercado voluntario, que representa una fracción menor del mercado de carbono mundial (<1%). Esto podría exacerbarse bajo el nuevo régimen climático de París, que exige un seguimiento de las reducciones de emisiones con el fin de evitar su doble contabilidad, lo cual podría limitar aún más el uso de <i>offsets</i> voluntarios, y sus mecanismos correspondientes. Existe cierta incertidumbre, sin embargo, en la forma como el mercado voluntario va a convivir en un nuevo régimen climático. Como principal mecanismo del mercado voluntario es muy posible que se siga desarrollando en el futuro.</p>	<p>Corto plazo: Alta Mediano plazo: Media-Alta Largo plazo: Media-Alta Este caso es similar al del mecanismo VCS. No obstante, como GS tiene un enfoque más integral que aquellos centrados en la reducción de GEI, es posible que tenga un mayor desarrollo futuro.</p>	<p>Corto plazo: Baja Mediano plazo: Media-Baja Largo plazo: Media-Alta El gobierno de Japón ha manifestado explícitamente la intención de hacer que este mecanismo sea reconocido como una forma de colaboración bilateral bajo el Art. 6.2 del Acuerdo de París. No obstante, por ahora el mecanismo tiene un alcance acotado, determinado por los países que tienen un acuerdo con Japón. Adicionalmente, la disponibilidad de este mecanismo es limitada debido al poco conocimiento práctico del ciclo de proyecto y a la disponibilidad de presupuesto por parte del gobierno japonés para financiar proyectos de reducción bajo este modelo.</p>

	MDL	VCS	GS	JCM
<p>Robustez de los preceptos: Solidez de los principios o lineamientos propios de sistemas auditables, capaces de demostrar veracidad, trazabilidad en el tiempo, medición y transparencia.</p>	<p>Media-Alta. El mecanismo, sus estándares y lineamientos de auditoría están diseñados para certificar reducciones de emisiones GEI que demuestren ser: Reales, medibles, permanentes, adicionales y verificables.</p>	<p>Media-Alta. El mecanismo, sus estándares y lineamientos de auditoría están diseñados para certificar reducciones de emisiones GEI que demuestren ser: Reales, medibles, permanentes, adicionales y verificables.</p>	<p>Media-Alta. El mecanismo, sus estándares y lineamientos de auditoría están diseñados para certificar reducciones de emisiones GEI que demuestren ser: Reales, medibles, permanentes, adicionales y verificables. Adicionalmente, el estándar de verificación incluye otras variables relacionada con la sustentabilidad de los proyectos que deben ser continuamente monitoreadas.</p>	<p>Media. Fue diseñado para promover el uso de tecnologías bajas en carbono de preferencia japonesas³⁶ y contribuir con los objetivos de reducción de emisiones GEI de Japón. Centrado en el uso de tecnologías para la aprobación de los proyectos. Simplifica criterios de adicionalidad y metodologías de cálculo de reducción de emisiones usando criterios conservadores en la estimación de la reducción de emisiones y el MRV asociado. En este contexto, ofrece menos garantías en la robustez de sus preceptos que los demás estándares internacionales³⁷.</p>
<p>Consistencia con los principios y metodologías de la UNFCCC y del Acuerdo de París: Congruencia entre los preceptos, lineamientos y metodologías empleados por el mecanismo y los definidos por UNFCCC y el Acuerdo de París.</p>	<p>Media-alta. Es uno de los mecanismos de flexibilidad contemplados en el Art. 12 del Protocolo de Kioto, el cual está bajo la Convención. No obstante, este mecanismo no está diseñado para operar bajo el nuevo régimen climático del Acuerdo de París, ya que no contempla que todos los países tendrán compromisos de reducción de emisiones GEI.</p>	<p>Media. Si bien utiliza muchos principios y metodologías de los mecanismos bajo la Convención, presenta algunas diferencias al orientarse al mercado voluntario: tiene mayor cobertura en el ámbito de proyectos de reducción al aceptar REDD+ y, por ahora, no aborda el problema de doble contabilidad de las reducciones de emisiones de la misma forma como lo hacen los mecanismos bajo la Convención. Esto último podría ser determinante bajo el nuevo régimen climático de París.</p>	<p>Media. Similar al caso del VCS.</p>	<p>Media-baja. Por ahora, es un mecanismo de alcance limitado, que no está diseñado para generar créditos transables en el mercado del Carbono. Utiliza metodologías simplificadas, menos rigurosas y con menos salvaguardas que las de los mecanismos bajo la Convención. A futuro podría evolucionar hacia un mecanismo de créditos transables bajo el Art. 6.2 del Acuerdo de París.</p>

³⁶ https://www.nedo.go.jp/english/ZZAT_100009.html. Cita de texto traducido del inglés: "... el gobierno de Japón expresó sus intenciones de contribuir en el objetivo de reducir las emisiones globales drásticamente mediante un concepto denominado "co-innovación". Bajo este concepto, Japón tiene la intención de trabajar juntamente con países asociados compartiendo su tecnología avanzada y conocimiento, y estableciendo una relación de beneficio mutuo que pueda crear mercado de productos, servicios y tecnología que refleje los desafíos y necesidades de los países asociados."

³⁷ "Recent Development of The Joint Crediting Mechanism (JCM)", July 2018, Government of Japan. Disponible en https://www.carbon-markets.go.jp/document/20180810_JCM_goj_eng.pdf

	MDL	VCS	GS	JCM
Compatibilidad potencial con esquemas fuera del Acuerdo de París³⁸: Posible congruencia con esquemas que no se encuentran dentro del marco del Acuerdo de París.	Media-Alta. Si bien por ahora no hay una decisión definitiva respecto a cuáles mecanismos serán aceptados en CORSIA, la OACI ha manifestado la intención de usar mecanismos (ej. bajo la UNFCCC), programas (ej. REDD+) y proyectos como fuentes elegibles de créditos de carbono.	Media-Alta. Caso similar al MDL.	Media-Alta. Caso similar al MDL.	Media-Baja. Este caso puede ser similar al de los mecanismos bajo la Convención, sin embargo, por ahora el mecanismo está limitado, ya que genera créditos no transables en el mercado MDL o VCS al presentar flexibilidad en el tratamiento de las definiciones de adicionalidad y línea base de los proyectos. Eso podría cambiar en el futuro.
Valoración de co-beneficios: El mecanismo aborda la existencia de co-beneficios e impacto sostenible de los proyectos.	Media-Alta. El mecanismo cuenta con una herramienta que permite mostrar los co-beneficios asociados a los proyectos de reducción de emisiones ³⁹ .	Media-Alta. Recientemente Verra lanzó un nuevo estándar: “ <i>Sustainable Development Verified Impact Standard</i> ”, el cual permite determinar el impacto en la sustentabilidad de los proyectos de inversión. Dicho estándar puede usarse de manera complementaria con el estándar asociado a cuantificación de reducciones de emisiones GEI ⁴⁰ .	Alta. La nueva versión del estándar: “ <i>Gold Standard for the Global Goals</i> ” ⁴¹ posee un enfoque holístico, que abarca los impactos de los proyectos de reducción de emisiones de manera más amplia que la versión anterior, la cual también los consideraba, pero de manera parcial. • Requerimientos sociales: el proyecto debe demostrar beneficios de desarrollo social, económico o técnico. Los principales impactos negativos que no puedan ser mitigados llevan a la descalificación del proyecto.	Baja Aunque el foco de este estándar es la promoción de tecnologías bajas en carbono, ya se ha incorporado un lineamiento y formularios ⁴² que permiten evaluar la implementación de un plan de aporte al desarrollo sostenible. No obstante, y comparativamente a los restantes mecanismos, no plantea un seguimiento acabado de metas bajo un seguimiento periódico y exigente en el tiempo.

³⁸ CORSIA, Mecanismo de offsets de OACI.

³⁹ <https://www4.unfccc.int/sites/sdcmicrosite/Pages/SD-Reports.aspx>

⁴⁰ <https://verra.org/verra-launches-sustainable-development-verified-impact-standard/>

⁴¹ <https://globalgoals.goldstandard.org/>

⁴² https://www.jcm.go.jp/jc_decisions/785/JCM_ID_GL_SDIP_IR_ver01.0.pdf

2.2 Otras herramientas en la contabilización de GEI

2.2.1 Norma ISO 14.064-Sistemas de gestión de Gases Efecto Invernadero

ISO 14.064, es una norma internacional de apoyo para las organizaciones que deseen realizar seguimiento, notificación y verificación de GEI, ya sea para uso interno o cumpliendo con sus compromisos en los mecanismos regulados y/o voluntarios. Los objetivos principales de su implementación son: evidenciar compromiso en la reducción de emisiones GEI, responder a las partes interesadas otorgando credibilidad y confianza a sus acciones y aplicar un seguimiento sólido al progreso de la gestión de emisiones.

ISO 14.064 se estructura en tres partes:

- Parte 1 detalla principios y requisitos de la organización para el diseño, desarrollo, gestión y notificación de los niveles de inventario de GEI.
- Parte 2 se centra en proyectos de GEI o en proyectos específicamente diseñados para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero o incrementar las absorciones de GEI. Incluye principios y requisitos para la determinación de los escenarios de referencia del proyecto y para vigilar, cuantificar e informar sobre los resultados del proyecto en relación con los aspectos básicos, y proporciona las bases para que los proyectos de GEI sean validados y verificados. Lo anterior no considera metodologías de GEI específicas⁴³.
- La parte 3 establece los lineamientos para aquellos que realizan la validación y verificación de la información de GEI.

2.2.2 GHG Protocol-Protocolo de Gases de Efecto Invernadero

El *GHG Protocol* fue la primera herramienta internacional, a la fecha la más utilizada, para el cálculo y comunicación del Inventario de emisiones GEI. El *GHG Protocol* ha sido desarrollado entre el *World Resources Institute* (WRI), el *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) junto con empresas, gobiernos y grupos ambientalistas de todo el mundo, con el fin de construir una nueva generación de programas efectivos y creíbles para abordar el cambio climático. Sus objetivos prácticos son:

- Preparar inventarios GEI,
- Simplificar y reducir costos de realizar inventarios GEI,
- Ofrecer información para planear estrategias de gestión y reducción,
- Facilitar la transparencia en el sistema de contabilización.

La metodología aplicada por el GHG Protocol es extensa y compleja, pero eficaz para la obtención de las emisiones de los GEI directos e indirectos de cualquier sector, utilizando una visión intersectorial y permitiendo el tratamiento de todas las emisiones indirectas que se producen a partir de fuentes que no son propiedad de la empresa. Sin embargo, y al igual que la norma ISO 14.064-2, no cuenta con metodologías sectoriales para la cuantificación de reducción de emisiones GEI en proyectos específicos⁴⁴.

⁴³ Para mayores detalles respecto a este estándar, consultar el link: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14064:-2:ed-1:v1:es>

⁴⁴ Para mayores detalles respecto a este estándar, consultar link: <https://ghgprotocol.org/>

En general existe una gran variedad de empresas que brindan servicios de auditoría bajo este estándar. Muchas, con presencia en Chile tales como: Price, Deloitte, KPMG, LRQA, Carboneutral, entre otras⁴⁵.

2.2.3 Descripción de atributos de estándares

Tabla 6: Descripción de atributos en estándares de gestión de reducción de emisiones

Atributo	Comentarios
Integridad medioambiental	Los estándares están diseñados como una guía para la realización de proyectos de reducción de emisiones GEI. No son programas para la generación de "offsets" de carbono y carecen de procedimientos y/o salvaguardias específicas relativas a la adicionalidad, permanencia y contabilidad de las reducciones de emisiones GEI. Todos esos aspectos son discrecionales para la organización que utiliza el estándar.
Grado de simplicidad	Como ya se mencionó, carecen de procedimientos y metodologías específicas, limitándose a definir los requerimientos para la realización de proyectos de reducción de emisiones GEI. Desde ese punto de vista, no es comparable con los demás mecanismos. No obstante, los lineamientos contemplados por los estándares son consistentes con aquellos contemplados en los mecanismos.
Flexibilidad	Los estándares proveen lineamientos para el cálculo de reducciones de emisiones GEI asociados a proyectos. En este contexto, existe gran flexibilidad y discrecionalidad en la forma como el desarrollador del proyecto puede seguir dichos lineamientos.
Expectativas de uso futuro en el tiempo	<p>Corto plazo: Media-Alta</p> <p>Mediano plazo: Media-Alta</p> <p>Largo plazo: Media-Alta</p> <p>Es posible que, bajo el nuevo régimen climático de París, exista una tendencia creciente hacia el uso de estándares que permitan la reducción de emisiones GEI en esquemas de cumplimiento, en donde la integridad medioambiental y la contabilidad robusta de las reducciones de emisiones son fundamentales. Los estándares podrían evolucionar en esta dirección, sobre todo para iniciativas de mitigación nacional (ej. programa Huella Chile). De lo contrario, es posible que a la larga sea desplazado por mecanismos internacionales diseñados para generar reducciones de emisiones transables y, por ende, cuenten con mayores salvaguardias medioambientales (ej. adicionalidad, registros, homologación en metodologías, etc.).</p>
Robustez de los preceptos	Si bien contemplan recomendaciones relativas a la robustez de las reducciones de emisiones GEI, carece de procedimientos específicos respecto a temas claves, tales como adicionalidad, líneas base, doble contabilidad, etc. En consecuencia, la robustez de las reducciones de emisiones asociadas al uso de estándares está sujeta a la discrecionalidad del proponente del proyecto.
Consistencia con los principios y metodologías de la UNFCCC y del acuerdo de París	No poseen un grado de rigurosidad ni especificidad de los mecanismos bajo la Convención (ej. adicionalidad, doble contabilidad, permanencia, etc.).

⁴⁵ Fuente: Entrevistas con representantes del programa "Huella Chile" en el país.

2.3 Costos de transacción

Los costos de transacción, factor de decisión importante a considerar al momento de participar en el mercado, varían entre sí, como también entre mecanismos y tipo de proyectos. Estos se refieren a los costos adicionales de un proyecto de reducción de emisiones GEI derivadas de su participación en el mercado de carbono. La siguiente tabla compara los costos de transacción considerando los mecanismos empleados en Chile.

Tabla 7: Costos de transacción por tipo de mecanismo⁴⁶

Etapa de ciclo de proyecto	MDL (US\$)	VCS (US\$)	GS (US\$)
<u>Fase Planificación</u>			
Estudio de factibilidad	15.000 a 25.000	15.000 a 25.000	15.000 a 25.000
Documentación del proyecto	50.000 a 100.000	50.000 a 100.000	50.000 a 100.000
Recolección de información	5.000 a 25.000	5.000 a 25.000	5.000 a 25.000
Validación	15.000 a 25.000	15.000 a 25.000	15.000 a 25.000
Listado del proyecto en el registro	No aplica	500	No aplica
Comisión de registro	Dependiente de potencial de reducción del proyecto ⁴⁷	No aplica	No aplica
Verificación inicial	20.000 a 25.000	20.000 a 25.000	20.000 a 25.000
<u>Fase operativa</u>			
Monitoreo periódico	3.500 a 25.000	3.500 a 25.000	3.500 a 25.000
Verificación periódica	10.000 a 20.000	10.000 a 20.000	0,05 a 0,15 US\$/tCO ₂ e menos la comisión de registro (US\$500 a 1.000)
Apertura de cuenta de registro	No aplica	No aplica	No aplica
Mantenimiento de registro	No aplica	300	1.000 a 2.500
Comisión por emisión	US\$0,10 tCO ₂ e por las primeras 15.000 anuales. US\$0,20 tCO ₂ e en adelante.	0,16 US\$/tCO ₂ e con límite de US\$10.000	0,05 a 0,15 US\$/tCO ₂ e
Costos aproximados (sin considerar pago de comisiones)	120.000 a 250.000	105.000 a 225.000	110.000 a 230.000

⁴⁶ Entrevista con un representante de Natural Capital Partners realizada el 6 de febrero de 2019 (Christiaan Vrolijk), empresa basada en el Reino Unido, con más de 20 años de experiencia en la industria del Carbono. Páginas web oficiales de los mecanismos: Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL): <https://cdm.unfccc.int/faq/index.html> Verified Carbon Standard (VCS): Gold Standard (GS): <https://globalgoals.goldstandard.org/fees/> Los rangos son válidos para los 3 mecanismos, sin embargo, en opinión del experto consultado, de mayor a menor costo serían GS, MDL y VCS.

⁴⁷ Revisar información más detallada en: https://cdm.unfccc.int/Projects/pac/howto/CDMProjectActivity/Register/Regfee_version02.pdf

El tiempo que transcurre para lograr la certificación en los distintos mecanismos puede ser de gran variabilidad, dependiendo del tipo de proyecto principalmente. Igualmente es posible hacer un análisis histórico con la información disponible públicamente⁴⁸ del MDL, obteniendo lo siguiente respecto de los tiempos promedio entre:

- inicio de la validación y el inicio del proceso de registro: Mediana de 11 meses para rango 2004-2019 y 35,2 meses para rango Abril-2018/Marzo-2019.
- inicio del proceso de registro y la decisión del registro: Mediana de 3,1 meses para rango 2004-2019 y 2,4 meses para rango Abril-2018/Marzo-2019.
- registro y la presentación del primero reporte de monitoreo: Mediana de 14,2 meses para rango 2004-2019 y 66,7 meses para rango Abril-2018/Marzo-2019.
- primer reporte de monitoreo y solicitud de emisión de créditos: Mediana de 8,0 meses para rango 2004-2019 y 8,8 meses para rango Abril-2018/Marzo-2019.

Sin embargo, no es posible comparar con los mecanismos voluntarios, que no cuentan con estadística continua (Michaelowa, A. 2012. CDM Policy Dialogue⁴⁹). En el caso de VCS, los tiempos que transcurren entre el inicio de la validación y la primera solicitud de emisiones puede no ser registrado, dado que el administrador del mecanismo solo es informado cuando el Participante del Proyecto sube la información a la página del registro.

2.4 Análisis crítico considerando experiencia de participantes y sectores relevantes en los mecanismos en Chile

Se organizaron actividades participativas con el objeto de realizar un levantamiento de las experiencias y expectativas de los Participantes de Proyectos de reducción GEI y sectores relevantes para el potencial desarrollo de proyectos.

Mediante un proceso de diálogos semi-estructurados, el cual permitió evitar las desventajas de un cuestionario formal⁵⁰, se obtuvo el grado de conformidad de los participantes con el mecanismo empleado, principales dificultades encontradas en el proceso, posibles causas por las cuales habría dejado de participar o continúa haciéndolo, voluntad a la futura participación en un mercado potencial, condiciones bajo las cuales lo haría y beneficios a los cuales espera acceder tras su posible participación en el mercado.

Los diálogos semi-estructurados se diseñaron para ejecutarse en tres actividades:

1. Diálogo con sectores participantes de la CPC: El Diálogo con representantes claves se desarrolla con el objeto de obtener una visión general de la apreciación de los sectores respecto a los mecanismos de compensación y su uso en el potencial mercado de Impuestos Verdes, además de evaluar la factibilidad de ejecutar propuestas en los proyectos de reducción de emisiones GEI.
2. Taller con participantes y desarrolladores de proyectos en los mecanismos MDL y VCS: Durante la ejecución del taller, se realizaron dos presentaciones para luego trabajar en

⁴⁸ <https://cdm.unfccc.int/Statistics/Public/CDMinsights/index.html#reg>

⁴⁹ http://www.cdmpolicydialogue.org/research/1030_strengths.pdf

⁵⁰ Por ejemplo: temas cerrados, falta de diálogo, falta de adecuación a las respuestas recibidas, entre otros.

equipos mediante una lluvia de ideas, permitiendo obtener información pertinente de manera rápida

3. Entrevistas con representantes clave: Posterior a la ejecución del taller y con el objeto de profundizar en las experiencias de representantes clave, se realizarían entrevistas bajo los mismos conceptos utilizados anteriormente. El equipo facilitador acordará ciertas pautas y el uso de preguntas abiertas y claras para privilegiar el flujo de información y profundizar los comentarios de los participantes.

Para su ejecución se preparó con anterioridad una serie de temas a título indicativo (guía de entrevista), con el objeto de que los participantes transmitan sus principales motivaciones (propias o de su sector) para participar de los mecanismos de *offsets*, así como las principales apreciaciones o experiencias en las dificultades enfrentadas durante el proceso de acreditación y posterior gestión del proyecto. Respecto a las expectativas de los participantes en los diálogos semi-estructurados, se logró recopilar la apreciación de las principales amenazas y posibles beneficios que podrían enfrentarse al incentivar, continuar o reiniciar su participación en los mecanismos de Carbono.

En el Anexo D se describen los resultados obtenidos en las tres actividades, los cuales fueron considerados en el análisis de los mecanismos (sección 2.1) integrando fortalezas y debilidades percibidas en la práctica y que permiten elaborar recomendaciones para el diseño de un potencial mecanismo nacional.

De los análisis comparativos desarrollados en este capítulo, es posible concluir que los mecanismos de compensación internacionales evaluados son percibidos con un elevado nivel de complejidad, lo cual se debe principalmente al alto nivel de esfuerzo asociado al uso de los mismos. No obstante, se mantiene la percepción de que estos mecanismos constituyen una alternativa atractiva para llevar a cabo mitigación climática de manera costo-efectiva, generan valor en la comunidad en donde se realizan los proyectos y mejoran la imagen de la empresa frente a sus *stakeholders*. De esta manera y pese a la complejidad asociada al uso de estos mecanismos, existe consenso de los beneficios que brindan el uso de mecanismos con buena reputación y el rol que cumplirán en el logro de las metas de mitigación de GEI futuras.

También fue posible concluir que es probable que las organizaciones que ya cuentan con los conocimientos para el uso de un programa de compensaciones internacionales como el MDL, VCS o GS, estén en condiciones de retomar su uso, en tanto sea posible asegurar reglas claras y un precio del carbono estable y de largo plazo. Las barreras de entrada, como procesos de acreditación engorrosos, costos elevados de certificación, falta de guía técnica, información pública de difícil acceso y respaldo, idioma de las metodologías, entre otros, son factores relevantes al momento de promover el ingreso de nuevas tecnologías y/o tipos de proyectos a los mecanismos.

3 Oferta y demanda de *offsets* en el mercado

En el presente capítulo se identifica, estima y caracteriza el máximo teórico de oferta y demanda de offsets a un nivel de precio al carbono de 5 US\$/tCO₂ y mayor, para un horizonte de tiempo de corto, mediano y largo plazo con el fin de dimensionar el potencial de un mercado de compensaciones de emisiones de GEI en Chile.

La demanda máxima potencial de *offsets* de carbono correspondería al total de emisiones GEI sujetas al gravamen al dióxido de carbono, la cual según datos del RETC del 2017, considerando la reforma tributaria, equivaldría a aproximadamente 38 millones de toneladas, repartida entre 89 establecimientos. Los principales demandantes de *offsets* serían empresas generadoras de energía eléctrica (82%), mineras y fundiciones (5%), cementeras (5%) y empresas productoras de celulosa (2%).

Respecto de la potencial oferta máxima (teórica) de *offsets*, a nivel doméstico se identificaron proyectos de reducción de emisiones GEI con una capacidad de generación anual de créditos de carbono de aproximadamente 50 millones de toneladas. Del total, 40% provienen de nuevos proyectos de energía renovable no convencional, 32% de proyectos de reducción de emisiones existentes (MDL y VCS principalmente), 12% de proyectos forestales, 12% a proyectos en el sector transporte y 4% de proyectos en el sector residuos.

Adicionalmente es necesario considerar el *stock* actual de créditos disponibles (MDL, VCS y GS) estimado aproximadamente en 8 millones de toneladas y la emisión potencial de créditos por emitirse a diciembre de 2018 de proyectos registrados, la cual asciende a 63 millones de toneladas.

De los proyectos MDL que están validados o en proceso de validación pero no registrados, 5 de ellos siguieron bajo el VCS (43% de las emisiones potenciales de esos proyectos), mientras que el resto no siguió bajo otro mecanismo y actualmente son poco viables como proyectos de reducción de emisiones bajo el MDL.

En general, la oferta anual de créditos estimada estaría disponible en el corto plazo (dentro de 5 años aproximadamente) y sería viable en el rango de 0 a 5 US\$/tCO₂, que corresponde al actual nivel del impuesto al dióxido de carbono establecido por el sistema de Impuestos Verdes. También se estimó una potencial oferta futura de *offsets* (36 millones), a mediano y largo plazo, la cual sería viable a mayores precios del carbono (> 5 US\$/tCO₂).

Según los resultados de la modelación econométrica realizada para la oferta de *offsets* a nivel nacional, se observa que la sensibilidad de la oferta a mayores niveles de precio del carbono (ej. de 5 a 50 US\$/tCO₂e) es significativamente menor a aquella observada durante la década pasada. Las razones pueden deberse a las favorables condiciones de la economía nacional y mundial (ej. súper ciclo de los *commodities*) observados durante dicho período en relación con el período actual. Esto significa que, para que se verifique un incremento más significativo en la emisión de *offsets* al anticipado por el modelo econométrico, posiblemente se requiera no sólo de una institucionalidad clara y apropiada que facilite la utilización de un programa de compensaciones, sino también de señales de precio claras que permitan hacer más atractiva la rentabilidad de utilizar este tipo de instrumentos.

A nivel internacional, se estima una oferta pre-2020 de aproximadamente 4,7 mil millones de créditos, la cual sobrepasa holgadamente la demanda internacional estimada al 2035 de aproximadamente 2,3 mil millones de créditos. De no generarse nuevas fuentes de demanda en

los próximos años, es posible que esta sobreoferta de créditos de carbono se mantenga durante varios años. Esta situación hace aconsejable considerar el establecimiento de restricciones cualitativas y/o cuantitativas al uso de *offsets* internacionales en el contexto de un programa de compensaciones doméstico, en caso de que se decida dar esta posibilidad.

3.1 Oferta y demanda de *offsets* de carbono a nivel nacional

En esta sección se presenta una estimación de la oferta y la demanda máxima potencial de *offsets* a nivel nacional. En el caso de la demanda máxima potencial de *offsets*, se calcula considerando la última información disponible de las emisiones de fuentes fijas, proporcionada por el Ministerio del Medio Ambiente (marzo 2019).

Las consideraciones siguientes se utilizaron para el cálculo de la oferta potencial de *offsets* a nivel nacional, que representa el máximo potencial teórico de los proyectos correspondientes:

- Se consideran proyectos nuevos y existentes (MDL, VCS y GS).
- En el caso de los proyectos nuevos, se consideraron tipologías que históricamente han sido relevantes y/o comunes en la generación de *offsets* en Chile: ERNC, manejo de residuos, forestales, etc. Las fuentes de información utilizadas para este tipo de proyectos son oficiales (ej. SEA), sin embargo, en ningún caso se plantea en este informe que los proyectos identificados se vayan a concretar.
- Se usaron principios metodológicos para el cálculo de las reducciones de emisiones GEI normalmente aceptados por los principales programas de compensaciones a nivel internacional: MDL, VCS, GS, entre los principales.
- Cabe aclarar que se utilizó un factor de emisión de la red fijo para este estudio considerando una muestra de factores OM y BM para el Sistema Interconectado Central (SIC) y Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) de los Project Design Document (PDD) de proyectos MDL recientes (2016 y 2017). No se consideraron proyecciones decrecientes, por ejemplo, debido a la penetración de energías renovables y salida de termoeléctricas a carbón⁵¹.
- Se aplicó de manera general el criterio de adicionalidad definido según los principios del MDL, para cada tipo de proyecto y/o tecnología considerada para analizar el potencial de *offsets*. Cabe señalar que se utilizó este criterio a modo de ejercicio ya que es la principal referencia que existe hoy a nivel internacional, a pesar de que aún está en discusión su aplicación en las nuevas reglas del Artículo 6 del Acuerdo de París.
- Se consideraron proyectos que utilizan nuevas tecnologías, siendo algunos económicamente viables en el corto plazo, mientras que otros son viables en el más largo plazo⁵².
- En Anexo E se presentan mayores detalles respecto al cálculo de la oferta de *offsets* en cada caso.

⁵¹ Las implicancias de esto son, por ejemplo, una sobreestimación de certificados para proyectos de energía renovables y una subestimación para el caso de electromovilidad.

⁵² Esto obedece a una solicitud expresa de la Contraparte Técnica de este proyecto, ya que de esta manera es posible visualizar ejemplos de tecnologías (y *offsets*) que se podrían generar a futuro, con precios del carbono mayores al observado actualmente (5 US\$/tCO₂).

En la siguiente sección se procuró que el cálculo de la oferta potencial fuese lo más realista y compatible con las condiciones actuales de los sectores a los cuales los proyectos de *offsets* pertenecen, sin embargo, es importante considerar que no se incluye un análisis específico y detallado para cada tecnología y/o sector, lo que excedería el alcance del presente estudio.

3.1.1 Demanda de *offsets* en Chile

Según lo establecido en el proyecto de reforma tributaria en relación con los Impuestos Verdes, la demanda de *offsets* de carbono provendría de los sujetos gravados por el impuesto, los cuales estarían determinados por un umbral de emisiones anual de dióxido de carbono (25.000 o más toneladas de CO₂) y material particulado anuales (100 o más toneladas) en vez del actual criterio tecnológico de calderas y turbinas con capacidad térmica igual o superior a 50 MW⁵³.

A partir de enero de 2017, el impuesto verde se aplicó por primera vez a las fuentes fijas. Según el criterio definido actualmente en la ley, se gravaron 94 establecimientos, los cuales emitieron 33,7 millones de toneladas de dióxido de carbono ese año.

Aplicando el nuevo criterio para determinar el sujeto gravado en la reforma tributaria y usando la estadística de emisiones de fuentes puntuales del 2017⁵⁴, es posible estimar el número de establecimientos y sectores que estarían sujetos al pago del Impuesto Verde a las fuentes fijas, como asimismo, la cantidad de emisiones de dióxido de carbono que finalmente tendrían que pagar el impuesto, después de considerar las exenciones correspondientes⁵⁵. Esta estimación se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 8: Tipos de establecimientos y cantidad de emisiones sujetas al Impuesto Verde modificado (CO₂).

Rubros	N° establecimientos (N°)	Emisiones CO ₂ (Ton CO ₂)	% CO ₂ (%)	Emisiones MP (Ton MP)	% MP (%)	Emisiones CO ₂ gravadas (Ton CO ₂)
Generación de energía	31	32.301.580	64%	1.864	11%	31.625.909
Industria del papel y celulosa	11	11.589.956	23%	3.204	19%	874.769
Combustibles	4	1.504.318	3%	679	4%	1.504.318
Industria manufacturera	10	1.379.178	3%	1.533	9%	879.293
Construcción e inmobiliarias	3	986.568	2%	1.393	8%	986.568
Producción de metal	8	970.113	2%	7.810	45%	970.113
Extracción de minerales	6	896.609	2%	103	1%	896.609
Industria agropecuaria y silvicultura	6	675.097	1%	352	2%	196.393
Otros	10	466.201	1%	292	2%	466.201
Total	89	50.769.619	100%	17.230	100%	38.400.172

Comparación	N° establecimientos	Emisiones CO ₂	Emisiones MP	% emisiones gravadas
Total reportado el 2017 (ton)	7.217	53.320.562	19.957	53.320.562
Porcentaje sobre el total reportado 2017	1,2%	95%	86%	72%

Fuente: Elaboración propia a partir de la información "Emisiones Fuentes Puntuales 2017", 28 de marzo 2019, RETC Open Data.

Como se aprecia, con el nuevo criterio de determinación del sujeto gravado, habría 89 establecimientos sujetos al Impuesto Verde a las fuentes fijas, los cuales tendrían que pagar impuesto por la emisión de 38,4 millones de toneladas de dióxido de carbono anuales. Esto

⁵³ Modificación según proyecto de ley "Modernización Tributaria", Ministerio de Hacienda.

⁵⁴ Emisiones Fuentes Puntuales 2017, 28 de marzo 2019, RETC Open Data.

⁵⁵ Las emisiones de dióxido de carbono provenientes de calderas de biomasa están exentas del pago del impuesto a dicho contaminante.

representa el 72% de las emisiones totales de fuentes puntuales de dióxido de carbono reportadas el 2017 al RETC y el 34,4% de las emisiones totales del país en el 2016⁵⁶.

Los campos sombreados en color gris en la tabla muestran los sectores definidos por el RETC como más relevantes en cuanto a cantidad de emisiones, tanto de dióxido de carbono como de material particulado. Estos rubros serían, por consiguiente, los mayores pagadores del impuesto al dióxido de carbono. El tipo de establecimiento a los cuales corresponde los sectores identificados en gris en la Tabla 8, según la clasificación del RETC son los siguientes:

1. **Generación de energía:** Generadoras de energía eléctrica.
2. **Industria del papel y celulosa:** Plantas elaboradoras de celulosa y papel.
3. **Combustibles:** Cogeneradoras y refinerías.
4. **Industria manufacturera:** Cementeras, plantas de elaboración de maderas y refinerías.
5. **Construcción e inmobiliarias:** Cementeras y plantas con hornos de cal.
6. **Producción de metal:** Mineras, fundiciones, siderúrgicas y refinerías.
7. **Extracción de minerales:** Mineras, cementeras y otras plantas industriales.

En función de lo anterior, los principales establecimientos demandantes de *offsets* de carbono se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 9: Principales establecimientos demandantes de *offsets* y su potencial demanda anual.

Principales tipos de establecimiento demandantes de <i>offsets</i> de carbono	N° establecimientos (N°)	DDA potencial (MM <i>offsets</i> / año)	(%)
Plantas térmicas de generación de electricidad	31	32	84%
Mineras, fundiciones, siderúrgicas y refinerías.	14	2	5%
Cementeras, plantas de cal y otras	13	2	5%
Cogeneradoras y refinerías	4	2	4%
Plantas elaboradoras de celulosa y papel	11	1	2%
Total	73	38	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de la información "Emisiones Fuentes Puntuales 2017", 28 de marzo 2019, RETC Open Data.

3.1.2 Oferta de *offsets* en Chile

3.1.2.1 Créditos emitidos y disponibles de Proyectos de *offsets* existentes y registrados

Actualmente existen 125 proyectos registrados en MDL, VCS y Gold Standard, de los cuales 100 corresponden al sector energía. Un número importante ha emitido créditos que no se han usado o vendido. También es posible que haya muchos proyectos que han dejado de emitir créditos, debido a la escasa demanda internacional, principalmente del mercado regulado.

Bajo un nuevo escenario en el cual se crea una demanda de *offsets* de carbono a nivel doméstico, es necesario considerar los créditos emitidos y disponibles a la fecha, como aquellos que no se han emitido, pero que podrían emitirse. Estas estimaciones se deben complementar con un cálculo del potencial anual de reducir emisiones GEI que tienen los proyectos vigentes a la fecha.

⁵⁶ Según el "Tercer Informe bienal de actualización de Chile sobre cambio climático 2018", las emisiones de dióxido de carbono totales de Chile en el 2016 ascendieron a 111.617 tCO₂, sin considerar el sector UTCUTS.

La información relativa a los créditos emitidos por proyectos en Chile y que aún se encuentran disponibles, está en manos de los titulares de los proyectos y no es pública. En consecuencia, para obtener dicho valor, se calculó el promedio del porcentaje de créditos disponibles a la fecha, del total emitido para los proyectos de algunos titulares de proyectos que proporcionaron voluntariamente esta información⁵⁷. Este promedio (26% equivalente a 8,3 millones tCO₂) se usó para estimar la cantidad total de créditos disponibles a la fecha por tipo de proyecto, sensibilizando según el rango de variación de los porcentajes de créditos disponibles a la fecha observados en los datos reales. Los resultados de esta estimación se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 10: Estimación de créditos emitidos disponibles a febrero 2019, MDL, VCS y GS.

Tipos de proyecto / (Miles tCO ₂)	Total emitido	Disponible conservador (20%)	Disponible promedio (26%)	Disponible no conservador (30%)	(%)	(%)
Energía renovable: Hidro	4.833	967	1.275	1.450	15%	31%
Energía renovable: Biomasa	4.643	929	1.224	1.393	15%	
Energía renovable: Eólica	318	64	84	95	1%	
Energía renovable: Solar-fotovoltaica	0	0	0	0	0%	
Energía renovable: Geotérmica	0	0	0	0	0%	
Residuos: rellenos sanitarios	8.434	1.687	2.224	2.530	27%	43%
Residuos: Purines y compost	5.062	1.012	1.335	1.518	16%	
Gases industriales: N ₂ O	7.034	1.407	1.855	2.110	22%	26%
Proyectos forestales	1.183	237	312	355	4%	
Cambio de combustibles	37	7	10	11	0%	
Total	31.543	6.309	8.319	9.463	100%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de los mecanismos MDL, VCS y GS y de titulares de proyectos GEI en Chile.

3.1.2.2 Créditos que podrían emitirse de proyectos de offsets existentes y registrados

A partir de la información de emisión de créditos consolidada para los proyectos registrados en el MDL, VCS y Gold Standard, se estimó la cantidad de créditos que potencialmente podrían emitirse a la fecha. La siguiente tabla muestra los resultados de dicha estimación por tipo de proyecto.

⁵⁷ Cuatro empresas proporcionaron la información de créditos emitidos y disponibles para este estudio.

Tabla 11: Potencial de emisión de créditos antiguos de proyectos MDL, VCS y GS registrados.

Tipos de proyecto / (Miles tCO ₂)	2003 a 2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total	(%)	(%)
Energía renovable: Hidro	2.253	1.878	2.438	2.735	3.239	4.707	17.250	27%	72%
Energía renovable: Eólica	1.208	1.906	3.279	3.599	3.599	3.599	17.189	27%	
Energía renovable: Biomasa	548	277	649	1.097	1.224	1.224	5.019	8%	
Energía renovable: Solar-fotovoltaica	6	633	930	930	930	930	4.361	7%	
Energía renovable: Geotérmica	0	0	375	375	375	375	1.502	2%	
Residuos: rellenos sanitarios	2.242	1.051	1.051	1.051	1.051	2.299	8.746	14%	23%
Residuos: Purines y compost	2.192	722	722	722	722	722	5.804	9%	
Gases industriales: N ₂ O	44	75	75	75	75	1.108	1.452	2%	5%
Proyectos forestales	186	90	148	148	148	148	869	1%	
Cambio de combustibles	177	44	44	44	44	197	550	1%	
Otros	96	93	91	91	91	91	551	1%	
Total	8.953	6.770	9.803	10.868	11.499	15.400	63.293	100%	
Total porcentual	14%	11%	15%	17%	18%	24%	100%		

Fuente: Elaboración propia a partir de las páginas web oficiales de los mecanismos MDL, VCS y GS.

Cabe destacar que, del total de créditos potenciales estimado, el 86% corresponde a créditos bajo el MDL, el 10% al VCS y el 4% restante al GS.

Usando las mismas fuentes anteriores, se estimó la capacidad anual de generación de créditos de los proyectos de reducción de emisiones en el MDL, VCS y GS vigentes a la fecha. Para realizar esta estimación se evitó la doble contabilidad en el caso de aquellos proyectos que estuvieron registrados en más de un estándar. Ejemplo: MDL-VCS, MDL-GS. Los resultados de esta estimación se muestran en la siguiente tabla, desglosado por tipo de proyecto.

Tabla 12: Capacidad de emisión de créditos anuales de proyectos MDL, VCS y GS vigentes

Tipos de proyectos de reducción GEI	Generación anual	(%)	(%)
	(Miles tCO ₂ /año)		
Energía renovable: Hidro	5.074	32%	72%
Energía renovable: Eólica	3.599	23%	
Energía renovable: Biomasa	1.224	8%	
Energía renovable: Solar-fotovoltaica	930	6%	
Energía renovable: Geotérmica	375	2%	
Residuos: rellenos sanitarios	2.146	14%	18%
Residuos: Purines y compost	722	5%	
Gases industriales: N ₂ O	1.108	7%	10%
Proyectos forestales	148	1%	
Cambio de combustibles	248	2%	
Otros	91	1%	
Total	15.665	100%	

Fuente: Elaboración propia a partir de información de los mecanismos MDL, VCS y GS.

Un aspecto relevante en el caso de los créditos de años pasados, que aún no se han emitido, dice relación con el costo de emisión de dichos créditos, el cual corresponde esencialmente al costo del sistema MRV y de transacción de los mecanismos correspondientes (MDL, VCS o GS).

Según los resultados obtenidos en esta sección, la mayor parte de los proyectos corresponde a generación de energía renovable (70%), los cuales no dependen de los ingresos de la venta del

carbón para continuar funcionando. Para este tipo de proyectos, el costo asociado al sistema MRV sumado al costo de transacción es bajo y no sobrepasa US\$ 1 por crédito emitido⁵⁸.

Para el resto de los proyectos registrados (30%), el costo puede ser mayor, sin embargo, si se considera el análisis de factibilidad económica que se realiza más adelante en este informe, es muy posible que la mayoría de los proyectos que hoy están registrados, se reactiven en un escenario en donde los ingresos asociados a la venta del carbón pueden llegar hasta un máximo de 5 US\$/tCO₂ emitida.

3.1.2.3 *Créditos potenciales de proyectos de offsets existentes no registrados*

A la fecha, Chile tiene en el MDL 32 proyectos validados sin registrar y 9 en proceso de validación. Cinco de los proyectos validados continuaron su participación en VCS por lo que ya están considerados dentro de los proyectos de reducción GEI operativos en el país. Al menos 24 de los proyectos validados, cuya fecha de inicio de la actividad de proyecto es anterior al 1° de enero de 2014, no continuaron su participación en otro mecanismo.

⁵⁸ Según la experiencia del equipo consultor, el costo del MRV y de transacción para proyectos de energía renovable va desde unos centavos de dólar por tonelada hasta un máximo de US\$ 2,5 por tonelada, para proyectos de alto nivel de complejidad. Estas cifras son consistentes con las conclusiones del reciente estudio: "Discussion paper: Marginal cost of CER supply and implications of demand sources", NewClimate Institute, Cologne, Berlin del año 2018.

Tabla 13: Proyectos MDL existentes validados o en vías de validación, no registrados

Sector	Cantidad de proyectos	Estado	Inicio de la actividad de proyecto (rango)	Envío formulario consideración temprana MDL	Reducción estimada tCO ₂ /año
Energía eólica	1	En validación	4-May-15	1	183.569
	3	Validación terminada	16-Oct-09 al 01-Oct-12	1	450.728
Energía hídrica	2	En validación	01-Jun-11 al 01-Jun-13	2	1.689.258
	13	Validación terminada	01-Jun-08 al 01-Ago-12	1	1.576.348
Energía Solar	4	En validación	31-Ene-18 al 25-Jun-18	3	57.024
	5	Validación terminada	1-Jun-13	0	15.643
Destrucción de Metano	1	En validación	14-Dec-10	1	89.984
	3	Validación terminada	10-Abr-2016 a 01-Mar-12	1	830.930
Gas de Relleno	3	Validación terminada	31-Ene-07 al 20-Abr-09	0	827.260
Cogeneración	1	En validación	20-Abr-09	0	28.226
Energía de Biomasa	3	Validación terminada	9-Sep-10	1	26.566
Forestales	1	Validación terminada	01-Ago-08	0	8.104
Uso CO ₂	1	Validación terminada	25-Aug-06	0	5.336
Total	41			11	5.788.976

Resumen status de los proyectos	N° Proyectos	N° proyectos con formularios enviados
Proyectos en validación	9	7
Proyectos con validación terminada	32	4
Total proyectos	41	11

Proyectos que continuaron en otros programas	N° Proyectos	Reducción estimada (tCO ₂ /año)
Proyectos que continuaron en VCS	5	2.488.176

Fuente: Elaboración propia a partir de información del mecanismo MDL.

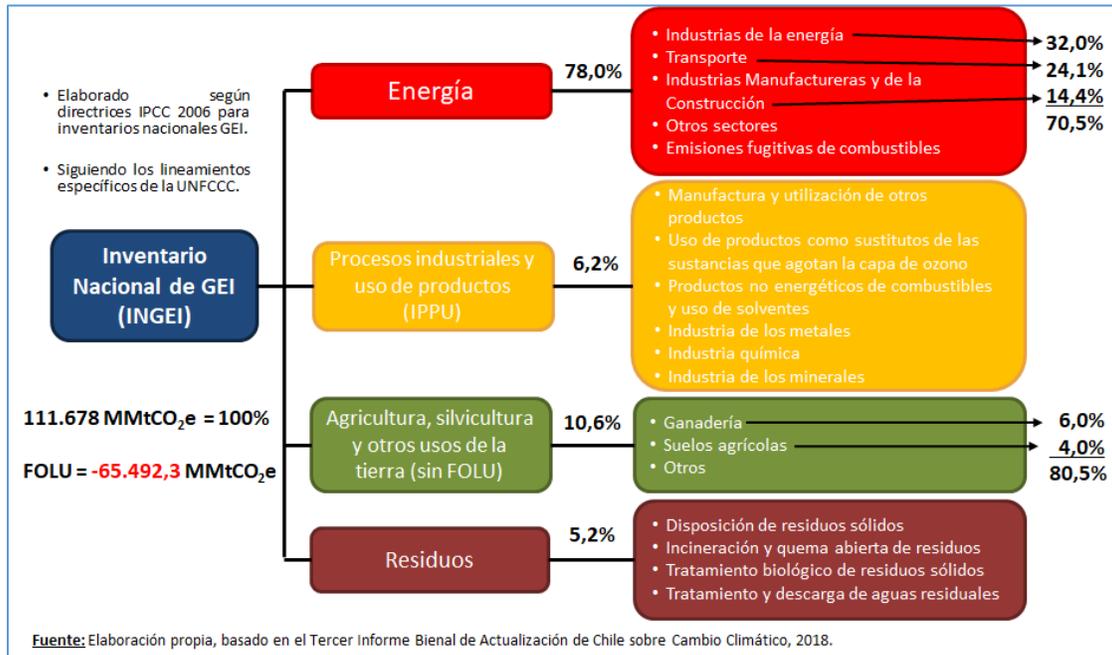
A excepción de los proyectos solares en validación (quinta fila sombreada en gris,

Tabla 13), el resto de los proyectos que no continuaron en otros programas son muy antiguos (en general pre-2013), por lo que es posible que hayan sufrido cambios. También se observa que en pocos casos se envió el formulario de consideración temprana a la Secretaría del MDL, lo cual es un requisito de adicionalidad cuando la fecha de inicio de la actividad de proyecto antecede a la fecha de inicio de la validación de este. En consecuencia, es posible que la mayoría de estos proyectos o bien ya no son viables como proyectos de reducción de emisiones GEI o tendrían que someterse a una nueva validación para poder registrarse⁵⁹. Si bien esto último es posible, por motivos de simplicidad y conservadurismo, las reducciones de emisiones de estos proyectos no fueron consideradas dentro de la oferta doméstica de créditos de carbono en este estudio.

3.1.2.4 Créditos potenciales de proyectos nuevos de reducción de emisiones GEI en Chile

La existencia de un programa de compensaciones de dióxido de carbono doméstico permitiría el desarrollo de nuevos proyectos de reducción de emisiones en los principales sectores emisores de GEI a nivel nacional. El siguiente diagrama muestra un desglose general al 2016 de los principales sectores emisores de GEI a nivel nacional.

Ilustración 4: Desglose del inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI), año 2016.



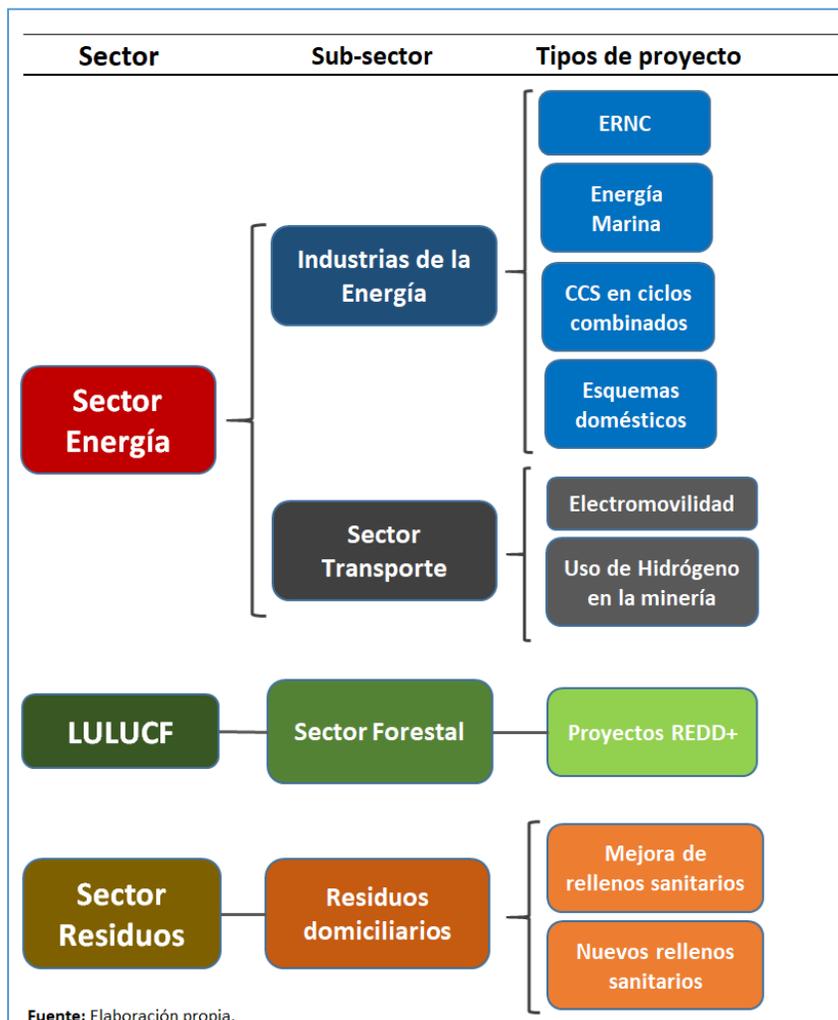
Es evidente que el sector más relevante en términos de emisiones de GEI, es el sector energía, seguido por los sectores agricultura y FOLU y finalmente el sector de procesos industriales. Por lo tanto, es razonable considerar que una cantidad importante de los nuevos proyectos de reducción de emisiones provendrá de estos sectores. No obstante, cabe destacar que

⁵⁹ Según el documento "CDM project cycle procedure for project activities, Version 02,0", se requeriría una nueva consulta pública y actualizar las metodologías y herramientas metodológicas. Esto posiblemente tendría un impacto en la cantidad de reducciones de emisiones GEI estimadas.

históricamente el sector residuos ha contribuido con un porcentaje relevante de proyectos de reducción de emisiones GEI, por lo que también será considerado en el análisis.

En esta sección se presenta una estimación del potencial de generación de *offsets* de carbono bajo distinto tipo de proyectos de reducción GEI. El desglose de los sectores y subsectores a los cuales pertenecen los nuevos proyectos se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 5: Sectores considerados en el cálculo de nuevos *offsets* de carbono domésticos.



A continuación, se presenta la metodología general empleada en la determinación del potencial de reducción de emisiones GEI asociado a cada tipo de proyecto evaluado:

1. Se identificaron los tipos de proyectos que históricamente han generado estos créditos, como, asimismo, de nuevos tipos de proyecto que podrían ser una fuente interesante de *offsets* en el futuro.
2. Para cada tipo de proyectos de reducción de GEI, se obtuvo información lo más actualizada posible relativa a la tecnología correspondiente, la cual se usó para calcular la cantidad de reducción de emisiones GEI.
3. Se emplearon criterios generales (ej. adicionalidad) y metodologías de cálculo de reducción de emisiones GEI, consistentes con aquellas usadas en los principales programas de reducción de emisiones a nivel internacional: MDL, VCS y GS.
4. Para cada tipo de proyecto, se procuró calcular un precio mínimo de la tonelada de carbono (CO₂) abatida, que viabiliza la inversión en el tipo de proyecto correspondiente. En la mayoría de los casos, dicho cálculo se realizó mediante una evaluación financiera, determinando el

valor del precio del carbono que hace cero el valor presente neto del proyecto. El precio así calculado, permite determinar si las reducciones de emisiones GEI correspondientes serían viables en el contexto de un programa de compensaciones para el Impuesto Verde, que establecería un precio máximo de 5 US\$/tCO₂ para un *offset* de carbono.

Cabe destacar que la metodología recién descrita permite hacer una **estimación global y aproximada** de las reducciones de emisiones GEI agregadas, por tipo de proyecto, que serían viables en un sistema de compensaciones asociada al Impuesto Verde, según se plantea en la reforma tributaria. En ningún caso pretende abarcar la totalidad de proyectos de reducción de emisión que se podrían realizar a nivel nacional en el futuro, ni tampoco reemplazar los procedimientos y metodologías que se deben seguir para llevar a cabo un proyecto de reducción de emisiones GEI específico.

Las metodologías utilizadas para realizar estos cálculos junto con los parámetros y criterios usados en cada caso se presentan y describen brevemente en el Anexo E de este informe. A continuación, se presentan los resultados de los análisis y estimaciones realizadas.

3.1.2.4.1 Potencial de generación de offsets a partir de proyectos ERNC

Tal y como se mencionó anteriormente, aproximadamente un 70% de los proyectos de reducción de emisiones realizados a la fecha en Chile corresponden a proyectos ERNC, bajos o neutros en carbono. Actualmente en Chile existe un auge en el desarrollo de proyectos ERNC, el cual se ha manifestado principalmente a través de la proliferación de proyectos que utilizan las tecnologías solar-fotovoltaica y eólica.

A la fecha de elaboración de este estudio, se identificaron 421 proyectos de generación de ERNC⁶⁰, de los cuales 105 proyectos (25%) estaban en proceso de obtener el permiso ambiental (Resolución de Calificación Ambiental - RCA) y 316 proyectos (75%) ya contaban con el permiso ambiental, pero no habían iniciado su fase de construcción. A partir de estos antecedentes, se procedió a estimar las reducciones de emisiones GEI potenciales totales asociadas a estos proyectos.

Tabla 14: Potencial inicial de generación de créditos de carbono, total proyectos ERNC

EIA o DIA en Calificación o Aprobada	N° Proyectos	Potencia bruta	Factor de Red	Créditos anuales	Porcentajes
	(N°)	(MW)	(tCO ₂ /GWh)	(tCO ₂ /año)	(%)
Generación con biogas	3	15	615	64.649	0,1%
Cogeneración con biomasa	10	203	615	929.596	1,1%
Eólico	79	9.111	759	18.167.288	22,4%
Geotermia	2	120	740	603.840	0,7%
Mini hidro de pasada	46	447	615	1.481.894	1,8%
Bombeo	1	300	740	472.675	0,6%
Solar fotovoltaica	268	19.203	759	43.396.111	53,5%
Concentración solar (CSP) con almacenamiento	8	2.185	740	11.318.300	14,0%
Solar CSP (Energ. Térmica)	1	7		6.743	0,0%
Termosolar con almacenamiento	3	900	740	4.667.328	5,8%
Total Bruto	421	32.491		81.108.424	100,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de ACERA y el SEA.

⁶⁰ Fuente: Centro de información de ACERA: <http://www.acera.cl/centro-de-informacion/>

A partir de un análisis general de adicionalidad de los proyectos ERNC, el cual se basó en los principios del programa MDL (ver Anexo E), se excluyó de la tabla anterior los proyectos de energía solar y eólica, quedando el listado que se muestra en la tabla siguiente⁶¹:

Tabla 15: Potencial de generación de créditos de carbono, proyectos ERNC

EIA o DIA en Calificación o Aprobada	N° Proyectos (N°)	Potencia bruta (MW)	Factor de Red (tCO ₂ /GWh)	Créditos anuales (tCO ₂ /año)	Porcentajes (%)
Generación con biogas	3	15	615	64.649	0,3%
Cogeneración con biomasa	10	203	615	929.596	4,8%
Eólico			759		
Geotermia	2	120	740	603.840	3,1%
Mini hidro de pasada	46	447	615	1.481.894	7,6%
Bombeo	1	300	740	472.675	2,4%
Solar fotovoltaica			759		
Concentración solar (CSP) con almacenamiento	8	2.185	740	11.318.300	57,9%
Solar CSP (Energ. Térmica)	1	7		6.743	0,0%
Termosolar con almacenamiento	3	900	740	4.667.328	23,9%
Total Bruto	71	4.162		19.545.025	100,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de ACERA, el SEA y la versión N° 7 de la herramienta de adicionalidad del MDL.

3.1.2.4.2 Potencial de generación de offsets a partir de proyectos de Captura y almacenamiento de CO₂ (CCS) en Ciclos Combinados a Gas Natural (CCGN)

La captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CCS, siglas en inglés) en plantas de generación de energía que utilizan combustibles fósiles es una tecnología que actualmente está en desarrollo a nivel internacional, la cual probablemente jugará un rol relevante bajo un escenario de cumplimiento de las metas del acuerdo de París.

Actualmente existe una iniciativa nacional⁶² que consiste en no construir nuevas plantas generadoras a carbón y en retirar gradualmente las unidades en funcionamiento durante los próximos años. Tal acuerdo no existe para las plantas generadoras que utilizan gas natural o GNL, que consisten básicamente en ciclos combinados. Para este tipo de generación, se evaluó la posibilidad de implementar la tecnología CCS y estimar el potencial de reducción de emisiones GEI que se podría obtener.

En la siguiente tabla se presenta el potencial de reducción de emisiones GEI asociado al uso de la tecnología CCS para las centrales de ciclo combinado que operan con gas natural en los sistemas SING y SIC.

⁶¹ Cabe señalar que este corresponde a un ejercicio que aplica un análisis general y que no reemplaza el análisis detallado de cada proyecto.

⁶² Esta iniciativa corresponde a la Mesa de Descarbonización, la cual surge a partir del acuerdo firmado en enero de 2018, por el Gobierno y las empresas de generación eléctrica.

Tabla 16: Potencial de generación de créditos de carbono, proyectos CCS⁶³

Emisiones totales abatidas en el SIC y el SING	(tCO₂/año)	4.418.104
Precio del carbono que viabiliza la inversión	(US\$/tCO₂)	P > 125

Nota: Esta estimación se realizó con cifras de generación del 2016.

La cantidad estimada de reducciones de emisiones GEI corresponde a aproximadamente al 11% de las emisiones totales del SIC y del SING el 2016⁶⁴. Según estudios recientes⁶⁵, el precio actual del carbono que permitiría viabilizar la implementación de esta tecnología en plantas de ciclo combinado es superior a 125 US\$/tCO₂. No obstante, se estima que este precio debería disminuir hacia el 2030 (90 US\$/tCO₂), en la medida que la tecnología se desarrolle y se haga más competitiva y comercial.

3.1.2.4.3 Potencial de generación de offsets a partir de energía marina

Según el estudio “Recomendaciones para la Estrategia de Energía Marina de Chile: un plan de acción para su desarrollo”⁶⁶ del 2014 Chile posee un considerable potencial para generar energía a partir de las olas (energía undimotriz), y en menor grado, de las mareas (energía mareomotriz). El potencial de desarrollo de la energía undimotriz se estima del orden de 240 GW, comparable con el potencial de la energía solar en Chile, el cual se ha estimado en alrededor de 200 GW.

El desarrollo de proyectos de generación con esta tecnología podría permitir el desarrollo de *offsets* de carbono, los cuales podrían ser usados para compensar las emisiones de carbono sujetas al Impuesto Verde. No obstante, las tecnologías para la generación de energía eléctrica asociada a esta fuente de energía están todavía en fases preliminares.

Como una aproximación conservadora y siguiendo consideraciones de adicionalidad, se consideró un cierto porcentaje del potencial total de generación marina en Chile⁶⁷ como fuente de *offsets* de carbono. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

⁶³ Cálculos pueden observarse en detalle en archivo Excel “Estimación oferta potencial.xlsx”

⁶⁴ Aproximadamente 40 MMtCO₂. Esta información se obtuvo de los PDDs de los proyectos MDL Kelar y Nueva Aldea Biomass Power Plant Phase 2.

⁶⁵ “The Cost of Carbon Capture and Storage for Natural Gas Combined Cycle Power Plants”, Edward S. Rubin y Haibo Zhai, 2012 y “Comparison of costs for natural gas power generation with CO₂ capture”, Philippe Mathieu y Olav Bolland, 2013.

⁶⁶ Estudio desarrollado por la empresa consultora inglesa Aquatera Ltd. en marzo de 2014.

⁶⁷ En cada caso, los porcentajes se determinaron considerando como referencia la capacidad hidroeléctrica total de generación en Chile el año 2017, que fue de 6.643 MW. Esta tecnología aún permite generar *offsets* de carbono en el país bajo los principales programas de reducción de emisiones GEI internacionales.

Tabla 17: Potencial de generación de créditos de carbono, proyectos de energía marina

Tecnologías marinas de generación eléctrica	Potencia (MW)	% Offsets (%)	Reducciones GEI (MMtCO ₂ /año)
Potencial en Chile, tecnología undimotriz	240.000	3%	14,4
Potencial en Chile, tecnología mareomotriz	2.400	100%	4,8
Potencial total de energía marina en Chile	242.400		19,2

Fuentes: Manual del IPCC y estudio "Recomendaciones para la Estrategia de Energía Marina de Chile: un plan de acción para su desarrollo", 2014.

Precio del carbono que viabiliza undimotriz	(US\$/tCO₂)	P > 330
Precio del carbono que viabiliza mareomotriz	(US\$/tCO₂)	P > 270

Nota: Este precio corresponde a una estimación general. Es posible que hayan proyectos que requieran un precio menor (50 US\$/tCO₂).

Cabe destacar que tal y como ocurrió con la tecnología de generación solar-fotovoltaica a nivel internacional, el mayor desarrollo de esta tecnología en los próximos años podría disminuir sus costos, haciéndola viable en Chile o bien, disminuyendo el precio del carbono que la haría viable a nivel nacional.

3.1.2.4.4 Potencial de generación de offsets a partir de proyectos en el sector transporte

Según el inventario nacional GEI 1990-2016, el sector transporte es el segundo subsector más emisor de GEI dentro de la categoría energía, siendo responsable del 24,1% de las emisiones a nivel nacional. Esto sumado al auge que están teniendo las tecnologías relacionadas con la electromovilidad, permite plantearse la posibilidad de migrar parte del transporte vehicular convencional, importante consumidor de combustibles fósiles (diésel y bencina), a un transporte electrificado, alimentado por baterías recargables de litio o alguna otra tecnología equivalente.

A diciembre de 2017, el parque automotor en Chile era de 5,2 millones de vehículos⁶⁸, de los cuales un 0,01% correspondían a vehículos eléctricos. La posibilidad de utilizar créditos de carbono para compensar el impuesto al carbono abre una oportunidad interesante para impulsar proyectos de electromovilidad, algunos de los cuales ya son viables económicamente y se están empezando a implementar.

En esta sección se evalúan las opciones de transporte vehicular más relevantes y que están más avanzadas en el proceso de transición hacia la electromovilidad. Cabe destacar que en general estos proyectos cumplirían con los requisitos de adicionalidad, ya que, si bien es posible que en algunos casos la rentabilidad sea positiva, en general enfrentan barreras importantes para su implementación⁶⁹ y claramente no corresponden a la práctica común en la industria del transporte vehicular en el país e incluso, a nivel mundial.

⁶⁸ Encuesta Anual de Vehículos en Circulación 2017, INE. http://www.ine.cl/docs/default-source/publicaciones/2018/veh%C3%ADculos-en-circulaci%C3%B3n-2017.xlsx?sfvrsn=20c54d2_7

⁶⁹ Las barreras corresponderían a la falta de infraestructura a nivel nacional, la existencia de costos hundidos en infraestructura que utiliza combustibles fósiles, barreras culturales y barreras de inversión, entre las principales.

Cambio de taxis básicos y colectivos a vehículos eléctricos

Según la Encuesta Anual de Vehículos en Circulación 2017 del INE, en Chile existen alrededor de 95.000 taxis básicos y colectivos en circulación, los cuales utilizan principalmente combustibles fósiles (gasolina/diésel). La siguiente tabla muestra el potencial de reducción de GEI asociado a esta iniciativa en el país.

Tabla 18: Potencial de generación de créditos de carbono, electrificación taxis básicos y colectivos

Resultados de la evaluación	(Unidades)	(Valores)
Emisiones taxis convencionales	(tCO ₂ /año)	1.112.511
Emisiones taxis eléctricos (consumo electricidad)	(tCO ₂ /año)	643.184
Potencial de generación de offsets	(tCO₂/año)	469.327
Precio del carbono que viabiliza el proyecto	(US\$/tCO₂)	P < 0

Cambio de buses convencionales a buses eléctricos en el transporte colectivo en el país

Según la Encuesta Anual de Vehículos en Circulación 2017 del INE, en Chile existen alrededor de 50.000 buses para el transporte colectivo, los cuales utilizan principalmente combustibles fósiles (diésel). La siguiente tabla muestra el potencial de reducción de GEI asociado a la electrificación de todos los buses de transporte colectivo que actualmente operan a nivel nacional.

Tabla 19: Potencial de generación de créditos de carbono, electrificación buses transporte colectivo

Resultados de la evaluación	(Unidades)	(Valores)
Emisiones buses convencionales	(tCO ₂ /año)	4.951.154
Emisiones buses eléctricos (consumo de electricidad)	(tCO ₂ /año)	1.885.547
Potencial de generación de offsets	(tCO₂/año)	3.065.607
Precio del carbono que viabiliza el proyecto	(US\$/tCO₂)	P < 0

Cambio de buses convencionales a buses eléctricos en el Transantiago

Si bien este es un caso particular del proyecto de reducción de emisiones GEI expuesto anteriormente, cabe destacarlo como un proyecto individual, debido al gran interés manifestado en el último tiempo por las autoridades por incorporar buses eléctricos al sistema de transporte público del Transantiago. Según el informe de gestión del Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM) del año 2017, el sistema de transporte público Transantiago cuenta con 6.681 buses. La siguiente tabla muestra el potencial de reducción de GEI asociado a la electrificación de todos los buses que operan en este sistema de transporte.

Tabla 20: Potencial de generación de créditos de carbono, electrificación buses Transantiago

Resultados de la evaluación	(Unidades)	(Valores)
Emisiones buses convencionales	(tCO ₂ /año)	671.280
Emisiones buses eléctricos (consumo de electricidad)	(tCO ₂ /año)	232.060
Potencial de generación de offsets	(tCO₂/año)	439.220

Precio del carbono que viabiliza el proyecto	(US\$/tCO₂)	P < 0
---	-------------------------------	-----------------

Cambio de automóviles y station wagons por vehículos eléctricos en el país

Según la Encuesta Anual de Vehículos en Circulación 2017 del INE, en Chile existen alrededor de 3,3 millones de automóviles y *station wagons* en circulación que utilizan principalmente combustibles fósiles (gasolina/diésel). La siguiente tabla muestra el potencial de reducción de emisiones GEI asociado a la electrificación estos vehículos.

Tabla 21: Potencial de generación de créditos de carbono, electrificación automóviles y station wagons

Resultados de la evaluación	(Unidades)	(Valores)
Emisiones vehículos convencionales	(tCO ₂ /año)	11.548.858
Emisiones vehículos eléctricos (consumo de electricidad)	(tCO ₂ /año)	7.019.180
Potencial de generación de offsets	(tCO₂/año)	4.529.678

Precio del carbono que viabiliza el proyecto	(US\$/tCO₂)	P > 560
---	-------------------------------	-------------------

De los resultados de las evaluaciones de recambio vehicular de gasolina y/o diésel por vehículos eléctricos es posible concluir lo siguiente:

1. Si bien en algunos casos las reducciones de emisiones GEI brutas son significativas, las metodologías utilizadas normalmente para la generación de créditos de carbono requieren considerar las emisiones asociadas al consumo eléctrico de la red para la recarga de las baterías de los vehículos eléctricos⁷⁰.
2. En función de lo anterior, en la medida en que la red eléctrica nacional se torne más renovable y menos emisora de GEI, las reducciones de emisiones asociadas a la electrificación del transporte serán mayores, lo cual a su vez se traducirá en un menor precio del carbono para viabilizar este tipo de iniciativas⁷¹.
3. Actualmente los proyectos de recambio a vehículos eléctricos resultan rentables en los casos en donde el factor de utilización de los vehículos es alto. En aquellos casos en donde la utilización anual es baja (ej. vehículo particulares), el proyecto de recambio no resulta económicamente conveniente por el momento. Esto podría cambiar en el futuro, en la medida en que la tecnología de los vehículos eléctricos se haga más masiva y competitiva y se cree la infraestructura necesaria para la recarga de las baterías a lo largo del país.

⁷⁰ En un proyecto de reducción de emisiones GEI, estas emisiones se denominan "emisiones de proyecto".

⁷¹ Para la estimación del potencial de reducciones de emisiones a generar se asumió un factor de emisión de la red eléctrica fijo, sin considerar las proyecciones a la baja de las tCO₂/MWh debido a la creciente penetración de energías renovables y a la salida de las termoeléctricas.

Recambio de camiones de alto tonelaje para el uso de Hidrógeno en la minería

Actualmente CORFO está impulsando el programa “Desarrollo de Sistema de Combustión Dual Hidrógeno-Diésel para Camiones de Extracción Mineros (CAEX)”⁷², el cual consiste en fomentar el uso del Hidrógeno en camiones de alto tonelaje, considerando la producción del Hidrógeno mediante energía ERNC (ej. solar-fotovoltaica). El programa de fomento se desarrolla en un marco de 5 años, durante el cual CORFO aportaría un subsidio de hasta M\$ 4.000.

Según los antecedentes del programa CORFO, se consideró que el precio implícito del carbono que viabilizará el desarrollo de esta tecnología está determinado por el monto del subsidio destinado a tal objetivo, el cual está dentro del rango de precios en el cual se sitúa actualmente el impuesto al dióxido de carbono.

Tabla 22: Potencial de generación de créditos de carbono, uso de hidrógeno en camiones CAEX

Resultados de la evaluación	(Unidades)	(Valores)
Emisiones de Diésel evitadas	(tCO ₂ /año)	2.500.000
Emisiones asociadas al consumo eléctrico	(tCO ₂ /año)	0
Potencial de generación de offsets	(tCO₂/año)	2.500.000

Precio del carbono que viabiliza el programa	(US\$/tCO₂)	0 < P < 5
---	-------------------------------	------------------------

Si bien el programa presenta un potencial atractivo desde el punto de vista de la cantidad de reducciones de emisiones GEI asociadas al consumo de diésel evitadas, es necesario destacar que esto es posible gracias al uso de fuentes de energía renovable, neutras en emisiones GEI para la producción del Hidrógeno. De no ser así (ej. si la energía se obtuviera de la red), las reducciones de emisiones serían negativas y el proyecto no podría generar *offsets* de carbono.

3.1.2.5 Potencial de generación de offsets a partir de proyectos forestales

Los proyectos forestales que pueden generar créditos de carbono son de dos categorías:

- **Proyectos de Aforestación⁷³ y Reforestación⁷⁴ (A/F):** Consisten en la restitución de bosque en terrenos que en la actualidad se encuentran desprovistos de bosques.
- **Proyectos REDD+:** Consisten en evitar la deforestación y la degradación mediante el aumento de existencias y conservación de bosques. En general se utiliza el estándar VCS⁷⁵. Cabe destacar que este tipo de proyectos incluye también actividades propias de proyectos (A/F).

⁷² https://www.corfo.cl/sites/cpp/convocatorias/2017desarrollo_de_sistema_de_combustion_dual_hidrogeno-diesel

⁷³ Aforestación es actividad dentro del ámbito de la silvicultura y que consiste en el establecimiento de nuevos bosques, plantando árboles en zonas dónde históricamente no los ha habido.

⁷⁴ La reforestación es una operación en el ámbito de la silvicultura, destinada a repoblar zonas que en el pasado histórico reciente estaban cubiertas de bosques y que han sido eliminados por diversos motivos.

⁷⁵ Solamente VCS acepta metodologías para todas las actividades de REDD+ (reforestación, restauración, aumento de existencias, gestión sostenible y conservación de los bosques), lo cual da un margen más amplio de proyectos a ser ingresados.

Para llevar a cabo esta estimación, se utilizaron los datos publicados en el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales y el Nivel de Referencia Forestal (NREF/NRF)⁷⁶ desarrollado por CONAF, en el cual se identifican las emisiones y absorciones durante un periodo histórico reciente y su proyección a futuro. Con esta información y suponiendo un escenario conservador en el cual se asume que sería posible evitar el 50%⁷⁷ las emisiones asociadas a las 4 actividades REDD+, se determina el potencial de generación de *offsets* forestales, el cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 23: Potencial de reducción y absorción de emisiones, actividad REDD+.

Actividad REDD+	Superficie	Emisiones y absorciones promedio	Potencial generación de créditos forestales
	(ha.)	(tCO ₂ e/año)	(tCO ₂ e por año)
Deforestación	3.235	3.452.884	1.726.442
Degradación	239.018	9.149.392	4.574.696
Absorciones	239.126	-10.012.014	5.006.007
Conservación	717.966	-2.430.439	1.215.220
Total	1.199.344		12.522.365

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del NREF/NRF.

A partir de los costos de las actividades REDD+ publicados por CONAF⁷⁸, se determinó que estos proyectos son económicamente viables a partir de precios del carbono en torno a los **6,0 US\$/tCO₂**. Este valor es consistente con el nivel de precios manejado por uno de los desarrolladores de proyectos forestales en Chile⁷⁹ y también con los precios del carbono obtenidos a partir de evaluaciones financieras de proyectos forestales realizados en la región, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

⁷⁶ CONAF, 2016. Nivel de Referencia de Emisiones Forestales / Nivel de Referencia Forestal Subnacional de Chile. <https://www.enccrv.cl/documento-para-cmnucc>

⁷⁷ Criterio experto. Considerando los datos publicados por CONAF en el NREF (<https://www.enccrv.cl/documento-para-cmnucc>), se detalla un escenario conservador donde se podría revertir en un 50%, el potencial de generación de proyectos. No se usó el 100% por ser no conservador.

⁷⁸ CONAF, 2016a. Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales. <https://www.enccrv.cl/documento-para-cmnucc>

⁷⁹ "The Nature Conservancy" (TNC), Chile.

Tabla 24: Precio del Carbono que viabiliza la inversión en el proyecto de conservación

Nombre del proyecto	Ubicación	Fecha de registro	Programa	Superficie	Reducciones promedio	Precio del carbono que viabiliza el proyecto
	(País)			(ha.)	(tCO ₂ e/año)	(US\$/tCO ₂ e)
"Avoiding planned deforestation and degradation in the Valdivian coastal reserve".	Chile	2014	VCS	1.273	58.154	P > 3
"Reduction of deforestation and degradation in Tambopata National Reserve and Bahuaja-Sonene National Park within the area of Madre de Dios region".	Perú	2013	VCS	573.300	457.750	P > 5

Fuente: Elaboración propia a partir de información del VCS.

Estos valores también son consistentes con el precio promedio de transacción mundial para proyectos REDD+ de 4,6 US\$/tCO₂ publicado por el informe de *Ecosystem Marketplace*, el 2017.

Según los resultados anteriores, es muy posible que al menos parte del potencial de reducción de emisiones proveniente de proyectos REDD+ en Chile sería viable con precios de la tonelada de carbono en torno a los 5 US\$/tCO₂. Es necesario tener presente, sin embargo, que el tiempo necesario para desarrollar un proyecto de esta naturaleza, desde la concepción inicial del proyecto hasta la emisión de las primeras compensaciones es de dos años y medio, aproximadamente (Goldstein and González, 2014).

3.1.2.6 Potencial de generación de offsets a partir de proyectos en el sector residuos

Los proyectos de reducción de emisiones GEI asociados a rellenos sanitarios normalmente involucran las siguientes inversiones adicionales:

- La instalación de un sistema eficiente de recolección y quema del metano y eventualmente,
- La instalación de plantas generadoras que utilizan biogás como combustible para la generación de energía eléctrica.

A partir de la información de proyectos existentes (MDL, principalmente) e información pública del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) se estimó el potencial de generación de créditos de carbono a partir de nuevos proyectos de manejo de residuos en el país. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 25: Potencial de generación créditos, nuevos proyectos de rellenos sanitarios

Proyectos asociados a rellenos sanitarios	N° proyectos	Status del proyecto	Superficie	Flujo de desechos	Potencial generación créditos
	(N°)	(Aprobado/en calificación)	(Hás)	(Ton/día)	(tCO ₂ e/año)
Mejoramiento y ampliaciones	2	Aprobado	104	3.273	509.113
Proyectos GEI en nuevos rellenos sanitarios	50	Aprobado	2.135	17.629	2.741.902
Proyectos GEI en nuevos rellenos sanitarios	1	No calificado	8	140	21.738
Total	53		2.247	21.042	3.272.753

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la UNFCCC CDM y el Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (SEA).

Rango de precio del carbono que viabilizaría los proyectos	(US\$/tCO ₂)	1 < P < 15
--	--------------------------	------------

Según estos resultados, parte de los nuevos proyectos de reducción de GEI identificados serán económicamente viables en un rango de precios de 1 a 5 US\$/tCO₂, mientras que el resto sería viable con precios mayores.

3.1.2.7 Potencial de generación de offsets de carbono a partir de programas domésticos que promueven proyectos de mitigación de GEI

Actualmente en Chile, existen algunas instituciones que cumplen funciones afines a aquellas que tendría un programa doméstico de compensación de créditos de carbono: la Agencia de Sostenibilidad Energética (ASE), el Programa HuellaChile y la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC).

Agencia de Sostenibilidad Energética (ASE)

La Agencia de Sostenibilidad Energética, ex Agencia de Eficiencia Energética, es una entidad público-privada cuya finalidad es potenciar iniciativas asociadas a la eficiencia y sostenibilidad en todos los ámbitos relacionados con la generación y consumo de energía en el país. La Agencia impulsa numerosos proyectos relativos a la eficiencia energética en variados ámbitos, para lo cual administra el estándar de certificación CAPE (Certificación de Ahorros de Proyectos Energéticos).

Los proyectos de eficiencia energética normalmente están asociados a reducciones de emisiones GEI, con lo cual podrían ser considerados para la generación de *offsets* de carbono en el marco del programa de compensaciones del Impuesto Verde. Según información proporcionada por la ASE⁸⁰, actualmente maneja un portafolio de 120 proyectos de eficiencia energética, los cuales permiten un ahorro de aproximadamente 30 GWh equivalentes por año. A partir de esta información, se estimó el potencial de reducciones de emisiones GEI que sería posible obtener a partir de estos proyectos. Dicha información se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 26: Potencial generación de créditos de Carbono, proyectos ASE.

Tipo de proyectos de ahorro energético	(Unidades)	(Valores)
Ahorros energéticos eléctricos	(tCO ₂ /año)	9.660
Ahorros energéticos por menor consumo de gas natural	(tCO ₂ /año)	2.769
Ahorros energéticos por menor consumo de GLP	(tCO ₂ /año)	154
Ahorros energéticos por menor consumo de Fuel Oil N° 6	(tCO ₂ /año)	134
Total	(tCO₂/año)	12.717

Precio del carbono que viabiliza los proyectos	(US\$/tCO₂)	P < 0
---	-------------------------------	-----------------

Como en este caso los proyectos de ahorro energético por lo general se financian con los ahorros derivados del menor consumo energético, se asume que son rentables por sí mismos y no requieren los ingresos adicionales provenientes de la venta del carbono. No obstante, es probable que la incorporación de un ingreso adicional asociado a la mitigación de GEI permita potenciar el desarrollo de este tipo de iniciativas en el país.

⁸⁰ Entrevista con Álvaro Soto, Jefe del área de medición y verificación de la ASE, realizada el 14 de febrero de 2019.

Programa HuellaChile

El objetivo del programa HuellaChile es fomentar la gestión de GEI en organizaciones públicas y privadas para la mitigación de las emisiones totales de GEI del país.

Durante la fecha de elaboración de este estudio, se constató a través de una entrevista con el encargado del Programa HuellaChile, la realización de un proyecto de consultoría "Reglas de contabilidad de GEI para la implementación de un sistema MRV de acciones de mitigación implementadas a nivel organizacional" a cargo de la empresa consultora EBP⁸¹. El objetivo de esta consultoría es la generación de metodologías específicas para proyectos de reducción de GEI, las cuales faciliten el cálculo, reporte y verificación de los GEI mitigados en las organizaciones. La elaboración de estas metodologías estará basada en la norma NCh ISO 14.064/2, pero tomará como referencia las metodologías específicas de programas internacionales como MDL, VCS, Gold Standard, entre otros. Esta consultoría finalizó en marzo de 2019.

Las iniciativas de reducción de emisiones GEI que se realizan bajo el programa están circunscritas a los sellos de reconocimiento que entrega actualmente el programa HuellaChile, los cuales son los siguientes:

Ilustración 6: Sellos del programa HuellaChile que implican iniciativas de mitigación de GEI.



El programa lleva un registro de los proyectos de reducción de emisiones que las organizaciones que participan actualmente en el programa y que reportan en el contexto de los diferentes sellos de certificación. Esta información se muestra en la tabla a continuación.

⁸¹ El 4 de febrero de 2019 se llevó a cabo una entrevista con el Coordinador Programa HuellaChile, representantes de la consultora EBP y una representante del Ministerio del Medio Ambiente.

Tabla 27: Proyectos de reducción de emisiones registrados en el programa HuellaChile.

Tipo de proyectos	Número de proyectos a la fecha	Reducciones GEI
	(N°)	(tCO ₂ e/año)
Proyectos de reducción por iluminación	3	482
Conducción ecológica	1	2.549
Optimización de procesos	2	10.002
Aprovechamiento energético de flujos de operación	2	163.031
Reducción del indicador global de GEI	1	23
Total	9	176.086

Fuente: Información proporcionada por el Programa HuellaChile en febrero, 2019.

Precio del carbono que viabiliza los proyectos	(US\$/tCO₂)	P < 0
---	-------------------------------	-----------------

Es muy probable que, al igual que en el caso de los proyectos de eficiencia energética bajo la ASE, estos proyectos sean económicamente viables por sí mismos, la posibilidad de acceder a un ingreso adicional proveniente de la venta de créditos de carbono podría potenciar la proliferación de este tipo de proyectos a nivel nacional. Sin embargo, es necesario destacar que, por el momento, el programa HuellaChile no está diseñado con el objetivo de generar créditos de carbono certificados transables en el mercado y susceptibles de ser usados en un programa de compensación.

Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC)

El 22 de octubre de 2012, la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, originalmente Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL), registró los Acuerdos de Producción Limpia (APL)⁸² ante la UNFCCC como la primera Acción Nacionalmente Apropriada (NAMA, siglas en inglés) de Chile y el mundo. Esta NAMA está actualmente operativa e incorpora diversas acciones de mitigación GEI, así como indicadores para hacer seguimiento de su progreso. Su período de acreditación se extiende desde el 2012 hasta el 2020, en el cual se espera lograr una reducción de 18,4 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente.

El desarrollo de la NAMA contempla una cierta cantidad de APLs, en los siguientes sectores:

1. Agricultura,
2. Construcción,
3. Generación de Energía,
4. Uso de la Energía,
5. Forestal/LULUCF,
6. Industrial y procesos industriales,
7. Desechos,

⁸² Un APL es un convenio celebrado entre un sector empresarial y los órganos de la administración del Estado cuyo objetivo es aplicar la producción limpia a través de metas y acciones específicas y así contribuir al desarrollo sustentable de las empresas.

8. Transporte y su infraestructura,
9. Sectores transversales,
10. Otros (ej. Educación e Instituciones Públicas).

La NAMA considera los siguientes gases de efecto invernadero: Dióxido de Carbono (CO₂), Óxido Nitroso (N₂O), Metano (CH₄), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC), Hexafluoruro de Azufre (SF₆) y Trifluoruro de Nitrógeno (NF₃).

De acuerdo con el último reporte de actualización de la NAMA, correspondiente al período 2012 a 2018⁸³, se había logrado la reducción de 535.693 toneladas de CO₂e, de un valor esperado de 15.750.000 toneladas de CO₂e en el mismo período. Esto se traduce en un rendimiento de 3,4% respecto a la meta prevista.

Es importante destacar que, si bien esta NAMA cuenta con ciertos procedimientos metodológicos y de MRV, estos no son suficientemente claros ni consistentes con los procedimientos estándares observados en los principales programas de reducción de emisión GEI internacionales. Entre lo más relevante, se observa:

- Ausencia de metodologías de línea base estándares por tipo de proyecto,
- Ausencia de un procedimiento formal para establecer la adicionalidad de los proyectos,
- Carencia de salvaguardas para evitar la doble contabilidad de las reducciones de emisiones,
- No se exige realizar una validación del proyecto ni una verificación periódica de las emisiones a través de una tercera parte certificada⁸⁴.

Considerando la estimación inicial de reducción de emisiones GEI asociada a esta NAMA, resulta evidente que el potencial de los APLs es interesante. Sin embargo, por razones de conservadurismo, se decidió no considerar dicho potencial dentro de la oferta doméstica de créditos de carbono, debido a que los principios de selección de los proyectos que utiliza la ASCC y las metodologías de cuantificación de reducciones de emisiones GEI no son necesariamente consistentes con las de los programas internacionales.

⁸³ Disponible en: https://docs.google.com/document/d/1Dz1ruF_Qpb40yVODQZAHL8yaacExvnuyaMdtwMC_HCg/edit

⁸⁴ El Equipo Consultor entrevistó a Ambrosio Yobánolo, Subdirector de Operaciones de la ASCC. Adicionalmente, es posible acceder a un diagnóstico detallado relativo a las falencias del actual sistema MRV de la NAMA en el último reporte de actualización de la NAMA del 2018.

Resumen oferta potencial de créditos domésticos

En función del análisis realizado, es posible estimar la oferta potencial de créditos que podría obtenerse considerando un nivel de precio del carbono inferior o igual a 5 US\$/tCO₂, que corresponde al valor actual del impuesto al dióxido de carbono bajo el Impuesto Verde.

La siguiente tabla muestra el potencial de oferta de créditos de carbono viable en el corto plazo a nivel nacional y en algunos casos, alternativas de proyecto que serían viables en largo plazo. Se asumió que, para el caso de los proyectos asociados a nuevos rellenos sanitarios y forestales, el 50% del potencial calculado sería viable en el corto plazo a un precio del carbono menor o igual a 5 US\$/tCO₂, mientras que el 50% restante, lo sería a un precio mayor en el largo plazo.

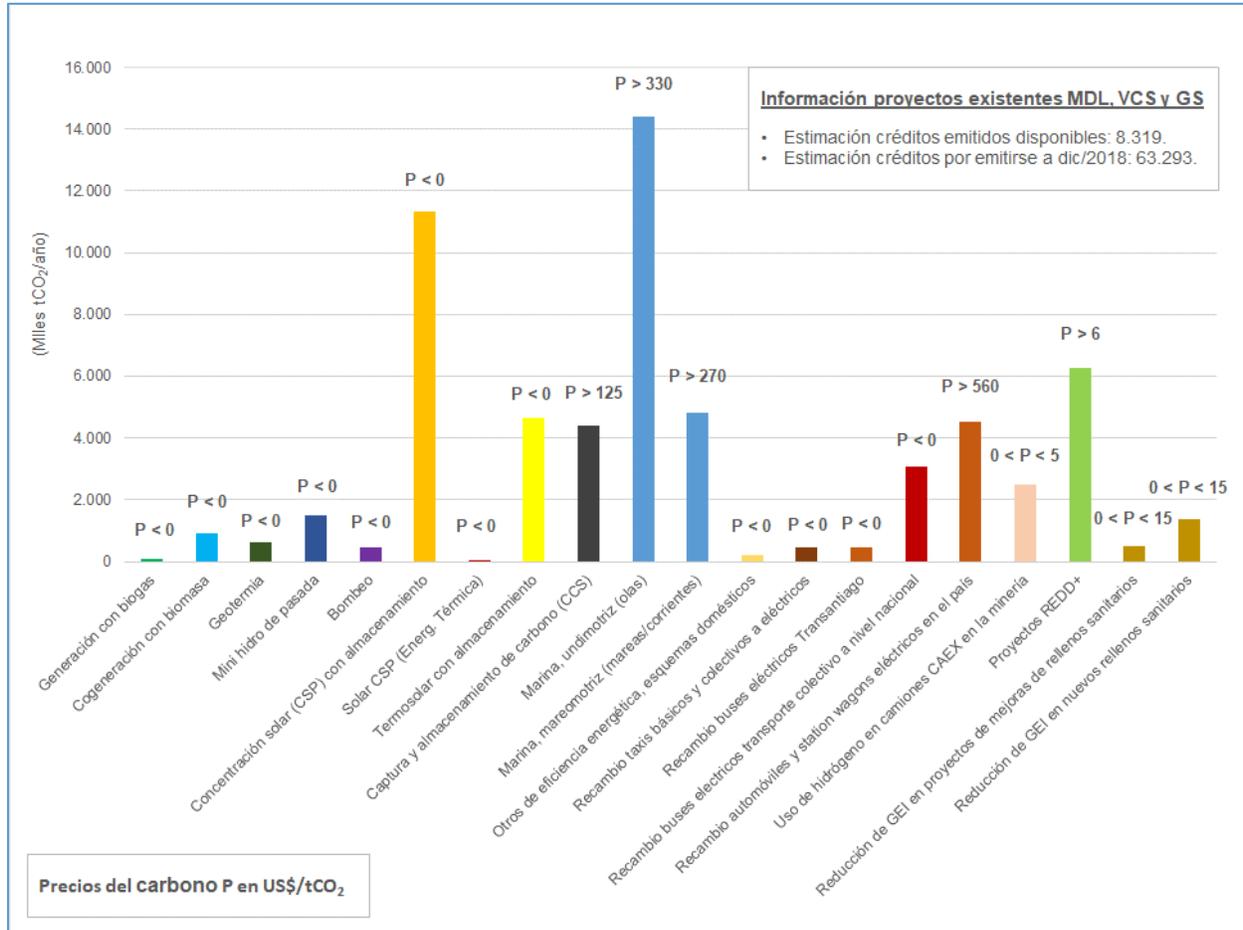
Tabla 28: Potencial total de la oferta de *offsets* de carbono a nivel nacional

Sector	Subsector	Tipo de proyecto	Potencial actual	Potencial futuro
			(Miles tCO ₂ /año)	(Miles tCO ₂ /año)
Créditos provenientes de proyectos nuevos				
Energía	Industrias de la energía	Generación con biogas	65	
		Cogeneración con biomasa	930	
		Geotermia	604	
		Mini hidro de pasada	1.482	
		Bombeo	473	
		Concentración solar (CSP) con almacenamiento	11.318	
		Solar CSP (Energ. Térmica)	7	
		Termosolar con almacenamiento	4.667	
		Captura y almacenamiento de carbono (CCS) en CCGN		4.418
		Marina, undimotriz (olas)		14.421
	Marina, mareomotriz (mareas/corrientes)		4.807	
	Otros de eficiencia energética, esquemas domésticos	189		
	Transporte	Recambio taxis básicos y colectivos a eléctricos	469	
		Recambio buses eléctricos Transantiago	439	
Recambio buses eléctricos transporte colectivo a nivel nacional (*)		3.066		
Recambio automóviles y station wagons eléctricos en el país			4.530	
		Uso de hidrógeno en camiones CAEX en la minería	2.500	
LULUCF	Forestal	Proyectos REDD+	6.261	6.261
Residuos	Residuos domiciliarios	Reducción de GEI en proyectos de mejoras de rellenos sanitarios	509	
		Reducción de GEI en nuevos rellenos sanitarios	1.382	1.382
Subtotal			33.921	35.819
Créditos provenientes de proyectos existentes (MDL, VCS y GS)		(Miles tCO₂)		
Créditos emitidos disponibles		8.319		
Créditos por emitirse potencialmente disponibles		63.293		
Capacidad potencial de generación de créditos anuales			15.665	
Subtotal		71.612	15.665	0
Total			71.612	49.586
				35.819

(*) Incluye buses eléctricos del Transantiago, por esta razón estas reducciones no se consideran en la suma total.

El siguiente gráfico muestra la tipología de proyectos y los precios del carbono que los hacen económicamente viables.

Ilustración 7: Potencial total, *offsets* de carbono de proyectos nuevos y existentes a nivel nacional



Principales Conclusiones

A partir de estos resultados, es posible concluir lo siguiente:

- 1) Existe una cantidad potencial considerable de créditos proveniente de proyectos de reducción de emisiones existentes en los estándares MDL, VCS y GS. Parte de esos créditos estaría disponible de inmediato (créditos emitidos), mientras que el resto probablemente tardaría entre 6 meses a 2 años para emitirse y estar disponibles. Esto permitiría al sistema de compensaciones comenzar a operar en el corto plazo.
- 2) Contando el máximo potencial de los proyectos existentes y los nuevos proyectos identificados, en teoría existiría la capacidad de generar reducciones de emisiones suficientes como para compensar holgadamente el 100% de las emisiones sujetas al impuesto del dióxido de carbono. Sin embargo, es posible que algunos proyectos existentes y sobre todo, los nuevos proyectos económicamente viables, no se implementen en su totalidad o tarden algunos años en materializarse⁸⁵.
- 3) La distinción que se realiza en la tabla de “Potencial actual” y “Potencial futuro” corresponde a una aproximación. Hay proyectos que se consideran viables en el largo plazo, sin embargo, muchos de ellos corresponden a iniciativas que se están desarrollando en la actualidad sin los ingresos asociados a la venta de carbono. Tal es el caso por ejemplo de la electromovilidad en vehículos livianos (automóviles y *station wagons*). En tales casos, es muy posible que un sistema de compensaciones (*offsets* de carbono) acelere el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones GEI que actualmente son económicamente viables en el largo plazo.

⁸⁵ Según la experiencia del equipo consultor, dicho período podría estar en torno a los 5 años aproximadamente.

3.2 Oferta y demanda potencial de *offsets* de carbono a nivel internacional

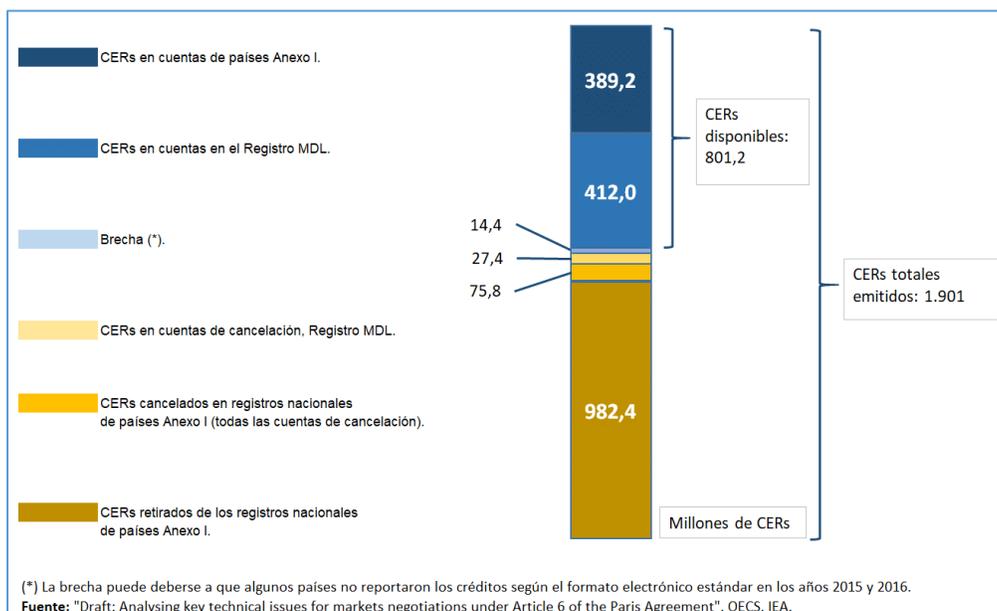
3.2.1 Oferta de *offsets* internacionales

Los principales mecanismos que se analizarán en esta sección son el MDL y el VCS, siendo el primer programa, el más relevante en términos de la cantidad de *offsets* de carbono emitidos a nivel internacional (más de 85% a la fecha). El programa Gold Standard, cuyo registro es administrado por Markit, incluye numerosas certificaciones complementarias, sin embargo, no es posible descargar la información directamente del registro para su análisis. Por este motivo, el análisis del potencial de emisión anual de créditos se circunscribe a América Latina.

3.2.1.1 Programa MDL⁸⁶

El volumen de créditos (CERs) disponibles a la fecha en el MDL (créditos disponibles) se puede calcular como la diferencia de los créditos totales emitidos durante el primer y segundo período de cumplimiento del Protocolo de Kioto (CP1 y CP2, respectivamente) y los créditos que han sido usados. Este cálculo se ilustra en forma gráfica a continuación.

Ilustración 8: Créditos del MDL (CERs) emitidos, usados y disponibles a diciembre de 2017



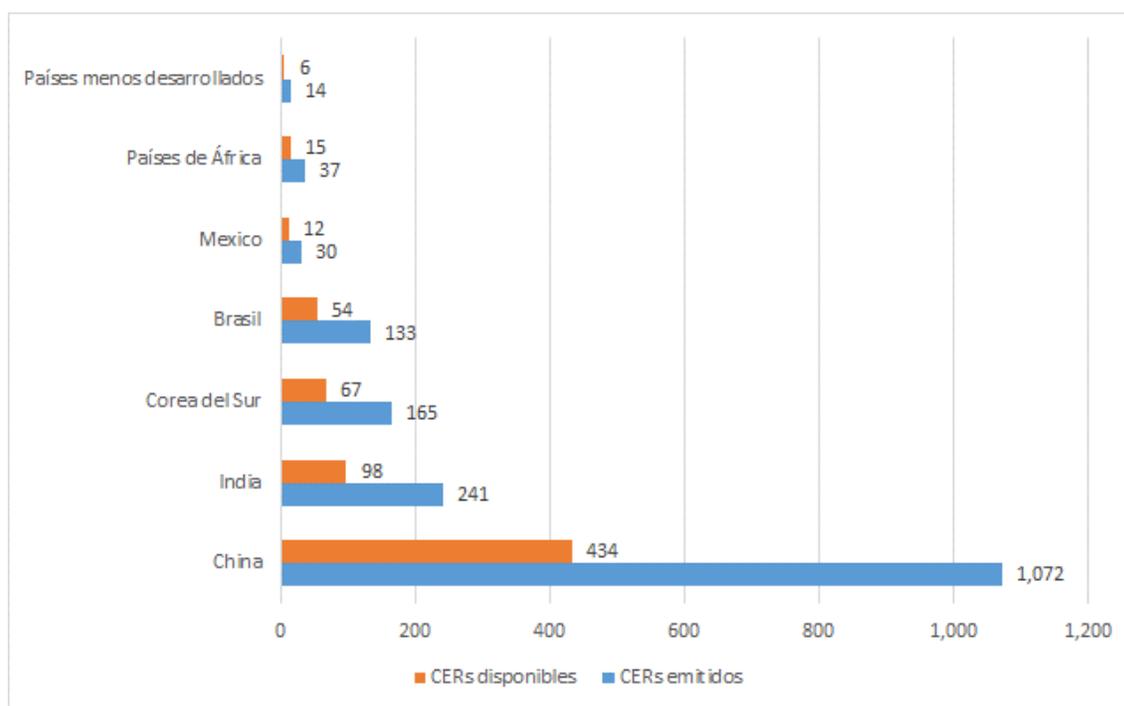
El gráfico muestra que la emisión acumulada de CERs al 31 de diciembre de 2017 asciende a 1.901 millones de créditos. China es responsable de la emisión del 54% de este total. El volumen de CERs usados se calcula sumando los CERs en las cuentas de cancelación en el registro del MDL (27 millones), los CERs retirados (983 millones) y los CERs cancelados (76 millones) de los registros nacionales de países Anexo I. El volumen de CERs disponibles se calcula como la suma de los CERs en las cuentas en el registro del MDL y los CERs en las cuentas de los registros

⁸⁶ El análisis relativo a la disponibilidad de créditos del MDL que se hace en esta sección está basado en información del documento: "Draft: Analysing key technical issues for markets negotiations under Article 6 of the Paris Agreement", editado por la IEA y la OECD. Este estudio se generó en el contexto de la reunión del grupo de expertos sobre cambio climático realizado entre el 26 y 27 de mayo de 2019, al cual Christian Patrickson, líder del equipo consultor autor de este estudio, asistió.

nacionales de los países Anexo I. De esta forma, la cantidad global de CERs disponibles asciende a 801 millones, lo que representa el 42% del total de créditos emitidos.

Este análisis también muestra la cantidad de CERs por país a diciembre de 2017. Suponiendo un criterio de asignación a pro-rata de los créditos disponibles, el resultado muestra que la emisión de créditos está repartida de manera muy desigual entre los países. China representa el 54%, seguido por India (12%), Corea del Sur (8%) y Brasil (7%). El bloque de países menos desarrollados representa el 0,7% del total de CERs emitidos, mientras que los países Africanos representan el 2% de los créditos emitidos. En este contexto, el caso de Chile con 29 millones de CERs emitidos (1,5%), es similar al de México.

Ilustración 9: Créditos del MDL (CERs) emitidos y disponibles por los principales países emisores, 2017



Fuente: Draft: *Analysing key technical issues for markets negotiations under Article 6 of the Paris Agreement*. OECD y IEA.

Tal y como se realizó para el caso de Chile, el presente análisis de oferta debe complementarse con una estimación de la oferta potencial de créditos al 2020. Existe una gran cantidad de proyectos en *stand-by* que actualmente no han emitido créditos bajo el mecanismo, pero que podrían hacerlo en el caso que hayan mantenido sus sistemas de monitoreo de emisiones operativos. Estos proyectos podrían activarse en caso de presentarse posibilidades de nueva demanda internacional, derivada por ejemplo del proceso de transición hacia los nuevos mecanismos de flexibilidad del Acuerdo de París (ej. Art. 6.4).

Para dimensionar la magnitud del potencial resulta interesante notar que para los principales 5 países emisores, existen aproximadamente 3.500 proyectos en *stand-by*. Incluso, del total de 7.806 proyectos registrados y en etapa de validación, sólo 3.165 proyectos han emitido CERs (UNEP DTU, 2019). De acuerdo con un estudio realizado por Warnecke *et al.* (2019), el 90% de los proyectos MDL mantiene operativo la componente de mitigación y 89% todavía mantiene el

sistema de monitoreo MDL operativo. Esto significa que de generarse nuevos prospectos de demanda de créditos en el futuro, es muy posible que se genere una gran cantidad de créditos al 2020.

Existen varias estimaciones del potencial de oferta de CERs al 2020. Estas estimaciones varían desde 4,65 mil millones de CERs para el período 2013-2020 (Schneider *et al.*, 2017) a 2,3 mil millones de CERs para el período 2016-2020 (Greiner *et al.*, 2017). Estas estimaciones son difíciles de comparar, ya que utilizan distintos supuestos y horizontes de tiempo. Para efectos de este informe, se consideró la estimación de Schneider *et al.* (2017). En todo caso y como se verá más adelante, la selección de una u otra estimación no altera las conclusiones del análisis.

Por último, es necesario considerar el potencial actual de generación de créditos en el MDL, el cual asciende actualmente a 1.004 millones de CERs por año⁸⁷. Esto podría sumar una cantidad considerable de créditos adicionales post 2020, sobre todo en el escenario en que el Acuerdo de París permita la transición de todos o incluso parte de esos proyectos bajo los nuevos mecanismos de flexibilidad del Artículo 6 del Acuerdo de París.

3.2.1.1.1 Estimación de la oferta de offsets a nivel global a partir de un modelo econométrico⁸⁸

Con el fin de obtener proyecciones para la oferta de *offsets* a nivel internacional se utilizó la base de datos del *CDM Pipeline*⁸⁹, considerando los proyectos registrados y en proceso de registro. Cabe destacar que el MDL es el programa de *offsets* de mayor uso y con mayor cantidad de información disponible tanto a nivel nacional como internacional. Por esta razón se consideró la información relativa a este mecanismo para realizar la estimación de créditos de carbono en esta sección.

La base de datos del *CDM Pipeline* contiene información de cada proyecto, por ejemplo: país donde se realiza, fecha de registro, fecha de emisión de créditos, volúmenes de reducción de emisiones de CO₂, TIR del proyecto, entre otras variables de interés para la estimación del modelo econométrico. En la siguiente tabla se observan las características de la base de datos utilizada, compuesta de aproximadamente 8 mil proyectos registrados. A nivel mundial la participación de Chile es un 1,3%, que representa un 38,5% de los proyectos latinoamericanos. Desde el punto de vista de la contribución a la reducción de emisiones, corresponden al 15% de las emisiones nacionales, cifra favorable al comparar con el promedio mundial equivalente al 5%.

⁸⁷ Estimación propia en base a información del CDM pipeline.

⁸⁸ Las Tablas con los resultados se reportan en archivo Excel "Tablas Cap3".

⁸⁹ <http://www.cdmpipeline.org> Consultada el 28 de Noviembre de 2018.

Tabla 29: Composición de los proyectos según país y sector

País/ Área	Número de Proyectos		Stock de CERs Emitidos a fines de 2018		Distribución Sectorial (% de Stock de CERs Emitidos)								Reducción Anual Esperada (kt CO ₂ eq)	% Total Global	% Emisiones Nacionales
	Num	%	kCERs	%	Energía Biomasa	Eficiencia Energética	Hidro	Landfill / Gas	Methane Avoidance	Solar	Wind	Resto			
América Latina	1.004	13%	260.395	13%	7%	1%	13%	25%	6%	0%	6%	42%	144.599	13%	5%
Brasil	343	5%	141.431	7%	7%	0%	10%	27%	4%	0%	1%	51%	53.644	5%	6%
Chile	103	1%	28.707	1%	16%	0%	15%	25%	18%	0%	1%	26%	13.517	1%	15%
Colombia	65	1%	14.393	1%	1%	0%	13%	43%	0%	0%	1%	42%	7.983	1%	5%
México	192	2%	33.092	2%	0%	2%	2%	13%	9%	0%	29%	45%	24.650	2%	4%
Resto	301	4%	42.773	2%	4%	7%	29%	23%	5%	0%	10%	22%	44.805	4%	5%
Asia Pacífico	6.418	82%	1.608.693	82%	2%	6%	15%	2%	1%	0%	14%	59%	896.431	79%	6%
China	3.764	46%	1.085.579	56%	1%	6%	19%	1%	0%	0%	17%	56%	618.983	55%	6%
India	1.667	23%	246.237	13%	7%	10%	6%	1%	1%	1%	16%	57%	168.817	15%	6%
Resto	987	2%	276.877	14%	3%	2%	10%	7%	4%	0%	2%	72%	33.402	3%	6%
África	217	3%	48.190	2%	0%	3%	14%	10%	0%	0%	7%	22%	44.999	4%	2%
Medio Oriente	93	1%	15.095	1%	0%	5%	0%	10%	0%	0%	0%	85%	23.923	2%	2%
Europa y Asia Central	73	1%	21.214	1%	0%	1%	4%	1%	0%	0%	0%	93%	19.503	2%	4%
Total	7.805	100%	1.953.587	100%	3%	5%	15%	5%	2%	0%	13%	57%	1.129.454	100%	5%

Fuente: Elaboración propia.

Para la proyección de la oferta stock esperada de *offsets* a fines de un ciclo de 5 años bajo distintos escenarios de precio, se obtuvo, en primer lugar, un incremento potencial de la oferta (Δ Offset) dependiente del escenario para el precio futuro y de la elasticidad precio de la oferta. Este incremento fue ponderado por la probabilidad de que proyectos adicionales entren en la etapa de emisión (tasa de éxito de emisión de *offsets* en Tabla 31). Para obtener el resultado anterior se utilizaron los resultados de las estimaciones de dos modelos econométricos de corte transversal (ver Anexo F).

En primer lugar, se estimó un modelo para la reducción de emisiones contenidas en la emisión de *offsets*, cuya especificación considera:

- (i) El retorno de los ingresos del carbono medidos como la variación porcentual esperada para el precio del *offset* en los próximos 5 años. Se supone que esta expectativa de precios de mediano plazo se formula 2 años antes del momento en que se verifica la emisión de *offsets*.
- (ii) La diversidad de países, sectores, tecnologías y metodologías que diferencian a los proyectos registrados nos lleva a concluir que es difícil sostener que la elasticidad precio de la oferta sea constante a lo largo de todos los proyectos. Por ello se definió un conjunto de variables dicotómicas que reflejan características idiosincráticas del país y el sector al cual pertenece cada uno de los proyectos. Esto permite obtener valores distintos para las elasticidades según los sectores: Energía Biomasa, Eficiencia Energética, Hidro, *Landfill gas*, Reducción de Metano, Solar, Eólico y los países: Brasil, Chile, Colombia, México, China, India, Sudeste Asiático, África, Europa y Medio Oriente; de interés en el presente análisis.
- (iii) Por último, se incluyó en la especificación un set de variables idiosincráticas respectivas de cada país *i* y que tienen un efecto aditivo sobre la emisión. Estas variables incluyen un indicador de compromiso institucional, un indicador de apertura comercial y un indicador del ciclo económico prevaleciente al momento de la evaluación de la emisión de *offsets* que se supone ocurre dos años antes de la emisión efectiva.

Las estimaciones del modelo dan origen a un set de elasticidades precio para la oferta de *offsets* para cada país y para cada sector de interés, las cuales se reportan en la siguiente tabla.

Tabla 30: Elasticidades precio estimadas de la oferta de *offsets* según país y sector

País/ Area	Sectores								Total
	Energía Biomasa	Eficiencia energética	Hidro	Landfill Gas	Methane Avoidance	Solar	Wind	Resto	
Brasil	0,296	0,358	0,062	0,265	0,219	0,359	0,256	0,490	0,359
Chile	0,270	0,027	0,222	0,222	0,456	0,307	0,219	0,037	0,222
Colombia	0,085	0,007	0,008	0,193	0,272	0,088	0,012	0,008	0,088
México	0,078	0,008	0,214	0,214	0,115	0,336	0,263	0,212	0,214
China	0,379	0,152	0,032	0,010	0,132	0,162	0,124	0,218	0,162
India	0,074	0,064	0,064	0,001	0,013	0,064	0,064	0,064	0,064
Sudeste Asiático	0,479	0,336	0,348	0,323	0,398	0,321	0,255	0,308	0,321
África	0,095	0,015	0,107	0,042	0,085	0,130	0,290	0,156	0,074
Medio Oriente	0,495	0,357	0,074	0,305	0,577	0,243	0,211	0,524	0,495
Europa y Asia Central	0,317	0,032	0,317	0,317	0,317	0,317	0,055	0,320	0,317
Total	0,183	0,061	0,062	0,256	0,294	0,129	0,195	0,196	0,193

Significativo al:	10%	5%	1%
-------------------	-----	----	----

Chile vs Prom. Mundial	1,477	0,444	3,585	0,870	1,552	2,387	1,124	0,189	1,153
-------------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, la mayor parte de las estimaciones arrojan las elasticidades de oferta menores que la unidad. En la mayoría de los casos estos coeficientes son significativos a los niveles de confianza estadística estándares del 1,5 y 10%. Las elasticidades promedio por países se han obtenido ponderando las elasticidades por sector según la importancia relativa de cada sector para el país en cuestión. En el agregado se concluye que, por cada 10 puntos porcentuales de aumento del precio del carbono, la oferta de *offsets* aumentará en 1,9 puntos porcentuales a nivel global. En el caso de Chile, la elasticidad agregada es de 0,22, pero se destaca que en la mayoría de los sectores la elasticidad es superior al promedio mundial, lo cual da cuenta de la importancia relativa del precio del carbono como indicador de rentabilidad para la inversión en proyectos generadores de *offsets* de carbono en Chile.

En segundo lugar, se consideró un modelo *Logit* de corte transversal para la tasa de éxito de emisión de *offsets*. El modelo busca estimar la probabilidad de éxito en emisión de *offsets*, es decir, la probabilidad de que un proyecto alcance la etapa de emisión. Para su estimación se utiliza una variable dicotómica que toma el valor 1 cuando el proyecto presenta emisiones de *offsets* y 0 si el proyecto no lo logra. En particular, se asume que dicha probabilidad depende de los cambios en el precio del *offset* (ΔP_k), buscando encontrar una asociación entre los retornos derivados de los ingresos del carbono y la probabilidad de emisión, y de las mismas variables idiosincráticas descritas anteriormente. Los resultados de este procedimiento se reportan en la siguiente tabla:

Tabla 31: Probabilidad de emisión de *offsets* según país y sector

País/ Area	Sectores								Total
	Energía Biomasa	Eficiencia energética	Hidro	Landfill Gas	Methane Avoidance	Solar	Wind	Resto	
Brasil	12%	20%	15%	9%	22%	0%	21%	12%	14%
Chile	28%	0%	22%	49%	48%	0%	3%	25%	39%
Colombia	23%	20%	2%	15%	4%	0%	0%	19%	10%
México	0%	20%	19%	12%	19%	0%	17%	20%	13%
China	19%	22%	28%	26%	22%	7%	30%	20%	22%
India	11%	10%	12%	8%	12%	6%	18%	13%	11%
Sudeste Asiático	8%	14%	18%	28%	18%	32%	24%	21%	20%
África	4%	6%	40%	22%	16%	15%	6%	14%	15%
Medio Oriente	17%	12%	19%	16%	72%	4%	19%	21%	22%
Europa y Asia Central	15%	7%	16%	18%	24%	15%	3%	19%	15%
Total	14%	13%	19%	20%	26%	8%	14%	18%	18%

Chile vs. Prom Mundial	2,044	0,000	1,152	2,414	1,868	0,000	0,213	1,359	2,170
------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia.

Un resultado interesante que se obtiene de la estimación es la elevada probabilidad de éxito de emisión de CERs derivada de las estimaciones. Este resultado se explica en parte por la mayor tasa de éxito relativo de Chile, pero también por la mayor sensibilidad de la probabilidad de éxito a los factores idiosincráticos de Chile (institucionalidad ambiental, ciclos económicos favorables al momento de la evaluación de emisión y factores de inserción comercial).

Con estos insumos se llevó a cabo la evaluación del impacto de mediano plazo de escenarios alternativos para las condiciones de precio de los *offsets*. Debe precisarse en primer lugar, que este es un ejercicio de sensibilidad marginal de los flujos de emisión de *offsets* ante diferentes condiciones de precios, suponiendo que todos los demás factores explicativos de la oferta (ciclo económico, idiosincráticos asociados a las características del país, probabilidades de lograr emisiones, etc.) permanecen inalterados. Estos resultados se reportan en la siguiente tabla. Consistente con el modelo econométrico, se sensibilizan el impacto sobre los flujos de emisión obtenidos de la base de datos del MDL, pero para el caso de Chile, se utilizan como punto de partida los flujos potenciales actuales catastrados equivalentes a 15,7 millones de toneladas de dióxido de carbono reducidas, reportados en la Tabla 28.

Tabla 32: Proyección a 5 años para flujos de *offsets*

Panel A : Desglose por regiones y países

País/ Área	Flujo potencial de <i>offsets</i> bajo MDL a fines de 2018		Elasticidad Precio de la oferta de <i>offsets</i>	Probabilidad de emisión de <i>offsets</i>	Emisiones de <i>offsets</i> esperadas según distintos escenarios para el Precio del Carbono (Miles tCO ₂ /año)					
	(KtCO ₂)	(%)			5,0	10,0	15,0	20,0	30,0	50,0
América Latina	124.732	12%	0,30	17%	1.980	2.816	3.322	3.689	4.218	4.904
Brasil	49.293	5%	0,36	14%	935	1.334	1.577	1.754	2.009	2.342
Chile (*)	15.665	2%	0,22	39%	216	307	361	401	457	531
Colombia	7.635	1%	0,09	10%	24	34	40	44	49	57
México	19.652	2%	0,21	13%	201	284	334	370	421	487
Resto	36.626	4%	0,30	15%	603	857	1.010	1.121	1.281	1.489
Asia Pacífico	808.959	81%	0,17	20%	10.364	14.618	17.160	18.989	21.602	24.953
China	596.494	59%	0,16	22%	7.766	10.928	12.811	14.162	16.088	18.550
India	116.972	12%	0,06	11%	293	410	478	527	596	684
Resto	95.493	10%	0,32	20%	2.304	3.280	3.871	4.300	4.918	5.720
África	38.509	4%	0,07	15%	154	215	251	277	313	359
Medio Oriente	16.413	2%	0,50	22%	692	998	1.187	1.326	1.528	1.794
Europa y Asia Central	15.564	2%	0,32	15%	277	395	466	517	591	688
Total	1.004.176	100%	0,19	20%	13.467	19.042	22.386	24.798	28.252	32.699

Panel B : Desglose para Chile

País/ Área	Flujo potencial de <i>offsets</i> bajo MDL, VCS y GS a fines de 2018		Elasticidad Precio de la oferta de <i>offsets</i>	Probabilidad de emisión de <i>offsets</i>	Emisiones de <i>offsets</i> esperadas según distintos escenarios para el Precio del Carbono (Miles tCO ₂ /año)					
	(KtCO ₂ /año)	(%)			5,0	10,0	15,0	20,0	30,0	50,0
Chile										
Energía Biomasa	843	5%	0,27	28%	24	34	40	44	50	58
Eficiencia energética	93	1%	0,03	0%	0	0	0	0	0	0
Hidro	2.430	16%	0,22	22%	44	62	73	81	92	106
Landfill Gas	1.676	11%	0,22	49%	67	95	112	124	141	163
Methane Avoidance	640	4%	0,46	48%	54	77	92	103	118	138
Solar	930	6%	0,31	0%	0	1	1	1	1	1
Wind	3.069	20%	0,22	3%	7	10	12	14	16	18
Resto	5.984	38%	0,04	25%	20	28	32	35	40	46
Total	15.665	100%	0,22	39%	216	307	361	401	457	531

Fuente: Elaboración propia.

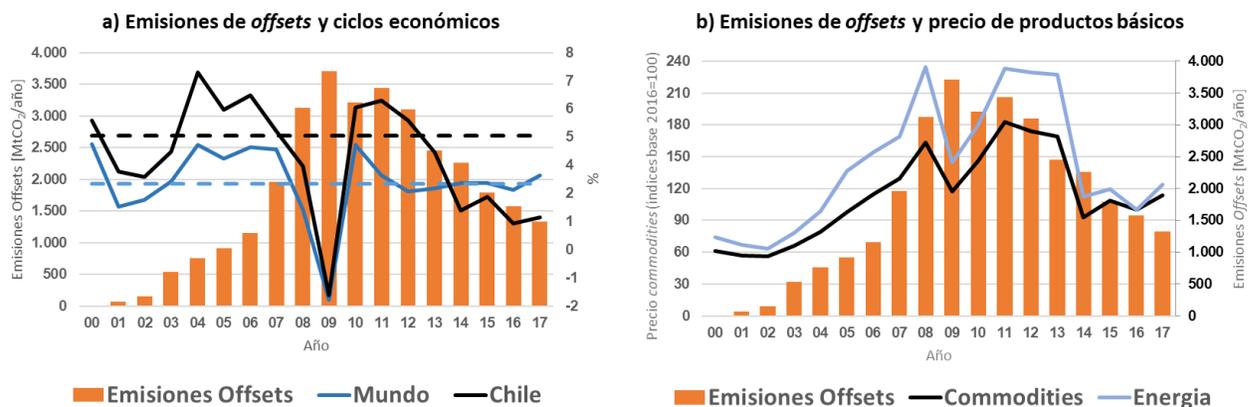
(*) En la tabla del Panel A, para Chile se consideró también los *offsets* potenciales de los programas VCS y GS.

Los resultados obtenidos son consecuencia de: a) el nivel inicial del stock de *offsets*, b) la magnitud de la elasticidad precio de la oferta estimada y de c) las probabilidades de emisión de *offsets* según cada país. Se observa en el Panel A que, para Chile, los flujos anuales como consecuencia de los distintos escenarios podrían fluctuar entre 216 mil y 530 mil toneladas de CO₂ por año. En el Panel B (Tabla 32) se muestra la distribución sectorial de estos flujos adicionales según los sectores de interés que consideramos en el análisis econométrico, dentro de los cuales se destacan los aumentos de *offsets* en los sectores de Energía (Biomasa e Hidro), *Landfill Gas* y reducción de Metano.

Para poner en contexto la magnitud de las respuestas de los flujos a las condiciones de precios, es interesante observar el comportamiento de las emisiones de *offsets* de Chile desde 2000 hasta el 2017. En primer lugar, el período previo a la irrupción de la crisis financiera de EE.UU. se caracterizó por un fuerte incremento en las emisiones de *offsets* a nivel internacional, lo cual se replicó en Chile tal como se muestra en ambos paneles y en los gráficos que se muestran a continuación. Este gran crecimiento coincidió con la ocurrencia de ciclo expansivo de la economía mundial y de la economía chilena que, desde el año 2003, creció por encima de su crecimiento de tendencia (Panel b). Esta presión de demanda se tradujo en un incremento

exponencial de la emisión de *offsets*, el cual tuvo un impulso adicional como resultado de los incrementos en los retornos asociados al aumento de los precios de los productos básicos (Panel b). En segundo lugar, si bien la economía mundial y la economía chilena sintieron los efectos de la crisis financiera durante el período 2009-2010, los *offsets* en Chile continuaron siendo emitidos, pese a que las condiciones de demanda y precios eran menos favorables que en los años anteriores y, en efecto, se puede observar un desfase de 2 a 3 años en el momento en que las emisiones de *offsets* comienzan a reflejar el impacto de las nuevas condiciones post-crisis global financiera (2008-2009) y, que en 2017 alcanzan alrededor de un tercio del máximo de emisiones verificadas en el 2009⁹⁰.

Ilustración 10: Evolución de emisiones de offsets en Chile, ciclo económico y precios de productos básicos



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los antecedentes anteriores, las sensibilizaciones de los flujos de emisiones de *offsets* descritas en las tablas de los Paneles A y B parecen razonables, considerando que en la actualidad la economía mundial reporta ya varios años de crecimiento en torno a la tendencia histórica, normalización de tasas de interés en las principales economías desarrolladas y bajos niveles de precios de productos básicos. Considerando el rezago hasta el momento de la emisión de los *offsets* y las probabilidades de emisión, se podría esperar flujos de emisión de *offsets* más contenidos respecto de los niveles históricos durante los próximos 5 años.

Las estimaciones de los parámetros de la sensibilización son también un reflejo de estas favorables condiciones de mercado, las cuales de acuerdo con todas las previsiones de organismos internacionales, instituciones financieras y analistas serán difíciles de replicar en el corto y mediano plazo. En este sentido, una conclusión de política pública importante es que para que se verifique un incremento significativo de la oferta de emisiones de *offsets* de carbono posiblemente se requiera no sólo de una institucionalidad clara y apropiada, que facilite la

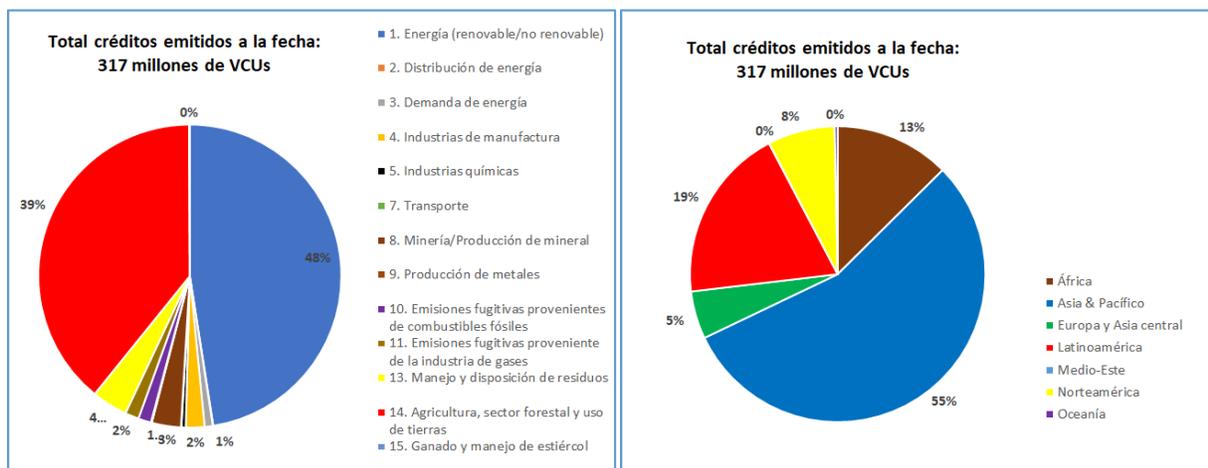
⁹⁰ Para verificar la hipótesis de que las elasticidades al precio del carbono se han reducido con posterioridad a la crisis de 2008-2009 se corrieron regresiones para la oferta de los *offsets* chilenos incorporando *dummies* multiplicativas al parámetro de elasticidad al precio del carbono. Se encuentra que en los casos de las energías renovables y de los gases, la elasticidad precio se reduce, respecto del valor considerado en los escenarios, en un 35% y en un 60% respectivamente. Para la elasticidad total no se encuentran diferencias significativas.

utilización de un programa de esta naturaleza, sino también de señales de precio claras que permitan hacer más atractiva la rentabilidad de utilizar este tipo de instrumentos.

3.2.1.2 Programa VCS

Bajo el programa VCS, se han emitido 317 millones de VCUs a la fecha. En los siguientes gráficos se muestra el tipo de proyectos y las áreas geográficas desde dónde se han emitido estos créditos.

Ilustración 11: Créditos acumulados totales emitidos por tipo de proyecto y área geográfica



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de la base de datos del VCS para proyectos en Chile.

El 48% de los créditos VCUs corresponde a alcance sectorial 1, energía (renovable/no renovable), 39% para los proyectos asociados al alcance sectorial 14, sector que se destaca como característica particular por sobre otros programas que favorecen menos a proyectos AFOLU.

La región del Asia & Pacífico representa el sector con mayor cantidad de créditos emitidos. Latinoamérica sigue con un 19% y, en tercer lugar, con un 13%, África.

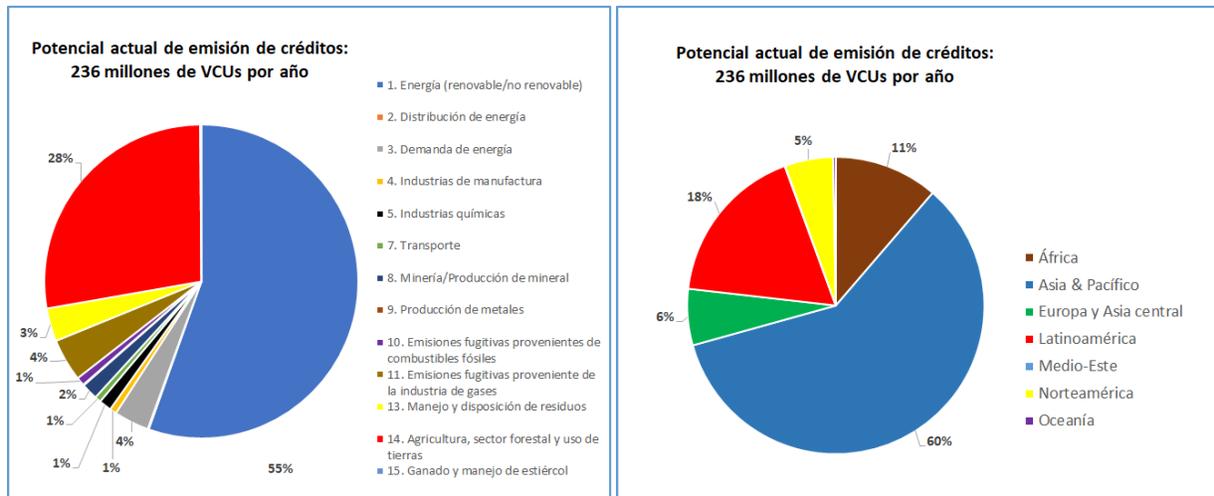
A diferencia del programa MDL, el registro bajo el cual se manejan los proyectos VCS no permite determinar de manera sencilla la cantidad de créditos totales que a la fecha han sido cancelados. No obstante, y como se indicó anteriormente, las cifras son muy menores a las del MDL, por lo que para efectos del presente análisis se puede asumir conservadoramente que todos o la mayor parte de los créditos emitidos a la fecha se encuentran cancelados⁹¹.

El potencial actual de generación de créditos bajo el programa VCS es de 236 millones de VCU anuales, lo cual representa el 24% del potencial actual de generación de créditos bajo el MDL y el 19% del potencial considerando a ambos programas. Los siguientes gráficos muestran la

⁹¹ Esta aproximación es razonable, ya que a diferencia del programa MDL, cuyo propósito se asocia más al mercado regulado, los proyectos realizados bajo esquemas voluntarios obedecen a una lógica de demanda distinta a la del mercado regulado, la cual a diferencia de la de este último, se ha mantenido en el tiempo.

distribución por tipo de proyecto y área geográfica del potencial de generación bajo el programa VCS.

Ilustración 12: Potencial de emisión de créditos anuales por tipo de proyecto y área geográfica



Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de la base de datos del VCS para proyectos en Chile.

Como se mencionó al inicio de esta sección, el registro GS no permite la descarga directa de información desde su página web. Pese a lo anterior, en la siguiente tabla se presenta el potencial de emisión de créditos en la región de América (Norteamérica, Centroamérica y Sudamérica) por tipo de proyecto.

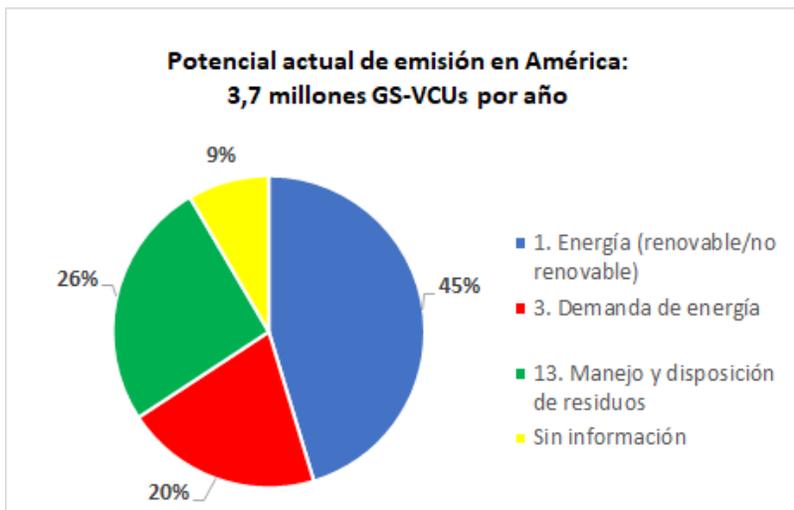
Tabla 33: Potencial de emisión de créditos anuales del GS por año (América)

Alcance sectorial	Potencial de emisión (Miles VCU-GS)
Alcance 1. Energía (renovable/no renovable)	1.672
Alcance 3. Demanda de energía	753
Alcance 13. Manejo y disposición de residuos	952
Sin información	311
TOTAL	3.689

Fuente: Elaboración propia a partir de información del Gold Standard.

El registro cuenta con proyectos donde no se identifica la metodología utilizada, por lo cual, no es posible asignar un alcance sectorial, quedando una cantidad de créditos sin información.

Ilustración 13: Potencial de emisión anual, créditos GS por alcance sectorial.



Fuente: Elaboración propia a partir de información del Gold Standard.

La mayor cantidad de créditos se encuentra asociada al alcance sectorial 1. Energía (renovable/no renovable), seguido por los proyectos de manejo y disposición de residuos y demanda de energía. Como es posible apreciar, los volúmenes de créditos que aporta este programa son muy menores (1,6%) en comparación con los créditos que aporta el programa VCS y es prácticamente despreciable en relación con el MDL.

3.2.2 Demanda de *offsets* internacionales

Estimar la demanda internacional aproximada de créditos de carbono, requiere examinar los sistemas de transacción de emisiones en funcionamiento que aceptan *offsets* generados fuera de su ámbito de aplicación. A continuación, se presentan los sistemas de *offsets* con esta condición.

3.2.2.1 Mercado regulado

3.2.2.1.1 EU ETS

El EU ETS acepta, créditos de carbono provenientes de proyectos del MDL con ciertas restricciones. Como primer requisito para ser considerados, los proyectos deben estar registrados antes del 31 de diciembre de 2012. Adicionalmente el sistema no admite créditos de proyectos forestales, ni proyectos de reducción de N₂O o HFC. Desde el año 2012, también restringe la entrada de CERs que no provengan de países menos desarrollados (*LDC*, siglas en inglés).

Actualmente las cuotas para uso de créditos de carbono del MDL están prácticamente agotadas para la fase 3 del EU ETS (2013 a 2020), por lo que la demanda actual por créditos es marginal. Esto se refleja en el precio al cual actualmente se transan los CERs en este mercado, el cual se

ubica en torno a los 0,24 €/CER⁹². Por el momento, la fase 4 del EU ETS no considera el uso de *offsets*.

3.2.2.1.2 CORSIA

La Organización Internacional de Aviación Civil a través del *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation* (CORSIA) representa un potencial demandante a través del cual las líneas aéreas podrían cumplir con sus obligaciones de reducción de emisión de gases de efecto invernadero. Este esquema operaría en principio de forma voluntaria a partir del año 2021, para continuar de forma obligatoria a partir del 2027.

Se estima que la demanda potencial de créditos de carbono generada por CORSIA podría ser entre 288 y 376 millones de toneladas anuales de CO₂ entre 2021 y 2030. Otras estimaciones sitúan la demanda entre 1.600 a 3.700 millones de toneladas de dióxido de carbono en el período 2021 a 2035⁹³. La demanda de créditos de carbono en este sistema se irá clarificando conforme avancen las etapas de implementación de CORSIA y finalmente se publiquen los programas que serán aceptados bajo el sistema. Sin embargo, debe considerarse que China, que representa un 10% de las emisiones mundiales proveniente de la aviación, se ha retirado de la fase voluntaria.

3.2.2.1.3 Corea K ETS

A partir de la segunda fase del ETS coreano (2018 a 2021), existe la posibilidad de una potencial demanda de *offsets* ya que las entidades reguladas podrían cumplir con su obligación mediante el uso de créditos del MDL. Existen, sin embargo, ciertas restricciones para el uso de estos créditos: un límite del 5% de la obligación de cumplimiento y los proyectos deben ser realizados por empresas coreanas. Como referencia, considerando que el límite establecido por el K ETS para la primera fase fue de 1.687 millones de toneladas de CO₂ (3 años), la demanda potencial de créditos de carbono internacionales para las fases siguientes no debería sobrepasar los 30 millones de toneladas anuales⁹⁴, lo cual es marginal en relación con la oferta estimada para los próximos años.

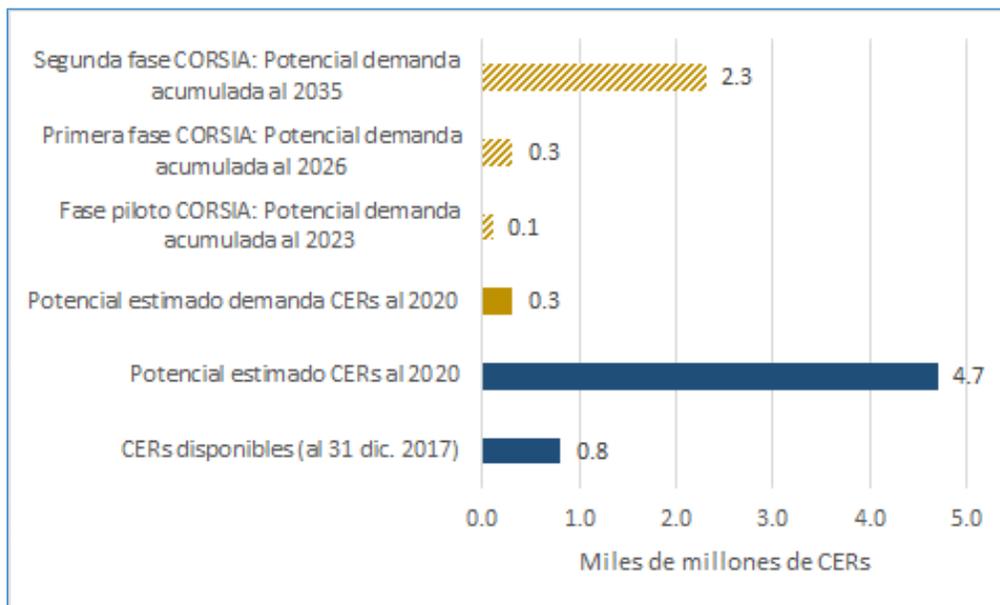
A modo de ilustración, en el siguiente gráfico se muestra la oferta potencial de créditos del MDL junto con las principales fuentes de demanda de créditos identificadas en la actualidad: EU-ETS y CORSIA.

⁹² En este caso se consideró el precio futuro del CER, disponible en el *European Energy Exchange* (EEX).

⁹³ “*Linking the ICAO Global Market-Based Mechanism to REDD+ in Peru*”, *Policy Analysis*, marzo 2017.

⁹⁴ Esta información fue obtenida del reporte “*The Korea Emissions Trading Scheme, Challenges and Emerging Opportunities*”, noviembre 2018, Asean Development Bank.

Ilustración 14: Estimación oferta y demanda de offsets, mercado regulado.



Fuente: *Draft: Analysing key technical issues for markets negotiations under Article 6 of the Paris Agreement.* OECD y IEA.

Si bien el gráfico sólo se circunscribe al mercado regulado, es claro que incluso considerando la potencial oferta de CERs al 2020, es muy probable que en los próximos años exista un excedente significativo de *offsets* de carbono en el mercado internacional, de no surgir nuevas fuentes de demanda de créditos. Esto podría ocurrir a partir de compromisos de reducción de emisiones más alineados con las metas del Acuerdo de París, que los países suscriptores deberán presentar el 2020.

3.2.2.2 Mercado Voluntario

Como se mencionó anteriormente, los volúmenes del mercado voluntario son mucho menores que los del mercado regulado, por lo que no son incidentes respecto a la conclusión del análisis de oferta y demanda en esta sección, que indica una considerable sobreoferta de créditos de carbono en el corto y mediano plazo.

3.2.3 Implicancias de abrir el mercado doméstico al mercado de créditos de carbono internacional

Según el resultado de los análisis realizados en esta sección, resulta claro que dada una demanda doméstica máxima de 38 millones de toneladas de dióxido de carbono anuales definida por la modificación del Impuesto Verde, existe la posibilidad de desarrollar una oferta de *offsets* domésticos capaz de satisfacerla.

A nivel internacional, se observa una oferta potencial de créditos de carbono proveniente de proyectos de reducción de emisiones bajo los principales programas internacionales, pero sobre todo del MDL. Dicha oferta superaría considerablemente la demanda internacional de créditos en los próximos años, incluso considerando la demanda asociada al sistema de compensación de la aviación internacional, CORSIA, al 2035.

En consecuencia, de considerar una potencial apertura del mercado de créditos de carbono doméstico al mercado internacional, sería recomendable considerar medidas de restricción, similares a las que implementó el EU ETS en el pasado, con el objeto de evitar una sobreoferta de créditos de bajo precio provenientes del exterior. Estas medidas consisten en establecer limitaciones por tipo, antigüedad y ubicación de los proyectos internacionales y/o de las reducciones de emisiones correspondientes. Esto posibilitaría el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones a nivel nacional, manteniendo la vinculación con los mercados internacionales, lo cual es necesario para posibles vinculaciones con sistemas de precio al carbono de otras jurisdicciones en el futuro.

4 Propuesta de uso de *offsets* a nivel doméstico

En este capítulo se presentan los resultados de la modelación de 4 escenarios de oferta y demanda de offsets de carbono a nivel nacional construida a partir de los resultados del capítulo anterior. En función de los resultados obtenidos, se propone configurar el programa de compensaciones asociado al Impuesto Verde de manera de aceptar créditos provenientes de los programas MDL, VCS y GS. También se propone evaluar en el futuro la aceptación de créditos provenientes de programas bilaterales como el JCM y de los mecanismos de flexibilidad que surgirán a partir del Art. 6 del Acuerdo de París, en tanto sean coherentes con los principios de sustentabilidad e integridad medioambiental normalmente aceptados a nivel internacional.

Esta propuesta se elaboró considerando la información de los programas de *offsets* internacionales actualizada a la fecha. Debe considerarse que esta información es dinámica y es probable que cambie en los próximos años conforme se defina la manera en que estos programas operarán bajo el nuevo régimen climático del Acuerdo de París. Ejemplo de lo anterior es la forma como se evitará la doble contabilidad de los *offsets* transados y se asegurará la integridad ambiental. Estos cambios deberán considerarse en la propuesta que se hace en esta sección.

Se plantea el uso de créditos históricos de los programas MDL; VCS y GS en tanto sigan vigentes a futuro y proporcionen las garantías de calidad e integridad medioambiental adecuadas.

En cuanto a la antigüedad de emisión de los certificados (*vintage*) que se acepten utilizar, se sugiere un año de corte no tan antiguo como para inundar el mercado con créditos existentes, ni tan reciente como para tener falta de liquidez al poner en marcha el sistema. Por ejemplo, el año 2012 podría ser una alternativa factible dado que el stock de créditos (emitidos y disponibles) sumado a los créditos históricos acumulados potenciales a emitirse de los proyectos existentes, se acercan al monto de la demanda potencial máxima bajo el impuesto verde (ver Tabla 35). Además, este año constituye un hito para los mercados de carbono a nivel mundial ya que coincide con el año de término del primer período de compromiso del Protocolo de Kioto y se daría la oportunidad de vender sus certificados a los proyectos que quedaron sin mercado luego de las nuevas condiciones restrictivas del principal demandante de *offsets* hasta ese entonces: el EU ETS.

Para no poner en riesgo el funcionamiento del mercado doméstico, ni la estabilidad del precio del carbono ni la falta de incentivo para nuevos proyectos, se podría dar un período de gracia para agotar los certificados antiguos a contar de la fecha de inicio del programa de compensaciones del sistema de Impuestos Verdes, por ejemplo 3 años, que permitiría la reactivación de los proyectos existentes y el uso de créditos en un período en el que probablemente los proyectos nuevos no estarán operativos.

También se propone aceptar el uso de créditos internacionales en una baja proporción para no inundar el mercado, como por ejemplo hasta un máximo del 10% de las emisiones sujeta a compensación, siempre y cuando provengan de proyectos consistentes y afines con los principios de desarrollo sustentable e integridad ambiental reconocidos a nivel internacional. Esto podría facilitar la vinculación con otros mercados del carbono en el futuro.

Finalmente se propone la posibilidad de desarrollar un estándar doméstico de reducción de emisiones GEI, con el objeto de facilitar la realización de proyectos de reducción de GEI a nivel nacional, sobre todo a nivel de pequeñas y medianas empresas. Dicho programa podría

desarrollarse a partir de los actuales programas nacionales como HuellaChile, ASE y la ASCC, junto con algunos elementos de los programas de *offsets* internacionales tales como el MDL, VCS y GS. El diseño de dicho estándar debe ser más simple que el de los programas internacionales, para lo cual se plantea facilitar el acceso a las principales metodologías de línea base, herramientas metodológicas y elementos de MRV (ej. traduciendo y simplificando las principales metodologías, publicando el factor de red nacional y los factores de emisión nacionales, entre otros). Se recomienda que el programa nacional respete los mismos principios de adicionalidad e integridad medio ambiental usados por los programas internacionales, de manera de asegurar el reconocimiento y fungibilidad de los créditos a nivel internacional en el futuro.

4.1 Tipología de proyectos en función del precio del carbono y horizonte de tiempo

En esta sección se presenta una evaluación de viabilidad en el corto, mediano y largo plazo de los distintos tipos de proyectos analizados en el capítulo anterior y una propuesta de un plan de compensaciones, describiendo sus especificaciones con las principales razones de su conveniencia. Dado que esta propuesta se basa en estimaciones de oferta y demanda máxima potencial, debiera afinarse y estudiarse en mayor profundidad a la hora de definir los parámetros exactos de diseño.

Se han definido tres horizontes de tiempo: corto, mediano y largo plazo. A cada uno de los cuales se le ha asociado un rango de precio al carbono doméstico de manera creciente en el tiempo⁹⁵.

1. **Corto plazo:** Período de tiempo no superior a los 5 años, en el cual es posible que el precio doméstico del carbono se mantenga en torno al actual de 5 US\$/tCO₂.
2. **Mediano plazo:** Período de tiempo de 5 a 10 años, en el cual el precio doméstico del carbono tendería a alinearse con mercados regionales: $P > 5 \text{ US\$/tCO}_2$ y $P < 10 \text{ US\$/tCO}_2$.
3. **Largo plazo:** Período de tiempo superior a 10 años, en donde el precio doméstico del carbono estaría en vías de alinearse con las metas del Acuerdo de París: $P > 10 \text{ US\$/tCO}_2$.

La definición anterior corresponde a una simplificación, la cual se realizó considerando el nivel de precio del carbono doméstico actual, los niveles de precio del carbono de los proyectos evaluados en este estudio, los plazos en los que el precio del carbono doméstico podría cambiar y los plazos en los que posiblemente se logre el desarrollo y entrada en operación de nuevos proyectos de reducción de emisiones GEI en el país.

⁹⁵ En este supuesto se consideran emisiones globales actuales crecientes y metas de reducción de emisiones cada vez más ambiciosas, según los objetivos establecidos por el Art. 2 del Acuerdo de París.

Tabla 34: Tipología de proyectos de reducción de emisiones doméstico en el corto, mediano y largo plazo

Tipología de proyectos	Corto plazo P en torno a 5 US\$/tCO ₂	Mediano plazo 5 < P < 10 US\$/tCO ₂	Largo plazo P > 10 US\$/tCO ₂
1. Proyectos bajo los programas internacionales reconocidos: MDL, VCS, GS y SDM (Art. 6.4 del Acuerdo de París) eventualmente.	<p>Proyectos existentes: Estos proyectos requieren un precio del carbono muy bajo para reactivarse. Considerar créditos emitidos y por emitir (ej. pre-2020). Es posible que se privilegien los siguientes proyectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altamente dependientes de los ingresos del carbono. • Alto potencial de desarrollo (y reducción de GEI) en el país, pero con poca penetración. 	<p>Es posible que se privilegien nuevos proyectos de reducción de emisiones.</p>	<p>Ídem anterior.</p>
2. Nuevos proyectos ERNC en carpeta, con los permisos ambientales aprobados o en tramitación, que no estén en construcción.	<p>En su mayoría estos proyectos son rentables, sin la necesidad de los ingresos del carbono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mini hidroeléctrica de pasada, • Cogeneración con biomasa renovable, • Concentración solar (CSP) con almacenamiento, • Termosolar con almacenamiento, • Bombeo, • Otras tecnologías con alto potencial de desarrollo y baja participación en el sistema eléctrico nacional. 	<p>Es posible que algunos proyectos o tecnologías de generación requieran un precio del carbono mayor a 5 US\$/tCO₂ para ser viables.</p>	<p>Es posible que algunos proyectos o tecnologías de generación requieran un precio del carbono mayor a 10 US\$/tCO₂ para ser viables. Ejemplos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energía marina undimotriz, • Energía marina mareomotriz.
3. Electromovilidad y transporte sustentable	<p>Muchos de estos proyectos son rentables actualmente sin los ingresos del carbono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Electrificación del Transantiago, • Recambio de taxis y colectivos a vehículos eléctricos, • Recambio de buses colectivos a buses eléctricos a nivel nacional. • Uso de hidrógeno en camiones de alto tonelaje (CAEX) en la minería. • Electrificación de otros medios de transporte, marginalmente rentables. 	<p>Proyectos que requieran un precio del carbono mayor a 5 US\$/tCO₂ para ser viables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Electrificación del parque vehicular privado: automóviles y <i>station wagons</i>, • Electrificación de otros medios de transporte. 	<p>Proyectos que requieran un precio del carbono mayor a 10 US\$/tCO₂ para ser viables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Electrificación del parque vehicular privado: automóviles y <i>station wagons</i>, • Electrificación de otros medios de transporte.

Tipología de proyectos	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
	P en torno a 5 US\$/tCO ₂	5 < P < 10 US\$/tCO ₂	P > 10 US\$/tCO ₂
4. Proyectos asociados al tratamiento y disposición de residuos.	Es posible que parte de los proyectos de captura y destrucción de metano en rellenos sanitarios nuevos y existentes sean rentables con precios inferiores o iguales a 5 US\$/tCO ₂ .	Proyectos de captura y destrucción de metano en rellenos sanitarios nuevos y existentes que requieran precios superiores a 5 US\$/tCO ₂ para ser viables.	Proyectos de captura y destrucción de metano en rellenos sanitarios nuevos y existentes que requieran precios superiores a 10 US\$/tCO ₂ para ser viables.
5. Proyectos forestales (REDD+)	Es posible que algunos proyectos forestales sean viables con precios del carbono menores o iguales a 5 US\$/tCO ₂ .	Existen proyectos forestales que serían viables en este rango de precio del carbono.	Ídem anterior.
6. Proyectos asociados a esquemas domésticos	Actualmente los proyectos de mitigación (HuellaChile), eficiencia energética (ASE) y aquellos asociados a los APL (ASCC) no requieren de los ingresos del carbono para ser viables. Podrían ser una fuente interesante de créditos de carbono a bajo costo.	Es posible que surjan nuevos proyectos de este tipo que requieran un precio del carbono superior a 5 US\$/tCO ₂ para ser viables.	Es posible que surjan nuevos proyectos de este tipo que requieran un precio del carbono superior a 10 US\$/tCO ₂ para ser viables.
7. Proyectos de captura y almacenamiento de carbono en ciclos combinados a Gas Natural	Inviabile	Viabilidad improbable.	Viabilidad probable en algunos casos. Es posible que la tecnología evolucione en los próximos años y se viabilice a precios del carbono menores.

4.2 Propuesta uso de créditos de carbono en el corto plazo

Para realizar una propuesta sobre las características de un programa de compensación para el Impuesto Verde, se evaluaron cuatro escenarios de oferta de créditos de carbono, bajo el supuesto de que sería posible compensar la totalidad de las emisiones de dióxido de carbono sujetas al impuesto, lo cual presenta la mayor exigencia posible a un programa de compensaciones doméstico. La metodología, supuestos y resultados de las evaluaciones se presentan en el Anexo G de este estudio.

En la siguiente tabla se presenta un balance de oferta y demanda para los próximos 5 años, bajo el esquema de compensaciones propuesto para el Impuesto Verde, considerando *vintage* de 2012.

Tabla 35: Proyección del escenario propuesto: uso de créditos históricos (MDL, VCS y GS) post 2012

Escenario N° 2: Uso de créditos históricos post-2012		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Demanda de créditos	(tCO ₂ /año)	38.400.172	38.400.172	38.400.172	38.400.172	38.400.172
Oferta de créditos						
Créditos históricos emitidos y disponibles	(tCO ₂ /año)	4.159.315				
Créditos históricos por emitirse	(tCO ₂ /año)	21.416.990	19.561.217	4.380.222	0	0
Créditos futuros de proyectos existentes	(tCO ₂ /año)	5.555.542	10.482.171	11.523.016	11.758.680	11.994.343
Créditos internacionales (10% de la demanda)	(tCO ₂ /año)	3.840.017	3.840.017	3.840.017	3.840.017	3.840.017
Créditos provenientes de nuevos proyectos	(tCO ₂ /año)	0	3.775.218	8.818.557	15.208.165	25.139.650
Total oferta de créditos	(tCO ₂ /año)	34.971.864	37.658.622	28.561.813	30.806.862	40.974.010
Superávit o (déficit) de créditos	(tCO ₂ /año)	(3.428.308)	(741.550)	(9.838.360)	(7.593.311)	2.573.838

Escenarios evaluados	Ahorro privado (MMUS\$)	Recaudación fiscal (MMUS\$)
1. Uso del 100% de créditos históricos	636	82
2. Uso de créditos históricos post-2012	610	108
3. Uso de créditos históricos post-2012, proyectos vulnerables	456	298
4. Sólo uso de nuevos créditos de proyectos nuevos y existentes	408	356

Se toma como base de análisis el escenario n°2 (destacado en verde) ya que presenta el mejor compromiso entre el costo de las opciones de mitigación (reflejado en el ahorro del sector privado) y la posibilidad de generar un mercado dinámico de compensaciones a nivel doméstico, dentro del plazo considerado.

Recomendaciones para el programa propuesto:

1. Aceptar créditos históricos post-2012 y pre-2020 de proyectos MDL, VCS y GS existentes en el país. Se propone definir un plazo máximo de 3 años para el uso de los créditos históricos dentro del programa de compensaciones para el Impuesto Verde. Esto tendría las siguientes ventajas:
 - Representa un reconocimiento de las acciones de mitigación realizadas por el sector privado en el pasado, lo cual contribuiría a incentivar la participación de dicho sector en el programa de compensaciones y en los nuevos programas internacionales asociados al Acuerdo de París.
 - Permite reactivar las capacidades creadas durante el período de auge del mercado regulado (MDL) en Chile, las cuales serán necesarias bajo el nuevo régimen climático de París y también para la realización de nuevos proyectos de reducción de emisiones GEI.
 - Un período de 3 años para el uso de créditos antiguos es adecuado, por cuanto permite la reactivación de los proyectos existentes y el uso de créditos en un período en el que

probablemente los proyectos nuevos no estarán operativos. Por otro lado, no constituye un plazo tan largo que comprometa o desincentive la creación de nuevos proyectos de reducción de emisiones GEI.

- La cancelación de los créditos históricos en el contexto del programa de compensación de los Impuestos Verdes permite asegurar que las reducciones de emisiones con mayor probabilidad de exportación (post-2012) se queden en el país, contribuyendo así al cumplimiento del NDC nacional⁹⁶.
 - El uso de los créditos emitidos y disponibles post-2012 permitiría la operación del sistema de compensaciones a partir del primer año, lo cual contribuye a generar dinamismo y liquidez en el mercado doméstico de compensaciones.
 - Según las últimas negociaciones climáticas (COPs) relacionadas con el Art. 6 del Acuerdo de París, es poco probable que los créditos pre-2012 por emitirse (7% del total) puedan ser usados bajo el nuevo régimen climático de París. En tal caso, estas reducciones de emisiones no serían exportadas y podrían ser contabilizadas dentro del NDC nacional sin problemas de doble contabilidad.
2. Aceptar créditos que se puedan emitir post-2020 de los proyectos MDL, VCS y GS existentes en Chile, en la medida que los programas correspondientes sigan vigentes bajo el nuevo régimen del Artículo 6.
 3. Para los nuevos proyectos de reducción de GEI, se sugiere aceptar los estándares MDL, VCS y GS, en tanto los mecanismos sigan vigentes. Estos programas son los más usados a nivel internacional, utilizan principios de adicionalidad e integridad ambiental similares entre sí y son los que ofrecen la mayor cantidad y variedad de metodologías de línea base para proyectos y programas de reducción de emisiones GEI a nivel internacional. A futuro, se sugiere evaluar la incorporación de los nuevos mecanismos del Art. 6 del Acuerdo de París, como, asimismo, esquemas bilaterales tipo JCM⁹⁷.
 4. Considerar el uso de *offsets* internacionales en bajas cantidades, para compensar, por ejemplo, hasta un máximo de 10% de las emisiones sujetas al pago del impuesto al dióxido de carbono. El uso de créditos internacionales permite establecer una vinculación indirecta con los sistemas de precio al carbono de otras jurisdicciones, lo cual favorece iniciativas de cooperación internacionales en el futuro. En particular, se puede considerar *offsets* que cumplan con las siguientes condiciones:
 - Generados a partir de los programas MDL, VCS y GS inicialmente. A futuro considerar los programas bajo el Art. 6 del Acuerdo de París y esquemas bilaterales como el JCM.
 - Excluir proyectos que generen reducciones a partir de gases industriales (HFC, PFC, N₂O, etc.) o que violen los principios de desarrollo sustentable del país que los emite.
 - Excluir los programas que no respeten los principios básicos de integridad medioambiental tales como adicionalidad, evitar la doble contabilidad, permanencia, etc.
 5. Dentro de los nuevos proyectos de reducción de emisiones, se propone aceptar proyectos desarrollados bajo un estándar doméstico a desarrollar, que agrupe, estandarice y potencie

⁹⁶ Si bien actualmente la transición de los proyectos MDL hacia el régimen climático del Acuerdo de París junto con los ajustes correspondientes asociados a la transacción de emisiones entre países es todavía materia no resuelta en las negociaciones climáticas internacionales, existe la posibilidad que toda reducción de emisiones exportada por un país deba ser reflejada en el NDC del país exportador a través de un "ajuste correspondiente", lo que significa que el país no puede usar dicha reducción para el cumplimiento de su meta de reducción (NDC) nacional.

⁹⁷ En la actualidad, los mecanismos del Artículo 6 del Acuerdo de París no están disponibles. Por otro lado, el JCM no cuenta con créditos emitidos en Chile y en la práctica el mecanismo posee ciertas barreras procedimentales que dificultan o impiden su uso generalizado a nivel nacional.

las iniciativas de mitigación actualmente desarrolladas bajo distintas iniciativas gubernamentales en el país (ver siguiente sección).

4.3 Criterios de diseño y recomendaciones para un programa doméstico de reducción de emisiones

Tal y como se mencionó en el punto anterior, Chile podría desarrollar un programa de reducción de emisiones local orientado a fomentar la mitigación GEI doméstica mediante iniciativas que actualmente no se materializan debido a las barreras que presentan los programas internacionales como el MDL, el VCS y GS. Bajo este concepto, se realiza una propuesta de elementos y criterios generales que podrían usarse en el diseño de este programa:

1. Adoptar, en la medida de lo posible, los criterios de diseño que son comunes a los principales programas internacionales como el MDL, VCS, GS, entre otros. En el Anexo G de este informe se enumeran los criterios de diseño generales de un programa de *offsets*, el cual se basa en el criterio de diseño definido por la OACI para la aceptación de programas de compensación bajo CORSIA⁹⁸.
2. Considerar acciones de, o afines con, la mitigación de GEI actualmente lideradas por la ASE, el programa HuellaChile y la ASCC, las cuales podrían agruparse, estandarizarse y potenciarse bajo un programa doméstico de mitigación de GEI. Este programa podría generar *offsets* domésticos, los cuales podrían ser usados en el programa de compensación del Impuesto Verde.
3. Se sugiere que el programa respete los criterios de integridad ambiental y social normalmente aceptados a nivel internacional.
 - Adicionalidad: las reducciones de emisiones exceden aquellas requeridas por ley, regulación, mandatos vinculantes, etc.
 - Utiliza líneas base realistas y creíbles.
 - Reducciones de emisiones GEI cuantificadas, monitoreadas, reportadas y verificadas por una tercera parte.
 - Reducciones de emisiones GEI son trazables.
 - Reducciones de emisiones son permanentes.
 - Determinación y mitigación de las “fugas”⁹⁹.
 - Evita la doble contabilidad de las reducciones de emisiones: uso de un registro nacional.
 - Considera el principio de “no causar daño”, respetando las leyes nacionales, regionales e internacionales.
4. Según las conclusiones de los talleres y entrevistas realizadas en el contexto de este estudio, los programas internacionales como el MDL, VCS y GS presentan barreras que obstaculizan el uso masivo de estos mecanismos, especialmente a nivel de iniciativas de mitigación de

⁹⁸ Se seleccionó el criterio de la OACI, ya que es un criterio general, basado en los principales programas de *offsets* internacionales disponibles a la fecha.

⁹⁹ Se denomina “fugas” a los aumentos de emisiones GEI que ocurren como resultado de una iniciativa de reducción de emisiones GEI, pero que ocurren fuera de sus límites.

micro o pequeña escala. Estos obstáculos podrían reducirse considerablemente adoptando medidas que faciliten el uso del programa:

- Traduciendo y simplificando (en la medida de lo posible) el criterio de adicionalidad para la elegibilidad de las iniciativas de mitigación. Alineándose con los criterios establecidos y reconocidos por las Naciones Unidas, se sugiere mantener los conceptos de adicionalidad financiera y por barreras.
- Considerar el uso de “listas positivas” de tecnologías (tipos de proyectos) para establecer adicionalidad de manera automática.
- Traduciendo y simplificando (en la medida de lo posible) las principales metodologías de línea base y herramientas metodológicas asociadas a los principales tipos de proyecto realizados en el país. En principio, se sugiere considerar las metodologías del MDL, como punto de partida. En particular se pueden considerar las siguientes medidas:
 - Metodologías asociadas a la generación de energía renovable, baja o neutra en emisiones GEI.
 - Metodologías asociadas a la destrucción de metano, producto de la disposición de residuos.
 - Metodologías asociadas a eficiencia energética.
 - Metodologías forestales (REDD+).
 - Metodologías de pequeña escala y asociadas a Programas de Actividades (POAs), las cuales tienden a tener sistemas MRV más sencillos y permiten viabilizar proyectos de muy pequeña escala (alternativa interesante para las Pymes).
 - Herramienta metodológica para el cálculo del factor de red (Margen Combinado).
- Para los proyectos forestales: establecer procedimientos claros para acceder a los niveles de referencia (NREF/NRF) para facilitar la realización de proyectos REDD+ en el país.
- Calculando y publicando los principales factores de emisión presentes en los sistemas MRV de los principales proyectos realizados en el país. En particular:
 - Cálculo anual del Margen Combinado por parte de las autoridades, para su uso optativo por los desarrolladores de proyecto.
 - Factores de emisión y poderes caloríficos netos de los principales combustibles fósiles usados en el país.
 - Definiendo y publicando factores por defecto locales, empleados por las metodologías de línea base usadas más frecuentemente en el país.
 - Definición de estándares de calibración en la industria de la energía.

5 Co-beneficios asociados a Propuesta de uso de *offsets* a nivel doméstico

En este capítulo se presenta un análisis cualitativo y cuantitativo de los co-beneficios asociados a los nuevos proyectos de reducción de GEI identificados en el capítulo 3 de este estudio. El análisis cualitativo se refiere a los co-beneficios generales en relación con los proyectos de reducción de emisiones GEI, mientras que el análisis cuantitativo se centra en tres aspectos fundamentales: inversión, creación de empleos y beneficios asociados a la salud de la población.

Desde un punto de vista cualitativo, los principales co-beneficios asociados a los proyectos de reducción de GEI identificados son: mejoras en la eficiencia de los procesos productivos, creación de nuevos empleos verdes, fomento a la innovación, creación de nuevos modelos de negocio, incrementos en la competitividad de la economía y mayor estabilidad económica derivada de una mayor seguridad e independencia energética. Los co-beneficios en salud por su parte, reportan múltiples efectos positivos para la salud, básicamente asociados a disminución de enfermedades respiratorias, principalmente derivadas de la menor contaminación por material particulado.

En el análisis cuantitativo de los co-beneficios en inversión, se determinó que los proyectos de reducción de emisiones económicamente viables bajo las condiciones actuales (5 US\$/tCO₂ definido por el Impuesto Verde), representan un potencial de reducción cercano a los 34 millones de toneladas de CO₂e anuales (ver dato en Tabla 28) reportando aproximadamente MMUS\$ 62.000 en inversión adicional directa y 516.000 empleos directos adicionales en un horizonte de tiempo de aproximadamente 5 años. Estas cifras implicarían que la economía crecería con un PIB tendencial anual de 3,5%; medio punto porcentual más que en el escenario base, establecido por el Banco Central, que no considera la realización de los proyectos de reducción GEI. Lo anterior, da cuenta de que estos proyectos podrían incrementar en algo más de 2/3 por año la tasa de crecimiento del PIB tendencial anual. Al sensibilizar este análisis para distintos niveles de precio del carbono (5 - 50 US\$/tCO₂), su efecto podría adicionar entre 0,02 y 0,05 puntos porcentuales al crecimiento del PIB tendencial anual.

En el caso de los co-beneficios en salud (Sección 5.2), se describe de manera cualitativa cómo puede influir la reducción de emisiones en la reducción de la mortalidad, ya que la complejidad de asociar contaminación local con contaminación global no permite estimar cifras gruesas a nivel nacional sin conocer la realidad del contexto donde se desarrolla cada proyecto de mitigación de GEI.

Cabe destacar que un aspecto importante para la consideración de los co-beneficios asociados a los proyectos de reducción GEI tiene relación con la adicionalidad. Los co-beneficios en los ámbitos analizados serán adicionales respecto al escenario actual en la medida en que los proyectos de reducción de emisiones GEI efectivamente se lleven a cabo debido a los ingresos del carbono obtenidos a través del uso del sistema de compensaciones del Impuesto Verde.

5.1 Co-beneficios en inversión y empleo de los proyectos de reducción de emisiones GEI

La aplicación de cualquier política pública implicará modificaciones y requerirá llegar a un nuevo equilibrio del sistema, por lo tanto, la introducción y desarrollo de nuevas tecnologías bajas en carbono tendrá efectos en el empleo e inversión debido al reemplazo de las tecnologías existentes, más intensivas en emisiones de GEI. Para efectos de este estudio sólo se consideraron los efectos considerados como co-beneficios asociados a los nuevos proyectos.

5.1.1 Análisis cualitativo de los co-beneficios asociados a inversión y empleo

La realización de proyectos de reducción de emisiones GEI tiene asociado la generación de co-beneficios económicos, los cuales se describen de manera cualitativa a continuación.

- **Mejoras en eficiencia, innovación, competitividad y creación de nuevos modelos de negocio**

El desarrollo económico bajo en emisiones GEI implica la introducción y desarrollo de nuevas tecnologías inteligentes e innovadoras, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- Generación de energía eléctrica: eólica, solar, marina, micro-hidroeléctrica, etc.,
- Redes de transmisión inteligentes, medidores inteligentes y almacenamiento de energía,
- Segunda generación de biocombustibles a partir de algas y desechos,
- Celdas de combustibles y uso de hidrógeno en vehículos híbridos y eléctricos,
- Manejo avanzado de la energía en construcción, cogeneración a nivel micro,
- Inteligencia en sistemas de transporte y logística,
- Diseño eco-eficiente, recuperación avanzada de materiales, desarrollo de bio-materiales,
- Simbiosis industrial,
- Sistemas de manufactura en circuito cerrado,
- Nuevos modelos producto-servicio,
- Agricultura avanzada resiliente al clima,
- Restauración forestal,
- Entre otras.

Los aumentos en la eficiencia en el uso de los recursos tienen un impacto positivo en la competitividad de la economía, lo cual favorece un mayor desarrollo económico. Tanto los proyectos de reducción GEI existentes como los nuevos, utilizan tecnologías mencionadas en esta sección o apuntan directamente a aumentar la eficiencia de los procesos productivos.

- **Creación de nuevos empleos “verdes”**

La introducción y desarrollo de nuevas tecnologías bajas en emisiones GEI requerirá de nuevas capacidades, lo cual se traducirá en la creación de nuevos empleos “verdes”¹⁰⁰.

¹⁰⁰ Según la IEA, se crean 30.000 nuevos empleos por cada MMUS\$ 1.000 invertidos en energía limpia.

- **Reducción de costos**

La reducción de costos está asociada a la mayor eficiencia de los procesos productivos (ej. menor consumo de energía, recursos, generación de residuos, etc.), la innovación y el desarrollo de nuevas tecnologías bajas en emisiones de carbono¹⁰¹.

- **Estabilidad económica derivada de una mayor seguridad energética**

Uno de los mayores beneficios en transitar hacia una economía baja en carbono tiene relación con una mayor protección contra *shocks* de precios y escasez de recursos, lo cual genera inestabilidad social y económica. En el caso de Chile, la transición hacia una matriz energética renovable y baja en carbono, tendría un efecto evidente por cuanto eliminaría o reduciría significativamente la dependencia en los combustibles fósiles, los cuales el país debe importar prácticamente la totalidad.

Como se presentó en las secciones anteriores de este informe, una parte importante de los proyectos de reducción de emisiones que podrían desarrollarse en el futuro tienen relación con el uso de energías renovables para la producción y uso de energías limpias, neutras en carbono, para las cuales Chile posee un gran potencial. Esto no ocurre con el caso de los combustibles fósiles. El desarrollo de estos proyectos tendría un impacto positivo en el fomento y aceleración del desarrollo de estas tecnologías en el país. De la misma manera, el desarrollo de proyectos que incentiven la eficiencia energética a nivel nacional contribuiría a la seguridad energética del país.

5.1.2 Análisis cuantitativo de los co-beneficios asociados a inversión y empleo

El desarrollo de los proyectos de reducción de emisiones GEI implica la realización de inversiones adicionales y la generación de nuevos empleos a nivel nacional. A continuación, se muestran los resultados del análisis de los co-beneficios de inversión directa y la creación de empleos directos e indirectos por tipología de proyectos de reducción de emisiones GEI. La metodología para la determinación de los co-beneficios se describe en el Anexo H de este informe.

¹⁰¹ Según la OECD y la IEA estiman que los sistemas energéticos bajos en carbono podrían ahorrar US\$ 112 trillones en uso de combustible entre 2010 a 2050 por una inversión inicial de US\$ 45 trillones.

Tabla 36: Co-beneficios en inversión y empleo, para los nuevos proyectos de reducción GEI

Sector	Subsector	Tipo de proyecto	Inversión (directa)	Creación de empleos (directos e indirectos)	
			(US\$ / tCO ₂ e reducida anual)	(N° empleos / Miles tCO ₂ e reducidas anuales)	
Créditos provenientes de proyectos nuevos					
Energía	Industrias de la energía	Generación con biogas	557	10,9	
		Cogeneración con biomasa	587	15,1	
		Geotermia	878	9,6	
		Mini hidro de pasada	808	14,4	
		Bombeo	815	1,7	
		Concentración solar (CSP) con almacenamiento	1.379	9,5	
		Solar CSP (Energ. Térmica)	2.076	105,7	
		Termosolar con almacenamiento	3.321	10,5	
		Captura y almacenamiento de carbono (CCS) en CCGN	86	14,5	
		Marina, undimotriz (olas)	5.542	14,2	
		Marina, mareomotriz (mareas/corrientes)	4.918	14,2	
		Otros de eficiencia energética, esquemas domésticos	1.222	56,8	
		Transporte	Recambio taxis básicos y colectivos a eléctricos	7.376	79,7
	Recambio buses eléctricos Transantiago		6.461	69,8	
	Recambio buses eléctricos transporte colectivo a nivel nacional		6.828	73,8	
	Recambio automóviles y station wagons eléctricos en el país		26.023	281,3	
	Uso de hidrógeno en camiones CAEX en la minería		1.148	12,4	
	LULUCF	Forestal	Proyectos REDD+	51	1,2
	Residuos	Residuos domiciliarios	Reducción de GEI en proyectos de mejoras de rellenos sanitarios	28	1,3
			Reducción de GEI en nuevos rellenos sanitarios	28	1,3

Fuente: Elaboración propia a partir de información del SEA, UNFCCC y resultados de análisis previos en este informe. Los valores en rojo corresponden a estimaciones en las que se usó un multiplicador promedio o de una tecnología similar.

En las siguientes tablas se muestra la aplicación de los resultados anteriores para el caso de los nuevos proyectos potenciales de reducción GEI, identificados para un posible programa de compensación de los Impuestos Verdes.

Tabla 37: Inversión (directa) asociada a los nuevos potenciales proyectos de reducción de GEI

Sector	Subsector	Tipo de proyecto	Potencial actual	Inversión directa	Potencial futuro	Inversión directa
			(Miles tCO ₂ /año)	(MMUS\$)	(Miles tCO ₂ /año)	(MMUS\$)
Créditos provenientes de proyectos nuevos						
Energía	Industrias de la energía	Generación con biogas	65	36		
		Cogeneración con biomasa	930	546		
		Geotermia	604	530		
		Mini hidro de pasada	1.482	1.198		
		Bombeo	473	385		
		Concentración solar (CSP) con almacenamiento	11.318	15.608		
		Solar CSP (Energ. Térmica)	7	14		
		Termosolar con almacenamiento	4.667	15.500		
		Captura y almacenamiento de carbono (CCS) en CCGN			4.418	380
		Marina, undimotriz (olas)			14.421	79.920
		Marina, mareomotriz (mareas/corrientes)			4.807	23.640
		Otros de eficiencia energética, esquemas domésticos	189	231		
		Transporte	Recambio taxis básicos y colectivos a eléctricos	469	3.462	
	Recambio buses eléctricos Transantiago		439	2.838		
	Recambio buses eléctricos transporte colectivo a nivel nacional (*)		3.066	20.931		
	Recambio automóviles y station wagons eléctricos en el país				4.530	117.875
		Uso de hidrógeno en camiones CAEX en la minería	2.500	2.871		
LULUCF	Forestal	Proyectos REDD+	6.261	322	6.261	322
Residuos	Residuos domiciliarios	Reducción de GEI en proyectos de mejoras de rellenos sanitarios	509	14		
		Reducción de GEI en nuevos rellenos sanitarios	1.382	38	1.382	
Total			33.921	61.685	35.819	222.137

(*) Incluye buses eléctricos del Transantiago, por esta razón estas reducciones no se consideran en la suma total.

Fuente: Elaboración propia a partir de información del SEA, UNFCCC, VCS, GS y análisis previos en este informe.

A modo de referencia, el valor de inversión directa calculado para los nuevos proyectos de reducción de emisiones GEI viables en el corto plazo (alrededor de 5 años), es comparable con

el valor de inversión total para Chile estimado por la Corporación de Bienes de Capital para el quinquenio 2018-2022, el cual asciende a MMUS\$ 59.280¹⁰².

Tabla 38: Empleos (directos e indirectos) asociados a los nuevos potenciales proyectos de reducción de GEI

Sector	Subsector	Tipo de proyecto	Potencial actual	Total empleos directos e indirectos	Potencial futuro	Total empleos directos e indirectos
			(Miles tCO ₂ /año)	(N° empleos)	(Miles tCO ₂ /año)	(N° empleos)
Créditos provenientes de proyectos nuevos						
Energía	Industrias de la energía	Generación con biogas	65	706		
		Cogeneración con biomasa	930	14.037		
		Geotermia	604	5.786		
		Mini hidro de pasada	1.482	21.353		
		Bombeo	473	810		
		Concentración solar (CSP) con almacenamiento	11.318	107.716		
		Solar CSP (Energ. Térmica)	7	713		
		Termosolar con almacenamiento	4.667	49.163		
		Captura y almacenamiento de carbono (CCS) en CCGN			4.418	64.281
		Marina, undimotriz (olas)			14.421	204.908
	Marina, mareomotriz (mareas/corrientes)			4.807	68.303	
	Otros de eficiencia energética, esquemas domésticos	189	10.728			
	Transporte	Recambio taxis básicos y colectivos a eléctricos	469	37.426		
		Recambio buses eléctricos Transantiago	439	30.679		
		Recambio buses eléctricos transporte colectivo a nivel nacional (*)	3.066	226.281		
Recambio automóviles y station wagons eléctricos en el país				4.530	1.274.335	
		2.500	31.035			
LULUCF	Forestal	Proyectos REDD+	6.261	7.763	6.261	21.462
Residuos domiciliarios		Reducción de GEI en proyectos de mejoras de rellenos sanitarios	509	686		
		Reducción de GEI en nuevos rellenos sanitarios	1.382	1.862	1.382	644
Total			33.921	516.064	35.819	1.633.932

(*) Incluye buses eléctricos del Transantiago, por esta razón estas reducciones no se consideran en la suma total.

Fuente: Elaboración propia a partir de información del SEA, UNFCCC, VCS, GS y análisis previos en este informe.

Como referencia, durante el año 2018 se crearon alrededor de 200.000 empleos en el país. Esto significa que si se consideran los empleos directos e indirectos calculados para los nuevos proyectos de reducción GEI en el corto plazo (5 años aproximadamente), dicho número correspondería al 50% del total de nuevos empleos creados en el país en el último año.

Cabe destacar en el contexto de este análisis, la relevancia del concepto de adicionalidad de los proyectos de reducción GEI. Al ser los proyectos identificados (y futuros), proyectos adicionales, es decir, proyectos que no ocurrirían sin la existencia de un precio del carbono que permita superar las barreras financieras u otras que estos proyectos enfrentan, tanto los co-beneficios de inversión como aquellos asociados a la creación de nuevos empleos corresponden genuinamente a inversión y empleos adicionales para la economía del país, lo cual es favorable para el desarrollo y crecimiento económico.

5.1.3 Análisis macroeconómico de los impactos cuantitativos en inversión y empleo

Una parte relevante del análisis de los co-beneficios asociados a la inversión y empleo adicionales de los proyectos de reducción GEI identificados tiene relación con el impacto macroeconómico que generarían en la economía nacional. Para llevar a cabo dicho análisis, la manera tradicional consiste en efectuar un ejercicio de contabilidad del crecimiento basándose en estudios previos del Banco Central de Chile¹⁰³, en los cuales se analiza en detalle el crecimiento tendencial de mediano plazo para Chile en el horizonte 2017-2050, con especial

¹⁰² Ver: <https://www.pauta.cl/economia/la-inversion-proyectada-salta-40-para-el-periodo-2018-2022>

¹⁰³ Banco Central de Chile (2017), "Crecimiento Tendencial: Proyección de Mediano Plazo y Análisis de sus determinantes", septiembre. Disponible en https://www.bcentral.cl/documentos/20143/31911/bcch_anuncio_173449_es.pdf/d3cc0e6d-251d-6db3-7c71-4de7f5870a11

atención a la proyección de crecimiento del PIB resto (excluidos sectores productores de recursos naturales)¹⁰⁴.

La proyección se basa en la metodología de función de producción, la cual supone que la generación de valor agregado en la economía total puede escribirse como una función cuyos insumos son el *stock* agregado de capital, la fuerza de trabajo y la productividad total de factores y, a partir de una proyección de estos insumos, se proyecta la evolución del PIB tendencial. En este sentido, es importante reiterar que los valores proyectados no corresponden a estimaciones del crecimiento del PIB efectivo, sino al crecimiento tendencial el cual se refiere al crecimiento de la capacidad productiva de un país en ausencia de shocks transitorios de productividad y cuando los insumos productivos se usan a su capacidad normal. Los resultados de este análisis se reportan en la siguiente tabla.

Tabla 39: Impacto Macroeconómico de los proyectos de reducción de GEI

	$\Delta\%$ PIB	$\Delta\%$ PIB RRNN 12%	$\Delta\%$ PIB Resto 88%	$\Delta\%$ PTF	Stock de Capital	Fuerza de Trabajo
Escenario Base						
Stock Capital a fines de 2018 (Mill USD)					973.176	
Stock Capital a fines de 2023 (Mill USD)					1.288.303	
Adición al Stock de Capital					315.128	
Empleo 2018 (personas)						8.476.140
Empleo 2023 (personas)						9.086.317
Creación anual de empleos (personas)						122.035
Crecimiento 2019-2023	3,0%	2,0%	3,1%	0,9%	3,0%	1,4%
Escenario con Proyectos						
Stock de capital adicional (Mill USD)					61.685	
Stock de capital a fines de 2023 (Mill USD)					1.349.988	
Empleos creados (personas)						134.914
Empleo 2023 con proyectos (personas)						9.221.231
Crecimiento 2019-2023	3,6%	2,0%	3,8%	0,9%	4,0%	1,7%
Impacto Macroeconómico (puntos adicionales de crecimiento anual)	0,56%	-	0,63%	-	0,97%	0,30%
% del crecimiento anual tendencial	18,6%	-	20,2%	-	32,3%	21,4%
Memorandum						
$\Delta\%$ Deflactor de la FBKF					2,7%	
FBKF (% PIB) promedio 2019-23					22,0%	

Fuente: a) Stock de Capital a fines de 2018, elaboración propia sobre la base de datos de formación bruta de capital fijo y depreciación publicadas por el Banco Central; b) empleo 2018, INE, informe de empleo enero-marzo 2019.

En el análisis del Banco Central se asume que la productividad total de factores en el sector resto no revela tendencias claras que permitan definir un patrón en el tiempo, y por ello la proyección se basa en los promedios históricos equivalentes al 0,9%. Asimismo, se concluye que la razón capital-producto no se desvía de manera sistemática de su promedio histórico en torno a 3,2, lo cual es coherente con una tasa de inversión promedio en torno a 22% del PIB. Como resultado, se puede observar que el Banco Central estima un crecimiento de largo plazo (considerando un

¹⁰⁴ En los análisis del Banco Central, se excluyen los sectores productores de RRNN (minería y agricultura, fundamentalmente), que representan un 12% porque la evolución de estos sectores no es sensible a la política monetaria y su evolución está mayormente vinculada a shocks de oferta o internacionales que se encuentran fuera del control de la Política monetaria. En el análisis se supone que el crecimiento de tendencia es 2%.

mínimo de 10 años) de 3% anual basado en un crecimiento de 3% anual en el stock de capital y de 1,4% en la ocupación anual. Lo anterior, significa que la economía adicionará más de 300 mil millones de dólares en capital, creando poco más de 120 mil empleos por año.

Hay que recordar que el argumento de adicionalidad mencionado anteriormente es coherente con el hecho de que la inversión y los empleos creados asociados a los proyectos de reducción de emisiones son adicionales a la inversión y a los empleos proyectados para la economía chilena en el escenario base. En este sentido, para evaluar el impacto macroeconómico de los proyectos de reducción de emisiones GEI se considera los principales resultados descritos en los párrafos anteriores, los cuales se resumen en que estos proyectos, en un plazo de 5 años, generan inversiones frescas por más de 61,7 mil millones de dólares y crean alrededor de 135 mil empleos directos. Estos dos impactos son evaluados en la segunda parte de la Tabla 39. En primer lugar, las inversiones agregan capital físico a la economía lo cual significa un aumento neto de depreciación de 4% en el stock de capital a fines de 2023. En segundo lugar, los empleos directos generados por los proyectos de offsets representan una adición de 1,7% a fines de 2023. Con base en estas consideraciones, la tercera parte de la Tabla 39 reporta que los proyectos de reducción de emisiones GEI significan que el crecimiento del capital es 0,97% mayor que en el escenario base, y el empleo crece 0,3 puntos porcentuales más que en el escenario base. Como resultado, la economía crecería a una tendencia de 3,5%, medio punto porcentual más que en el escenario base. Lo anterior, da cuenta de que los proyectos de reducción de emisiones GEI podrían incrementar en algo más de 2/3 por año la tasa de crecimiento tendencial anual.

Por supuesto, estos resultados son condicionales a que la inversión de 61,7 mil millones de dólares en proyectos de offset se materialice. Los proyectos de *offsets* correspondientes a la industria de la energía, equivalentes a 31,2 mil millones dólares y que representan 50,6% de la inversión total, debieran tener una alta probabilidad de ser materializados en los próximos 5 años. Sin embargo, los proyectos asociados al transporte eléctrico aún presentan grados de incertidumbre en su ejecución. Si bien el actual gobierno anunció que a 2022 el 80% de los buses del Transantiago serán eléctricos no ha habido anuncios o compromisos similares para el resto de las regiones. Bajo estas consideraciones, la adición más probable de inversiones asociados a los proyectos de *offsets* podría acercarse a los 33,5 mil millones de dólares, es decir, 54,3% de la inversión total máxima estimada. Dado lo anterior, los proyectos de reducción de emisiones agregarían **0,3 puntos porcentuales anuales al PIB tendencial** en vez de los 0,56%.

Un segundo ejercicio de proyección consiste en evaluar la sensibilidad de la inversión en proyectos de reducción de emisiones GEI a cambios en las condiciones de precios. Con estos fines se estimaron especificaciones funcionales para la inversión en proyectos de *offsets*, las cuales se inspiran en las teorías neoclásicas de la inversión desarrollada inicialmente por Jorgenson (1963)¹⁰⁵. Estas teorías concluyen que la función de demanda de inversión se deriva de la optimización de las utilidades de la empresa, a partir del cual el stock deseado de capital es aquel que se obtiene al igualar el valor del producto marginal del capital con el coste de uso del capital. Como consecuencia, sujeta a la escasez de datos, se propone una estrategia empírica similar a la ocupada en la estimación de la oferta de *offsets* en el capítulo 3 de este estudio. En particular, la especificación para la inversión en *offsets* se explica por:

¹⁰⁵ Otro artículo seminal en la literatura sobre inversión es Hall y Jorgenson (1967). Para estimaciones de la inversión en Chile ver Bravo (2002) y Magendzo (2004).

- (i) El retorno de los ingresos del carbono relativos a la tasa de interés libre de riesgo. Los retornos de la inversión en *offsets* son medidos como la variación porcentual esperada para el precio del *offset* en los futuros 5 años, suponiendo que esta expectativa de precios de mediano plazo se formula 2 años antes del momento en que se verifica la emisión de *offsets*. Por su parte, la tasa de interés libre de riesgo se aproxima por la tasa de los T-Bill de EE.UU. a 10 años plazo, de manera coherente con la fecha de la emisión de los *offsets*.
- (ii) La diversidad de países, sectores, tecnologías y metodologías que diferencian a los proyectos registrados nos lleva a concluir que es difícil sostener que la elasticidad precio de la oferta sea constante a lo largo de todos los proyectos. Por ello se definió un conjunto de variables dicotómicas que reflejan características idiosincráticas del país y el sector al cual pertenece cada uno de los proyectos. Ello permite obtener valores distintos para las elasticidades según los sectores: Energía Biomasa, Eficiencia Energética, Hidro, *Landfill gas*, Reducción de Metano, Solar, Eólico y los países: Brasil, Chile, Colombia, México, China, India, Sudeste Asiático, África, Europa y Medio Oriente, considerados de interés para este análisis.
- (iii) Por último, se incluyó en la especificación un set de variables idiosincráticas respectivas de cada país y que tienen un efecto aditivo sobre la emisión. Estas variables incluyen un indicador de compromiso institucional, un indicador de apertura comercial y un indicador del ciclo económico prevaleciente al momento de la evaluación de la emisión de CERs que se supone ocurre dos años antes de la emisión efectiva.

Las estimaciones del modelo dan origen a un set de elasticidades precio para la inversión en proyectos de *offsets* para cada país y para cada sector de interés, las cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 40: Elasticidad precio de la inversión en proyectos de *Offsets*

País/ Area	Sectores								Total
	Energía Biomasa	EE	Hidro	Landfill Gas	Methane Avoidance	Solar	Wind	Resto	
Brasil	0,190	0,116	0,130	0,170	0,068	0,241	0,228	0,095	0,159
Chile	0,338	0,032	0,304	0,147	0,035	0,156	0,228	0,150	0,151
Colombia	0,550	0,139	0,513	0,207	0,051	0,165	0,235	0,150	0,182
México	0,338	0,017	0,069	0,443	0,014	0,176	0,228	0,431	0,204
China	0,338	0,132	0,113	0,170	0,003	0,176	0,147	0,142	0,176
India	0,338	0,033	0,304	0,170	0,070	0,438	0,228	0,150	0,233
Sudeste Asiático	0,063	0,132	0,304	0,170	0,048	0,052	0,191	0,150	0,144
África	0,338	0,132	0,304	0,007	0,126	0,339	0,209	0,150	0,214
Medio Oriente	0,004	0,132	0,304	0,018	0,083	0,063	0,735	0,150	0,198
Europa y Asia Central	0,338	0,109	0,024	0,170	0,219	0,650	0,498	0,048	0,226
Total	0,338	0,132	0,304	0,170	0,048	0,176	0,228	0,150	0,180

Fuente: Elaboración propia.

En general se observa que las elasticidades de Chile se encuentran en línea con las elasticidades agregadas para la economía mundial. En donde, en promedio Chile tendría un aumento de 1,5 puntos porcentuales por cada 10 puntos de aumento en el precio de los *offsets* en exceso de la tasa de los T-Bill a 10 años. Con estas elasticidades es posible evaluar la sensibilidad de la inversión en proyectos de *offsets* en Chile ante distintos escenarios de precio. Estos resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 41: Impacto Macroeconómico de Escenarios Alternativos para el precio de los Offsets

País/ Área	Escenario Base sin Proyectos de Offsets	Escenario con Proyectos de Offsets	Escenarios alternativos para el precio del Offset					
			5,0	10,0	15,0	20,0	30,0	50,0
Inversiones catastradas en offsets (Mill US\$)		61.685						
Elasticidad Precio Offset de la Inversión		0,151						
$\Delta\%$ Stock de Inversiones por $\Delta\%$ Precios			5,1%	7,3%	8,6%	9,6%	10,9%	12,6%
Δ Stock de Inversiones por $\Delta\%$ Precios			3.130	4.502	5.317	5.902	6.735	7.799
Stock de Capital a fines de 2023 (mill US\$)	1.288.303	1.349.988	1.353.118	1.354.490	1.355.306	1.355.890	1.356.723	1.357.787
Crecimiento anual del Stock de Capital Total	3,00%	3,97%	4,02%	4,04%	4,05%	4,06%	4,07%	4,09%
Crecimiento anual del PIB	3,00%	3,56%	3,58%	3,59%	3,59%	3,60%	3,60%	3,61%
Impacto Macroeconómico (Puntos adicionales de crecimiento anual)		0,56%	0,58%	0,59%	0,59%	0,60%	0,60%	0,61%
Porcentaje del crecimiento anual tendencial		18,6%	0,7%	1,0%	1,2%	1,3%	1,5%	1,8%

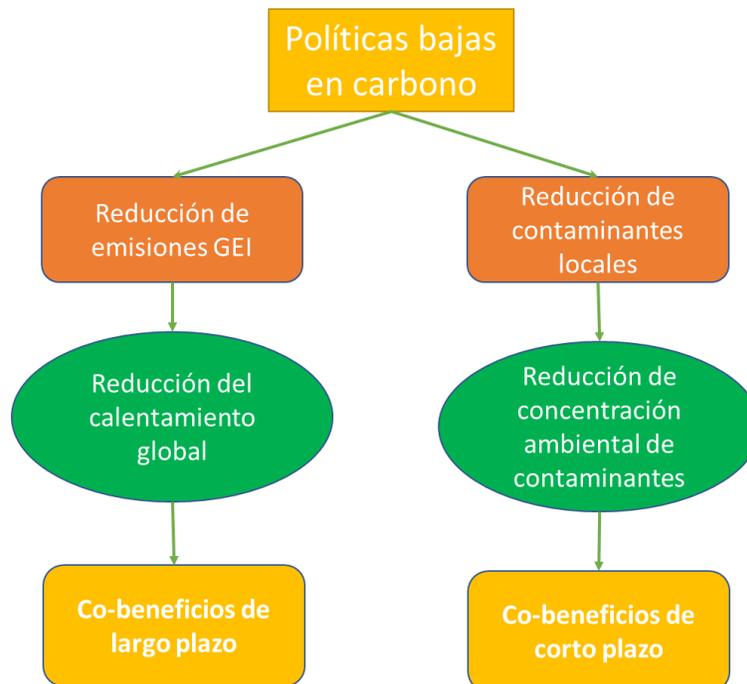
Fuente: Elaboración propia.

Se observa que, como consecuencia de los escenarios de precios, la inversión agregaría al stock de capital físico de la economía existente entre un 5% y un 13% en los próximos años. Al evaluar estos incrementos a la luz de su impacto en el crecimiento anual de la economía, se encuentra que su impacto es de segundo orden. En efecto, la principal fuente de crecimiento adicional proviene de los proyectos de *offsets* identificados, los cuales agregan 0,56 puntos porcentuales anuales a la proyección base para el crecimiento del PIB. Al agregar el efecto de los retornos proveniente de los ingresos del carbono se obtiene que, dependiendo del escenario de precios, el efecto sobre el PIB tendencial puede variar entre 0,02 y 0,05 puntos porcentuales de más crecimiento anual, es decir, entre 0,7% y 1,8% de la tasa de crecimiento anual (ver última línea de la tabla precedente).

5.2 Co-beneficios en salud de los proyectos de reducción de emisiones GEI

El consumo de combustibles fósiles es la principal fuente de contaminación del aire a nivel mundial. Por esta razón, dado que la mayor parte de los enfoques políticos para enfrentar el cambio climático se orientan a la reducción de la dependencia de combustibles fósiles¹⁰⁶, implica grandes sinergias entre la implementación de proyectos de reducción de emisiones GEI y los esfuerzos por reducir la contaminación del aire. En la “Ilustración 15: Sinergias en la aplicación de políticas bajas en carbono” podemos observar que los esfuerzos de un mismo proyecto por reducir consumos de combustibles fósiles, por una parte presentan los co-beneficios de un proyecto de reducción de emisiones al largo plazo, mientras por otro, la reducción de contaminantes atmosféricos obtendrá beneficios al corto plazo, que son más perceptibles por la población. Ejemplos de políticas que pueden mitigar cambio climático y contaminación del aire son: eficiencia energética, cambiar a fuentes de energía más limpias y bajas en carbono, reducir emisiones de contaminantes aéreos que también son GEI (precursores de ozono), fomentar el aumento de superficies de forestación, entre otras. Prioritaria atención requiere la limitación de emisiones causadas por el sector transporte, el cual está relacionado con severos impactos en la salud.

Ilustración 15: Sinergias en la aplicación de políticas bajas en carbono



Fuente: O'Connor, David. (2000), Ancillary benefits estimation in developing countries: A comparative assessment (<http://www.oecd.org/environment/cc/2053553.pdf>).

En nuestro país, durante los últimos años, la contaminación atmosférica ha adquirido un mayor relieve a nivel de políticas públicas manifestándose a través de la implementación de *Planes de*

¹⁰⁶ Cambio en el uso de combustibles más intensivos a menos intensivos, promoción de las energías renovables, reducción en los consumos, entre otros tipos de proyectos.

*Descontaminación Atmosférica: Estrategia 2014-2018*¹⁰⁷ del MMA. Estos consideran como principales vectores causantes de la contaminación local:

- Generación de energía eléctrica en centrales termoeléctricas,
- Uso ineficiente de leña (húmeda),
- Transporte público en ciudades,
- Fundiciones en la minería,
- Quemadas agrícolas.

5.2.1 Análisis cualitativo de los co-beneficios asociados a salud

De acuerdo con la bibliografía consultada¹⁰⁸, reducir el uso de combustibles fósiles disminuiría las emisiones de material particulado, SO₂, NO_x y compuestos organo-volátiles precursores de ozono, generando co-beneficios en salud, ecosistemas y economía, pudiendo incluir:

- Menor incidencia de muertes prematuras y enfermedades al corazón, pulmón y cáncer,
- Reducción en los costos de salud y tiempos de trabajo perdidos debido a enfermedades relacionadas a contaminación aérea,
- Bosques más sanos, cuerpos de agua y otros ecosistemas, incluyendo los costos de reparación debido a la reducción del daño ácido,
- Reducción del daño a edificaciones causadas por lluvia ácida y hollín,
- Aumento en los rendimientos de cultivos debido a la reducción de la concentración de ozono,
- Ahorros en costos económicos y ambientales en la instalación de equipos de control de contaminación (Por ejemplo: extracción de carbonato de calcio por desulfuración).

La escala de los co-beneficios dependerá de múltiples factores, como la cantidad de reducciones de emisiones alcanzadas, tecnologías empleadas, la composición de la matriz energética o el grado de implementación de programas de descontaminación aérea que ya se encuentren implementadas.

En Europa se han desarrollado estudios que incorporan modelos de dispersión de contaminantes en la atmósfera considerando diferentes políticas contra el cambio climático. A modo de ejemplo la organización ClimateCost¹⁰⁹ en 2011 realizó un estudio en donde se analizan los costos y beneficios al 2050 en múltiples áreas, entre ellas salud, considerando alcanzar la meta de limitar el aumento de temperatura debido al cambio climático en 2°C.

Mientras estudios realizados por la IEA indican que los co-beneficios en países desarrollados tienden a ser similares, la OCDE sostiene que las condiciones severas de contaminación presentes en países en vías de desarrollo significarían que disminuir el consumo de combustibles fósiles podría implicar mayores y más amplios co-beneficios en salud. Sin embargo, existen

¹⁰⁷ Disponible en: <https://mma.gob.cl/planes-de-descontaminacion-atmosferica-estrategia-2014-2018/>

¹⁰⁸ En bibliografía, referencias: [8], [27], [43], [51], [54]

¹⁰⁹ http://www.climatecost.co/images/Policy_Brief_5_Climatecost_Health_Summary_Results_vs_5_draft_final_web.pdf

riesgos de mayores conflictos de impactos positivos versus negativos dada la implementación de ciertas medidas y un mayor costo de implementación¹¹⁰.

En Chile, alrededor de un 70% de los proyectos de reducción de emisiones GEI realizados en los últimos 15 años corresponden a proyectos de energías renovables, los cuales contribuyen a desplazar contaminantes locales NO_x y SO₂ anteriormente generados por la producción y uso de energía en base a combustibles fósiles. Del mismo modo, los nuevos proyectos de reducción de emisiones GEI actualmente viables identificados en este estudio (principalmente proyectos de energía renovable y transporte sustentable) evidentemente contribuirán a mitigar los efectos nocivos de los contaminantes locales y especialmente del material particulado en la población.

Como ya se ha expuesto, estudios han cuantificado las medidas para disminuir el material particulado, determinando que las más costo-eficientes son aquellas estrategias integradas para hacer frente al cambio climático y a la contaminación aérea. No obstante, considerando las condiciones de limitación energética y nivel de desarrollo del país, se deben considerar acciones orientadas a aportar en materia ambiental, social y crecimiento económico.

Por ejemplo, el caso del uso de leña húmeda¹¹¹, la baja eficiencia de los calefactores y la mala aislación térmica de las viviendas, se reconocen como factores importantes que causan la contaminación atmosférica en las ciudades. El material particulado más común corresponde al MP 2,5 y MP 10 (SNCL, 2014). La OMS ha estimado que a nivel mundial se suman 1,3 millones las personas que mueren en un año a causa de la contaminación atmosférica urbana. El MP 2,5 tiene una externalidad negativa visible y con gran nivel de impacto en la salud pública en las ciudades del sur de Chile, que utilizan a la leña como medio de calefacción principal. A este material se le atribuyen daños a la salud humana como la bronquitis, irritación de vías respiratorias y el asma (MMA, 2013). Proyectos orientados al cambio de combustible y optimización de la tecnología producirán co-beneficios mayormente perceptibles por la comunidad en comparación a los impactos del cambio climático, lo que favorece a la motivación por implementar una sociedad “baja en carbono”.

En el caso del sector transporte, una de las fuentes que más impacta en contaminación atmosférica y que resulta altamente vulnerable a las variaciones del precio del petróleo, los co-beneficios en sus potenciales proyectos de reducción de emisiones GEI son particularmente altos. Por ejemplo, medidas que reduzcan la demanda de transporte motorizado presentan co-beneficios tanto en salud, como en la reducción de la congestión vehicular, ruido y accidentes.

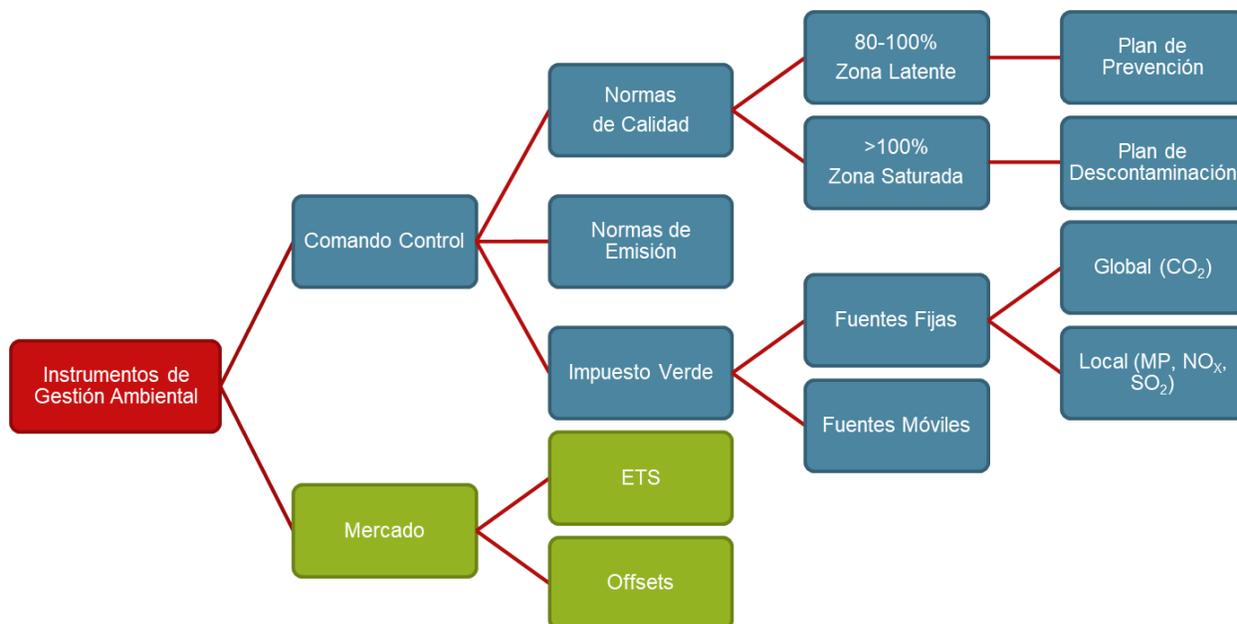
El impuesto verde es un ejemplo de política pública que integra la gestión ambiental de contaminantes locales con la de contaminación global al gravar al mismo tiempo las emisiones de material particulado, SO₂, NO_x y CO₂ de las fuentes fijas de calderas y turbinas de más de 50 MWt.

El modelo de gestión ambiental de la contaminación del aire en Chile, incluyen esfuerzos para disminuir la contaminación atmosférica local –el principal problema ambiental de Chile– así como mitigar los gases de efecto invernadero a un menor costo. Esto puede verse en la siguiente figura.

¹¹⁰ Referencia bibliográfica [51]: The Climate bonus: Co-benefits of climate policy.

¹¹¹ Considerando una humedad mayor al 25%

Ilustración 16: Instrumentos de gestión de la contaminación atmosférica en Chile



5.2.2 Análisis cuantitativo de los co-beneficios asociados a salud

Evaluar cuantitativamente los co-beneficios de proyectos de reducción de emisiones GEI asociados a salud resulta una compleja labor que requiere el levantamiento de múltiples datos asociados no solo a una correcta recolección y respaldo, sino también a la percepción social de bienestar que la sociedad tenga de ellos.

Los co-beneficios en salud han sido evaluados por numerosos estudios, en los cuales se adoptan enfoques que consideran pérdidas de productividad social¹¹² o la percepción social de potenciales co-beneficios. En general, los estudios han preferido utilizar tasas de co-beneficios en mortalidad versus costos en vez de morbilidad versus costos, debido al mayor valor que las personas otorgan a una disminución en el riesgo de la mortalidad. En la tabla 42 se muestran distintos factores de relación entre vidas salvadas por cantidad de carbono mitigadas, lo que denota claramente la dificultad de calcular el potencial de reducción de mortalidad en función de la reducción de emisiones de CO₂ al año por tecnología o por sector industrial agregado, ya que depende fuertemente del contexto donde se desarrolle cada proyecto para conocer los co-beneficios de éste. Lo que afecta la salud es la concentración del contaminante local y por tanto las principales variables que afectan serán las condiciones de ventilación para la dispersión, población expuesta, etc.

¹¹²Costos que significan para la economía las enfermedades respiratorias, muertes prematuras, daños en las cosechas, infraestructura y ecosistemas.

Tabla 42: Factores de relación entre vidas salvadas por cantidad de Carbono mitigadas

Estudio	Vidas a salvo por MtC* mitigada
Cifuentes et al (1999)	89
Dessuss y O'Connors (1999)	100
Garbaccio et al (2000)	430

Table 1 Comparison of mortality benefits estimates of CO₂ reductions O'Connor, David. Ancillary benefits estimation in developing countries: A comparative assessment.

*Factor de equivalencia CO₂/C¹¹³

3.67 tCO ₂ = 1 tC

Como referencia, en el año 2016 Chile registra un total de defunciones de 104.026 personas, de las cuales el 63% murieron por causas potencialmente derivadas de la contaminación aérea¹¹⁴ y un 28% del total murieron antes de los 65 años. Suponiendo una relación lineal entre las defunciones por grupo etario y la causa de defunción, se calcula que un 18% de los fallecidos, aproximadamente 18.500 personas, se encuentran dentro de las causas originadas potencialmente por agentes contaminantes aéreos.

Es importante destacar que existen algunos estudios específicos de contaminantes locales donde es posible relacionar mediante factores las reducciones de material particulado con las reducciones de emisiones de GEI. Sin embargo, estos factores no son extrapolables a otras localidades. Si bien la Organización Mundial de la Salud ha publicado en variados estudios los efectos del material particulado en la población¹¹⁵, la forma en la cual el PM_{2,5}, PM₅ y PM₁₀ puede relacionarse con los GEI presentes en la atmosfera, dependen de múltiples factores¹¹⁶. O'Connor [43] plantea que, como un contaminante global, el dióxido de carbono puede ser estudiado utilizando modelos a nivel nacional indiferenciados, sin embargo, este tipo de modelo no logra incluir la variedad de condiciones que afectan la concentración de contaminantes locales, así como la magnitud de los impactos que pudieran causar en la población.

De acuerdo con lo anterior, un esfuerzo conjunto interministerial en cooperación con el sector privado (MMA, MINSAL, Universidades, sector privado) orientado a la determinación de modelos que estimen la relación entre la mitigación de GEI y material particulado, permitiría profundizar y cuantificar los potenciales beneficios en la población y el medio ambiente en el país.

¹¹³ La fracción de carbono en dióxido de carbono es la relación de sus pesos. El peso atómico del carbono es de 12 unidades de masa atómica, mientras que el peso del dióxido de carbono es de 44, ya que incluye dos átomos de oxígeno que pesan 16. Cada uno, para cambiar de uno a otro, se usa la fórmula: 1 ton C es igual a $44/12 = 11/3 = 3,67$ toneladas de dióxido de carbono.

¹¹⁴ Estadísticas INE, 2016. Las causas de defunción consideradas son: C00-C97 Tumores malignos, D00-D48 Tumores In situ, benignos y comportamiento incierto o desconocido, I00-I99 Enfermedades de sistema circulatorio, J00-J99 Enfermedades del sistema respiratorio, P00-P96 Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal. Disponible en: <https://redatam-ine.ine.cl/redbin/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=EV&lang=esp>

¹¹⁵ A modo de ejemplo: https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/health_impacts/es/index6.html

¹¹⁶ A modo de ejemplo, locación geográfica de las emisiones, composición de combustibles fósiles empleados localmente, características atmosféricas influyentes en la dispersión de contaminantes (ventilación, temperatura, humedad, radiación solar, etc.), indicadores de salud de la población expuesta, distribución de la población, entre otros.

6 Estudio del mercado de validadores y verificadores existentes y potenciales en Chile y existentes en el mundo.

6.1 Resumen del capítulo y principales conclusiones

En el presente capítulo se hace una descripción del mercado potencial de validadores y verificadores a escala nacional e internacional, atendiendo a sus principales figuras y denominaciones en función de los esquemas en los que dichas entidades operan. Igualmente se hace un breve relato de las características y especificidades de las entidades de tercera parte independiente y de su disponibilidad para el potencial mercado nacional chileno.

El papel de la verificación por tercera parte independiente resulta fundamental a la hora de fijar los requisitos operativos de los sistemas de comercio/compensación de emisiones/*offsets*. La verificación constituye el eje articulador que permite, entre otros aspectos, dotar a los esquemas de:

- Rigor técnico: Garantizando que la selección de proyectos (validación) se ajusta al conjunto de requisitos técnicos, metodológicos y administrativos determinados de manera inicial por los reguladores del esquema.
- Rigor económico: Garantizando que las emisiones/reducciones de emisiones/*offsets* generadas por los proyectos (verificadas y certificadas) son ciertas y reales permitiendo su traslación desde el ámbito del proyecto hasta su uso comercial/altruista en esquemas organizados de comercio o compensación.

La manera en la que los diferentes esquemas articulan sus procesos de monitoreo, reporte y, muy especialmente, verificación, tiene repercusiones no solo sobre los costes potenciales de las unidades objeto de análisis (reducción de emisiones/emisiones/*offsets*) sino también sobre la propia viabilidad del esquema, en términos de eficacia y eficiencia¹¹⁷.

Como se indica en la sección 1 del presente informe, las características administrativas del mercado del carbono se identifican en dos tipologías:

- Obligatorios:

Suelen caracterizarse por la identificación de las entidades de tercera parte como una extensión de la administración pública, teniendo la responsabilidad de confirmar la validez de los datos aportados por los participantes. Por tal motivo las entidades están sometidas a un fuerte control administrativo nacional a través de estrictos procesos de acreditación. En este tipo de esquemas, la labor de las entidades queda vinculada estrictamente al ámbito de la verificación *ex post* de los datos de las instalaciones (no de los proyectos), siendo por su propia naturaleza innecesaria el proceso de validación (entendido como el proceso que comprueba que un proyecto o instalación cumple un conjunto de requisitos)

- Voluntarios:

Pueden operar centrándose en las reducciones de emisiones (esquemas voluntarios regulados: MDL, GS, VCS) o en las emisiones (esquemas voluntarios desregulados: huella de Carbono). Los esquemas voluntarios regulados se someten a una organización y

¹¹⁷ Se entiende eficacia como la capacidad para alcanzar objetivos planificados y eficiencia la condición que dichos objetivos se alcanzan al menor costo de recursos posible.

administración de una entidad centralizada¹¹⁸ que establece los requisitos técnicos y metodológicos de los proyectos participantes, las características operativas de las entidades de verificación y las reglas y orientaciones que guían el entorno de intercambio de las reducciones de emisiones. En los esquemas desregulados el papel de las instituciones promotoras se concentra en la emisión de requisitos genéricos que contribuyan a la homogenización de los resultados obtenidos sin intervenir de manera directa en aspectos técnicos, metodológicos o de gestión de los resultados, a nivel de estándares y lineamientos como ISO, GHG Protocol, etc.

Los siguientes párrafos repasan la situación de la oferta de verificadores a escala nacional aportando experiencias y enfoques internacionales que faciliten la toma de decisiones de cara a la implementación del esquema propuesto y objeto del presente trabajo técnico.

6.2 Análisis a escala nacional

En capítulos anteriores se han hecho una profunda descripción de la disponibilidad de proyectos vinculados a los esquemas de mecanismos basados en proyectos, por lo que a lo largo de los siguientes párrafos se abordará de manera específica el papel de las entidades de tercera parte en las actividades de validación y verificación, las cuales pueden ser ejecutadas de manera indistinta, ya que los alcances sectoriales y las cualificaciones de sus técnicos suelen ser paralelas. De cara a focalizar el análisis en el objeto principal de este estudio, el equipo técnico se ha centrado de manera más profunda en la actividad de verificación, contribuyendo de mejor manera a entender las opciones y disponibilidad a futuro en un potencial sistema de *offsets*.

6.2.1 El caso del MDL en Chile

Como se expuso en punto 1.1, la verificación de tercera parte es desarrollada por las Entidades Operacionales Designadas (*DOE*), las cuales son acreditadas por UNFCCC a través del Panel de Acreditación, ante el cual deben demostrar su competencia técnica y solidez administrativa y financiera para operar indistintamente como validadoras y verificadoras. Esta “doble competencia” implica una restricción en la oferta de servicios, y más concretamente en la disponibilidad de recursos humanos capacitados para acometer las tareas de validador/verificador, donde los equipos vinculados al MDL suelen estar localizados en una o varias oficinas, siendo necesario su desplazamiento expreso (frecuentemente internacional) al ámbito del proyecto, a diferencia de otros esquemas como por ejemplo la auditoría de gestión medioambiental, en el que la disponibilidad de personal local es más amplia.

Otra característica relevante del proceso de acreditación de DOE, es la capacitación para alcances sectoriales específicos¹¹⁹ (*Sectoral Scopes*) que las habilita a actuar solo en el alcance sectorial asignado.

¹¹⁸ Verra, Gold Standard, Markit.

¹¹⁹ 1. Industrias energéticas (renovables y no renovables), 2. Distribución de energía, 3. Demanda de energía, 4. Industrias manufactureras, 5. Industria química, 6. Construcción, 7. Transporte, 8. Minería/Producción de minerales, 9. Producción de metales, 10. Emisiones fugitivas de combustibles (sólidos, petróleo y gas), 11. Emisiones fugitivas procedentes de la producción y el consumo de Halocarbonos y Hexafluoruro de azufre, 12. Uso de disolventes, 13. Manejo y eliminación de residuos, 14. Forestación y reforestación, 15. Agricultura.

En términos generales, los requisitos técnicos que los validadores/verificadores deben cumplir (con ligeras variaciones entre esquemas) están relacionados con:

- Aspectos técnicos y metodológicos, incluidos:
 - Los procesos técnicos y tecnologías y el diseño del proyecto, incluido el(las) área(s) técnica(s) relevante(s) para la actividad de proyecto o;
 - La(s) metodología(s) de MRV aplicada(s), incluida el escenario de línea de base, límites del proyecto, escenario del proyecto, cálculo de emisiones/reducciones y/o absorciones de emisiones, el impacto medioambiental y requisitos de monitoreo, técnicas de medición, calibración e incertidumbre en el mercado, medición de los parámetros, impacto de fallas de equipos de seguimiento de la medición de la reducción de emisiones;
- Aspectos regionales y normas y requisitos aplicables a nivel nacional y de aplicación a la actividad de proyecto, en especial aspectos o elementos regulatorios.

De manera más detallada, los validadores y verificadores deben estar en disposición de acreditar conocimientos tales como: identificación de línea base y adicionalidad, sistema de MRV de emisiones/reducciones, sistemas de gestión medioambiental y de aseguramiento de la calidad, evaluación de riesgos, incertidumbre, materialidad y bases estadísticas de muestreo y aceptación.

UNFCCC tiene la obligación de mantener un listado actualizado de las DOEs habilitadas para ejecutar validaciones/verificaciones en los alcances sectoriales correspondientes (ver link: <https://cdm.unfccc.int/DOE/list/index.html>). El listado a abril de 2019 agrupa a un total de 30 entidades acreditadas. Todas ellas están sometidas a un control exhaustivo por parte de UNFCCC, a través de auditorías periódicas y puntuales, seguimiento en tiempo real de parámetros como *Request for Review* (requerimientos de revisión), etc. Este seguimiento implica la necesidad de mantener elevados costos de acreditación por parte de las DOEs, lo que, sumado a las dificultades asociadas al mercado del MDL, han provocado que algunas de las entidades más significativas a nivel histórico hayan abandonado este mercado y con él su acreditación.

Atendiendo al escenario nacional, a la fecha en Chile no se han implementado proyectos en todos los alcances sectoriales. Para los proyectos que se han llevado a cabo se han identificado las DOEs que han ejecutado sus procesos de verificación en el siguiente cuadro, que describe el número de proyectos (por tecnología y DOE) así como la identificación de aquellas que no se encuentran operativas a fecha de la realización de este informe.

Tabla 43: Distribución de proyectos por tecnología en Chile y DOE que los verificó (a 2018)

	Total	SGS	AENOR	TÜV NORD	LGAI	DNV	TÜV Rheinland	EPIC	ERM CVS	TÜV SÜD	GLC	Carbon Check
Cambio de combustible a gas natural.	1	1										
Residuo animal (biogás)	4	2	2									
Quema de gas de vertedero	7	4					1				2	
Energía hidráulica centrales de pasada (<i>run of the river</i>)	11	1	2	5						2		1
Biomasa	7			4	1	2						
Recuperación y utilización de gas de vertedero	4	1		2				1				
Energía eólica	3			2		1						
Descomposición de N ₂ O	2								2			
Forestación y reforestación	1					1						
Energía Hidráulica de embalse	1									1		
Total	41	9	4	13	1	4	1	1	2	3	2	1

Fuente: <https://cdm.unfccc.int/> Rojo: Entidades que han abandonado el esquema MDL, Azul: Entidades que siguen operando en el mercado MDL.

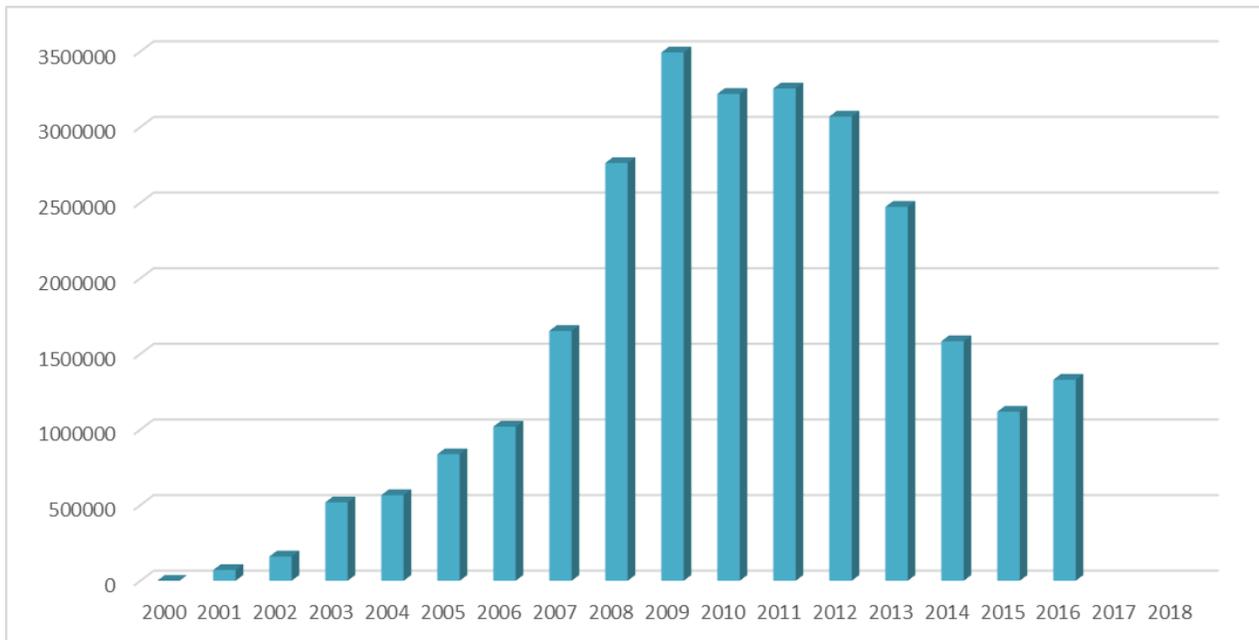
De las 11 entidades que han desarrollado verificaciones en Chile, solo 7 siguen operativas en 2019. Es necesario hacer notar que SGS, DNV, TÜV Rheinland y GLC, han abandonado su acreditación.

El análisis de los proyectos verificados en Chile refleja que la distribución tecnológica sigue los parámetros generales, con una significativa preponderancia de proyectos en el ámbito de la energía hidroeléctrica y en el de la recuperación de gases de rellenos sanitarios. Como elemento diferenciador es posible destacar la presencia en el listado de proyectos verificados de un proyecto de descomposición de N₂O, una tipología relativamente infrecuente fuera del continente

asiático (de los 104 verificados¹²⁰ en todo el mundo, en Iberoamérica solo hay 6 proyectos de estas características, 1 en Chile, 3 en Brasil y 2 en Colombia).

De manera paralela, la actuación de las DOEs (en el ámbito de la verificación de proyectos) a nivel nacional refleja un comportamiento temporal acorde con la evolución y situación del mercado. En la siguiente ilustración se muestra la evolución temporal de la verificación de proyectos en Chile por parte de las DOEs, evidenciando una caída significativa de la actividad a partir de 2012, atribuida a la caída de precios de los CERs.

Ilustración 17: Evolución de la actividad de las DOE en Chile. Verificación de proyectos MDL (CERs verificados)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos <https://cdm.unfccc.int/>

Se detecta por tanto que la sensibilidad de los procesos de verificación (y por extensión la oferta de servicios de las DOEs) a los precios del carbono es determinante. Asumiendo un rango de costos por verificación de entre 10.000 y 20.000 US\$ (ver Tabla 7, capítulo 1) el costo unitario por CER verificado podría moverse entre los 0,4 US\$/CER (para proyectos con 25.000 CERs anuales y una verificación en el extremo inferior del costo de verificación, 10.000/25.000) y los 0,1 US\$/CER (para proyectos con 200.000 CER anuales y una verificación en el extremo superior del costo)¹²¹. A este costo, exclusivamente por servicios de la DOE, es necesario adicionar la tasa de UNFCCC por CER emitida de 0,10 US\$ para las primeras 15.000 CERs y 0,20 US\$ para las restantes.

A continuación, se muestra en la siguiente tabla la distribución de CERs verificados por tecnología para cada una de las DOEs en Chile:

¹²⁰ <https://cdm.unfccc.int/>

¹²¹ La media anual de los proyectos verificados en Chile para el periodo 2000-2017 es de aproximadamente 100.000 CERs anuales, con una gran dispersión respecto a la media.

Tabla 44: Distribución de CERs verificados por tecnología y DOE en Chile hasta 2018.

	SGS	AENOR	TÜV NORD	LGAI	DNV	TÜV Rheinland	EPIC	ERM CVS	TÜV SÜD	GLC	Carbon Check
Cambio de combustible a gas natural.	36.583										
Residuo animal (biogás)	2.058.265	2.985.354									
Quema de gas de vertedero	653.864									167.398	
Energía hidráulica centrales de pasada (<i>run of the river</i>)	20.665	2.705.603	1.380.496						67.078		13.809
Biomasa			2.946.042	1.377.667	202.677						
Recuperación y utilización de gas de vertedero	277.174		47.701			1.246.680	4.530.180				
Energía eólica			135.903		125.061						
Descomposición de N ₂ O								7.080.775			
Forestación y reforestación					392.040						
Energía Hidráulica de embalse									3.426		
Total	3.046.551	5.690.957	4.510.142	1.377.667	719.778	1.246.680	4.530.180	7.080.775	70.504	167.398	13.809

Fuente: <https://cdm.unfccc.int/> Rojo: Entidades que han abandonado el esquema MDL, Azul: Entidades que siguen operando en el mercado MDL.

Analizando la escala de los proyectos verificados por las DOEs en Chile, es posible identificar lo siguiente:

- El 82% de los proyectos verificados utiliza metodologías de línea base de gran escala.
- El 18% de los proyectos verificados son de pequeña escala¹²²

A la luz de la información proporcionada por los registros oficiales, la participación de las DOEs en los proyectos MDL chilenos está fundamentalmente ligada a **entidades europeas**. Esta situación es congruente con el escenario histórico del mercado, en el que durante el periodo que abarca aproximadamente desde sus orígenes hasta el año 2015, la verificación de proyectos MDL (también VCS y GS) ha estado básicamente ligada a DOEs con base en Europa. Esta situación se ha visto radicalmente modificada a lo largo de los últimos años, en los que es posible observar cómo el centro de gravedad de las DOEs se ha desplazado progresivamente hacia el oriente, básicamente por:

- La acreditación de entidades nuevas con base en países del extremo oriente.
- La basculación o traslado de la acreditación de DOE¹²³ hacia sus delegaciones en el extremo oriente por parte de entidades europeas. Dicha basculación puede ser completa (con el traslado de todas las estructuras hacia India y/o China por ejemplo) o parcial (manteniendo las unidades centralizadas en las oficinas de la matriz, pero derivando las operaciones hacia sus delegaciones). El objetivo fundamental de esta basculación tiene por objeto la reducción de costos en un mercado sometido a fuertes presiones.

Este escenario internacional tiene implicaciones sobre la disponibilidad de DOEs y la oferta de servicios de verificación en el marco del mercado chileno. En la actualidad, un conjunto de entidades vinculadas a ellas, tienen presencia y actividad en Chile¹²⁴. De manera resumida y por su significancia a escala nacional, es posible identificar las siguientes entidades¹²⁵:

- Aenor Internacional,
- ERM CVS,
- Incontec,
- Lloyd's Register Central and South America Limited,
- Applus (LGAI),
- Bureau Veritas Chile,
- RINA Clasificación Marítima y Certificación South Pacific Limitada.

Las siguientes entidades actualmente han renunciado a su acreditación como DOE:

- TÜV Rheinland
- DNV GL
- SGS

Es importante hacer notar que en la mayor parte de las acreditaciones como DOE no se especifica la oficina chilena (*Branch Office*), como centro que aporte validadores y verificadores, ya que estos suelen estar concentrados en las oficinas centrales y se desplazan hacia los proyectos. De esta forma la existencia de oficinas locales no garantiza la existencia del *expertise* específico requerido por UNFCCC ni implica que sus técnicos locales estén en disposición de

¹²² Proyectos de energía renovable con una capacidad de producción máxima por arriba de 15 MW, proyectos de eficiencia energética que reduzcan el consumo de energía más allá del equivalente a 60 GWh por año, u otros proyectos que reduzcan menos de 60 mil toneladas métricas, o kilo-toneladas, de CO₂ equivalentes anuales.

¹²³ TÜV SÜD South Asia Private Limited (TÜV SÜD); Bureau Veritas India Pvt. Ltd. (BVI).

¹²⁴ Estas entidades disponen de oficinas técnicas/comerciales en Chile.

¹²⁵ Listado no exhaustivo.

ejecutar verificaciones de manera inmediata. Es evidente que no existe ninguna circunstancia que impida a los auditores y técnicos locales acceder a dicha cualificación.

6.2.2 Análisis de las capacidades nacionales y de la potencialidad de actores que pudieran intervenir en el mercado como verificadores de reducciones de emisiones

En el marco del análisis de las capacidades nacionales y de la potencialidad de actores que pudieran intervenir en el mercado como verificadores de reducciones de emisiones, se ha prestado especial atención al papel de las entidades internacionales tradicionalmente vinculadas a este espacio de actuación. Sin embargo, es necesario explorar en el marco estrictamente nacional si las figuras vigentes pudieran cubrir las necesidades asociadas a la verificación de emisiones. Tal es el caso de las Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFA). A lo largo de los siguientes párrafos el Equipo Consultor analizará y describirá las especificidades de cada ámbito de actuación con el objeto de establecer las bases para una futura decisión razonada en materia de acreditación de entidades (ver capítulo 7).

De acuerdo con la normativa nacional¹²⁶ la labor de una ETFA pasa por la realización de mediciones, análisis y muestreos, en el marco de la obligación de dar cumplimiento a una normativa ambiental general o específica. Asimismo, le corresponde la realización de los reportes periódicos de cumplimiento, planes de reparación, planes de compensación o medidas provisorias que se deriven de la normativa y de los hallazgos detectados en la entidad contratante. En términos generales, una ETFA deberá informar del resultado de sus actividades al sujeto fiscalizado, quien derivará la información que corresponda a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), adjuntando los resultados de sus actividades. Por otra parte, la SMA podrá contratar a una ETFA para realizar mediciones, análisis y muestreos, inspección y verificación. El concepto de inspector está íntimamente ligado a la actividad desarrollada por las ETFAs y este papel mantiene ciertas diferencias con el definido como auditor o verificador, asociado al ámbito de la verificación de reducción de emisiones.

De manera paralela, la figura de la Entidad Técnica de Certificación Ambiental (ETCAs), se puede definir como persona natural o jurídica habilitada para realizar actividades de evaluación y certificación de conformidad ambiental, según el alcance de la autorización que le ha otorgado la SMA de acuerdo con la normativa vigente. La figura práctica que dibuja el diseño de las ETCA es la del Evaluador de Conformidad¹²⁷, aquella persona que autorizado por la SMA ejecuta actividades de evaluación y/ certificación de conformidad ambiental, dentro de los alcances que se le indique, en todo el territorio nacional.

A través de la identificación de la actividad principal de ambas entidades y de las características de su operación, específicamente los técnicos a ellas adscritas (inspector versus evaluador) es posible identificar un conjunto de elementos que permitan analizar su encaje directo o indirecto en el ámbito de la verificación de *offsets*. Ambos perfiles operan sobre la base de la identificación de variables reales y su confrontación con valores legales tratando de verificar y certificar el cumplimiento de los requisitos técnico-legales.

Asumiendo una traslación directa del esquema de comercio de derechos de emisión en el EU ETS y su reglamentación¹²⁸ existe un ámbito de actuación para las ETFAs en lo relativo a la

¹²⁶ Entre otros, Resoluciones 126/2019; 127/2019; 128/2019 de la SMA.

¹²⁷ En este caso se puede entender la evaluación y certificación de conformidad ambiental como un conjunto de procedimientos técnicos por medio de los cuales un Evaluador de Conformidad Ambiental autorizado, evalúa el **cumplimiento de la normativa ambiental aplicable y/o de las condiciones de una autorización de funcionamiento ambiental** del sujeto regulado.

¹²⁸ REGLAMENTO (UE) No 600/2012 DE LA COMISIÓN de 21 de junio de 2012 (<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:181:0001:0029:ES:PDF>) relativo a la verificación de los informes de emisiones de gases de efecto invernadero y de los informes de datos sobre toneladas-kilómetro y a la acreditación de los

verificación de informes de emisión. Esta vía se describe con detalle en el Anexo 4 de informe N° 2 del proyecto PMR: “Análisis de brechas y propuesta de diseño institucional y regulatoria para crear mayores capacidades en el sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV) para un esquema de reporte obligatorio de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (MRV 3.0) que acompañe un sistema más integral de precios al carbono en Chile¹²⁹.”

El proceso de verificación de reducción de emisiones es esencialmente distinto, ya que no opera identificando vulneraciones de la legalidad, sino sobre un concepto básicamente metodológico. Todos los esquemas de reducción de emisiones (mecanismos basados en proyectos) operan bajo el concepto de Línea Base (es decir, cuál sería la situación en ausencia de la implementación del proyecto), se trata por tanto de aportar una opinión sobre si la reducción de las emisiones ha tenido lugar y en qué cuantía. Igualmente es necesario hacer notar que los requisitos de acreditación de las entidades son específicos para el ámbito de la reducción de emisiones.

Se trata, por tanto, de procesos esencialmente diferentes y que requieren una formación y comprensión específica. En este punto es relevante evaluar cuál es la situación internacional en relación con estos dos ámbitos de actuación. A escala europea, la normativa de manera paralela a la chilena define un conjunto de organismos cuya función es esencialmente similar a la de ETFAs y ETCAs denominados **Organismos de Control**¹³⁰, que extienden su actividad hacia ámbitos como control metrológico, seguridad industrial, seguridad ambiental, niveles de emisiones de contaminantes, ruido, etc. Estos organismos de control están regulados de manera específica y deben pasar un proceso de acreditación específico por parte de las entidades nacionales de acreditación.

Al igual que en el MDL, en el sistema de comercio de derechos de emisión se requiere una acreditación específica e independiente de otras, que garantice no sólo un perfecto conocimiento de las reglas y procedimientos de la auditoría sino también el *expertise* técnico y metodológico que permita un análisis comprehensivo de la instalación y el proyecto. Sin esta perspectiva no resultaría posible o confiable la emisión de una certificación sobre el volumen total de las reducciones de emisiones alcanzadas, lo que marca una diferencia sustancial frente a las labores de inspección, ligadas a un elemento (generalmente regulado) sobre el cual el organismo actúa, sin ser necesaria una opinión agregada sobre el total de la instalación y/o proyecto.

Al debate sobre la potencial consideración de ETFAs y ETCAs como entidades de verificación en el marco de un mercado de *offsets*, el Equipo Consultor recomienda prestar especial atención a las circunstancias específicas de ambas actividades, evaluando la viabilidad de incorporar al proceso de acreditación (reconocimiento) de dichas entidades un esquema adicional (verificación de reducción de emisiones) que es esencialmente distinto al de su diseño conceptual, habilitando otras vías de acceso al mercado con un mejor ratio costo-eficiencia (reconocimiento de acreditación vs desarrollo de acreditación propia y específica para estas entidades).

A opinión del equipo consultor, es importante tener en consideración como un elemento clave la necesidad de equilibrio entre la oferta y la demanda de servicios de verificación. Tal y como se comentaba en párrafos anteriores, las características de la verificación de proyectos de reducción de emisiones son muy diferentes de las asociadas al monitoreo y seguimiento de emisiones. Un

verificadores de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0087&from=NL>).

¹²⁹ AGCI. 2017. Análisis de brechas y propuesta de diseño institucional y regulatoria para crear mayores capacidades en el sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV) para un esquema de reporte obligatorio de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (MRV 3.0) que acompañe un sistema más integral de precios al carbono en Chile. Santiago de Chile. PMR. P 181-217.

¹³⁰ La nomenclatura específica varía en función del país.

número excesivamente alto de oferentes de servicios de verificación implicaría una alta competitividad entre ellos, con una significativa competencia en precio, que podría incidir en el resultado y calidad del servicio y dificultando las opciones de control y seguimiento de la actividad de dichos agentes, entendiendo que una de las claves fundamentales de todos los esquemas analizados en este capítulo es la necesidad de confianza en la precisión de los cálculos definitivos de emisiones reducidas. Por este motivo el equipo consultor plantea como sugerencia la conveniencia de articular mecanismos que reconozcan específicamente la capacidad de una organización para la verificación de proyectos de reducciones de emisiones. Siguiendo esta línea argumental se abren tres vías:

- Creación de un proceso de acreditación nacional y específico.
- Reconocimiento de entidades acreditadas bajo esquemas internacionales, asegurando que además se cumplen ciertos requisitos nacionales definidos.
- Reconocimiento directo de ETCAs/ETFAs para el desarrollo de actividad en el marco de la reducción de emisiones (alternativa no recomendada, pues requiere crear conocimientos y habilidades que no se encontrarían implementadas en ETCAs/ETFAs actualmente).

6.3 Análisis Internacional: el papel de las entidades en diferentes esquemas

Es interesante describir resumidamente algunos ejemplos internacionales desde la perspectiva del tratamiento dado a la verificación por tercera parte independiente, así como las vías aplicadas para el despliegue de una oferta equilibrada de verificadores. Los aspectos técnicos y conceptuales ligados a las vías u opciones de acreditación serán tratados en detalle en el siguiente capítulo de este estudio.

6.3.1 VCS y Organismos de Validación/Verificación (VVBs)

Actualmente, más de veinte VVBs ubicadas en los cinco continentes están aprobadas por Verra bajo el Programa VCS, los que están acreditados para trabajar en ámbitos sectoriales específicos al igual que las DOEs. Como se especifica en la Tabla 1 del Capítulo 1, los VVBs aplican bajo el Programa VCS si han firmado el acuerdo requerido con VCS y están acreditados por un organismo de acreditación reconocido por el mismo.

La lista de entidades, que debe ser públicamente actualizada por el administrador (ver Anexo C), comprueba que una parte significativa de los VVB son DOEs a su vez, pero ante crecimiento del mercado voluntario de carbono, con el objeto de limitar los costos de transacción y ampliar las opciones comerciales, se ha hecho necesario incrementar la oferta de nuevos organismos de validación/verificación (VVB).

6.3.1.1 El caso de Colombia

Un ejemplo significativo es el escenario generado en Colombia, a través del desarrollo de mercado voluntario de carbono y el entorno generado por el Decreto¹³¹ 926 de 2017 para establecer un procedimiento para la No Causación del Impuesto Nacional al Carbono. Este

¹³¹ El impuesto nacional al carbono fue creado por el artículo 221 de la ley 1819 de 2016 (http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1819_2016.html). A través de esta normativa se instaura un gravamen sobre los combustibles fósiles, específicamente: Gasolina, Kerosene, Jet Fuel, ACPM y *Fuel Oil*. En el caso del gas natural, el cual también está sometido a un incremento tarifario por el impuesto, éste aplica exclusivamente al caso de su uso industrial y en la refinación de hidrocarburos y la petroquímica, de manera paralela a lo que sucede con el gas licuado de petróleo (GLP). En términos agregados es necesario hacer notar que el 27% de las emisiones totales del país, es decir cerca de 51 Millones de Toneladas de CO₂ equivalente son emisiones debidas a estos combustibles.

decreto, que tenía como propósito la estimulación de la formulación e implementación de iniciativas de mitigación que generen reducciones de emisiones o remociones de GEI a cambio de la no causación del impuesto, ha generado una revitalización de los proyectos de mitigación, y por tanto de los procesos de validación y verificación. Fue necesario, entonces, equilibrar la oferta entre VVBs y proyectos a fin de no incurrir en excesos injustificados de costos de transacción.

La normativa colombiana es muy clara a la hora de exigir un proceso altamente transparente, público, que garantice la confiabilidad en los resultados de mitigación de los proyectos elegibles, la titularidad de las reducciones de emisiones o remociones de GEI generadas que siempre deben ser verificados por una tercera parte acreditada por ONAC o un miembro de IAF.

Para este fin, el Decreto 926 de 2017¹³² establece las características¹³³ de las reducciones de emisiones y remociones de GEI, especificando que estas deben provenir de iniciativas de mitigación implementadas en el territorio nacional utilizando programas de certificación o estándares de carbono que cuenten con registros públicos o haber implementado metodologías del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC)¹³⁴, metodologías emitidas por el Gobierno Nacional a través del Organismo Nacional de Normalización o cumplir los pasos metodológicos que establece el registro REDD+.

Igualmente la normativa colombiana introduce el reconocimiento internacional de las entidades de verificaciones tal y como se cita “(...)El organismo de verificación de emisiones de GEI deberá estar acreditado por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia - ONAC o un **organismo de acreditación miembro signatario del Foro Internacional de Acreditación** ¹³⁵(IAF, por sus siglas en inglés) que tenga en su oferta de servicios el programa de acreditación de Organismo de Verificación de Emisiones de GEI bajo los requisitos de la norma ISO14065”.

En respuesta a este escenario, el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) y Verra, que administra el VCS, acordaron la firma de un Memorando de Entendimiento para colaborar en el desarrollo de un nuevo programa de acreditación para organismos de validación y verificación de Gases de Efecto Invernadero (VVBs) en el marco del Programa VCS.

Siguiendo las directrices acordadas, una vez que se inicie el nuevo programa de acreditación, ONAC procede a la evaluación de la competencia de los VVB para realizar los servicios de validación y verificación de GEI de conformidad con la ISO 14065, así como también con los requisitos específicos del Programa VCS. Los VVB podrán entonces proporcionar servicios de validación y verificación de GEI en el marco del Programa VCS, tanto para proyectos ubicados en Colombia como a nivel mundial. Este nuevo programa de acreditación servirá como otra vía para que los VVB sean reconocidos en el marco del Programa VCS, además de los programas ofrecidos por el American National Standards Institute (ANSI) y el Standards Council of Canada (SCC).

¹³² <http://www.minambiente.gov.co/index.php/decreto-926-de-2017>

¹³³ Decreto 1076 de 2015: ARTÍCULO 2-2.11.2.1. Características de las reducciones de emisiones y remociones de GEI para certificar ser carbono neutro. Disponible en: <http://corponor.gov.co/ACTOSJURIDICOS/NORMATIVIDAD/decreto1076.pdf>

¹³⁴ Solo hasta el 31/12/2018 se aceptaban verificaciones bajo esquemas de acreditación internacionales realizadas por DOEs.

¹³⁵ Decreto 926 de 2017, art. 3: PARÁGRAFO 6º. Las reducciones de emisiones o remociones de GEI generadas por iniciativas de mitigación de GEI voluntarias, podrán ser elegibles para certificar ser carbono neutro, siempre y cuando sean verificados conforme a la metodología definida en la norma ISO 14064-2:2006 o aquella que la ajuste y actualice, mediante un organismo verificador acreditado de acuerdo con lo establecido en el artículo 2.2.11.1.2 del presente Decreto.

6.3.2 Gold Standard

El programa Gold Standard al igual que el VCS establece un reconocimiento de las DOEs acreditadas bajo el programa MDL. Dicha decisión es plenamente consecuente con dos elementos fundamentales:

- El diseño del esquema, en el que es posible implementar las metodologías MDL para el desarrollo de los proyectos.
- Garantizar una oferta de validadores/verificadores equilibrada al mínimo costo posible para el sistema, evitando que las entidades incurran en nuevos costos de acreditación.

Como especificidad del esquema GS, es necesario superar un breve examen¹³⁶ acerca de la operativa del sistema, tomando como base la información ofrecida por GS en dos *webinars* específicos, públicos y accesibles.

6.3.3 El JCM- Joint Crediting Mechanism

Como se establece en Tabla 1, Capítulo 1, el JCM tiene por objetivo la difusión de tecnologías, productos, sistemas, servicios e infraestructura, líderes en bajas emisiones de carbono, así como la implementación de acciones de mitigación, garantizando la contribución al desarrollo sostenible de Chile. Formalmente la colaboración entre Chile y Japón se plasmó en un documento bilateral para la introducción del JCM datado el 26 de mayo de 2015. Sin embargo, hasta la fecha y debido a algunas especificidades procedimentales, no se han registrado reducciones de emisiones derivadas de proyectos acogidos a este esquema¹³⁷.

Desde la perspectiva de la verificación de reducciones de emisiones, el mecanismo opera de manera esencialmente similar al MDL o VCS. Conforme con los acuerdos firmados entre ambos estados la actuación de las TPE (*Third Party Entities*) estará regulado de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Entidades acreditadas con arreglo a la norma ISO 14.065 por un organismo de acreditación que sea miembro del IAF, basado en ISO 14064-2; o
- DOE en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio.
- Las entidades candidatas deben demostrar disponer de suficiente conocimiento¹³⁸ de los acuerdos de adhesión al JCM entre la República de Chile y Japón, así como reglas y directrices aplicables del JCM.

De manera más específica el acuerdo define los Procedimientos para la designación como TPE distribuido en los siguientes puntos:

- Una entidad candidata presenta el formulario de solicitud que figura en el anexo 2 de las presentes Directrices a la siguiente dirección el Comité Mixto.
- Cuando un TPE desea ser designado bajo el JCM para ámbitos sectoriales adicionales, el TPE presenta el impreso de solicitud y solicita su designación para dichos ámbitos sectoriales.

¹³⁶

http://web.goldstandard.org/cn/aqu5p/VVBonlineExam?_cldee=YnJlbnRhb5zbWI0aEBnb2xkc3RhbmRhcmQub3Jn&recipientid=contact-431e16b18397e61180f2fc15b4284ae0-842c32a43cfe4927ba8d6f5bc8e3e09a&esid=4a0566e2-018f-e711-80fe-e0071b6a2361

¹³⁷ Solo un proyecto "Introduction of 1MW Rooftop Solar Power Systems to University" figura en fase de validación en la base de datos del JCM, sin que conste su estado definitivo o que se hayan logrado verificar reducciones de emisiones.

¹³⁸ Los acuerdos no especifican la forma en la que este conocimiento debe ser demostrado, quedando a criterio de JCM la evaluación del candidato en función de sus características y acreditaciones previas.

- La secretaría comprueba si el formulario de solicitud está completo y comunica la a la entidad candidata dentro de los siete (7) días siguientes a la recepción de la propuesta.
- Cuando la solicitud se considera completa, el Comité Mixto decide si designar a la entidad candidata como TPE o rechazar la solicitud.
- Cuando el Comité Mixto designe a la entidad candidata, los ámbitos sectoriales aplicables se decidirán sobre la base de:
 - En caso de que las entidades candidatas estén acreditadas con arreglo a la norma ISO 14065, competencia sectorial de las entidades candidatas, tal como se describe en su solicitud; y
 - En caso de que las entidades candidatas sean designadas/acreditadas en el marco del MDL, las entidades sectoriales idénticos a los del MDL, a menos que el Comité Mixto decida lo contrario. Comité.
- La secretaría notifica el resultado de la decisión anterior a la entidad candidata y hace lo siguiente la información pertinente de los TPE designados y los ámbitos sectoriales a disposición del público a través del sitio web de JCM.
- Cuando el TPE cambie sus datos de contacto, lo notificará a la secretaría. por medios electrónicos inmediatamente

Tabla 45: Entidades JCM de tercera parte reconocidas para su intervención en Chile

Entidad	Alcances ¹³⁹ de validación	Alcances Verificación
Japan Management Association:	1, 2, 3.	1, 2, 3, 14.
Japan Quality Assurance Organization	1, 3, 4, 5, 10, 13, 14.	1, 3, 4, 5, 10, 13, 14.
Lloyd's Register Quality Assurance Limited (LRQA)	1, 2, 3, 7, 13.	1, 2, 3, 7, 13.

6.4 Otros mecanismos voluntarios

6.4.1 California Offset Project Registry

El ejemplo californiano se trata de un esquema o programa *Cap & Trade* en el que se pueden identificar una doble tipología de herramientas o instrumentos de cumplimiento:

- **Derechos de emisión:** Inicialmente generados y distribuidos por el gobierno a las fuentes sujetas al “Cap” (entidades reguladas), mediante subasta o asignación.
- **Compensaciones:** Instrumento de cumplimiento alternativo generado voluntariamente por una entidad no regulada (un participante del mercado privado), de acuerdo con las reglas de la Junta de Recursos del Aire de California (*ARB*, por sus siglas en inglés) y vendido a entidades reguladas mediante acuerdos de compra bilaterales.

Tanto los derechos de emisión como las compensaciones se pueden negociar en el mercado secundario. El proponente de un proyecto que genera compensaciones (*offsets*) debe garantizar que la mitigación de emisiones no habría tenido lugar de otro modo (concepto de adicionalidad) y que se genera a partir de un proyecto registrado por *ARB*. Es importante tener en consideración

¹³⁹ Mismos alcances sectoriales que el MDL.

que, bajo este esquema, aquellas Entidades Reguladas (obligadas a la participación) pueden emplear compensaciones¹⁴⁰ para cumplir hasta el 8% de sus obligaciones bajo el programa de *Cap & Trade*. Asumiendo este límite, el sistema trata de asegurar que el 92% de las reducciones de emisiones cubiertas bajo el *Cap* y el comercio queden directamente circunscritas al ámbito de las entidades reguladas en fuentes sujetas, a la vez que se reduce el potencial impacto económico de cumplimiento. Se trata de, en definitiva, garantizar la integridad ambiental del mercado de emisiones introduciendo cierta flexibilidad que permita además un control de precios de carbono.

Desde la perspectiva del papel de los verificadores el reglamento californiano incluye requisitos que los organismos de verificación y los verificadores de compensaciones deben cumplir para ser acreditados por la *ARB*. El reglamento establece un conjunto de criterios propios, fuera de esquemas internacionales, exigiendo a los organismos de verificación y a los verificadores de compensación que completen la capacitación de la *ARB* y demuestren su competencia, mediante exámenes en el Programa y el protocolo de Compensación de Cumplimiento de la *ARB*.

Tabla 46: Características del sistema regulador californiano

Características	
1)	La acreditación es específica para el esquema , por lo que no existe reconocimiento alternativo de las cualificaciones o acreditaciones válidas en programas alternativos.
2)	Es uno de los escasos ejemplos en los que la verificación puede ser desarrollada por organismos acreditados o verificadores individuales (personas naturales) .
3)	Es un mercado fuertemente dominado por entidades nacionales, en el cual sólo <i>Lloyd's Register Quality Assurance, Inc/LRQA</i> y <i>Bureau Veritas North America, Inc.</i> , están relacionadas ¹⁴¹ con entidades de verificación vinculadas con otros esquemas.
4)	Las entidades verificadoras son también, en una porción significativa de las ocasiones, empresas consultoras o vinculadas al ámbito de la ingeniería, de tal manera que en este esquema los requisitos formales de separación de actividades son menos estrictos que en los esquemas alternativos (ISO, MDL, etc.).

Fuente: Elaboración propia.

¹⁴⁰ Registros: American Carbon Registry; Climate Action Reserve; Verified Carbon Standard. Tipología de proyectos seleccionables: proyectos ganaderos; proyectos de captura de metano en minas; proyectos de sustancias que agotan la capa de ozono; proyectos de cultivo de arroz; proyectos forestales de EE. UU.; proyectos forestales urbanos.

¹⁴¹ En este punto es importante hacer notar que por ejemplo en el MDL la acreditación se hace a una organización específica, por ejemplo, Bureau Veritas India Pvt. Ltd. (BVI), por lo que aun perteneciendo al mismo grupo empresarial Bureau Veritas North America, Inc, no está en disposición de actuar como DOE.

6.4.2 Emission Reduction Fund (ERF): Australia

Al igual que el modelo anterior, ERF es un sistema eminentemente local. Sin embargo, es interesante destacar entre sus características distintivas, el enfoque de su modelo de verificación, donde, siendo un esquema de compensación voluntario, se cuenta con sistema de verificación obligatorio. Las entidades promotoras de proyectos deben emplear un conjunto de metodologías para estimar las probables reducciones de emisiones GEI de las empresas, pudiendo desarrollarse en los ámbitos de: agricultura; eficiencia energética; minería, petróleo y gas; transporte, manejo de la vegetación, residuos, y aguas residuales.

Tabla 47: Características del ERF, Australia

Características	
Auditorías de verificación	Auditoría inicial: para evaluar la elegibilidad de los proyectos. Equivalente a una validación.
	Auditorías posteriores: Examinan la exactitud de las solicitudes de reducción de proyectos. Tienen una periodicidad de entre tres a cinco años. Basándose en las emisiones declaradas en el informe, los participantes del proyecto pueden reclamar las unidades australianas de crédito de carbono (ACCU).
	Auditorías de cumplimiento no programadas: Detección de posibles cambios. Auditorías de control obligatorias impuestas y mandatadas por el regulador.
Validaciones y verificaciones	Para ser elegible como verificador, el auditor individual debe cumplir con los requisitos específicos de elegibilidad. La selección de personas naturales como verificadores es poco frecuente, probablemente debido a las características geográficas y demográficas de Australia. En aquellos esquemas en los que puede obtenerse una masa crítica de proyectos/clientes y un grado de concentración geográfica razonable, es más sencillo que organizaciones puedan asumir los costes de gestión interna asociados a la acreditación, sin embargo, si estas condiciones no se dan, suele optarse por la acreditación de personas.
	El Regulador de Energía Limpia monitorea los auditores mediante la realización de inspecciones, pero no es el responsable de la acreditación.
	El acreditador del sistema es el Clean Energy Regulator (CER), quien es el responsable de valorar la solicitud de los potenciales verificadores, además de calificar a los auditores en cumplimiento de la legislación nacional e internacional; normas - ISO 14064-3, ISAE 3000 e ISAE 3410 - y las normas nacionales australianas aplicables a la verificación.

Fuente: Elaboración propia.

6.4.3 Proyectos Clima

El caso de los proyectos Clima en España representa una interesante fusión de esquemas que podrían servir de orientación para la configuración de modelos de compensación de emisiones GEI.

Los proyectos Clima nacen como un mecanismo de impulso a la acción climática nacional de España y de fomento de la innovación tecnológica en el desarrollo industrial. El FES-CO₂¹⁴² incentiva la realización de estos proyectos mediante el pago, durante 4 años, a los promotores

¹⁴² Fondo Español del Carbono, órgano rector de los proyectos Clima y dependiente del Ministerio para la Transición Ecológica del gobierno de España.

seleccionados de una cantidad determinada por tonelada de CO₂ equivalente (tCO₂e) reducida y verificada.

Los Proyectos Clima son proyectos que deben estar ubicados en España y ser desarrollados en sectores¹⁴³ denominados “difusos”, que no deben estar sujetos al régimen europeo de transacción de emisiones (EU ETS), quedando excluidos los proyectos de absorción de carbono a través de sumideros (proyectos forestales).

De manera más precisa los proyectos clima abarcan la siguiente tipología de actividades y/o tecnologías:

- Cambio modal en transporte de mercancías
- Eliminación de gases fluorados
- Redes de distrito
- Compostaje
- Autobuses híbridos y eléctricos
- Vertederos
- Vehículo eléctrico
- Biometanización
- Eficiencia energética y residencial
- Cambio de combustible
- Eficiencia energética e industrial
- Gestión de residuos ganaderos
- Riego solar
- Calor residual
- Eliminación metano minería
- Conducción eficiente
- Proyección de espumas aislantes
- Cambio en flota de camiones
- Geotermia
- Transporte marítimo
- Acciones integrales en ciudades
- Electrificación con energía renovable en zonas aisladas de red
- Reducción de metano en el cultivo de arroz
- Técnicas de laboreo sostenible
- Depuración de aguas residuales

¹⁴³ Los sectores cubiertos por el programa son: 1. Agricultura y ganadería, 2. Transporte, 3. Residencial, comercial e institucional, 4. Gestión de residuos, 5. Gases fluorados, 6. Pequeña Industria, 7. Minería.

Tabla 48: Características proyectos Clima

Características	
Exigencias básicas	Los proyectos deben ser adicionales respecto a lo establecido por las normas sectoriales de la legislación vigente, es decir, que la inversión no se produzca como consecuencia de una regulación ambiental.
	Los proyectos deben proceder de instalaciones y sectores no sujetos al régimen de comercio de derechos de emisión (EU ETS).
	La reducción de emisiones debe ser medible y verificable, de modo que tenga reflejo en el inventario GEI de España, y ser calculada utilizando metodologías que deberá aprobar el consejo rector.
Validación y verificación	Las propuestas de proyectos, su encaje legal en la normativa, consistencia tecnológica y metodológica, son evaluadas y validadas por el organismo rector del sistema, FES-CO ₂ ¹⁴⁴ .
	Los informes de seguimiento son verificados por una entidad verificadora independiente de acuerdo con las directrices contenidas en un manual para la verificación de reducción de emisiones de Proyectos Clima.
	El papel de las entidades de verificación está asignado indistintamente a DOEs, Entidades Independientes Acreditadas (AIEs) y verificadores del EU ETS, al objeto poner a disponibilidad del esquema una oferta amplia de verificadores contribuyendo a la reducción de costes vía competencia. La experiencia práctica es que, al tratarse de un modelo netamente nacional, las DOEs internacionales tienen una participación muy limitada, siendo los verificadores EU ETS nacionales y europeos, los que desarrollan una actividad más intensa.

Una característica distintiva de este programa es su orientación para disminuir los costos de diseño, seguimiento y monitoreo de los proyectos. Para ello se han diseñado un conjunto de metodologías, y especialmente, hojas y modelos de cálculo en las que los proponentes de proyecto solo deben ingresar un conjunto limitado de datos de actividad, obteniendo de manera automática y unificada (para todos los proyectos de la misma tipología) los resultados básicos del proyecto y en última instancia, las reducciones de emisiones que serán adquiridas por FES-CO₂. Esta estrategia ha demostrado ser muy eficaz a la hora de reducir los costes de MRV de los proyectos, al poner a disposición de los diferentes actores (proponentes de proyectos, verificadores y FES-CO₂) herramienta unificadas. Aunque resulta difícil aportar valores unificados para la verificación de proyectos clima (ya que dependen de aspectos tales como la distribución geográfica de las unidades a verificar, tecnologías, etc.) es posible establecer una horquilla de costes de verificación cuyo extremo inferior podría situarse en el entorno de los 1.500 USD para los proyectos más sencillos y los 4.500 USD para los proyectos más complejos.

¹⁴⁴ Esta actuación tiene su justificación en el hecho de que es la administración quien se compromete a la adquisición de la reducción de emisiones y por tanto se arroga el máximo control sobre los proyectos aceptados.

6.5 Conclusiones y sugerencias

En virtud del análisis realizado en este capítulo, es posible formular las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. A fecha de redacción de este informe no existen en Chile opciones significativas de entidades operativas (organización y auditores) acreditadas en el escenario internacional. Por el contrario, existe un número significativo de oficinas locales de DOEs, que, si bien no pueden actuar de manera independiente, están en posición de adquirir el *expertise* necesario de una manera rápida y ejecutiva en la materia.
2. El entorno institucional de Chile es lo suficientemente robusto como para desarrollar una oferta de entidades auditoras de tercera parte independiente. Sin embargo, se recomienda evaluar desde un punto de vista costo-beneficio la viabilidad de acometer actuaciones de acreditación versus el simple reconocimiento de calificaciones (pre-acreditadas).
3. Chile dispone de los recursos técnicos y humanos suficientes como para incorporar perfiles técnicos locales como validadores y verificadores, en especial los perfiles de auditoría procedentes de la gestión medioambiental.
4. Es importante tener en consideración las diferencias específicas entre procesos de verificación de emisiones (informes de emisión vinculados generalmente a instalaciones) y procesos de validación/verificación de proyectos de reducción de emisiones GEI (offsets vinculados generalmente a proyectos). En términos generales los dos pasos principales asociados al ciclo de proyecto suelen ser la validación (orientada a la comprobación del cumplimiento de los criterios de elegibilidad de los proyectos) y la verificación (orientada a la certificación de la consecución de las reducciones de emisiones pretendidas). La existencia de ambas fases constituye un elemento común a todos los esquemas, si bien pueden existir diferencias en su ejecución, por ejemplo:
 - Los tiempos que pueden transcurrir entre la validación y la verificación pueden ser muy variables, y estar asociados a los requisitos específicos del esquema. Por ejemplo, la exigencia de condiciones concretas para el establecimiento del *start date* del proyecto, lo que generalmente obliga a desarrollar la validación en fases muy tempranas de desarrollo de proyecto.
 - Desde un punto de vista funcional no resulta imprescindible que exista una gran diferencia de tiempo entre validación y verificación, y en función de la reglamentación incluso ambas pueden ser desarrolladas de manera secuencial, de forma que pueda contribuirse a reducir los costes derivados de la actuación de una entidad de tercera parte.
 - Algunos esquemas como el desarrollado en España (Proyectos clima) optan por un año nivel de estandarización (unificación de formatos, metodologías, hojas de cálculo preprogramadas, etc.) y la validación queda en manos del administrador del esquema. Esta opción implica una importante reducción del coste de desarrollo de proyecto para el promotor, ya que debe limitarse a completar los formatos y remitirlos a la autoridad competente, a la espera de su aprobación definitiva. Por parte de la administración tiene igualmente algunas implicaciones, en primer lugar es necesario desarrollar formatos y herramientas prediseñadas (hojas de cálculo con las fórmulas y factores de emisión insertas y bloqueadas para evitar manipulaciones), en segundo lugar es necesario o conveniente definir una fase de preaprobación (en la que el promotor debe aportar un PIN, *project idea note*) de forma que la administración disponga de información orientativa previa que facilite la gestión de recursos.

5. El precio del carbono (emisiones, *offsets*) resulta determinante para la expansión del mercado y disponibilidad de entidades de validación/verificación.
6. En relación con la limitación de la actuación de las entidades de tercera parte restringiendo su papel al de validador o verificador en un mismo proyecto, esquemas como el MDL vinculan dicha limitación a las dimensiones del proyecto (pequeña escala pueden ser validados y verificados por la misma DOE, mientras que gran escala la validación y verificación debe ser ejecutada por distinta DOE. En el contexto objeto de la presente consultoría se recomienda no establecer dicha limitación. A continuación, se exponen brevemente las bases sobre las que se sustenta esta recomendación:
 - Permitiría una reducción de costes contratación, una entidad podría realizar al operador una oferta más competitiva si la relación comercial abarca un periodo amplio de tiempo.
 - Permitiría la reducción de los costes de proceso, ya que se facilita que la entidad verificadora pueda disponer de un conocimiento previo y asentado sobre la instalación, en el caso de que haya actuado como validadora previamente. De esta forma los tiempos de verificación podrían verse reducidos y con ellos el coste asociado.
 - Asumiendo que los desarrollos de proyectos sean en su mayoría pudiera ser de una escala limitada, se podría establecer que los riesgos para el esquema de una hipotética colusión entre operador y verificador serían limitados.
 - La independencia, y buen hacer profesional de las entidades validadoras/verificadoras deben garantizarse a través del proceso de acreditación, el cual debe establecer la sistemática oportuna para que dichas entidades garanticen la ausencia de conflictos de interés.
7. La determinación *ex ante* de tecnologías, metodologías específicas, herramientas de cálculos, listas positivas (ver capítulo siguiente), etc. asociadas por ejemplo a un conjunto de sectores generadores de *offsets*, puede contribuir a reducir los costos de transacción. Las listas positivas refieren básicamente a la determinación de las características técnicas y sectoriales de los proyectos.
8. El grado de estandarización de un programa de *offsets* es determinante respecto a los costos del proceso de verificación (aunque incrementa los costos de diseño e implantación del esquema). También tiene un impacto sobre los niveles de precisión y confiabilidad del programa, por lo que en caso de plantearse, es necesario realizar una evaluación de los costos y beneficios asociados.
9. Es importante considerar que los sistemas o esquemas que generan unidades transables GEI (emisiones/reducciones/absorciones) se caracterizan por disponer de entidades de validación/verificación altamente reguladas, con requisitos técnicos muy elevados, control de la actividad permanente, procedimientos o manuales de verificación muy detallados y exigentes. Por el contrario, los esquemas orientados a la imagen reputacional (ej. huella de carbono) tienen requerimientos de auditoría menos exigentes, basados en estándares genéricos (ej. ISO), dando mayores grados de libertad a las entidades a la hora de conformar sus requisitos de calificación y de auditoría.
10. Una de las brechas más significativas detectadas en los procesos de validación y verificación tiene relación con la evaluación de la sostenibilidad y potencialidad de los co-beneficios asociados a los proyectos de reducción GEI. Es posible que el origen de esta brecha se encuentre en el deseo de los reguladores de crear esquemas que garanticen desde un punto de vista metodológico la transparencia y confiabilidad de los créditos verificados, aportando así confianza y transparencia a los mercados GEI. Sin embargo, esta situación ha ido cambiando en los últimos años, detectándose una creciente preocupación por la contribución

de los proyectos de reducción GEI al desarrollo sostenible. De cara al futuro, los esquemas de compensación de emisiones, y por extensión las entidades que participen en ellos debieran incorporar criterios adicionales de sostenibilidad ambiental. Este punto puede ser complejo, en aquellos casos en los que existan una gran multiplicidad de tecnologías. Criterios genéricos de sostenibilidad, podrían no ser suficientemente relevantes para todas las tecnologías, y criterios muy específicos podrían incrementar los costes de transacción asociados al proyecto.

11. De lo expuesto en este capítulo, se desprende como regla general que la verificación es llevada a cabo por entidades acreditadas (por personas jurídicas). Han existido algunos ejemplos en los que la verificación podía llevarse a cabo por verificadores individuales (personas naturales), sin embargo, esta práctica ha cambiado en los últimos años, quedando circunscrita a ámbitos muy específicos. Las razones parecen ser de lógica técnica y económica, al concentrar el control de la acreditación, la comunicación y la derivación de responsabilidades en organismos específicos y no en una pluralidad de individuos.
12. En el caso en el que se optara por la constitución de un sistema de acreditación a escala nacional, a continuación, se propone un conjunto de elementos fundamentales que deberían ser objeto de desarrollo:
 - Criterios para el análisis de la competencia:
 - Disponibilidad de conocimientos sobre las tecnologías y/o alcances sectoriales de los proyectos: Forma en la que dicho conocimiento se acredita, formación técnica específica, cuantificación de experiencia sectorial, etc.
 - Conocimiento sobre el esquema regulatorio y metodológico que rodea la compensación de emisiones en Chile. En especial atendiendo al papel desempeñado por la adicionalidad y su evaluación en el desarrollo del esquema nacional.
 - Conocimiento sobre auditoría (por ejemplo experiencia ISO 14000 o ISO 9001) y esquemas MRV, entre otros aspectos relacionados con escenario de referencia, límite del proyecto, escenario del proyecto, cálculo de las reducciones o absorciones de emisiones de GEI, impacto ambiental y requisitos de seguimiento, técnicas de medición, calibración e incertidumbre en la medición de los parámetros aplicables, e impacto del fallo del equipo de seguimiento en la medición de las reducciones de emisiones, etc.
 - Análisis de riesgos, y conocimientos sobre muestreo, inferencia estadística, materialidad, etc.
 - Definición de las condiciones de contratación de recursos externos/subcontratación.
 - Disponibilidad de sistemas que garanticen el seguimiento permanente de la cualificación del personal.
 - Esquema definido por el que un técnico puede acceder a alcances sectoriales nuevos.
 - Sistemas corporativos de aseguramiento de la calidad, gestión documental, gestión de registros, confidencialidad, etc.
 - Criterios para la definición de al menos cuatro tipos de posiciones:
 - Auditor Líder
 - Auditor
 - Experto Técnico: (persona que acredita conocimiento específico sobre la tecnología/alcance sectorial) y que complementa al equipo auditor en el caso en que el resto de los miembros no pueda acreditar dicha experiencia sectorial.

- Revisor Técnico, descripción de funcionalidades y experiencia.
- Definición de responsables del proceso (*Quality Manager*, representante ante el acreditador, etc.)
- Controles internos y externos de la actividad: Descripción de controles internos a través de mecanismos de auditoría interna programada, y controles externos, por ejemplo, a través de acompañamientos periódicos del acreditador (o alguien designado por este) durante un proceso de validación/verificación.
- Procedimientos precisos de revisión contractual, al objeto de garantizar que la entidad está en disposición de acometer el proceso, cumpliendo los requisitos técnicos para ello. Para ello es necesario disponer de una formulación previa para la obtención de la información sobre la cual realizar la revisión contractual.

7 Revisión de distintos sistemas de acreditación y aprobación de nuevos proyectos a nivel internacional: Propuesta de lineamientos generales para el contexto de Chile

La acreditación de entidades de validación y verificación de emisiones y/o reducciones de GEI, como actividad de evaluación de la conformidad, es un elemento necesario para dotar de rigor y credibilidad a cualquier sistema de gestión de estos gases, prioritario cuando el sistema de gestión lo es a nivel nacional y será reflejado en el cumplimiento de los objetivos nacionales frente al Acuerdo de París y la comunidad internacional.

El referente principal para acreditar entidades en este ámbito es la norma internacional ISO 14065, que contiene los requisitos exigibles a las entidades de validación y/o verificación, sobre la naturaleza jurídica de la entidad, sus procedimientos y sistemas de control y gestión, la capacidad técnica de su personal, el tratamiento de la subcontratación y su aseguramiento frente a reclamaciones de terceros.

A nivel internacional, hay dos tendencias al respecto: crear un sistema de acreditación propio o reconocer a entidades acreditadas por terceros de reconocido prestigio. En el caso de Chile, y para el empleo de reducciones de emisiones como compensación al Impuesto Verde, la opción recomendada es reconocer la acreditación bajo esquemas que ya están en marcha, como son el MDL, VCS y GS. Si el tamaño del mercado a futuro es suficientemente grande, podría complementarse con un referencial nacional chileno, basado en la norma ISO 14065.

Si en ese escenario de mayor demanda de reducción de emisiones certificadas ligadas a la compensación del Impuesto Verde, Chile decidiese desarrollar un programa doméstico de reducción de emisiones, el criterio de adicionalidad debería estar alineado con las definiciones correspondientes del Artículo 6 del Acuerdo de París.

Ante la falta de definición del criterio de adicionalidad en el Libro de Reglas del Acuerdo de París a la fecha de este informe, y considerando el desarrollo y evolución histórica del concepto de adicionalidad para las actividades de proyecto del MDL como criterio de elegibilidad, la recomendación para Chile serían las listas positivas de elegibilidad por tecnología y tamaño, en los sectores de la economía chilena dentro o fuera de su NDC que el Gobierno de Chile considere estratégicos.

7.1 Sistemas de acreditación

7.1.1 Definición de acreditación

La **acreditación** es la herramienta establecida a escala internacional para generar confianza sobre la correcta ejecución de un determinado tipo de actividades denominadas comúnmente “Actividades de Evaluación de la Conformidad” y que incluyen ensayo, calibración, inspección, certificación o verificación entre otras. En general, cualquier actividad que tenga por objeto evaluar si un producto, servicio, sistema, instalación, etc. está en conformidad con ciertos requisitos, puede estar sujeta a acreditación. Dichos requisitos pueden estar establecidos por ley y tener carácter reglamentario o estar especificados en normas, especificaciones u otros documentos de carácter voluntario.

Es comúnmente aceptado que el valor de las actividades de evaluación de la conformidad depende en gran medida de la credibilidad de los evaluadores que las realizan y de la confianza que el mercado y la sociedad tiene en ellos. Para lograr esa confianza y credibilidad es preciso establecer un mecanismo independiente, riguroso y global que garantice la competencia técnica de dichos evaluadores y su sujeción a normas de carácter internacional.

Los principios de la acreditación deben asegurar que los organismos acreditados cumplen con los siguientes requisitos:

Tabla 49: Requisitos que deben cumplir los organismos acreditados

Requisitos:
1) Cuentan con personal con los conocimientos técnicos y la experiencia adecuados.
2) Disponen del equipamiento e infraestructura adecuada y necesaria para desarrollar sus actividades.
3) Aplican métodos y procedimientos de evaluación válidos y apropiados.
4) Emplean técnicas de evaluación de la calidad de los resultados que aseguran la trazabilidad de las mediciones y calibraciones asociadas a sus servicios.
5) Informan adecuadamente a sus clientes de los resultados de sus actividades, emitiendo informes o certificados claros y precisos.

Fuente: Elaboración propia.

La acreditación es una herramienta al servicio, no sólo de los evaluadores de la conformidad a los que acredita, reconociendo formalmente su competencia técnica, sino que, además, ofrece una valiosa garantía tanto a la Administración Pública como al mercado en general, ya que es una manera segura de identificar a aquellos evaluadores de la conformidad que ofrecen máxima fiabilidad de sus servicios.

7.1.2 Norma internacional para acreditación de entidades en verificación de gases efecto invernadero: Norma ISO 14.065

La norma ISO 14065: 2013¹⁴⁵ es una norma internacional que establece los requisitos para los organismos que llevan a cabo la validación o verificación de GEI utilizando normas ISO u otras normas o especificaciones relevantes. La norma ISO 14065 proporciona a los administradores, reguladores y acreditadores de programas de GEI, una base para evaluar y reconocer la competencia de los organismos de validación o verificación (conocidos en la jerga internacional como *validation and/or verification bodies*, V/VB).

Este documento obligatorio es aplicable a los organismos de validación o verificación para los siguientes criterios de validación o verificación:

- ISO 14064-1 (inventario de emisiones) o ISO 14064-2 (proyectos de reducción de emisiones);
- Programa de GEI regulado de naturaleza pública y que ha sido desarrollado utilizando un proceso formal de participación de entidades público – privadas y otros organismos interesados;
- Programa de GEI disponible al público (por ejemplo, el Instituto de Recursos Mundiales y Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible [WRI / WBCSD] protocolo de GEI y se ha desarrollado utilizando un proceso formal de participación de los interesados; o
- Protocolos específicos de sectores industriales, de naturaleza privada, aplicables internamente pero que puedan comunicarse, en todo o en parte, como información pública o destinada a reguladores.

¹⁴⁵ <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14065:ed-2:v1:es>

Como se mencionó anteriormente, la Norma ISO 14065 contiene los requisitos exigibles por parte de las entidades de acreditación a los organismos de validación y/o verificación en relación con los siguientes aspectos:

- 1) **Naturaleza jurídica:** Imparcialidad, competencia, transparencia, situación legal.
- 2) **Procedimientos generales:** sistemas de gestión, comunicación y registros, tratamiento de registros, confidencialidad e información accesible al público; sistemas generales de tratamiento de quejas y apelaciones. Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones.
- 3) **Procedimientos específicos:** procedimientos de validación, verificación y revisión técnica; validaciones y/o verificaciones especiales. Imparcialidad y ausencia de conflicto de interés. Procedimientos específicos sobre el tratamiento de quejas y apelaciones sobre decisiones de validación y/o verificación.
- 4) **Capacidad técnica:** competencias generales y específicas; gobernanza y compromiso de la dirección; competencias y distribución del personal; registro del personal.
- 5) **Tratamiento de la subcontratación:** condiciones de empleo de validadores y verificadores externos, registro de la contratación externa.
- 6) **Sistema de aseguramiento contra incompetencia, malas prácticas o fraude:** asuntos legales y contractuales, responsabilidad legal y finanzas; contratación de seguros específicos para minimizar impactos sobre el conjunto de la entidad por reclamaciones económicas.
- 7) **Opciones sobre acreditación de entidades de verificación o evaluación de la conformidad:** acreditación propia vs. reconocimiento de otras acreditaciones.

7.1.3 Opciones sobre acreditación de entidades de verificación o evaluación de la conformidad: acreditación propia versus reconocimiento de otras acreditaciones

Cuando un organismo regulador afronta la gestión de unidades de emisión o reducción de GEI en el marco de un sistema de monitoreo, reporte y verificación por tercera parte independiente, debe contar con entidades acreditadas por un organismo reconocido, con el fin de dotar de credibilidad al sistema, particularmente cuando la gestión se dirige hacia el comercio internacional o hacia la compensación de un impuesto, como el impuesto al carbono.

En el panorama internacional pueden diferenciarse claramente dos opciones: la de organismos reguladores que crean un sistema de acreditación propio, o la de aquellos reguladores que descansan, en todo o en parte muy significativa, en verificadores acreditados por terceros de reconocido prestigio. En el primer caso, los reguladores crean un referencial propio, como en el caso de la Comisión Europea y de la Junta Ejecutiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio.

7.1.3.1 Acreditación propia

- Caso EU-ETS

En el primer caso, los reguladores crean un referencial propio, como en el caso de la Comisión Europea y de la Junta Ejecutiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio.

Para la verificación de los informes anuales de seguimiento de emisiones de las instalaciones incluidas en el EU ETS y para verificar las peticiones de asignación gratuita de derechos de emisión, la Comisión Europea estableció en el año 2005 un sistema de acreditación de entidades,

que se denominan “Verificadores de gases efecto invernadero” o “Verificadores GEI”. Actualmente, el referencial europeo es la norma EN ISO 14065 y el Reglamento UE 600/2012¹⁴⁶.

Junto con esos dos textos referenciales, cada entidad nacional de acreditación de la Unión Europea crea un documento específico que constituye, en el idioma oficial del país, el referencial que compendia todos los requisitos aplicables para la acreditación de la entidad. El mencionado reglamento contiene además disposiciones que permiten la actuación de verificadores acreditados por un país miembro, en todo el ámbito europeo, asegurando así un mercado suficientemente amplio para los verificadores, y una oferta de verificación acorde con el tamaño del mercado entidad¹⁴⁷.

- Caso MDL

La Junta Ejecutiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio, obedeciendo a los mandatos de las diferentes Conferencias de las Partes de la Convención Marco y de las Reuniones de las Partes del Protocolo de Kioto, ha establecido el referencial de acreditación de entidades operacionales designadas¹⁴⁸. Cabe señalar que la Norma ISO 14065 es muy similar, en sus requisitos y alcances, al referencial de acreditación de las DOEs.

Como es sabido, la acreditación está diferenciada entre validación y verificación¹⁴⁹ y se aplica a aquellos ámbitos sectoriales del MDL donde la entidad muestra capacidad técnica. La Junta Ejecutiva y su órgano subsidiario conocido como Panel de Acreditación, junto con el personal técnico de la Secretaría de la Convención Marco, ejercen un monitoreo en continuo de la acción y desempeño de las entidades operacionales designadas, con una fuerte exposición pública de los resultados, creando así uno de o el mayor en transparencia de los sistemas de evaluación de la conformidad a escala internacional¹⁵⁰.

7.1.4 Reconocimiento de otras acreditaciones

Otra de las alternativas practicadas sobre la acreditación de entidades de validación / verificación, es la de reconocer la acreditación otorgada por un tercero, con suficiente credibilidad y reconocimiento por el mercado, al tratarse de reducciones de emisiones GEI. Así sucede con esquemas voluntarios de validación/verificación de reducciones de emisiones GEI, como *Verified Carbon Standard* (VERRA), *Gold Standard* o el *Joint Crediting Mechanism* (JCM) promovido por el Gobierno de Japón.

En estos tres casos se reconoce la acreditación ejecutada por la Junta Ejecutiva del MDL, habilitando a las entidades operacionales designadas (DOEs) a operar en estos esquemas, si bien permiten que entidades de certificación no acreditadas como DOEs lo hagan en el esquema particular, mediante un referencial propio (VCS o GS) con un contenido muy similar a la ISO

¹⁴⁶ Reglamento (UE) N° 600/2012 de la Comisión, de 21 de junio de 2012 relativo a la verificación de los informes de emisiones de gases de efecto invernadero y de los informes de datos sobre toneladas-kilómetro y a la acreditación de los verificadores de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

¹⁴⁷ De acuerdo con el artículo 66 (1) del Reglamento UE 600/2012 sobre reconocimiento mutuo de verificadores, los Estados miembros aceptarán los certificados de acreditación de los verificadores acreditados por otros organismos nacionales de acreditación y respetarán el derecho de estos verificadores a llevar a cabo actividades de verificación dentro de su alcance de acreditación. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:181:0001:0029:ES:PDF>

¹⁴⁸ “CDM accreditation procedure” Versión 14.0, CDM-EB05-A02-PROC. Disponible en: <https://cdm.unfccc.int/Reference/Procedures/index.html>

¹⁴⁹ La validación se refiere a una auditoría que permite asegurar que un determinado proyecto cumple con los requisitos metodológicos para generar reducciones de emisiones GEI, mientras que la verificación consiste en una auditoría orientada a asegurar que la emisión de una cierta cantidad reducciones de emisiones GEI en un espacio de tiempo determinado cumple con los requisitos metodológicos correspondientes.

¹⁵⁰ “Performance monitoring of designated operational entities”, Ver03.1 CDM-EB58-A01-PROC. Disponible en el link: <https://cdm.unfccc.int/Reference/Procedures/index.html>.

14065, o reconociendo a entidades de validación/verificación directamente acreditadas por un organismo nacional bajo la ISO 14065 (JCM).

Un caso que pudiera actuar como paradigma para un posible esquema nacional o programa doméstico de reducción de emisiones en Chile, es el caso de los proyectos Clima en España, descrito en el capítulo anterior de este estudio.

Los proyectos Clima se constituyeron en el año 2012, mediante la llamada Ley de Desarrollo Sostenible y están diseñados para alcanzar reducciones de emisiones en los llamados “sectores difusos”, principalmente: agricultura, transporte, residencial, institucional y servicios (ninguno de ellos incluidos en el ámbito del sistema EU ETS).

En la página web del Ministerio para la Transición Ecológica de España, se señala:

“(…) las reducciones de emisiones generadas por proyectos ubicados en el territorio nacional serán verificadas por verificadores de gases de efecto invernadero acreditados de conformidad con la normativa que resulte de aplicación. Esto es Entidades Operacionales Designadas (DOEs), las Entidades Independientes Acreditadas (AIEs) acreditadas en el marco de Naciones Unidas para los proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y de Aplicación Conjunta (AC), así como a todos los verificadores acreditados en España en el marco del Régimen Europeo de Comercio de Derechos de Emisión (EU ETS) con independencia de su lugar de acreditación”¹⁵¹.

De esta manera, el gobierno de España no establece otras acreditaciones que las ya existentes para los mecanismos flexibles del Protocolo de Kioto y para el Sistema Europeo de Comercio de Derechos de Emisión. El proceso de verificación de Proyectos Clima (la validación la realiza un organismo denominado Fondo Español de sostenibilidad FES-CO₂) se detalla en el documento “Manual para la Verificación de Proyectos Clima”, versión 4, enero 2017¹⁵².

Otro ejemplo lo constituye el Mecanismo de Implementación Conjunta, Track 2. El Organismo de Supervisión de Aplicación Conjunta o *Joint Implementation Supervisory Committee*, (JISC, siglas en inglés), pasó de tener un esquema propio de acreditación de Entidades Independientes, El (acreditación análoga a la de DOEs), a reconocer automáticamente como EI a las DOEs que lo solicitaran, debido a la disminución de la actividad dentro del Mecanismo de Aplicación Conjunta.

7.1.5 Ventajas y desventajas de cada alternativa

Contar con un sistema de acreditación propio para entidades de validación/verificación, permite al organismo regulador generar unos requisitos propios y una gestión definida de la oferta de servicios de validación/verificación. Sin embargo, requiere de parte del regulador y del Estado en el que opera, de un esfuerzo considerable para implementar el sistema de acreditación que, basado lógicamente en la norma internacional ISO 14065, debe poner en marcha su sistema nacional de acreditación.

La entidad nacional de acreditación tendrá además que asumir el esfuerzo, en términos de recursos humanos y económicos, de realizar el seguimiento periódico de las entidades acreditadas.

El reconocimiento de otros sistemas de acreditación, basados en la norma ISO 14065, descarga a la entidad nacional de acreditación de la necesidad de acreditar a las entidades y de realizar

¹⁵¹ <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/proyectos-clima/el-ciclo-de-proyectos-clima/>

¹⁵² https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/proyectos-clima/170203manualdeverificacionv4_tcm30-489607.pdf

su seguimiento periódico; asimismo, el organismo regulador de las emisiones GEI no tiene que establecer el estándar o referente propio, ni de actualizarlo conforme se produzcan las revisiones de la Norma ISO 14065.

Por el contrario, se pierde el control sobre la naturaleza y cantidad de las entidades de validación/verificación que operen dentro del ámbito sobre el cual actúa el organismo regulador. El equilibrio entre recursos disponibles, rentabilidad del esfuerzo a realizar, control de supervisión sobre el proceso de validación/verificación a través de las entidades acreditadas y cantidad de los proyectos y de reducciones de emisiones (del mercado en definitiva), es el que puede orientar la decisión a tomar por el organismo regulador.

7.1.6 Recomendaciones para el caso de Chile

Considerando los escenarios planteados en el capítulo 4 Propuesta de uso de *offsets* a nivel doméstico de este estudio, los proyectos a verificar para generar unidades de compensación son los validados ya bajo los esquemas de MDL, VCS y GS, tanto de origen nacional como en otros países no Anexo I. Consiguientemente, la acreditación predominante que empleen las entidades de verificación ya van a ser los del MDL, y minoritariamente la acreditación directa bajo VCS o GS.

Por ello la opción más eficiente en términos de costo-beneficio es la de reconocer directamente la acreditación bajo otros programas que ya están en marcha, plenamente consolidados y reconocidos por la comunidad internacional, como son el MDL, VCS y GS.

En el caso de que se detecte una falta de personal calificado en las DOEs (equivalente y específicas de VCS y GS) que operan en Chile, se podría indicar a éstas la necesidad de incorporar el personal requerido o calificar al existente, mediante por ejemplo un sistema de precios máximos de verificación o determinando el personal que debe intervenir en el proceso de verificación, para que los créditos puedan considerarse en el esquema de compensaciones propuesto para el Impuesto Verde. Esta intervención en el mercado puede justificarse mediante elementos normativos adecuados, y el precio máximo puede fijarse de común acuerdo en una mesa de diálogo multipartito entre Administración, promotores de proyectos y DOEs- VVBs

Si bien no es frecuente que se establezcan limitaciones de precio o precios fijos, como tasas administrativas, es un recurso legal que no debe disuadir a las DOEs o VVBs, que responderán en función del tamaño del mercado y de la expectativa de actividad productiva.

7.2 Concepto de “Adicionalidad” en los acuerdos internacionales de cambio climático

No existe referencia alguna a la adicionalidad en el texto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático¹⁵³. La primera cita de la noción de adicionalidad se encuentra en los artículos 6 y 12 del Protocolo de Kioto¹⁵⁴, referido a los proyectos del mecanismo de Implementación Conjunta. Se cita literalmente:

“Todo proyecto de ese tipo permitirá una reducción de las emisiones por las fuentes, o un incremento de la absorción por los sumideros, que sea adicional a cualquier otra reducción u otro incremento que se produciría de no realizarse el proyecto.”

¹⁵³ <https://unfccc.int/sites/default/files/convsp.pdf> y https://unfccc.int/sites/default/files/convention_text_with_annexes_spanish_for_posting.pdf

¹⁵⁴ <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>; en el artículo 6 b

Sobre el Mecanismo de Desarrollo Limpio, en el artículo 12, apartado 5c) se señala que se producirá la certificación de: *“reducciones de las emisiones que sean adicionales a las que se producirían en ausencia de la actividad de proyecto certificada”*.

Posteriormente, en las modalidades y procedimientos del Mecanismo de Desarrollo Limpio acordados en la COP 7 de Marrakech (2001), (“17/CP.7. Modalidades y procedimientos de un mecanismo para un desarrollo limpio, según se define en el artículo 12 del Protocolo de Kioto. FCCC/CP/2001/13/Add.2 página 22 y siguientes”)¹⁵⁵ define en el punto 43: *“Una actividad de proyecto del MDL tendrá carácter adicional si la reducción de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero por las fuentes es superior a la que se produciría de no realizarse la actividad de proyecto del MDL registrada”*.

El texto de las Modalidades y Procedimientos indica: *“Reconociendo la necesidad de impartir orientación a los participantes en los proyectos y a las entidades operacionales designadas, en particular con el fin de establecer bases de referencia fiables, transparentes y prudentiales para determinar si las actividades de proyectos del mecanismo para un desarrollo limpio se ajustan al criterio de adicionalidad establecido en el inciso c) del párrafo 5 del artículo 12 del Protocolo de Kioto (...)”*

Y para la determinación de que las reducciones alcanzadas por un proyecto son adicionales, el texto establece en su Apéndice C que:

“La Junta Ejecutiva, valiéndose de expertos de conformidad con las modalidades y procedimientos del MDL, elaborará y recomendará a la CP/RP, entre otras cosas:

a) Una orientación general sobre las metodologías relativas a las bases de referencia y la vigilancia que sea compatible con los principios enunciados en el anexo sobre modalidades y procedimientos, a fin de: (...)

Abordar el requisito de adicionalidad previsto en el inciso c) del párrafo 5 del artículo 12 del Protocolo de Kioto y el párrafo 43 del anexo anterior.”

Así pues, la Conferencia de las Partes en Marrakech, Diciembre de 2001, encargó a la Junta Ejecutiva un plan de trabajo para abordar el desarrollo del concepto de adicionalidad que aparece en el Artículo 12 (y también en el 6) del Protocolo de Kioto, lo que ha derivado en varias decisiones y documentos aprobados por la junta ejecutiva del MDL que tratan y definen el concepto.

Se han desarrollado varias herramientas o *Tools* para estandarizar y sistematizar la determinación de adicionalidad y por lo tanto de la elegibilidad de una actividad de proyecto para poder ser registrada en el MDL.

Así podemos afirmar que adicionalidad y elegibilidad son un binomio dentro del MDL y que la adicionalidad se ha transformado en criterios para que se pueda elegir un proyecto según las reglas de la junta ejecutiva que refrendan las COP.

Por ello, la adicionalidad se sustancia y desarrolla según los criterios del regulador y del órgano de decisión y gobierno superior, y en el caso del MDL, está enunciada por el desarrollador del proyecto, aprobada por la entidad operacional designada, y revisada y

¹⁵⁵ <https://unfccc.int/resource/docs/cop7/13a02.pdf>

aprobada por los organismos auxiliares de la junta ejecutiva (equipo técnico de la secretaría y equipo de revisión y emisión -*review and issuance team*-).

En el Anexo I se encuentra una relación de las herramientas o *tools* que pueden emplearse para la demostración de la adicionalidad de un proyecto MDL.

La forma más frecuente de referir la adicionalidad de un proyecto es emplear los conceptos y fases detallados en la *Tool for the demonstration and assessment of additionality*¹⁵⁶.

7.2.1 La adicionalidad en el desarrollo del Acuerdo de París

Las reglas que se han esbozado para el funcionamiento del Artículo 6 del Acuerdo de París, buscan en algunos casos redefinir el concepto de adicionalidad.

El borrador de los textos del artículo 6.2 del SBSTA y el texto de la Presidencia polaca de la Cumbre de Katowice¹⁵⁷ simplemente definen una serie de principios a través de los cuales se debe garantizar la integridad ambiental, entre otros a través de niveles de referencia estrictos, líneas de base establecidas de manera conservadora y por debajo de las proyecciones de emisiones habituales (incluso teniendo en cuenta todas las políticas existentes y abordando las posibles fugas) y garantizando la compensación de cualquier inversión material.

Para el mecanismo del Artículo 6.4, las Partes han comenzado a definir una guía más específica para determinar la línea de base que se agrupa en torno a cuatro enfoques:

1. Enfoque basado en el desempeño con referencia a la mejor tecnología disponible,
2. Emisiones históricas,
3. Emisiones según la línea tendencial y
4. Líneas de base estandarizadas.

Sobre el concepto de adicionalidad, la propuesta del Presidente señala en el apartado 37:

“37. Cada metodología del mecanismo especificará el enfoque para demostrar la adicionalidad de la actividad. La actividad es adicional donde:

- a) Las reducciones de emisiones logradas por la actividad son adicionales a cualquiera que de otra manera ocurrirían, teniendo en cuenta todas las políticas nacionales, incluida la legislación;*
- b) Las reducciones de emisiones son complementarias a las políticas y medidas implementadas para lograr el NDC de la Parte anfitriona.”*

7.2.2 La adicionalidad dentro del Joint Crediting Mechanism (JCM) de Japón

Hasta el momento varios países -en calidad de anfitriones de proyectos de reducción de emisiones -Mongolia, Bangladesh, Etiopía, Kenia, Maldivas, Vietnam, Laos, Indonesia, Costa Rica, Palau, Camboya, México, Arabia Saudita, Chile, Myanmar, Tailandia y Filipinas-, han firmado un acuerdo bilateral con Japón bajo el JCM, para el desarrollo de proyectos en áreas como eficiencia energética, energía renovable, gestión de residuos y transporte.

¹⁵⁶ EB70 Anx8

¹⁵⁷ The Katowice Texts – Proposal by the President, Sección III sobre el Artículo 6.4, Párrafos 35-37 https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Katowice%20text%2C%2014%20Dec2018_1015AM.pdf

El Gobierno de Japón y cada país asociado establecen un Comité Mixto, donde todos los asuntos relacionados con el funcionamiento y gestión del JCM se discuten incluyendo el desarrollo y revisión de normas y directrices, aprobación de metodologías, registro de proyectos, y emisión de créditos

En el caso del JCM, la **determinación de la adicionalidad** se sustituye por **criterios de elegibilidad** para cada una de las metodologías, similares a los de una **lista positiva**.

Ambos gobiernos (Japón y el país anfitrión del proyecto) determinan qué tecnologías, productos, etc., deben incluirse en los criterios de elegibilidad mediante el proceso de aprobación de las metodologías de JCM por el Comité Mixto.

Los criterios de elegibilidad para el registro pueden basarse en:

- la eficiencia de los productos y/o de las tecnologías (por ejemplo, toneladas de producción/kWh), mediante un estudio comparativo o *benchmark*, o
- el tipo de producto y/o de tecnología

El conjunto de metodologías seleccionadas forman finalmente una **lista positiva de referencia para el país** bajo el JCM.

7.2.3 Recomendaciones para Chile

Considerando que la adicionalidad no es un concepto aplicable al proceso de verificación, y considerando asimismo los escenarios planteados en el capítulo 4 de este estudio “Propuesta uso de créditos de carbono en el corto plazo”, la adicionalidad de la gran mayoría de los créditos a emplear está ya determinada en los proyectos ya validados.

Si Chile decide poner en marcha un programa doméstico de reducción de emisiones con proyectos nacionales, el criterio de adicionalidad debería estar alineado con las definiciones correspondientes del Artículo 6 del Acuerdo de París¹⁵⁸.

En cualquiera de los casos, considerando que la adicionalidad se sustancia finalmente en criterios de elegibilidad, los proyectos considerados como adicionales en el programa doméstico de reducción de emisiones con proyectos nacionales podrían corresponder con los relacionados en listas positivas de elegibilidad por tecnología y tamaño, y que se enmarquen en los sectores de la economía chilena y/o de su NDC que el Gobierno de Chile considere estratégicos para la consecución de los objetivos de la Contribución Nacional de la República de Chile.

En el caso de implementar un sistema nacional de acreditación propio, hay que considerar que el uso de listas positivas de tecnologías permite tanto el ahorro de horas de trabajo para la entidad

¹⁵⁸ Es de esperar que las reglas, modalidades y procedimientos que apliquen sobre los mecanismos de los artículos 6.2, 6.4 y 6.8 del Acuerdo queden establecidas en la COP25 de Santiago de Chile, en Diciembre de 2019. Las correlaciones que pueden existir dentro del Artículo 6 entre los apartados 6.2. (referidos a transferencias internacionales de reducciones de emisiones GEI -ITMOs- o “resultados de mitigación” en la terminología del Acuerdo) y el apartado 6.4, que dará cabida, bajo el gobierno de un órgano regulador a proyectos de mitigación de emisiones GEI, son el objeto principal de negociación y acuerdo en los organismos de la CMNUCC previos a la próxima COP25. La falta de definición -e incluso de avance sustancial en el marco del SBSTA 50- hasta la fecha, no permite de momento una recomendación específica que esboce al menos las directrices de adicionalidad para un sistema doméstico en Chile, creado a partir del sistema de compensación del Impuesto Verde o desde otro cualquier punto de partida. En cualquier caso, el contexto del Acuerdo de París tiene que ser considerado en su totalidad, ya que va a enmarcar los esfuerzos de mitigación nacionales y los intercambios internacionales de resultados de mitigación, siempre bajo los NDCs nacionales, a partir del 1 de enero de 2020.

que valida un proyecto (con el consiguiente abaratamiento de costes), como el aumento de la predictibilidad del resultado de validación para promotores y reguladores del sistema nacional.

La experiencia del proceso de validación de proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio muestra que la validación de la demostración de adicionalidad conlleva entre el 30% y el 40% del esfuerzo, en términos de jornadas de trabajo, del proceso de validación, por lo que la simplificación permitirá un ahorro de costes correlativo (algo inferior en todo caso al de jornadas, pero fácilmente por encima del 25% del total).

Esta disminución de costes permite además el desarrollo de proyectos de menor tamaño y cuantía de reducción de emisiones, equivalentes a los proyectos de pequeña escala del MDL, al disminuir el peso del precio del proceso de validación en el escandallo de costes que determinan la rentabilidad total del proyecto.

Como en el caso de los Proyectos Clima del Gobierno de España, podrían emplearse metodologías simplificadas, bien diseñadas por un organismo técnico del Estado (Oficina Española de Cambio Climático en España) o por los propios desarrolladores de proyecto, con elementos de cálculo estandarizados para cada categoría de proyecto.

Se podrían obviar así las, a veces, complejas pruebas de adicionalidad proyecto por proyecto comunes bajo el MDL y se ajusta a la naturaleza de abajo hacia arriba (*bottom-up*) del Acuerdo de París cuando los países definen sus contribuciones en función de sus contextos nacionales.

Las listas positivas pueden revisarse cuando el atractivo económico de las tecnologías cambie con el tiempo, y así se podría mantener una alta credibilidad del sistema mientras los costos de transacción para los proponentes de proyecto y para el país permanecen bajos.

Bibliografía

- 1 ACERA. 2019. Centro de información. (Disponible en: <http://www.acera.cl/centro-de-informacion/>. Consultado el 01 de enero de 2019).
- 2 AGENCIA DE SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO. 2019. Reporte NAMA 2018. Santiago, Chile. 25 p. (Disponible en: https://docs.google.com/document/d/1Dz1ruF_Qpb40yVODQZAhL8yaacExvnuyaMdtwMC_HCg/edit)
- 3 AQUATERRA LIMITED. 2014. Recomendaciones para la estrategia de energía marina de Chile: un plan de acción para su desarrollo, Proyecto P478. Orkney, UK. 202 p. (Disponible en: https://issuu.com/cerchile/docs/estudio_uk_espa_ol).
- 4 ASIAN DEVELOPMENT BANK. 2018. The Korean Emission Trading Scheme Challenges and Emerging Opportunities. Manila, Filipinas, Asian Development Bank, 42 p. (Disponible en: <https://www.adb.org/publications/korea-emissions-trading-scheme>).
- 5^a BANCO CENTRAL DE CHILE. 2017, Crecimiento Tendencial: Proyección de Mediano Plazo y Análisis de sus determinantes, septiembre. Santiago, Chile. Banco Central. 83 p. (Disponible en: https://www.bcentral.cl/documents/20143/31911/bcch_anuncio_173449_es.pdf/d3cc0e6d-251d-6db3-7c71-4de7f5870a11).
- 5^b BANCO CENTRAL DE CHILE. 2019, Informe de política monetaria marzo 2019. Antiaogo, Chile. Banco Central. 58 p. (Disponible en: <https://www.bcentral.cl/web/guest/-/informe-de-politica-monetaria-marzo-2019>).
- 6 BELLASSEN V.; N. STEPHAN; LEGUET, B. 2012. Will there still be a market price for CERs and ERUs in two years-time? París, Francia. CDC Climat Report. 6 p. (Disponible en: http://www.cdclimat.com/IMG/pdf/12-05_climate_brief_no13_-_supply_demand_for_cer_eru_in_the_ets.pdf).
- 7 BRAVO, F; JORGE E. R. 2002. Funciones de Inversión Agregada para la Economía Chilena, Documentos de Trabajo 158. Santiago, Chile, Banco Central de Chile. 32 p. (Disponible en: https://www.bcentral.cl/documents/20143/32019/bcch_archivo_167987_es+%282%29.pdf)
- 8 CIFUENTES, L; LUIS, J; ENZO, S. 2001. International Co-controls Benefits Analysis Program. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- 9 COMISIÓN EUROPEA. 2012. Reglamento (UE) No 600/2012 de la Comisión de 21 de junio de 2012 relativo a la verificación de los informes de emisiones de gases de efecto invernadero y de los informes de datos sobre toneladas-kilómetro y a la acreditación de los verificadores de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. 29 p. (Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:181:0001:0029:ES:PDF>).
- 10 CONAF, 2016. NREF / NRF Nivel de referencia de emisiones forestales / Nivel de referencia forestal sub-nacional de Chile. Santiago, Chile. CONAF. 125 p. (Disponible en: <http://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/123456789/26412>).

- 11 CONAF, 2018. Nota Informativa N° 19 Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales. Santiago, Chile. CONAF. 32 p. (Disponible en: <http://www.conaf.cl/wp-content/uploads/2018/02/Nota-Informativa-19-PC.pdf>).
- 12 CONAF. 2016. Nivel de Referencia de Emisiones Forestales / Nivel de Referencia Forestal Subnacional de Chile, 2016.
- 13 CONAF. 2018. Descripción y efectos «tormenta de fuego» 18 de enero al 5 de febrero de 2017 regiones O'Higgins, el Maule y Biobío.
- 14 CONAF. 2018. Nota Informativa 30. Análisis de opciones para el establecimiento de una oferta de mitigación desde el sector forestal, ante futuros escenarios de instrumentos de precio al carbono.
- 15 CORFO, ¿2016? Desarrollo de sistema de combustión dual hidrógeno-diésel para camiones de extracción mineros (CAEX). Santiago, Chile. (Disponible en: https://www.corfo.cl/sites/cpp/convocatorias/2017desarrollo_de_sistema_de_combustion_dual_hidrogeno-diesel).
- 16 CORMIER, A.; V. BELLASSEN. 2012. The risks of CDM projects: How did only 30% of expected credits come through? París, Francia. Elsevier. (Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421512009810>).
- 17 DJANKOV, SIMEON; T. GANSER; C. MCKLIESH; R. RAMALHO; A. SHCLEIFER. 2010. The Effect of Corporate Taxes on Investment and Entrepreneurship, American Economic Review, Macroeconomics 2: 31 – 64. (Disponible en: <https://www.nber.org/papers/w13756>).
- 18 E2BIZ CONSULTORES. 2017. Estudio escenarios de usos futuros de la electricidad capítulos transporte y residencial. Santiago, Chile. E2Biz, 94 p. (Disponible en: http://generadoras.cl/media/page-files/345/170822_Estudio_Escenarios_de_Usos_Futuros_de_la_Electricidad.pdf).
- 19 ERRÁZURIZ Y ASOCIADOS INGENIEROS. ¿2011? Energía marina en Chile, Avanzando en el desarrollo del recurso chileno. Santiago, Chile, Errázuriz y Asociados Ingenieros, 92 pp. (Disponible en: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/207869/Marine_Energy_Report_-_ESPA_OL.pdf).
- 20 FEARNEHOUGH, H. 2018. Offsetting emissions under CORSIA: Analysing the potential supply of credits”, Ginebra, Suiza. New Climate Institute. 17 p. (Disponible en: <https://www.ieta.org/resources/Aviation/IETA%20IATA%20Workshop%2024%20July%202018/NewClimate-Session%20%20Item%20B.pdf>).
- 21 FEARNEHOUGH, H; T. DAY; C. WARNECKE. 2018. Discussion paper: Marginal cost of CER supply and implications of demand sources. Berlín, Alemania. German Emissions Trading Authority (DEHSt). 30 p. (Disponible en: <https://newclimate.org/wp-content/uploads/2018/03/Marginal-cost-of-CER-supply.pdf>).
- 22 GOLD STANDARD FOR THE GLOBAL GOALS. 2019. Project registry, Genova, Suiza. (Disponible en: <https://www.goldstandard.org/our-work/our-project-registry-new>).
- 23 GOLDSTAIN, A.; GLORIA, G. 2014. Turning over a new leaf state of the forest carbon market 2014. Washington DC, Estados Unidos. 88 p. (Disponible en: <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/imported/sofcm-all-edits-112114-pdf.pdf>).

- 24 GOLDSTEIN, A. GONZALEZ, G. 2014. Turning over a New Leaf: State of the Forest Carbon Markets 2014. Washington, DC: Forest Trends.
- 25 GREINER, S; ANDREW, H; THIAGO, C; TOBIAS, H. 2017. CDM Transition to Article 6 of the Paris Agreement Options Report. Amsterdam, Holanda, Climate Focus, 74 p. (Disponible en: <https://www.climatefocus.com/sites/default/files/CDM%20Transition%20Options%20Report%20v2.0.pdf>).
- 26 HALL, R; JORGENSON, D. W. 1967. Tax Policy and Investment Behavior, American Economic Review, 57: 391-414. Boston, Estados Unidos. Jstor. (Disponible en: <http://piketty.pse.ens.fr/files/HallJorgenson67.pdf>).
- 27 HAMILTON, K; MILAN, B; JIEMEI, L. 2017. Multiple benefits from climate change mitigation: assessing the evidence. Policy Report. Reino Unido. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. 79 p. (Disponible en: http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2017/11/Multiple-benefits-from-climate-action_Hamilton-et-al-1.pdf).
- 28 HAMRICK, K; MELISSA, G. 2017. Unlocking potential state of the voluntary carbon markets 2017. Washington DC, Estados Unidos. 44 p. (Disponible en: https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2017/07/doc_5591.pdf).
- 29 HENRÍQUEZ. C. 2008. Stock de Capital en Chile (1985-2005): Metodología y Resultados”, Serie de Estudios Económicos-Estadísticos Nro. 63. Santiago, Chile. Banco Central de Chile. (Disponible en: https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Estudios/CCNN/sector_institucional/see63.pdf).
- 30 INE. 2017. Encuesta anual de vehículos en circulación 2017. Santiago, Chile. (Disponible en: <http://www.ine.cl/docs/default-source/publicaciones/2018/veh%C3%ADculos-en-circulaci%C3%B3n-2017.xlsx?sfvrsn=7>).
- 31 INTERGUBERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. (Disponible en: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>).
- 32 JORGENSON, D. W. 1963. Capital Theory and Investment Behavior, American Economic Review, Paper and Proceedings, 53: 247-249. Boston, Estados Unidos. Jstor. (Disponible en: https://www.jstor.org/stable/1823868?seq=1#page_scan_tab_contents).
- 33 KOSSOY, A.; P. GUIGON, 2012. State and Trends of the Carbon Market. Washington DC. World Bank. 138 p. (Disponible en: <http://documents.worldbank.org/curated/en/749521468179970954/pdf/768370AR0State00Box374391B00PUBLIC0.pdf>).
- 34 LO RE, LUCA; MANASVINI, V. 2019. Draft: Analysing key technical issues for markets negotiations under Article 6 of the Paris Agreement. París, Francia, OECD, IEA. 55 p.
- 35 MAGENDZO, I. 2004, Determinantes de la Inversión en Chile, documento de trabajo 303, Santiago, Chile, Banco Central de Chile. 24 p. (Disponible en: https://www.bcentral.cl/documents/20143/32019/bcch_archivo_139454_es.pdf).

- 36 MATHIEU, P.; OLAV BOLLAND. 2013. Comparison of costs for natural gas power generation with CO2 capture. Trondheim, Norway. Energy Procedia. Volume 37, 2013, Pages 2406-2419. (Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610213003652>).
- 37 MINISTERIO DE HACIENDA. 2019. Impuesto Verde – Modificación según proyecto de ley “Modernización Tributaria”, Santiago, Chile.
- 38 MINISTERIO DE TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES, DIRECCIÓN DE TRANSPORTE PÚBLICO METROPOLITANO. 2018. Informe de gestión 2017. Santiago, Chile. DTPM-MTT. 144 p. (Disponible en: https://www.dtpm.cl/archivos/IG_2017-web.pdf).
- 39 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2017. Tercer Reporte del Estado del Medio Ambiente. Santiago, Chile. Ministerio del Medio Ambiente. 198 p. (Disponible en: <http://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/09/REMA-2017.pdf>).
- 40 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2018. Tercer informe bienal de actualización de Chile sobre cambio climático 2018. Santiago, Chile. Ministerio del Medio Ambiente. 395 p. (Disponible en: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/12/3rd-BUR-Chile-SPanish.pdf>).
- 41 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2019. Emisiones al aire por fuentes puntuales según contaminante, 2017, Santiago, Chile. (Disponible en: <http://www.retc.cl/establecimientos/>).
- 42 MITECO – OFICINA ESPAÑOLA DE CAMBIO CLIMÁTICO (ESPAÑA). 2017. Manual para la Verificación de Proyectos Clima, versión 4. España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- 43 O’CONNOR, D. 2000. Ancillary benefits estimation in developing countries: A comparative assessment. París, Francia, OECD.
- 44 ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN ISO. 2013. Norma ISO 14065:2013 (es) Gases de efecto invernadero — Requisitos para los organismos que realizan la validación y la verificación de gases de efecto invernadero, para su uso en acreditación u otras formas de reconocimiento. (Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14065:ed-2:v1:es>).
- 45 PALMA, H; S. COOK. 2017. Global carbon offset markets analysis, Australia. Department of Environment and Heritage Protection. 32 p. (Disponible en: https://www.qld.gov.au/data/assets/pdf_file/0029/67925/global-offset-markets-analysis-report.pdf).
- 46 POCH, 2017. Actualización de la proyección de emisiones 2017-2030 y análisis medidas de mitigación de CO2 equivalente, Informe Final. Santiago, Chile. Poch. 79 p. (Disponible en: http://generadoras.cl/media/170613_Informe_final_estudio_proyeccion_emisiones_GEL_y_medidas_-_POCH_Generadoras_de_Chile.pdf).
- 47 RUBIN, E; HAIBO ZHAI. 2012. The cost of carbon capture and storage for natural gas combined cycle power plants. Department of Engineering and Public Policy, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania 15213, United States. Environ. Sci. Technol., 2012, 46 (6), pp 3076–3084. (Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es204514f>).

- 48 SAMAYOA, S. SOSA, B. 2011. Guía de orientaciones Mercado de Carbono: oportunidades para proyectos de pequeña escala, SNV.
- 49 SARTORI, A. 2010. Payment for Ecosystem Services: Market for small farmers through carbon forestry projects in Chile. University of Lüneburg, Germany.
- 50 SCHNEIDER, L; THOMAS, D.; STEPHANIE, L.; CARSTEN, W. 2017. Discussion Paper: CDM Supply Potential up to 2020. Berlín, Alemania, German Emissions Trading Authority (DEHSt), 32 p. (Disponible en: <https://newclimate.org/wp-content/uploads/2017/08/cdm-supply-potential-up-to-2020.pdf>).
- 51 SMITH, A. 2013. The climate bonus: co-benefits of climate policy. Estados Unidos, Earthscan from Routhledge. primera edición. 449 p.
- 52 STEPHAN, N; V. BELLASSEN; E. ALBEROLA. 2014, Climate Report N° 43: Use of Kyoto credits by European industrial installations: from an efficient market to a burst bubble. París, Francia. CDC Climat Report. 24 p. (Disponible en: <https://www.i4ce.org/wp-core/wp-content/uploads/2015/09/14-01-Climate-report-n%C2%B043-EU-ETS-and-credits.pdf>).
- 53 STRATCARBON. 2017. Análisis de brechas y propuesta de diseño institucional y regulatoria para crear mayores capacidades en el sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV) para un esquema de reporte obligatorio de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (MRV 3.0) que acompañe un sistema más integral de precios al carbono en Chile. Santiago de Chile. Santiago, Chile. p 181-217. (Disponible en: <http://www.precioalcarbonochile.cl/wp-content/uploads/2018/02/Producto-N%C2%B02-An%C3%A1lisis-de-brechas-y-propuesta-sistema-MRV-3.0.pdf>).
- 54 U.S. EPA. 2014. Regulatory Impact Analysis for the Proposed Carbon Pollution Guidelines for Existing Power Plants and Emission Standards for Modified and Reconstructed Power Plants. Estados Unidos, US EPA. 376 p. (Disponible en: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/20140602ria-clean-power-plan.pdf>).
- 55 UNFCCC, 2016. CDM accreditation procedure, Ver14.0, Bonn, Alemania. UNFCCC. (Disponible en: <https://cdm.unfccc.int/Reference/Procedures/index.html>).
- 56 UNFCCC. 1998. Protocolo de Kioto. Bonn, Alemania, UNFCCC. 25 p. (Disponible en <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>).
- 57 UNFCCC. 2001.17/CP.7. Modalidades y procedimientos de un mecanismo para un desarrollo limpio, según se define en el artículo 12 del Protocolo de Kioto. FCCC/CP/2001/13/Add.2. Bonn, Alemania. UNFCCC. Páginas 22 y siguientes.
- 58 UNFCCC. 2017. CDM Methodology Booklet. (Disponible en <https://cdm.unfccc.int/methodologies/>)
- 59 UNFCCC. 2017. Performance monitoring of designated operational entities, Ver03.1. Bonn, Alemania. Disponible en <https://cdm.unfccc.int/Reference/Procedures/index.html>).
- 60 UNFCCC. 2019. The Katowice Texts – Proposal by the President Sección III sobre el Artículo 6.4, Párrafo 37. Bonn, Alemania. UNFCCC. (Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Katowice%20text%2C%2014%20Dec2018_1015AM.pdf. Última consulta 31/03/2019).

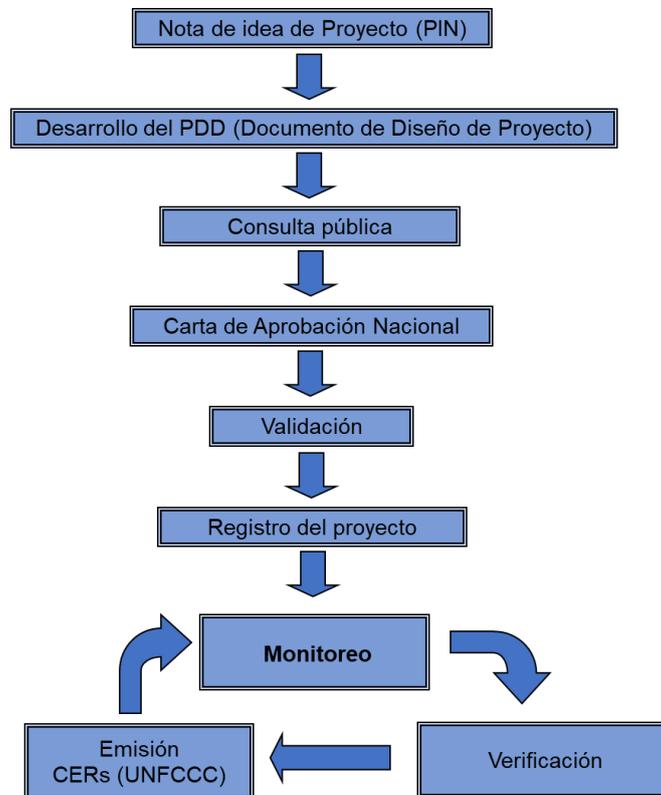
- 61 UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). 2019. CDM project cycle procedure for project activities. Versión 2.0. Bonn, Alemania. UNFCCC. 68 p (Disponible en: https://cdm.unfccc.int/filestorage/e/x/t/extfile-20181221092024741-PC_proc03v02.pdf/PC_proc03v02.pdf?t=NU98cHlzaXdnfDA6GcjntpBViGTgdz00QE).
- 62 UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). 2019. Grid-connected electricity generation from renewable, Versión 19, Bonn, Alemania. UNFCCC, 33 p. (Disponible en: <https://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/VJI9AX539D9MLOPXN2AY9UR1N4IYGD>).
- 63 UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). 2019. Project 10436: Kellar Natural Gas Combined Cycle Project. Santiago, Chile. 54 p. (Disponible en: <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/RWTUV1522226378.37/view>. Consultado en enero de 2019).
- 64 UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). 2019. Project search, Alemania. (Disponible en: <https://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>).
- 65 UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). 2019. Project: 0346 Nueva Aldea Biomass Power Plant Phase 2 - Crediting Period Renewal Request. Santiago, Chile, 113 p. (Disponible en: <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1143329749.99/view>. Consultado en enero de 2019).
- 66 UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). 2019. Tool for the demonstration and assessment of additionality, Versión 7, Bonn, Alemania. UNFCCC, 16 p. (Disponible en: https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-01-v5.2.pdf/history_view).
- 67 UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). 2019. Tool to calculate the emission factor for an electricity system, Versión 7. Bonn, Alemania. UNFCCC, 60 p. (Disponible en: <https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-07-v7.0.pdf>).
- 68 VERRA, 2019. Project and programs, Washington DC, USA. (Disponible en: <https://verra.org/project/vcs-program/projects-and-jnr-programs/>).

ANEXO A: CICLO DE VIDA DE MECANISMOS DE MERCADO

El ciclo de vida general de un proyecto de reducción de emisiones comprende el diseño, implementación, validación y registro de actividades para luego continuar con un sistema de monitoreo periódico, verificaciones a frecuencias definidas por el participante de proyecto (PP) y la correspondiente certificación y expedición de los certificados de reducción de emisiones generadas. El organismo administrador del mecanismo interviene a lo largo del ciclo de vida, generando decisiones relativas a su registro y emisión de *créditos de reducción*. Los siguientes puntos describen los ciclos de los diferentes mecanismos.

A.1. Ciclo de Vida de proyectos MDL

Ilustración 18: Ciclo de Proyecto MDL



Fuente: Elaboración propia.

Nota de idea de proyecto: Project Idea Note (PIN)	Equivale a la elaboración de un plan de negocios para evaluar preliminarmente la viabilidad del proyecto en el marco de este mecanismo. Su elaboración, aunque no es obligatoria dentro del ciclo de proyecto, es un paso inicial que permite describir de manera resumida los rasgos claves del proyecto y respaldar su consideración temprana.
Documento de diseño de proyecto: Project Design Document (PDD)	Documento en el cual se debe constatar que la reducción de emisiones GEI es adicional a las que se producirían en ausencia de la actividad de proyecto y que produce beneficios reales, medibles, verificables y permanentes en relación con la mitigación del cambio climático. Se debe, además, corroborar que la actividad de proyecto cumple con los criterios de elegibilidad del MDL, describir en términos generales el proyecto, exponer la metodología para determinar la línea base, indicar la duración del proyecto y el período crediticio, describir en detalle la aplicación de un plan de monitoreo, establecer la estimación de las emisiones por fuentes, describir los impactos ambientales generados por el proyecto y considerar y contener los comentarios de las partes interesadas. El PDD

	debe mencionar la consideración temprana del MDL en la instancia de decisión de inversión asociada a la actividad de proyecto.
Consulta pública	Los proyectos deben ser sometidos a un proceso de consulta pública con el objeto de dar a conocer, a la comunidad y las partes interesadas, la información sobre la naturaleza del proyecto y sus posibles impactos ambientales. De esta manera, se ofrece a la comunidad local y otras partes interesadas la posibilidad de expresar sus comentarios sobre la actividad de proyecto.
Carta de aprobación	La Carta de aprobación (<i>Letter of Approval, LoA</i> , en inglés) es emitida por la Autoridad Nacional Designada (<i>Designated National Authority, DNA</i>), y es la ratificación de que la autoridad del país anfitrión reconoce que el proyecto se realiza en forma voluntaria y que contribuye al desarrollo sostenible del país. En el caso de Chile la <i>DNA</i> corresponde al Ministerio del Medio Ambiente.
Validación	La validación es el proceso de evaluación independiente de la actividad de proyecto por una <i>DOE</i> , la cual revisa que el proyecto cumple con lo establecido en el <i>PDD</i> . Entre los requerimientos a cumplir se encuentran los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Participación voluntaria y que el país anfitrión ha establecido una <i>DNA</i> para el MDL; • El país anfitrión no debe ser país Anexo I y ha ratificado el Protocolo de Kioto; • Los comentarios de los afectados han sido considerados; • Los aspectos ambientales han sido considerados; • El proyecto debe demostrar ser adicional; • La metodología de línea base y el plan de monitoreo deben ser apropiados y aprobados por la <i>EB</i> del MDL; • El documento de diseño de proyecto contiene indicaciones para el monitoreo y reporte de acuerdo con el artículo 12 del Protocolo de Kioto. • Se debe redactar y enviar un completo informe de validación
Registro	El registro es la aceptación formal por la <i>EB</i> de un proyecto validado como proyecto MDL. Este paso es un pre-requisito para la verificación, certificación y la emisión de los <i>CERs</i> . El registro ocurre automáticamente dentro de las ocho semanas siguientes después de que la <i>DOE</i> ha entregado el requerimiento a la <i>EB</i> , a menos que, una de las partes involucradas en el proyecto o tres miembros de la Junta Ejecutiva requieran una revisión en relación con los requerimientos de validación.
Monitoreo	Los participantes del proyecto deben establecer un plan de monitoreo, que corresponde a la medición, análisis y control de las emisiones de GEI dentro de los límites definidos del proyecto. El plan de monitoreo queda íntegramente detallado en el <i>PDD</i> y debe ser consistente con la metodología de línea base que se aplique a la actividad de proyecto, evitando brechas entre el plan de monitoreo aprobado y la metodología. El plan de monitoreo debe contener: <ul style="list-style-type: none"> • La reunión y archivo de toda la información necesaria para medir y estimar los GEI reducidos o secuestrados; • La identificación de las emisiones del proyecto; • La valoración de los impactos ambientales; • Control de calidad y control de procedimientos para monitoreo de todos los parámetros a medir y registrar, que permiten el cálculo de las emisiones de GEI de acuerdo con la metodología empleada. <p>Una vez que el proyecto está en operación, los Participantes de Proyecto llevan a la práctica el plan de monitoreo contenido en el <i>PDD</i>; el que sirve de guía para identificar y controlar cada parámetro que deba ser medido, registrado, reportado y auditado posteriormente por la <i>DOE</i>.</p>
Verificación y certificación	La verificación es la revisión periódica e independiente <i>a posteriori</i> por la <i>DOE</i> de las reducciones monitoreadas de emisiones de GEI de un proyecto dado. El proceso de verificación se lleva a cabo mediante la evaluación de evidencia objetiva, presentada en un reporte de monitoreo, de acuerdo con criterios predeterminados por la <i>EB</i> . Este reporte incluye procedimientos de cálculo, monitoreo y reporte detallados, los cuales deben estar respaldados por registros (para las mediciones de datos), procedimientos documentales (metodologías de reporte) y registros de mantenimiento (en la forma de certificados de calibración u otros) y todo documento que sirva de evidencia al plan de monitoreo registrado. La certificación es la constancia escrita realizada por la <i>DOE</i> que durante un periodo específico de tiempo el proyecto ha alcanzado las reducciones de GEI tal como fue verificado.
Emisión de los CERs	El informe de certificación constituye una solicitud para la emisión de los <i>CERs</i> ante la <i>EB</i> equivalente a las reducciones de emisiones antropogénicas. De esta manera, la <i>EB</i> emite los <i>CERs</i> dentro de 15 días luego de recibidos el informe de certificación, a menos que exista una solicitud de revisión. Esta solicitud debe ser presentada por alguna de las partes participantes en el proyecto o al menos 3 miembros de la <i>EB</i> . Los <i>CERs</i> son emitidos en un registro electrónico creado y mantenido por la <i>EB</i> .

A.2 Ciclo de Vida de proyectos VCS

Ilustración 19: Ciclo de vida de un proyecto VCS



Fuente: Elaboración propia en base a información del estándar VCS¹⁵⁹

Elección de una metodología	<p>El primer paso en el proceso de desarrollo de proyecto es seleccionar una metodología de línea base apropiada, que describa la actividad del proyecto. Esta metodología puede ser una metodología VCS existente¹⁶⁰ o una desarrollada bajo un programa GEI reconocida por el estándar VCS (como el MDL o el <i>Climate Action Reserve</i> a excepción de sus protocolos forestales). Las metodologías VCS son complementarias a las de los mecanismos reconocidos y no existe dualidad al momento de escoger una metodología apropiada para una actividad de proyecto. En caso de no existir una metodología disponible, el desarrollador del proyecto deberá presentar una metodología que se adecúe al proyecto para aprobación en VCS siguiendo las indicaciones que el administrador del mecanismo establece en el <i>Methodology Approval Process</i>¹⁶¹(MAP).</p>
Validación del proyecto	<p>Verra, como actual administrador del mecanismo, publica y mantiene actualizado el procedimiento de registro y emisión (<i>Registration and Issuance Process</i>¹⁶², marzo de 2018). Una vez que el proyecto se ha incorporado al listado de proyectos que buscan certificación bajo el estándar VCS, el proponente deberá presentar al administrador vigente del mecanismo (actualmente VERRA) una descripción completa del proyecto (<i>PD</i>, siglas en inglés que será validado por una entidad auditora (entidad validadora/verificadora, VVB por sus siglas en inglés) reconocida por VCS en listados oficiales del administrador del mecanismo¹⁶³. El objetivo de la VVB es establecer si el proyecto cumple con los procedimientos de registro y metodología de línea base seleccionada.</p>
Verificación de las reducciones de emisiones	<p>El proponente debe monitorear y medir las reducciones de emisiones GEI de acuerdo con lo establecido en su <i>PD</i>. En un Reporte de monitoreo (formulario VCS) debe ser documentada por el <i>Project Participant</i> toda la información correspondiente a un período de monitoreo, incluyendo los cálculos de las reducciones de emisiones GEI, para luego registrarlos él mismo en la base de datos de Verra a través de la cuenta del proyecto. Los datos requeridos para el monitoreo quedan definidos por metodología de línea base seleccionada, mientras su metodología de recolección, chequeo y frecuencia de monitoreo quedan previamente definidos en el <i>PD</i> del proyecto. El reporte debe ser verificado por una VVB, quien emitirá un reporte de verificación. Las posibles brechas entre lo establecido en el <i>PD</i> y lo ejecutado en el periodo de monitoreo además de chequeados los cálculos correspondientes deberán ser solucionadas antes de que el Reporte de monitoreo y el Reporte de verificación sean publicados por el <i>Project Participant</i> en la página web del administrador del mecanismo.</p>
Registro del proyecto y emisión de los créditos (VCUs)	<p>El sistema de registro VCS comprende un conjunto de proveedores del servicio centralizados en una única base de datos. El <i>Project Participant</i> debe abrir una cuenta de proyecto con un Operador de Registro de su elección que sea reconocido por VCS (actualmente APX y Markit) quien cumple la función de subir a la base de datos la información actualizada del proyecto y emitir los VCUs a la cuenta de sus clientes¹⁶⁴. El <i>Project Participant</i> deberá enviar el reporte de monitoreo al Operador de Registro, el reporte de verificación y todos los registros levantados durante el proceso de verificación (contrato entre VVB y PP, listados de auditoría, documentos de cálculo) para ingresar los nuevos documentos del periodo de monitoreo del proyecto en la Base de Datos de Proyectos VCS¹⁶⁵ y registrar la emisión de VCUs correspondientes. Los proyectos pueden registrarse tras la auditoría de validación o bien, esperar hasta estar en condiciones de generar créditos.</p>

¹⁵⁹ <https://verra.org/project/vcs-program/projects-and-jnr-programs/develop-a-project/>

¹⁶⁰ <https://verra.org/project/vcs-program/methodologies/methodology-catalog/>

¹⁶¹ <https://verra.org/project/vcs-program/methodologies/develop-a-new-methodology/>

¹⁶² https://verra.org/wp-content/uploads/2018/03/Registration_and_Issuance_Process_v3.8.pdf

¹⁶³ List of active VVBs (<https://verra.org/project/vcs-program/validation-verification/>).

¹⁶⁴ Los Operadores de Registro deben asumir políticas estrictas donde se evite el conflicto de intereses con sus clientes, además de mantener suficientes recursos financieros que asegure el continuo funcionamiento de la plataforma y la base de datos.

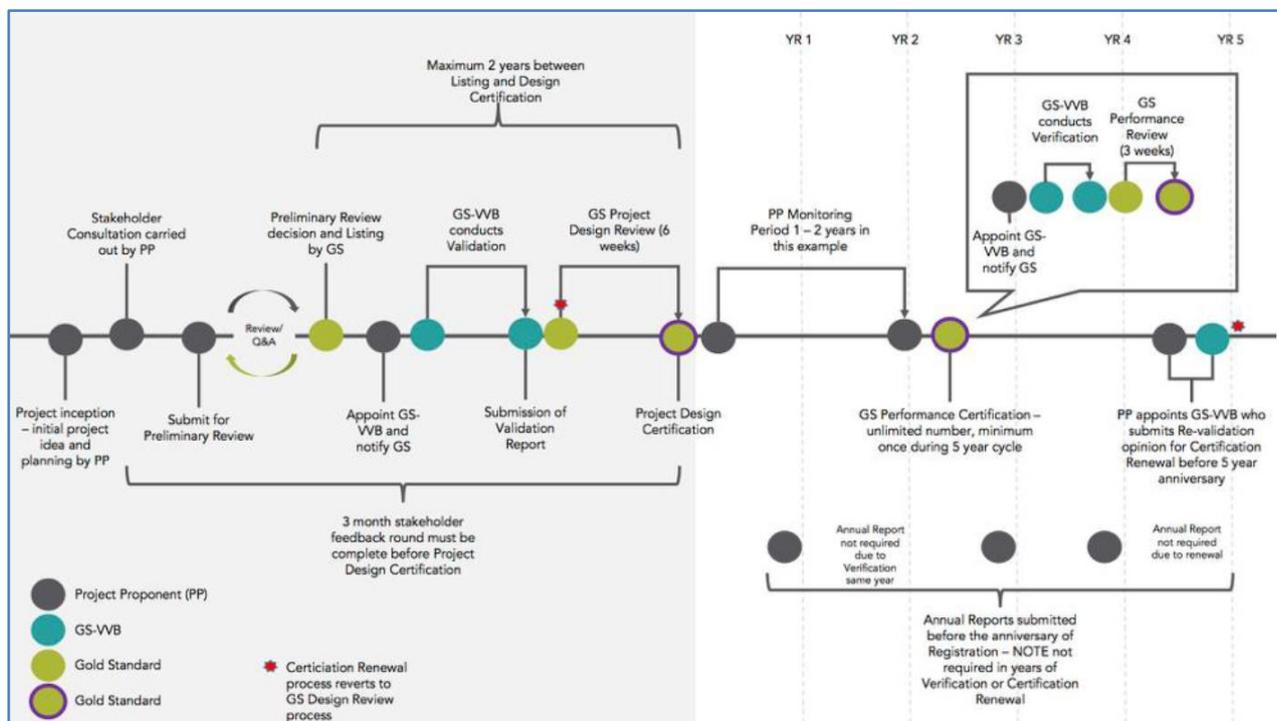
¹⁶⁵ <https://vcsprojectdatabase.org/#/home>

A.3 Ciclo de Vida de proyectos GS

Dada la naturaleza integral de los proyectos GS, su ciclo de proyecto considera relevante la interacción cercana con sus *Stakeholders*. Un ciclo de proyecto puede clasificarse según la fecha de inicio de la actividad, como a continuación se describe:

- Ciclo regular: Aplica a los proyectos que solicitan su ingreso al registro GS (fecha de presentación inicial¹⁶⁶) antes de la fecha de inicio del proyecto.
- Ciclo retroactivo: Aplica a los proyectos que solicitan su ingreso al registro GS después de la fecha de inicio del proyecto. Adicionalmente debe chequearse el Anexo C *Specific Eligibility Criteria*¹⁶⁷ para los tipos de proyectos que requieran ser sometidos a una evaluación completa de pre-factibilidad sin importar su fecha de inicio y su fecha de aplicación al mecanismo. Un proyecto retroactivo deberá presentar los documentos necesarios en un plazo de un año desde su fecha de inicio.

Ilustración 20: Ciclo de vida proyecto GS



Fuente: "Gold Standard for the Global Goals, Principles & Requirements", Versión 1.1, marzo 2018.

Para mayor detalle de la información relativa al ciclo de los proyectos GS, es necesario consultar la página web del estándar, en la cual es posible acceder a todas las guías y manuales necesarios para desarrollar un proyecto¹⁶⁸.

¹⁶⁶ "Fecha de Presentación inicial" significa la presentación del reporte de la consulta pública para los proyectos bajo el ciclo regular, y de la presentación de la documentación requerida para el Estudio de Pre-Factibilidad y el pago respectivo para los proyectos bajo el ciclo retroactivo.

¹⁶⁷ http://www.goldstandard.org/sites/default/files/v2.2_annex-c.pdf

¹⁶⁸ <https://www.goldstandard.org/>

El ciclo de proyecto GS puede resumirse en 8 pasos:

Seleccionar	Esto implica estudiar si un proyecto determinado cumple con los requisitos para ser certificado Gold Standard. Para determinar la elegibilidad del proyecto debe definirse ¹⁶⁹ : su escala, el país (Estado) o región anfitriona, el tipo de proyecto, qué gas de efecto invernadero reduce o mitiga, existencia de ayuda oficial al desarrollo (AOD), programación del proyecto y si se encuentra bajo otro mecanismo de certificación ¹⁷⁰ .
Inscripción	Una vez evaluada la posibilidad de ingresar a GS, se debe solicitar abrir una cuenta en el Registro de este mecanismo. El registro consiste en una plataforma web que da seguimiento a los certificados GS y también es la herramienta principal para la administración de proyectos GS en proceso de certificación.
Compromiso	El diseño del proyecto debe ser revisado con todos aquellos grupos que puedan resultar afectados mediante una consulta pública que debe seguir las siguientes consideraciones: <ol style="list-style-type: none"> 1. Consulta pública local (<i>LSC</i>): Se debe demostrar que todas las partes interesadas comprenden los alcances del proyecto. A su vez, toda parte interesada debe tener la oportunidad de participar. El participante de proyecto debe presentar documentación que acredite invitaciones, notificaciones, listas de participantes, fechas, minutas, formularios de comentarios u otras reuniones. 2. Ronda de Retroalimentación (<i>SFR</i>): Un listado de documentación propia del proyecto debe ponerse a disposición de las partes interesadas en el idioma correspondiente e inglés: última versión del PDD (incluyendo evaluación de impacto ambiental si fuera el caso), un resumen no técnico del proyecto. Se debe velar que el acceso a la documentación sea fácil para todos y que se encuentre disponible dos meses antes de la finalización de la validación de proyecto. El resultado del <i>SFR</i> deberá documentarse en el <i>Gold Standard Passport</i> del proyecto, que incluirá: una descripción del modo utilizado para lograr comentarios incluyendo detalles de la audiencia, lugar, fecha, participantes, lenguaje, las ONGs de apoyo al Gold Standard (locales o internacionales), etc. Se deben incluir todos los comentarios escritos u orales recibidos, los argumentos sobre si los comentarios se toman en cuenta o no y los respectivos cambios en el diseño del proyecto. 3. Proyectos PoAs y retroactivos podrán presentar evidencia de lo anteriormente señalado con documentación anterior a la solicitud de registro, métodos virtuales de recolección de comentarios de terceras partes.
Finalizar	Una vez que el informe de consulta pública se suba al registro web de GS y es aprobado por éste, el proyecto sube a categoría de solicitante oficial a Gold Standard ("Listado"). En esta etapa del ciclo el Participante del Proyecto debe escribir el PDD ¹⁷¹ . La aprobación del informe de consulta pública local es realizada por la Secretaría GS quien envía un documento de revisión (<i>LSC Report</i>) que incluye potenciales correcciones y/o solicitud de clarificaciones que deben ser resueltas antes de la aprobación del proyecto.
Implementar	Finalizada con éxito la validación y el pago correspondiente de la cuota de registro, el proyecto puede ser presentado para su registro, que se solicita al cargar los documentos del proyecto (PDD, pasaporte y documentos de soporte) en el registro GS. La secretaria GS realiza una revisión de registro durante un período de 6 semanas, donde se debe asegurar que los documentos del proyecto y el reporte de validación están en línea con los requisitos del estándar. Durante este periodo los miembros del comité técnico asesor del Gold Standard (GS TAC) ¹⁷² y las ONG de apoyo al GS, son notificados acerca de la solicitud de registro, y pueden realizar comentarios/aclaraciones que serán incluidas en el documento de revisión de registro, que tendrán que ser respondidos por parte del proponente del proyecto. Todos los hallazgos deben ser cerrados exitosamente incluso después del término de las 6 semanas de revisión.
Monitoreo	El proyecto debe tener un Plan de Monitoreo para asegurar que efectivamente contribuye al desarrollo sostenible y no tiene ningún impacto negativo. Los parámetros en el plan de seguimiento deben ser monitoreados y reportados clara y regularmente, con el fin de asegurar que las reducciones de emisiones reclamadas y las contribuciones al desarrollo sostenible se pueden atribuir al proyecto. Estos dos aspectos tienen que ser objeto de seguimiento a lo largo de todo el periodo de acreditación.
Reporte	Tanto las reducciones de emisiones y la contribución al desarrollo sostenible tienen que ser sometidos a una verificación por parte de un tercero independiente (<i>DOE/VVBs</i>). En el caso de GS, el reporte

¹⁶⁹ http://www.goldstandard.org/sites/default/files/gsv2.2_toolkit.pdf

¹⁷⁰ Certificados verdes o blancos quedan fuera del mecanismo (ejemplo: *Renewable Energy Certificate System* (RECS), www.recs.org) por no poder demostrar la no existencia de doble contabilidad.

¹⁷¹ Escribir el PDD GS implica: Seleccionar línea base y metodología de monitoreo, evaluar adicionalidad y sostenibilidad (evaluación de impacto detallada, matriz de desarrollo sostenible, plan de monitoreo de sostenibilidad y evaluación de impacto ambiental y social (EIAS)).

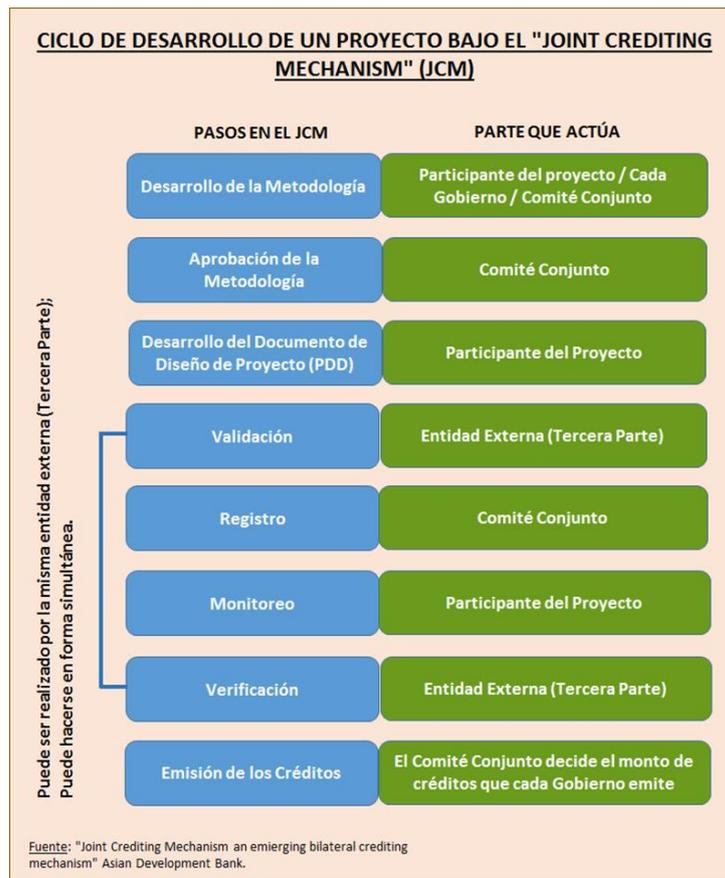
¹⁷² Gold Standard Technical Advisor Committee

	de monitoreo no tiene un formato fijo; sin embargo, debe contener como mínimo: tablas de monitoreo definidas en el pasaporte GS y PDD; datos de parámetros monitoreados, observaciones sobre el proceso de monitoreo utilizado, estado actual de los parámetros de la tabla de monitoreo y otras fuentes de datos para sustentar sus resultados. La elaboración del Reporte de Monitoreo no es necesariamente anual y puede adoptar las frecuencias de monitoreo de carbono.
Verificación	Realizada por un auditor de tercera parte. Su resultado queda registrado en un Reporte de Verificación que incluye: la reducción de emisiones, fugas, cambios en los indicadores clave de desarrollo sostenible, aplicación y logros de las medidas de mitigación/compensación, las respuestas de los proponentes del proyecto a las quejas formuladas por las partes interesadas. Al finalizar exitosamente la verificación, un proyecto podrá solicitar la emisión de los créditos de carbono mediante la publicación en la web del Registro GS de los documentos del proyecto (reporte de monitoreo, cálculos). Adicionalmente se debe notificar al <i>Regional Manager</i> de GS más cercano. Posteriormente la secretaría GS realiza una revisión de emisión durante 3 semanas. Al igual que en el proceso de Validación, se notifica a los miembros de GS TAC y las ONG de apoyo al GS para realizar comentarios/aclaraciones que serán incluidas en el documento de revisión de emisión, que deben ser respondidas por parte del proponente del proyecto. Los créditos se emiten cuando todos los hallazgos revisión de emisión de 3 semanas están cerrados y se cancela el pago de los derechos de emisión de los créditos.

A.4 Ciclo de Vida de proyectos JCM

Los pasos que describen al ciclo de proyecto JCM son¹⁷³:

Ilustración 21: Ciclo de proyecto JCM



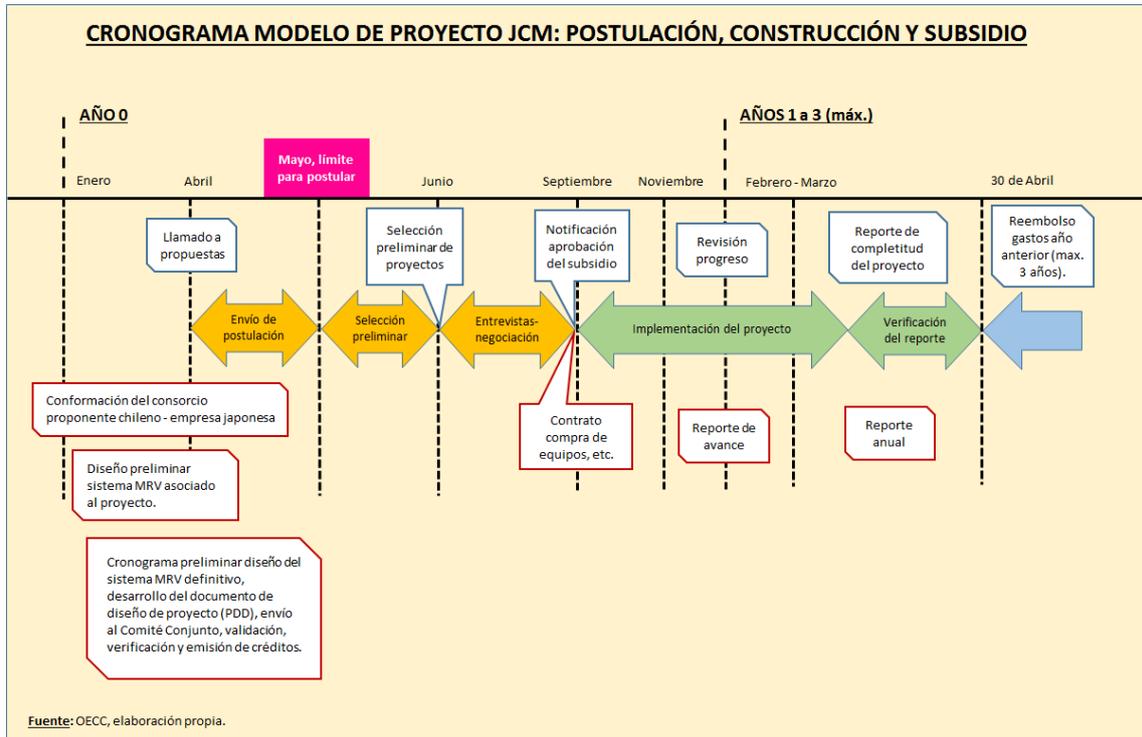
¹⁷³ https://www.jcm.go.jp/rules_and_guidelines/cl/file_03/JCM_CL_PCP_ver02.0.pdf

Conformación del consorcio empresa chilena – Entidad japonesa	La postulación al esquema requiere de la formación de un consorcio chileno – japonés, el cual es necesario para el funcionamiento del esquema de subsidio y la operación del proyecto ante el Gobierno de Japón (Ministerio del Medioambiente). El consorcio entre el país anfitrión y en gobierno japonés queda supeditado a la firma de acuerdos bilaterales entre los países miembro ¹⁷⁴ .
Diseño preliminar del sistema de MRV asociado al proyecto y desarrollo de la Metodología	El <i>Project Participant</i> debe realizar un primer borrador de la metodología de línea base que usará para registrar el proyecto bajo el estándar JCM. A diferencia de otros mecanismos de compensación, el JCM se caracteriza por utilizar metodologías de línea base muy simples, pero a la vez muy conservadoras. Esto contribuye a simplificar el criterio de adicionalidad aplicado a los proyectos, el cual se limita básicamente a verificar que el proyecto utiliza tecnologías bajas en emisiones GEI. Por otro lado, asegura que las reducciones de emisiones GEI netas acreditadas a los proyectos sean inferiores a las observadas considerando el escenario de línea base en el país en donde el proyecto se realiza. En virtud de la lógica metodológica aplicada por el JCM en los proyectos, las metodologías se desarrollan de manera específica para cada proyecto y país en donde se aplican. A julio del 2018, el mecanismo contaba con 66 metodologías aprobadas, de las cuales 1 corresponde a un proyecto desarrollado en Chile.
Preparación de la postulación y desarrollo del Documento de Diseño de Proyecto (PDD).	Esta etapa consiste en recabar los antecedentes e información relativas al proyecto de inversión, requeridas por las autoridades del Gobierno Japonés para que el proyecto pueda ser considerado y acogido en el esquema Modelo de Proyecto JCM. La elaboración del documento de diseño consiste en la descripción en forma detallada el proyecto de reducción de emisiones ante la entidad supervisora del JCM.
Reportes de avance	Informe de avance en el cual el titular del proyecto informa al Gobierno de Japón sobre el estado de avance en la construcción del proyecto y en donde se informa también los costos de inversión sujetos al subsidio incurridos a la fecha y que están sujetos a reembolso.
Validación	Instancia en la cual una entidad auditora externa (tercera parte), contratada por el titular del proyecto, revisa que el proyecto de reducción de emisiones que se audita cumpla con los requisitos del estándar y su metodología.
Registro	Instancia a través de la cual el proyecto de reducción de emisiones queda oficialmente aceptado e inscrito en el registro correspondiente, como un proyecto de reducción de emisiones bajo el estándar al cual se acoge. El registro JCM se encuentra centralizado a través de la página web de su secretaría ¹⁷⁵ y el responsable es el gobierno de Japón.
Monitoreo	Corresponde a la recolección de la información necesaria para el cálculo de las reducciones de emisiones derivadas de la operación del proyecto. Esta información debe ser recolectada por el <i>Project Participant</i> .
Reporte anual	Informe de avance en el cual el titular del proyecto informa al Gobierno de Japón sobre el estado de avance anual en la construcción del proyecto, y en donde se informa también, los costos de inversión sujetos al subsidio incurridos a la fecha y que están sujetos a reembolso. Los reportes de avance y anuales, son fundamentales para que el Gobierno de Japón conozca los costos de inversión sujetos al subsidio incurridos por el titular del proyecto durante el año para que así proceda a reembolsarlos. El titular del proyecto tiene un máximo de 3 años, a contar de la fecha de aprobación del proyecto en el esquema, para reembolsar los costos de inversión que están sujetos al subsidio (ver Ilustración 22).
Verificación	Instancia en la cual una entidad auditora (entidad externa), contratada por el titular del proyecto, constata que la información y los cálculos asociados a las reducciones de emisiones generadas por el proyecto en un período de tiempo determinado, estén acorde con la metodología de línea base aplicable al proyecto y cumplen con las normas del estándar al cual el proyecto se acoge.
Emisión de créditos	Instancia en la cual la entidad supervisora del estándar al cual el proyecto de reducción de emisiones se acoge, emite los créditos (reducciones de emisiones correspondientes a 1 tonelada de dióxido de carbono equivalente) en el (o los) registro(s) correspondiente(s).

¹⁷⁴ A la fecha: Mongolia, Bangladesh, Etiopía, Kenya, Maldivas, Vietnam, Laos, Indonesia, Costa Rica, Palau, Camboya, México, Arabia Saudita, Chile, Myanmar, Tailandia y Filipinas.

¹⁷⁵ <https://www.jcm.go.jp/projects/issues>

Ilustración 22: Cronograma JCM de postulación, construcción y subsidio



Sin perjuicio de lo señalado en esta sección, bajo el esquema Modelo de Proyecto JCM existe la posibilidad de que el Gobierno Japonés subsidie (total o parcialmente, depende del caso) el costo de las primeras auditorías de Validación y/o Verificación.

ANEXO B: METODOLOGÍAS DE LOS MECANISMOS DE CARBONO

Todos los mecanismos descritos en este informe tienen como principio fundamental el asegurar que las reducciones de emisiones certificadas por ellos deben ser reales, medibles y verificables. Para asegurar lo anterior, utilizan diversas metodologías de línea de base y monitoreo.

La metodología estima las emisiones que se habrían creado sin la implementación del proyecto y calcula las reducciones de emisiones reales del proyecto, teniendo en cuenta las fuentes de emisiones dentro de los límites definidos.

Bajo el anterior contexto, el uso de una metodología es obligatorio en cualquier mecanismo de reducción de emisiones GEI.

A continuación, se describen, de manera generalizada, las diferentes metodologías en los mecanismos analizados:

B.1 Metodologías asociadas a MDL

El MDL consta de metodologías de línea base aprobadas y vigentes¹⁷⁶ que definen la adicionalidad de los proyectos y las reglas para calcular las reducciones de emisiones correspondientes (CERs) definiendo los requerimientos de monitoreo de un proyecto de mitigación.

Las metodologías se han clasificado en cinco categorías:

- Metodologías de gran escala (*Large-scale CDM Project activities*);
 - a) 90 metodologías aprobadas de gran escala (AM).
 - b) 25 metodologías consolidadas de gran escala (ACM).
- Metodologías de pequeña escala (*Small-scale CDM Project activities*);
 - a) 97 metodologías aprobadas de pequeña escala (ASM).
- Metodologías de forestación y reforestación de gran escala (*large scale A/R CDM Project activities*);
 - a) 1 metodología aprobada A/R de gran escala (AR-AM).
 - b) 1 metodología consolidada A/R de gran escala (AR-ACM).
- Metodologías de forestación y reforestación de pequeña escala (*small scale A/R CDM Project activities*);
 - a) 2 metodologías aprobadas A/R de pequeña escala (AR-AMS).
- Metodologías de captura y retención de carbono (*CCS Project activities*) (Sin información disponible).

A lo largo del tiempo y con el objeto de ordenar los requerimientos, las metodologías se han apoyado en las herramientas metodológicas (*Methodological Tools*¹⁷⁷) que apuntan aspectos específicos de una actividad de proyecto dada:

- 32 herramientas metodológicas para proyectos de gran y pequeña escala,

¹⁷⁶ Las metodologías de línea base están disponibles en: <https://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>

¹⁷⁷ <https://cdm.unfccc.int/Reference/tools/index.html>

- 10 herramientas metodológicas para proyectos de forestación/reforestación además de múltiples lineamientos (*Guidelines*) para cada categoría de proyectos.

B.2. Metodologías asociadas a VCS

Los proyectos VCS pueden utilizar las metodologías propias del VCS, metodologías aprobadas por el Mecanismo de Desarrollo Limpio o las metodologías desarrolladas bajo el *Climate Action Reserve* (CAR, siglas en inglés)¹⁷⁸, con la excepción de sus protocolos forestales.

Para asegurar que VCS se mantenga como un estándar voluntario robusto, Verra revisa periódicamente las metodologías aprobadas con el objeto de asegurar que éstas sean consistentes con los requerimientos actuales, las mejores prácticas internacionales y el consenso científico. Durante este proceso, si se determina que una metodología debe ser actualizada, revisada o retirada, se otorga un período de gracia de cuatro años a los proyectos que actualmente están usando dicha metodología. El estado de cada metodología se muestra en la página de VCS, en la sección de metodologías¹⁷⁹.

B.3. Metodologías asociadas a GS

El GS es un estándar que cubre ámbitos que van más allá de la cuantificación de las reducciones de emisiones de GEI asociadas a una determinada actividad de proyecto. Las metodologías¹⁸⁰ que existen actualmente para medir los impactos climáticos de algunas actividades de proyecto permiten que sean automáticamente pre-elegibles para una posible certificación GS. Adicionalmente, Gold Standard acepta todas las metodologías aprobadas por el MDL que compatibilizan con los alcances sectoriales GS y sus criterios de elegibilidad.

¹⁷⁸ Las metodologías o protocolos están disponibles en: <http://www.climateactionreserve.org/how/protocols/>

¹⁷⁹ Las metodologías y herramientas se encuentran disponibles en: <https://verra.org/project/vcs-program/methodologies/methodology-catalog/>

¹⁸⁰ Metodologías aprobadas disponibles en: <https://www.goldstandard.org/content/methodologies>

ANEXO C: ENTIDADES VALIDADORAS/VERIFICADORAS

Tabla 50: Entidades operacionales designadas/verificadoras

Nombre entidad	MDL-DOEs ¹⁸¹	VCS-VVBs ¹⁸²	GS-VVB ¹⁸³
Japan Quality Assurance Organisation (JQA)	X		
TÜV SÜD South Asia Private Limited (TÜV SÜD)	X	X	X
Deloitte Tohmatsu Sustainability, Co., Ltd. (DTSUS)	X		
Bureau Veritas India Pvt. Ltd. (BVI)	X	X	
Korea Energy Agency (KEA)	X		X
ERM Certification and Verification Services Limited (ERM CVS)	X		X
GHD Limited (GHD)	X		
AENOR INTERNACIONAL, S.A.U. (AENOR)	X	X	X
TÜV NORD CERT GmbH (TÜV NORD)	X	X	X
Lloyd's Register Quality Assurance Ltd. (LRQA)	X		
Colombian Institute for Technical Standards and Certification (ICONTEC)	X	X	
Korean Foundation for Quality (KFQ)	X		
LGAI Technological Center, S.A. (LGA Tech. Center S.A)	X	X	X
China Environmental United Certification Center Co., Ltd. (CEC)	X	X	
RINA Services S.p.A. (RINA)	X	X	X
Korean Standards Association (KSA)	X		
China Quality Certification Center (CQC)	X	X	
China Classification Society Certification Company (CCSC)	X	X	X
CEPREI certification body (CEPREI)	X		
Hong Kong Quality Assurance Agency (HKQAA)	X		
KBS Certification Services Pvt. Ltd (KBS)	X	X	X
Carbon Check (India) Private Ltd. (Carbon Check)	X	X	X
Re Carbon Gözetim Denetim ve Belgelendirme Limited Sirketi (Re Carbon)	X	X	X
Korea Testing & Research Institute (KTR)	X		
Foundation for Industrial Development - Management System Certification Institute (Thailand) (MASCI)	X		
Shenzhen CTI International Certification Co., Ltd (CTI)	X	X	X

¹⁸¹ <https://cdm.unfccc.int/DOE/list/index.html>

¹⁸² <https://verra.org/project/vcs-program/validation-verification/>

¹⁸³ <https://www.goldstandard.org/project-developers/approved-auditors>

EPIC Sustainability Services Pvt. Ltd. (EPIC)	X	X	X
China Building Material Test and Certification Group Co. Ltd. (CTC)	X	X	
Earthood Services Private Limited (Earthood)	X	X	X
China Certification Center, Inc. (CCCI)	X	X	
Ecocert S.A.		X	
Environmental Services, Inc. (ESI)		X	
First Environmental Inc.		X	
GHD Limited		X	
NSF International		X	
Ruby Canyon Engineering, Inc		X	
S&A Carbon LLC		X	
SCS Global Services		X	

ANEXO D: INFORMACIÓN LEVANTADA EN TALLERES Y ENTREVISTAS CON SECTORES REPRESENTATIVOS

D.1. Recopilación de respuestas en taller con Participantes de Proyectos

Fortalezas: Motivación para ingresar a los mecanismos de Carbono y las causas para mantener activa su participación

- 1.- En opinión de la amplia mayoría de los asistentes, se aprecian los mecanismos, y su participación en ellos, por otorgar un estándar verde a los proyectos. A nivel local e internacional se percibe un reconocimiento y valoración positiva por su compromiso ambiental.
- 2.- Debido al punto anterior, es posible considerar la participación en mecanismos de carbono como un beneficio positivo percibido por *stakeholders* y la comunidad en general.
- 3.- En la opinión de los asistentes, la existencia de proyectos de reducción de emisiones en Chile genera discurso al interior de las organizaciones, cambio de práctica y orientación hacia el Medio Ambiente y Cambio Climático.
- 4.- Se recoge la apreciación que, si bien los proyectos pueden resultar complejos en su desarrollo, esta exigencia genera una dinámica de mejora continua, incrementando capacidad de las organizaciones, desarrollo de tecnologías más eficientes y sinergias internas.
- 5.- Otro punto ampliamente mencionado, se refiere a la confirmación de la importancia de los mecanismos como incentivo económico, dada la existencia y desarrollo de proyectos de reducción de emisiones.

Debilidades: Principales dificultades encontradas y causas por las cuales se detuvo su participación en el mecanismo

Para analizar este punto se agrupan los comentarios del grupo participante en cuatro aspectos:

Ámbito Institucional (Nacional y/o Mecanismo)

- 1.- Bajo la experiencia comentada por los asistentes. Se percibe que los procedimientos a nivel nacional relacionados con la validación y verificación de los proyectos generan altas demoras y mayor tramitación por parte de las organizaciones.
- 2.- No obstante, el total de los grupos participantes considera que los procedimientos propios del ciclo de vida de los proyectos en los mecanismos son lentos y de alta complejidad y que esta condición es difícil de modificar.
- 3.- Los asistentes declaran haber percibido una pérdida del respaldo por parte de las instituciones gubernamentales hacia los mecanismos. La explicación general para ello es que esta situación fue producto de la inestabilidad del mercado.
- 4.- En la totalidad de los grupos de manifestó como una debilidad la falta de organismos validadores y verificadores en Chile.

Ámbito económico

- 1.- Se reconoce como un proceso de altos costos, en particular: Validación/Verificación, Certificación y posterior venta, durante la implementación y desarrollo del proyecto.

2.- En opinión de los asistentes, el bajo valor de los créditos de carbono, sumada a una percibida incertidumbre en el mercado, originaron un desincentivo natural a la participación en los mecanismos.

Ámbito técnico

1.- A nivel nacional, se aprecia dificultad en la obtención clara, abierta y transparente de data/información necesaria para el monitoreo de los proyectos, cálculo de reducción de emisiones y su posterior acreditación.

2.- A nivel de mecanismos, se declara la existencia de dificultades con sus metodologías y estándares: Su rigurosidad respecto a cambios en el proyecto, constante aumento de las exigencias de monitoreo, falta de existencia de guías locales, entre otras condiciones.

3.- Los asistentes indican apreciar la falta de capacidades locales para el apoyo del desarrollo de proyectos, en particular de organismos especializados en servicio de soporte como laboratorios, consultoras, representantes y guía ante organizaciones internacionales, entre otros.

Ámbito organizacional

1.- Se declaran dificultades con la Industria verificadora las siguientes: Altos costos, percepción de baja competitividad, diferencias en los criterios aplicados durante auditorías.

2.- Se declaran dificultades a nivel organizacional las siguientes: Difícil para abordar los proyectos ante la estructura corporativa, falta de madurez de la estructura organizacional a nivel de equipos técnicos. Se considera que debían haberse instalado las capacidades necesarias dentro de la organización antes de iniciar el proyecto, entre otras.

Oportunidades: Expectativas de los participantes, apreciación de beneficios y ventajas esperados

Los puntos expresados durante el taller como oportunidades ante la creación de un potencial mecanismo local, pueden resumirse en las siguientes sentencias:

- 1.- Aprovechar capacidades creadas y existentes en el país,
- 2.- Fomentar el ingreso de nuevos sectores, ampliando la cantidad de tipologías de proyecto,
- 3.- Crear mayor institucionalidad de apoyo,
- 4.- Generar sólido discurso logrando el posicionamiento del cambio climático a nivel nacional,
- 5.- Generar apoyo a la inversión.

Amenazas: Principales amenazas percibidas, riesgo y dificultades futuras

1.- Se aprecia como principal riesgo la inestabilidad del mercado, el cual funciona como gran desincentivo a la participación.

2.- Otra amenaza se percibe en la falta de reconocimiento de los esfuerzos realizados por la organización en el desarrollo de proyectos de reducción por parte del mercado y/o Estado.

3.- Se constatan aprensiones respecto al posible aumento del impuesto.

4.- Se considera un riesgo la poca capacidad técnica local para facilitar el desarrollo de los proyectos (ejemplo: Organismos validadores/verificadores).

D.2. Diálogo con la Confederación de la Producción y del Comercio (CPC)

El diálogo con representantes claves se desarrolla con los miembros de la CPC con el objeto de obtener una visión general de la apreciación de los sectores respecto a los mecanismos de compensación y su uso en el potencial mercado de Impuestos Verdes, además de evaluar la factibilidad de ejecutar propuestas en los proyectos de reducción de emisiones GEI.

Luego de una breve descripción de los mecanismos de carbono, su estado y la potencial creación de un mecanismo de *offsets* doméstico, se da paso a la interacción directa con los asistentes, representantes de sector Minería, Energía y Agricultura.

Ilustración 23: Ideas principales expresadas en reunión con la CPC

Expectativas:

- Esperan se diseñe un mecanismo de estándar local escalado, al cual las organizaciones puedan ir adaptándose paulatinamente.
- Destacan como características de importancia para tener en cuenta en un potencial mecanismo: agilidad, estabilidad, visión de Estado (es decir, que el mecanismo local se encuentre incorporado a un plan de Estado en sus políticas de Cambio Climático) y credibilidad.
- Mencionan como deseable la posibilidad que el mecanismo pueda articularse con otros objetivos de interés público, por ejemplo: reducción de material particulado, contaminantes locales, etc.
- Perciben como beneficioso la mantención, por parte del Estado, de programas de capacitación, transferencia tecnológica, retroalimentación público-privada y comunicación permanente en materia de cambio climático.
- Sectores consideran beneficioso diseñar mecanismos para velar que el pago del impuesto se invierta directamente en programas de descontaminación local.
- Apuntar a economías de escala: creación de fondos de inversión especiales y específicos.
- Se preferiría la creación de un mecanismo local que promueva el desarrollo fluido de proyectos de reducción de emisiones sin, necesariamente, proyectarse al mercado internacional.

Aprehensiones:

- Se percibe como una barrera significativa por parte de todos los sectores participantes, la capacidad por parte del Estado de modificar la percepción de sector privado respecto a la credibilidad y estabilidad del nuevo mecanismo de compensaciones. La impresión es que las empresas/entidades que participaron en sistemas de reducción de emisiones, realizaron inversiones que posteriormente no obtuvieron la retribución esperada.
- La complejidad de los mecanismos actuales genera un rechazo a participar en mecanismos similares.
- Se aprecia como alta complejidad el satisfacer los requerimientos establecidos por mecanismos como el MDL o GS.

D.3. Entrevistas con organizaciones potenciales oferentes-demandantes

Las siguientes entrevistas se llevaron a cabo con potenciales oferentes y demandantes de créditos de carbono. Las preguntas realizadas cumplen un rol indicativo, orientadas a levantar nivel de interés en participar de mecanismos de carbono, sus expectativas y aversiones en el contexto de la reforma tributaria del Impuesto Verde. En este proceso participaron las siguientes empresas: Enaex, Santa Marta, Cemento Melón, Engie, Aes Gener, TNC, Arauco y Agrosúper.

El resultado de las entrevistas se presenta de forma conjunta en las siguientes tablas:

Tabla 51: Entrevistas a potenciales oferentes de *offsets*

<p>1. ¿Ha tenido su empresa experiencia en el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones de gases efecto invernadero en el pasado? ¿Podría describir brevemente si la experiencia fue buena o mala y por qué? ¿Qué aspectos del uso de un sistema de <i>offsets</i> mejoraría y por qué?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Las empresas entrevistadas cuentan con experiencia en mecanismo de reducción de carbono. - En general sus experiencias fueron buenas, en especial para aquellos que iniciaron su participación de forma temprana. - Beneficios se observan en la instalación de nuevas capacidades al interior de la organización, facilitando nuevos proyectos, además de apoyar visión y misión - Respecto a mejoras: Disponibilidad de verificadores/validadores expertos nacionales, regulación de precios del carbono, optimización de procesos validación/verificación, acreditación simple y expedita.
<p>2. ¿Cuál(es) es/son la/las variable(s) más importante(s) que lo motivarían a desarrollar un proyecto de reducción de emisiones GEI, en el marco del programa de compensaciones contemplado en la reforma tributaria (Impuestos Verdes)? ¿Qué tipo de proyectos de reducción de emisiones GEI consideraría desarrollar y por qué?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Financieras: El proyecto debiera pagar su inversión. - Co-beneficios sociales e internos. - Tener la posibilidad de vender a un buen precio dentro de un mercado local. - En proyectos forestales, promover la conservación de bosques. - Se aprecia una alta consideración a proyectos que agreguen valor a la comunidad, fomento de una matriz más limpia mediante proyectos en el alcance sectorial 1. Energía.

<p>3. En la actualidad, ¿Cuáles cree Ud. serían los principales obstáculos para llevar a cabo un proyecto de <i>offsets</i> en el contexto del programa de compensaciones, contemplado en la reforma tributaria (Impuestos Verdes)?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Percepción de desconocimiento de los mecanismos por parte del sector público. - Reconocimiento de conocimiento técnico relacionado con los mecanismos en pocas personas, sin embargo, no se observa conocimiento de cómo desarrollar los mecanismos en políticas públicas. - Alto nivel de inversión inicial para algunos tipos de proyecto. - Se considera que sería una dificultad al momento si hubiera imposibilidad de compensar impuestos con reducción de emisiones propias.
<p>4. ¿Qué medidas considera Ud. podría implementar el gobierno para facilitar e incluso fomentar la participación del sector privado en el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones GEI, en el marco del programa de compensaciones para los Impuestos Verdes?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer un precio del carbono que incentive a las empresas a desarrollar proyectos de reducción de emisiones. - Implementar un sistema retroactivo, simple y local. - Fomento a través de subsidio o beneficio tributario para proyectos de alta inversión inicial. - Abrir la posibilidad de vender un porcentaje de estas reducciones provenientes de la primera etapa del MDL, en la actualidad.
<p>5. Según su opinión, ¿cuáles serían las medidas que el gobierno debiera implementar para facilitar o incluso, incentivar la generación de proyectos de reducción de emisiones en el marco de un esquema de compensaciones en el Impuesto Verde?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Seguridad en los precios de venta de las reducciones. - Implementación de una plataforma de comercialización a nivel local.

Tabla 52: Entrevistas a potenciales demandantes de *offsets*

<p>1. ¿Ha tenido su empresa experiencia en la compra y venta de <i>offsets</i> de carbono u otro tipo de <i>offsets</i>?</p>	<p>- Las organizaciones no tienen experiencia en la compra de <i>offsets</i> de carbono, pero sí en la implementación y desarrollo de sus propios proyectos de reducción de emisiones GEI.</p>
<p>2. ¿Qué ventajas y/o desventajas visualiza en el uso de un programa de compensación (<i>offsets</i> de carbono) como vía para compensar todo o parte del impuesto al CO₂ versus otros mecanismos (ej. uso de otro tipo de instrumentos al carbono, otro tipo de compensaciones, etc.)? ¿Qué aspectos de un programa de uso de <i>offsets</i> mejoraría y por qué?</p>	<p>- Viabilizarían que los proyectos de reducción de emisiones fueran más eficientes.</p> <p>- Se apreciaría el mayor porcentaje de compensación utilizando <i>offsets</i>.</p> <p>- Se debe verificar que la implementación de los impuestos verdes no promueva prácticas industriales más contaminantes a nivel global.</p> <p>- un sistema que incorpora compensaciones de CO₂ incentiva de manera más directa la inversión en proyectos tanto públicos como privados que reduzcan las emisiones y permite ampliar el espectro de proyectos bajo el criterio de costo-efectividad.</p>
<p>3. ¿Bajo qué circunstancias su empresa consideraría la compra de <i>offsets</i>, como alternativa al pago de impuesto al carbono de US\$ 5 por tonelada de CO₂? ¿Qué factores considera Ud. serían los más relevantes al momento de decidir?</p>	<p>- Es deseable que la compra de <i>offsets</i> tendrían que ser reconocidos por la sociedad y por los <i>stakeholders</i> como un mecanismo bueno y adecuado para compensar las emisiones de CO₂.</p> <p>- Retribución económica asociada a la compensación de emisiones.</p> <p>- Consideración del desempeño ambiental u otros atributos de los proyectos que generan los <i>offsets</i> (naturaleza del proyecto, por ejemplo).</p> <p>- Fomento de proyectos que provengan de empresas con las cuales las organizaciones puedan generar proyectos de triple impacto¹⁸⁴.</p> <p>- Se apreciaría que los proyectos de reducción se encuentren acreditados bajo algún estándar internacional que de garantía sobre su validez.</p>

¹⁸⁴ Proyectos en los cuales la mirada de las organizaciones no solo se centra en su rentabilidad. El modelo se basa en tres conceptos: valor económico, mirada social e impacto ambiental.

<p>4. En caso de que decidiera usar <i>offsets</i> para compensar el impuesto, ¿Tiene alguna preferencia por el tipo de proyecto generador de dichos <i>offsets</i> (ej. tecnologías, tipos de proyectos)? ¿Tiene alguna preferencia u objeción en el uso de <i>offsets</i> de carbono de un <i>vintage</i> antiguo (ej. 2000-2010, 2011-2015, 2016-2019)?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Proyectos que más cantidad y más rápido reducen CO₂ al menor costo y que adicionalmente se encuentren dentro del proceso de reemplazo y reconversión de unidades a carbón. - Proyectos asociados a ERNC y Forestales. - Para algunas organizaciones resultan más atractivos proyectos que tengan beneficios para las comunidades, sin embargo, no excluye otro tipo de proyectos al momento de evaluar buenas alternativas localizadas en otros lugares. - Respecto a créditos <i>vintage</i>, se considera que en el periodo de implementación del sistema pudieran considerarse créditos antiguos para, paulatinamente, ir acotándolo en el tiempo.
<p>5. ¿Estaría dispuesto a pagar un precio superior al impuesto por <i>offsets</i> de proyectos de mayor calidad ambiental (ej. con claros co-beneficios ambientales, económicos y sociales)? ¿Y por aquellos que reporten mayores beneficios reputacionales? ¿Cuáles serían los principales atributos que serían determinantes del precio del <i>offset</i>?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se consideraría pagar mayor valor por <i>offsets</i> si los beneficios asociados al proyecto son claros y afectan favorablemente a las comunas de influencia. Adicionalmente, los beneficios deben ser percibidos por la población y entorno local. - En el caso de algunas organizaciones, no estarían dispuestas a pagar un mayor valor, puesto que los recursos adicionales son canalizados por la compañía a través de otros mecanismos propios de inversión de beneficio directo a sus <i>stakeholders</i> y el medio ambiente.

ANEXO E: SUPUESTOS EN LA ESTIMACIÓN DE *OFFSETS*

E.1.- Metodologías y supuestos usados en la estimación de la generación de *offsets* a partir de los proyectos de reducción de emisiones existentes, registrados bajo los estándares internacionales MDL, VCS y GS.

- **Créditos emitidos a la fecha:** Se elaboró una base de datos de todos los proyectos de reducción de emisiones registrados en Chile, la cual se construyó a partir de la siguiente información:
 - Proyectos MDL: Se utilizó la base de datos del CDM Pipeline.
 - Proyectos VCS: La información se obtuvo a partir del sitio web de VCS, en la sección del registro.
 - Proyectos Gold Standard: La información se obtuvo a partir del sitio web de GS, en la sección del registro.

La base de datos consideró los proyectos que figuran con doble registro, sin embargo esto fue considerado de manera de evitar la doble contabilidad de los créditos emitidos, por emitir y potenciales futuros.

- **Estimación de créditos emitidos y disponibles a la fecha:** Se recopiló información real de los créditos emitidos y disponibles de cuatro empresas, desarrolladoras de proyectos de reducción de emisiones, las cuales en conjunto poseen 15 proyectos (aproximadamente 12% del total de proyectos registrados). Con esta información más la información relativa a los créditos emitidos por sector se realizó una estimación del total de créditos emitidos y disponibles. Esta estimación se sensibilizó considerando el rango de créditos emitidos y disponibles observado en las empresas que proporcionaron la información.
- **Estimación de los créditos potenciales por emitirse a la fecha:** Esta información se obtuvo a partir de la base de datos de los proyectos registrados en el MDL, VCS y GS. La estimación se construyó considerando las estimaciones de los proyectos en los períodos de acreditación correspondientes, siempre y cuando dicha información estuviese disponible. En caso de que no lo estuviese, se usó la proyección del primer período de acreditación de los proyectos.
- **Capacidad actual de generación de créditos:** Esta información se obtuvo a partir de la base de datos de los proyectos registrados en el MDL, VCS y GS.

E.2. Metodologías y supuestos usados en la estimación del potencial de generación de *offsets* de carbono a partir de nuevos proyectos de reducción de emisiones a nivel doméstico.

A continuación, se presentan los supuestos empleados en la determinación del potencial de generación de reducción de emisiones GEI para cada tipo de proyecto evaluado.

1. Proyectos de energías renovables

A continuación, se detalla la metodología empleada en la estimación de los proyectos y la cantidad potencial de *offsets* de carbono que podrían generarse a partir de los proyectos de energía renovable actualmente en carpeta (corto y mediano plazo).

- Uno de los principios metodológicos más relevantes en relación con los proyectos que generan y/o consumen energía eléctrica de la red, dice relación con el uso del *Margen*

Combinado (CM, siglas en inglés) de la red a la cual el proyecto está conectado. El Margen Combinado resulta de la suma ponderada de dos factores de emisión de la red: el *Margen de Operación* (OM, siglas en inglés) que da cuenta de la energía desplazada por un proyecto de emisiones conectado a la red y el *Margen de Construcción* (BM, siglas en inglés), que da cuenta de las centrales eléctricas desplazadas o postergadas por el proyecto de reducción de emisiones.

- El Margen Combinado se utiliza para calcular tanto las emisiones GEI evitadas producto del desplazamiento de energía eléctrica fósil de la red (emisiones de línea base), como las emisiones GEI de un proyecto de reducción de emisiones GEI (emisiones de proyecto), asociadas al consumo de energía eléctrica de la red. En este caso, se usó una estimación del MC para los sistemas SIC y SING, los cuales son los más relevantes a nivel nacional para efectos de estimar aumentos o reducciones de emisiones GEI a nivel nacional. Los valores usados para la estimación del CM en esta parte del informe se muestran a continuación.

Tabla 53: Factores de emisión OM y BM recientes, asociados al SING y al SIC.

	(Unidades)	SIC	SING
Margen de Operación (OM)	(tCO ₂ /GWh)	764	989
Margen de Construcción (BM)	(tCO ₂ /GWh)	520	535

Fuentes: Factores del SING: Obtenidos del proyecto MDL Kelar, registrado en 4 junio, 2018. Los Factores SIC: Obtenidos del reporte de monitoreo del proyecto "Nueva Aldea Biomass Power Plant Phase 2", para los años 2016 y 2017.

Tabla 54: Margen combinado para proyectos de reducción GEI conectados al SING y al SIC.

Sistema interconectado	(Unidades)	Proyectos normales		Generación intermitente y no despachable	
		OM	BM	Margen Combinado (MC) (OM 50% y BM 50%)	Margen Combinado (MC) (OM 75% y BM 25%)
SING	(tCO ₂ /GWh)	950,0	530,0	740,0	845,0
SIC	(tCO ₂ /GWh)	730,0	500,0	615,0	672,5
Promedio red nacional	(tCO₂/GWh)			677,5	758,8

Fuente: Estimación a partir de los últimos valores calculados de OM y BM, años 2016 y 2017 en el SIC y en el SING.

- Dada la incidencia del Margen Combinado en la estimación de las reducciones de emisiones GEI de los proyectos evaluados en esta sección, se procedió a seleccionar valores conservadores del OM y BM, los cuales se mantuvieron fijos para este estudio, para todo el periodo de análisis, sin considerar las proyecciones a la baja de las tCO₂/MWh por la creciente penetración de generación renovable y salida de termoeléctricas a carbón. Esto puede resultar, por ejemplo, en una sobreestimación de las compensaciones por proyectos de generación de energía renovable y una subestimación de proyectos de electromovilidad que se materializarían en el mediano y largo plazo.
- Si bien a partir de noviembre de 2017 los sistemas SING y SIC se encuentran interconectados por una línea de doble circuito de 500 KV que permite transmitir energía entre ambos sistemas, según la última versión de la herramienta metodológica para el cálculo del factor de red "*Tool to calculate the emission factor for an electricity system V7*", todavía existirían restricciones de transmisión suficientes como para considerar a los dos sistemas en forma separada. En consecuencia, para proyectos de generación de energía neutra en GEI que se implementan a lo largo de todo el país, se consideró un promedio de los Márgenes Combinados del SING y el SIC.
- Cabe notar que en la medida en que la penetración de fuentes de generación renovables, neutras en emisiones GEI aumenten y las fuentes de origen fósiles disminuyan (o se eliminen) en la red eléctrica nacional, estos factores tenderán a cero y no será posible

realizar proyectos de reducción de emisiones GEI asociados a la generación de energía eléctrica neutra en GEI.

- Se utilizó la potencia bruta agregada para cada tecnología (ej. solar fotovoltaica, etc.), junto con factores de planta promedios según la tecnología, para el cálculo de la generación eléctrica en cada caso.

Tabla 55: Factores de planta por tipo de tecnología

Factores de planta	(%)
Generación con biogás	80%
Cogeneración con biomasa	85%
Eólico	30%
Geotermia	78%
Mini hidro de pasada	62%
Bombeo	24%
Solar fotovoltaica	34%
Concentración solar (CSP) con almacenamiento	80%
Termosolar con almacenamiento	80%

Fuentes: SEA, UNFCCC y juicio experto del consultor.

- No se consideraron emisiones de proyecto, las cuales por lo general son cero o no sobrepasan el 5% de las reducciones de emisiones, en el peor de los casos.

Bajo estos supuestos, se obtuvo el potencial inicial de reducción de emisiones GEI (para el corto y mediano plazo), según el estatus de los proyectos en el SEIA, lo cual se muestra en las siguientes tablas a continuación.

Tabla 56: Potencial inicial de generación de créditos de carbono, proyectos en calificación ambiental.

EIA o DIA en Calificación	N° Proyectos	Potencia bruta	Factor de Red	Créditos anuales	Porcentajes
	(N°)	(MW)	(tCO ₂ /GWh)	(tCO ₂ /año)	(%)
Generación con biogas	0	0	615	0	0,0%
Cogeneración con biomasa	1	30	615	137.379	0,7%
Eólico	19	2.304	759	4.594.164	21,9%
Geotermia	1	50	740	251.600	1,2%
Mini hidro de pasada	8	80	615	265.216	1,3%
Bombeo	0	0	740	0	0,0%
Solar fotovoltaica	73	4.875	759	11.016.822	52,6%
Concentración solar (CSP) con almacenamiento	0	0	740	0	0,0%
Solar CSP (Energ. Térmica)	0	0		0	0,0%
Termosolar con almacenamiento	3	900	740	4.667.328	22,3%
Total Bruto	105	8.239		20.932.510	100,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de ACERA y el SEA.

Tabla 57: Potencial inicial de generación de créditos de carbono, proyectos con EIA/DIA aprobados.

EIA o DIA Aprobada	N° Proyectos	Potencia bruta	Factor de Red	Créditos anuales	Porcentajes
	(N°)	(MW)	(tCO ₂ /GWh)	(tCO ₂ /año)	(%)
Generación con biogas	3	15	615	64.649	0,1%
Cogeneración con biomasa	9	173	615	792.217	1,3%
Eólico	60	6.807	759	13.573.124	22,6%
Geotermia	1	70	740	352.240	0,6%
Mini hidro de pasada	38	367	615	1.216.678	2,0%
Bombeo	1	300	740	472.675	0,8%
Solar fotovoltaica	195	14.328	759	32.379.288	53,8%
Concentración solar (CSP) con almacenamiento	8	2.185	740	11.318.300	18,8%
Solar CSP (Energ. Térmica)	1	7		6.743	0,0%
Termosolar con almacenamiento	0	0	740	0	0,0%
Total Bruto	316	24.252		60.175.915	100,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de ACERA y el SEA.

A estos proyectos se les aplicó un análisis general de adicionalidad de acuerdo a los principios del MDL ya que es la principal referencia que existe hoy a nivel internacional, lo que no significa que necesariamente se mantenga en el marco del Artículo 6 del Acuerdo de París, actualmente en discusión. Para tal efecto, se utilizaron los lineamientos de las siguientes metodologías y herramientas metodológicas del MDL:

- 1) Metodología consolidada para proyectos de energía renovable conectados a la red: “*Grid-connected electricity generation from renewable sources (V 19.0)*”¹⁸⁵.
- 2) Herramienta para demostrar la adicionalidad de un proyecto: “*Tool for the demonstration and assessment of additionality, (V 7)*”¹⁸⁶

En primer lugar, la metodología consolidada para proyectos de energía renovable establece un listado de tecnologías de generación, bajo las cuales los proyectos de generación desarrollados se consideran automáticamente adicionales, en caso de cumplir con ciertos límites de participación en el sistema interconectado relevante o en el país en donde el proyecto se ubica. El listado de tecnologías es el siguiente:

- Solar fotovoltaica.
- Solar térmica para la generación de electricidad, incluyendo concentración solar (CSP).
- Eólico *offshore*.
- Marina (olas).
- Marina (mareas).
- Marina (energía térmica del océano).

A la fecha de realización de este estudio, los proyectos que utilizan la tecnología solar-fotovoltaica no cumplirían con estos requisitos en Chile. Las demás tecnologías del listado se considerarían adicionales hasta una nueva revisión de la herramienta metodológica¹⁸⁷.

Los proyectos de generación que utilizan tecnologías de generación más convencionales tendrían que someterse a la prueba de adicionalidad estándar, contemplada en la última versión de la herramienta de adicionalidad del MDL. Esto se realiza de manera general a continuación.

- a) Proyectos “primeros en su tipo”:** En muy pocos casos es posible identificar proyectos de generación que utilizan tecnologías que pueden ser calificadas como “primeros en su tipo”. Sólo en estos casos, los proyectos serían considerados como adicionales de manera automática. En el resto de los casos, se tendría que demostrar la adicionalidad a través de los pasos siguientes de la herramienta.
- b) Análisis financiero:** Es posible que varios de los proyectos identificados sean rentables o marginalmente rentables, con independencia de los ingresos provenientes de la venta de créditos de carbono ($P < 0 \text{ US\$/tCO}_2$). Basado en los criterios MDL, esto significaría que en general estos proyectos no serían financieramente adicionales y por ende, tendrían que demostrar la existencia de barreras que impiden o dificultan su realización en el país.
- c) Análisis de barreras:** Es probable que algunas tecnologías de generación enfrenten barreras significativas en el país. Particularmente aquellos proyectos que utilizan tecnologías de generación que exhiben una baja participación en el sistema eléctrico nacional. Bajo esta perspectiva, es posible que los proyectos eólicos y solares-fotovoltaicos enfrenten las

¹⁸⁵ Disponible en la web: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/VJI9AX539D9MLOPXN2AY9UR1N4YGD>

¹⁸⁶ Disponible en la web: http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-01-v7.0.0.pdf/history_view

¹⁸⁷ La metodología establece la validez de este listado de 2 años a contar del 31 de agosto de 2018.

menores barreras en el país, considerando gran aumento de participación exhibido por estas tecnologías en los últimos años.

- d) Análisis de práctica común:** Es probable que sólo en los casos de proyectos que exhiben un alto nivel de complejidad (ej. requieran obras civiles significativas y/o muy proyecto-específicas) y que utilizan tecnologías de generación con baja penetración en el país sea posible establecer diferencias y particularidades suficientemente significativas como para establecer que no se trata de proyectos que obedecen a la práctica común en la industria de la generación eléctrica. Bajo esta lógica, los proyectos que probablemente enfrentan las mayores dificultades en demostrar que no corresponden a la práctica común, son aquellos que utilizan las tecnologías de generación eólica y solar-fotovoltaica.

Según el análisis anterior, es posible que los proyectos que utilicen las tecnologías eólica y solar-fotovoltaica no califiquen como proyectos adicionales bajo el estándar MDL y, por ende, no puedan generar créditos de carbono bajo este esquema. No obstante, cabe señalar que este corresponde a un ejercicio que aplica un análisis general y que no necesariamente corresponde a las reglas que regirán bajo el Artículo 6 del Acuerdo de París, las cuales están actualmente en discusión. El resto de los proyectos tendrían una mayor probabilidad de ser adicionales, según los principios de adicionalidad internacionalmente aceptados.

La tabla que muestra el listado de proyectos ERNC que podrían ser considerados adicionales, se muestra en el capítulo 3 de este informe.

2. Proyectos de captura y almacenamiento de carbono (CCS) en CCGN

El potencial total de reducciones de emisiones GEI en el SING y el SIC asociado a esta tecnología se determinó en base a la generación total anual en el año 2016 de las plantas de ciclos combinado que operaron con gas natural o GNL.

El precio del carbono que viabiliza la inversión en esta tecnología se determinó equiparando el valor presente unitario de los ingresos provenientes de la venta de créditos de carbono con el costo incremental unitario de la tecnología CCS en ciclos combinados que operan con gas natural. Los supuestos y valores empleados en la estimación se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 58: Supuestos empleados en la evaluación de la tecnología CCS en ciclos combinados a gas natural

Supuestos	(Unidades)	(Valores)
Tecnología de captura de CO ₂	Uso de aminas	
Porcentaje de secuestro de CO ₂	(%)	90%
Generación de ciclos combinados SIC y SING (2016)	(GWh)	12.273
Costo unitario promedio incremental de la tecnología CCS	(US\$/MWh)	22 a 40
Horizonte de evaluación	(años)	20
Tasa de descuento	(%)	10%
Factor de emisión de un ciclo combinado	(tCO ₂ /GWh)	400

Fuentes: Coordinador Eléctrico Nacional, UNFCCC CDM, proyectos MDL y estudio "The Cost of Carbon Capture and Storage for Natural Gas Combined Cycle Power Plants", Edward S. Rubin, Haibo Zhai, 2012.

3. Proyectos de energía marina

La estimación del potencial de reducción de emisiones asociado a la tecnología se realizó a partir del potencial total de generación de las tecnologías undimotriz y mareomotriz en Chile. El precio del carbono que viabiliza la inversión en estas tecnologías se determinó a partir de evaluaciones financieras, en las cuales se consideraron los parámetros que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 59: Supuestos empleados en la evaluación de la tecnología marina

Supuestos para la evaluación	(Unidades)	(Valores)
Potencial desarrollo energía undimotriz en Chile	(MW)	240.000
Potencial desarrollo energía mareomotriz en Chile	(MW)	2.400
Factor de red relevante	(tCO ₂ /GWh)	673
Rango inversión undimotriz	(US\$/KW)	6.200 a 16.000
Rango inversión mareomotriz	(US\$/KW)	5.400 a 14.300
Costos de operación undimotriz	(US\$/KW-año)	180
Costos de operación mareomotriz	(US\$/KW-año)	140
Rango factor de planta undimotriz	(%)	25% a 40%
Rango factor de planta mareomotriz	(%)	26% a 40%
Vida útil de la planta	(Años)	20 a 25 años
Precio de la energía	(US\$/MWh)	52
Precio de la potencia	(US\$/KW-mes)	8,2
Tasa de descuento	(%)	10%
Depreciación	(años)	20 a 25 años
Tasa de impuesto a la renta	(%)	27%

Fuentes: Manual del IPCC 2006, "Energía Marina en Chile Avanzando en el desarrollo del recurso en Chile", Errázuriz & Asociados Ingenieros.

En las evaluaciones se incorporó los ingresos por concepto de venta de créditos de carbono. El precio del carbono que viabiliza la inversión en cada caso se determinó en base al precio del *offset* de carbono que hace cero el valor presente neto de la inversión.

4. Proyectos asociados a la electromovilidad

Las reducciones de emisiones GEI asociadas a los proyectos de electromovilidad se calcularon considerando las emisiones por consumo de combustible fósil evitadas (típicamente diésel o bencina) a las cuales se les restaron las emisiones GEI asociadas al consumo de energía eléctrica de la red nacional.

Para cada tipo de proyecto se realizó una evaluación económica, a través de la cual se pudo establecer el precio mínimo del carbono necesario para viabilizar los proyectos. En las siguientes tablas se presentan los parámetros utilizados para realizar las estimaciones y evaluaciones en cada caso.

Tabla 60: Parámetros para la evaluación del cambio de taxis básicos y colectivos a vehículos eléctricos.

Parámetros	(Unidades)	(Valores)
Taxis básicos y colectivos	(N° Unidades)	95.087
Kilometraje promedio anual	(Km/taxi-año)	62.400
Rendimiento promedio anual (gasolina/diésel)	(Km/lt)	13,0
Factor de emisión gasolina/diésel	(tCO ₂ e/ton)	3,2
Rendimiento promedio anual (eléctrico)	(KWh/100Km)	16,0
Factor de red relevante (Margen Combinado)	(tCO ₂ e/GWh)	678
Costo taxi convencional (gasolina/diésel)	(M\$/unidad)	10.500
Costo taxi eléctrico	(M\$/unidad)	24.000
Precio de la gasolina	(\$/lt)	750
Precio del diésel	(\$/lt)	500
Precio electricidad	(\$/KWh)	100
Costo de mantención vehículo convencional	(US\$/Km)	0,045
Costo de mantención vehículo eléctrico	(US\$/Km)	0,030
Tasa de descuento	(%)	10%
Valor del dólar	(\$/US\$)	659

Fuentes: Manual del IPCC 2006, UNFCCC CDM, "Estudio Escenarios de Usos Futuros de la Electricidad", E2Biz, Capítulos Transporte y Residencial.

Tabla 61: Parámetros para la evaluación del cambio de buses del Transantiago a buses eléctricos.

Parámetros	(Unidades)	(Valores)
Buses en el Transantiago	(N° Unidades)	6.681
Kilometraje promedio anual, bus Transantiago	(Km/bus-año)	67.774
Rendimiento promedio anual (diésel)	(Km/lt)	1,8
Factor de emisión GEI (diésel)	(tCO ₂ e/ton)	3,2
Rendimiento promedio anual (bus eléctrico)	(Km/KWh)	1,2
Factor de red relevante (Margen Combinado)	(tCO ₂ e/GWh)	615
Costo bus convencional	(M\$/unidad)	125.000
Costo operación bus convencional	(\$/Km)	300
Costo bus eléctrico	(M\$/unidad)	280.000
Costo operación bus eléctrico	(\$/Km)	70,0
Tasa de descuento	(%)	10%
Valor del dólar	(\$/US\$)	659

Fuentes: Manual del IPCC 2006, UNFCCC CDM, Directorio de Transporte Público Metropolitano, estudio "Escenarios de usos futuros de la generación de energía eléctrica en Chile" y artículos recientes publicadas en la web.

Tabla 62: Parámetros para la evaluación del cambio de buses del transporte colectivo a buses eléctricos.

Parámetros	(Unidades)	(Valores)
Buses de transporte colectivo	(N° Unidades)	49.277
Kilometraje promedio anual, bus	(Km/bus-año)	67.774
Rendimiento promedio anual (diésel)	(Km/lt)	1,8
Factor de emisión GEI (diésel)	(tCO ₂ e/ton)	3,2
Rendimiento promedio anual (bus eléctrico)	(Km/KWh)	1,2
Factor de red relevante (Margen Combinado)	(tCO ₂ e/GWh)	678
Costo bus convencional	(M\$/unidad)	125.000
Costo operación bus convencional	(\$/Km)	300
Costo bus eléctrico	(M\$/unidad)	280.000
Costo operación bus eléctrico	(\$/Km)	70,0
Tasa de descuento	(%)	10%
Valor del dólar	(\$/US\$)	659

Fuentes: Manual del IPCC 2006, UNFCCC CDM, Directorio de Transporte Público Metropolitano, estudio "Escenarios de usos futuros de la generación de energía eléctrica en Chile" y artículos recientes publicadas en la web.

Tabla 63: Parámetros para la evaluación del cambio de automóviles y station-wagons a vehículos eléctricos.

Parámetros	(Unidades)	(Valores)
Automóviles y Station Wagons	(N° Unidades)	3.237.629
Kilometraje promedio anual	(Km/auto-año)	20.000
Rendimiento promedio anual (gasolina/diésel)	(Km/lt)	14
Factor de emisión GEI (gasolina/diésel)	(tCO ₂ e/ton)	3,2
Rendimiento promedio anual (vehículo eléctrico)	(KWh/100 Km)	16,0
Factor de red relevante (Margen Combinado)	(tCO ₂ e/GWh)	678
Precio gasolina	(\$/lt)	750
Precio diésel	(\$/lt)	500
Costo vehículo convencional	(M\$/unidad)	11.000
Costo mantenimiento vehículo convencional	(US\$/Km)	0,045
Costo vehículo eléctrico	(M\$/unidad)	24.000
Costo mantenimiento vehículo eléctrico	(US\$/Km)	0,030
Horizonte de evaluación	(años)	20
Tasa de descuento	(%)	10%
Valor del dólar	(\$/US\$)	659

Fuentes: Manual del IPCC 2006, UNFCCC CDM, Directorio de Transporte Público Metropolitano, estudio "Escenarios de usos futuros de la generación de energía eléctrica en Chile" y artículos recientes publicadas en la web.

En el caso del programa de uso de hidrógeno en la gran minería, se tomaron las reducciones de emisiones publicadas por el programa CORFO correspondiente. El precio del carbono que viabiliza la inversión se estimó considerando el monto del subsidio considerado para este programa en relación con las reducciones de emisiones GEI obtenidas.

Tabla 64: Parámetros para la evaluación del uso de Hidrógeno en camiones CAEX en la gran minería.

Parámetros	(Unidades)	(Valores)
Consumo diario de diésel por camión	(lt/camión-día)	3.600
Factor de emisión GEI (Diésel)	(tCO ₂ e/ton)	3,2
Porcentaje de reemplazo de Diésel por Hidrógeno	(%)	50%
Tope máximo del subsidio CORFO al programa	(MM\$)	4.000
Valor del dólar	(\$/US\$)	659

Fuentes: Manual del IPCC 2006, Programa CORFO "Desarrollo de sistema de combustión dual Hidrógeno-Diésel para CAEX", 2017.

5. Proyectos forestales

La cantidad de proyectos asociados al sector forestal en Chile es limitada, con sólo dos de ellos relacionados con el aumento de existencias, y uno con la deforestación evitada. Esto se traduce en que la oferta de créditos forestales en Chile es escasa a nivel privado, lo cual posiblemente se debe a los siguientes factores:

- Alto nivel de desconocimiento¹⁸⁸ de la temática del mercado de carbono para proyectos forestales en Chile.
- Inexistencia de incentivos que aseguren que las actividades se mantengan en el tiempo.
- Ausencia de marcos jurídicos que detallen cómo se maneja la temática de los derechos y propiedad del carbono.
- Tenencia de la tierra, ya que en la gran mayoría de los casos la titularidad de la tierra en Chile es confusa e informal, existe un alto número predios pequeños atomizados manejados por diversos propietarios.
- Alto grado de fragmentación¹⁸⁹ del paisaje, lo cual también sería considerado como una desventaja, ya que a mayor grado de fragmentación es más difícil encontrar paños de bosques grandes y relativamente continuos, aptos para los proyectos A/F o REDD+.
- Incendios forestales. En Chile, durante la temporada de verano del 2017, se produjeron numerosos incendios forestales que afectaron las regiones de O'Higgins, Maule y Biobío con una superficie de 467.537 ha.¹⁹⁰ (CONAF 2018a). Durante el 2019 y a la fecha de elaboración de este informe, los incendios han afectado un total de 53.582 ha., principalmente en las regiones de la Araucanía y Aysén. En el caso de Aysén, la región ha experimentado un aumento porcentual de afectación de 23.249 % en relación con período anterior.

Según CONAF (Sartori, 2010), algunos de las principales barreras para el desarrollo de proyectos de carbono forestal en Chile a nivel de propietarios de predios se detallan a continuación:

- 1) **Tenencia de la tierra:** Normalmente los propietarios no poseen títulos de dominio.
- 2) **Distribución y tamaño de los predios:** Pequeñas propiedades, dispersas en el territorio, normalmente con problemas de acceso.
- 3) **Calidad de los suelos:** Generalmente los suelos presentan problemas de productividad y/o están altamente degradados.
- 4) **Situación cultural:** Los propietarios normalmente no son proclives a la asociatividad, ya que carecen de capacidades de gestión e innovación en términos forestales en comparación a los propietarios en los rubros agrícola o ganadero.

¹⁸⁸ Este tipo de proyectos posee un nivel de complejidad elevado para las autoridades, técnicos, academia, privados y propietarios por el grado de tecnicismo y complejo funcionamiento, adicionalmente se debe considerar la baja oferta de profesionales con conocimientos prácticos al respecto.

¹⁸⁹ Por fragmentación del hábitat se entiende como el proceso de subdividir un hábitat continuo en partes más pequeñas, en sistemas naturales ocurre por ejemplo por incendios forestales, sin embargo, la causa más importante y en gran escala de la fragmentación del hábitat es la expansión e intensificación del uso humano de la tierra (Burgess y Sharpe 1981).

¹⁹⁰ 77.131 ha. de bosque nativo, 280.555 ha. de plantaciones, 76.556 ha. de praderas y matorrales, 31.516 ha. de terrenos agrícolas y 1.779 ha. otros terrenos (CONAF, 2018a).

5) Aspectos financieros: Generalmente el ingreso de los propietarios forestales son limitados y en muchos casos poseen deudas, lo cual les dificulta acceder a créditos para iniciar nuevos negocios.

Estos factores sumados con una incidencia creciente en la cantidad y extensión de incendios forestales aumentan la incertidumbre asociada a proyectos de carbono forestal en el país.

Los supuestos usados para determinar las áreas del país con potencial para realizar proyectos REDD+ forestales son los siguientes:

- Datos de absorciones y emisiones para las regiones del Maule, O'Higgins, Araucanía, Los Ríos y los Lagos.
- Comprende 16.522.077 ha., correspondiente al 22% del territorio nacional continental.
- Contiene 11 de los 12 tipos forestales definidos por ley a nivel nacional.
- Comprende 5.853.387 ha. de bosque nativo, equivalente al 41% del bosque nativo a nivel nacional.
- Considera 4 actividades REDD+: deforestación, degradación, aumento de reservorios de carbono y conservación.
- Para el área de conservación se considera la contabilización neta de degradación y absorciones por aumento de existencias en áreas de bosque bajo conservación formal.
- Se consideró como bosque las tierras definidas por el Catastro Forestal, como bosque nativo o bosque mixto, categorías de clasificación que se ajustan a la definición legal aplicada.
- No se contabilizaron los flujos de carbono de las plantaciones forestales¹⁹¹.
- La incertidumbre¹⁹² total considerada resulta en 33,3%.

Según lo anterior, se estimó que existe un total de 3.452.884 tCO₂e anuales por deforestación y 9.149.393 tCO₂e por año por degradación forestal. En el caso de las absorciones y las actividades de conservación se ha estimado una disminución de 10.012.012 tCO₂e anuales y 2.430.439 tCO₂e anuales respectivamente (CONAF, 2016). El siguiente cuadro muestra el desglose por cada una de las regiones, para las cuales se ha definido el NREF/NRF.

Tabla 65: Promedio emisiones y absorciones históricas por actividad y región, NREF/NRF

Región	Actividad (tCO ₂ e/año)			
	Deforestación	Degradación	Aumentos	Conservación
Maule	84.982	608.976	-1.182.162	-14.780
Biobío	396.645	1.209.890	-1.282.143	-72.359
La Araucanía	1.059.067	1.907.344	-1.517.894	-334.741
Los Ríos	644.696	1.373.080	-2.022.041	-710.081
Los Lagos	1.267.494	4.050.103	-4.007.772	-1.298.478
Total	3.452.884	9.149.393	-10.012.012	-2.430.439

Fuente: Nota informativa N° 19, Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales.

Otro de los supuestos utilizados para determinar el potencial de generación de créditos de carbono forestal en Chile, dice relación con la existencia de niveles de referencia forestales, lo cual es clave para determinar las líneas base asociadas a los proyectos forestales.

¹⁹¹ En el contexto nacional, las plantaciones de especies exóticas se asocian a un objetivo netamente de producción industrial.

¹⁹² Incertidumbre consiste en la propagación del error de las incertidumbres de las sub-actividades consideradas. La propagación del error fue ponderada de acuerdo con las emisiones/absorciones absolutas de cada actividad.

- **Proyectos (A/F):** Estos proyectos se desarrollan bajo los programas MDL, VCS y GS. El MDL genera créditos forestales de carácter temporal (tCERs y ICERs), con lo cual se requiere que sean renovados con nuevos créditos tras un cierto espacio de tiempo. Esto se explica por la forma como el MDL aborda la no-permanencia de las reducciones de emisiones en el caso de los proyectos forestales. Esto no ocurre así con proyectos forestales bajo los estándares voluntarios como el VCS y GS, en los cuales la temporalidad de las reducciones o capturas forestales se aborda a través de un “buffer” de créditos generados por el proyecto, el cual permite respaldar las reducciones de un determinado proyecto forestal en caso de liberaciones no intencionales de carbono (ej. incendios). Este enfoque hace más atractivo los proyectos VCS y GS que los proyectos MDL a los compradores.
- **Proyectos REDD+:** Actualmente, Chile ha definido el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales y el Nivel de Referencia Forestal¹⁹³ (NREF/NRF) sub-nacional, que abarca desde las regiones del Maule a Los Lagos¹⁹⁴. Cabe mencionar, sin embargo, que dicho nivel de referencia no incluye la categoría de actividades relacionadas con la gestión sostenible de bosques.

Para desarrollar un proyecto dentro del área del Nivel de Referencia es necesario solicitar a CONAF la asignación a nivel de la zona del proyecto (sitio específico) de los datos establecidos en programa gubernamental. Cabe destacar que en la actualidad no existe un procedimiento ni una metodología clara de cómo proceder para esos casos, lo que además probablemente requiera de una verificación de tercera parte independiente para tener acceso a esquemas de mercado o de pagos por resultados. La otra opción es invertir directamente en el desarrollo de un Nivel de Referencia adecuado para el proyecto, y proceder de la misma manera descrita anteriormente, solicitar la aprobación de CONAF.

Por otro lado, para desarrollar actividades de proyecto asociadas con la gestión sostenible de bosques dentro de las regiones en donde ha consignado el Nivel de Referencia, se tendría que desarrollar un Nivel de Referencia específico para el proyecto y solicitar a CONAF que apruebe la metodología. Lo anterior, probablemente requeriría un proceso de verificación de tercera parte independiente. Lo mismo sucedería en el caso de desarrollar un proyecto de carbono forestal fuera de las regiones de Chile para las cuales no se ha definido un NREF/NRF.

En virtud de lo anterior, para este estudio se consideró el desarrollo del potencial forestal en aquellas regiones en donde existe actualmente un nivel de referencia NREF/NRF.

Para determinar el precio del carbono que torna viable los proyectos forestales, se realizó un análisis financiero, para lo cual se consideraron los costos asociados a este tipo de proyectos. En la siguiente tabla, se presentan los costos por hectárea para distintos tipos de proyectos elaborada a partir de información de CONAF (CONAF, 2016^a). Cabe destacar que estos costos pueden variar en forma importante según las características particulares del proyecto de conservación (ej. tipo de suelo, pendiente, etc.).

¹⁹³ <https://www.enccrv-chile.cl/index.php/en/item/322-nivel-de-referencia-de-emisiones-forestales>

¹⁹⁴ Esta área comprende una superficie de 5,853.387 hectáreas de bosque nativo, lo que representa el 41% del total de este tipo de vegetación en el país (CONAF 2016b).

Tabla 66: Costos asociados a proyectos forestales

Tipo de actividad de conservación	Tipo de actividad	Costo (US\$/ha.)
Forestación, aumento de existencias	Aumento de existencias	1.201
Restauración, aumento de existencias	Aumento de existencias	2.057
Restauración de ecosistemas afectados por incendios forestales	Aumento de existencias	2.016
Silvicultura preventiva	Degradación	1.336

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Conaf.

En función de lo anterior, es probable que los primeros proyectos de carbono forestal que se desarrollen en Chile correspondan a aquellos relacionadas con silvicultura preventiva (ej. previenen degradación de incendios forestales), ya que son los que presentan menores costos iniciales (CONAF, 2018). De la misma forma, es posible que estos proyectos se ubiquen entre las regiones del Maule a los Lagos, ya que estas regiones cuentan actualmente con un NREF/NRF sub-nacional¹⁹⁵. La alternativa de desarrollar un proyecto que no cuente con un NREF/NRF probablemente resulte más costosa.

A continuación, se presentan los parámetros usados en la evaluación financiera, que permite establecer el nivel mínimo del precio del carbono a partir del cual estos proyectos serían económicamente viables en el país.

Tabla 67: Supuestos para evaluación de proyectos forestales

Supuestos para la evaluación	(Unidades)	(Valores)
Reducciones anuales (absorciones y degradación)	(tCO ₂ /año)	40
Superficie asociada al proyecto REDD+	(ha.)	20.000
Ingresos adicionales asociados a la conservación	(US\$/año)	0
Costo desarrollo PDD	(US\$)	50.000
Validación y verificación inicial	(US\$)	30.000
Verificación periódica	(US\$)	10.000
Costo de inversión por hectárea	(US\$/ha.)	1.336
Costo de mantención por hectárea	(% inversión inicial/año)	7,5%
Costo alternativo del uso del bosque (nativo)	(US\$)	0
Horizonte de evaluación	(años)	60
Fondo de reserva (permanencia captura del carbono)	(%)	10%
Inflación anual (US\$)	(%)	2%
Tasa de impuesto primera categoría	(%)	27%
Tasa de descuento	(%)	10%

Fuente: VERRA (VCS) y CONAF.

Cabe destacar que en algunos casos es posible obtener ingresos adicionales a aquellos provenientes de la venta del carbono, por lo que es posible que el precio de la tonelada de dióxido de carbono que viabiliza los proyectos de este tipo sea inferior al precio calculado en este caso.

6. Proyectos de manejo de residuos

Para estimar el potencial de generación de reducciones de emisiones GEI asociado a los nuevos proyectos en este rubro, se recopilaron todos los proyectos asociados a ampliaciones o construcción de nuevos rellenos sanitarios en el Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), de los cuales se filtraron los proyectos que ya existen como proyectos de reducción de

¹⁹⁵El NREF/NRF es evaluado por expertos independientes que coordina la Secretaría de la UNFCCC y el Panel de Asesoramiento Técnico (TAP por sus siglas en inglés) de la instancia voluntaria de Pagos por Resultados para programas REDD del FCPF.

emisiones registrados bajo los principales programas de reducción de emisiones GEI: MDL, VCS y GS. El potencial de emisión de créditos de los nuevos proyectos de rellenos sanitarios se realizó mediante el uso de parámetros operacionales de los proyectos existentes en el MDL.

Para establecer el nivel de precio del carbono que viabiliza este tipo de proyectos, se utilizaron las evaluaciones financieras publicadas para los proyectos que actualmente están registrados bajo los programas internacionales en Chile. La siguiente tabla muestra estos resultados en cada caso.

Tabla 68: Proyectos MDL asociados a rellenos sanitarios en Chile, febrero 2019

Nombre proyecto	Fecha de registro en el MDL	Considera originalmente generación de electricidad	Reducción emisiones estimada	Promedio Reducción emisiones efectiva	Precio Carbono que viabiliza la inversión
	(año)	(Si / No)	(tCO ₂ /año)	(tCO ₂ /año)	(US\$/tCO ₂ e)
Cosmito	2005	No	84.724	15.693	P > 2
Copiulemu	2005	No	90.125	10.679	P > 1
El Molle	2006	No	160.130	88.175	P > 6
Lepanto	2006	No	400.350	47.380	P > 4
Santa Marta	2007	Si	247.943	232.799	P > 1
Loma Los Colorados	2007	Si	582.425	585.708	P > 2
Coronel	2007	Si	23.303	25.896	P > 3
La Hormiga/El Belloto	2009	No	26.868	36.052	P > 14
El Empalme	2009	Si	55.300	9.925	P > 9
El Panul	2009	No	20.129	10.093	P > 17
Fundo Las Cruces	2010	No	44.159	-	N.D.
El Retamo	2012	Si	29.482	-	P > 12
El Guanaco	2012	Si	37.380	-	P > 10
Total			1.802.318	1.062.400	

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la UNFCCC CDM.

7. Proyectos asociados a estándares domésticos

Agencia de Sostenibilidad Energética (ASE)

A partir de los proyectos de eficiencia energética e información relacionada proporcionados por la ASE, se llevó a cabo una estimación de la cantidad de reducciones de emisiones GEI que podrían obtenerse actualmente de esos proyectos. Los supuestos y parámetros usados en la estimación se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 69: Parámetros utilizados en estimación de reducción de emisiones, ASE.

Parámetros usados en la estimación	(Unidades)	(Valores)
Ahorros energéticos eléctricos	(MWh/año)	14.258
Ahorros energéticos gas natural	(MWh/año)	13.711
Ahorros energéticos GLP	(MWh/año)	679
Ahorros energéticos Fuel Oil N° 6	(MWh/año)	503
Factor de emisión Gas Natural	(Kg CO ₂ e/TJ)	56.101
Factor de emisión LPG	(Kg CO ₂ e/TJ)	63.101
Factor de emisión Fuel Oil N° 6	(Kg CO ₂ e/TJ)	74.104
Factor de emisión de la red, proyectos reducción GEI	(tCO ₂ /GWh)	678

Fuentes: Agencia de Sostenibilidad Energética, Manual del IPCC 2006.

ANEXO F: METODOLOGÍA MODELO ECONOMETRICO

Se estimaron dos modelos complementarios. En primer lugar, se estimó un modelo para la reducción de emisiones contenidas en la emisión de CERs. Para estos fines se planteó la siguiente especificación empírica para la emisión de CERs

$$Y_K = \alpha_0 + \varepsilon \Delta P_K + \alpha_3 X_{iK} + e_K \quad (1)$$

Donde Y_K corresponde al logaritmo natural de la cantidad reducida de emisiones en el primer periodo del proyecto k. Por su parte, ΔP_K es la variación porcentual del precio del CER. Dada esta especificación tenemos entonces que ε es un parámetro que mide la elasticidad precio de la oferta de CERs. La diversidad de proyectos, sectores a los cuales éstos pertenecen, los países a los que pertenecen, las tecnologías con que se desarrollan nos lleva a concluir que es difícil sostener que α_1 sea constante a lo largo de todos los proyectos. Por ello se definió un conjunto de variables dicotómicas que permitan obtener valores distintos según se trate del sector y del país que los desarrollan. Con estas consideraciones se especificó el siguiente modelo

$$Y_K = \alpha_0 + \left(\sum_i \sum_j b_{ij} DP_i DS_j \right) \Delta P_K + \alpha_3 X_{iK} + e_K \quad (2)$$

donde DP_i corresponde a una variable dicotómico que representa al país i (Brasil, Chile, Colombia, México, China, India, Sudeste Asiático, África, Europa y Medio Oriente). Por otro lado, DS_j corresponde a una variable dummy representativa del sector al que pertenece al proyecto (Biomasa, EE, Hidrográfico, landfill gas, Reducción de Metano, Solar, Eólico). Por lo tanto, se tendrán i x j interacciones totales donde la elasticidad de cada país estará dada por:

$$\varepsilon_i = \sum_i \sum_j b_{ij} DP_i DS_j \quad (3)$$

donde \hat{i} representa al país i de manera genérica. Si se quiere la elasticidad por sector, basta dejar constante j y hacer variar i de la manera:

$$\varepsilon_j = \sum_i \sum_j b_{ij} DP_i DS_j \quad (4)$$

Por último, X_{iK} en la ecuación (2) corresponde a un set de variables idiosincráticas respectivas de cada país i. En este, caso se consideró relevante definir un indicador de responsabilidad ambiental creciente en el grado de conciencia ambiental del país i; también se considera un indicador de apertura comercial y de ciclo económico.

En segundo lugar, se consideró un modelo logit de corte transversal para la tasa de éxito de emisión de CERs. Este modelo busca estimar la probabilidad de éxito en emisión de CERs (Pr_{iK}), la cual refleja la probabilidad de que un proyecto alcance la etapa de emisión de CERs. Para su estimación se utiliza una variable dicotómica que toma el valor 1 cuando el proyecto presenta emisiones de CERs y 0 si el proyecto no logra llegar a la etapa de emisión. En particular, asumimos que dicha probabilidad depende de los cambios en el precio del CER (ΔP_K), buscando encontrar una asociación entre los retornos derivados de los ingresos del carbono y la probabilidad de emisión, y de otras variables idiosincráticas contenidas en la matriz de X_{iK} . Según lo anterior se planteó la siguiente especificación empírica

$$Pr_{iK} = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta P_K + \alpha_3 X_{iK} + e_K \quad (5)$$

Donde la variable Pr_{iK} refleja es la probabilidad de éxito y las dos variables explicatorias del modelo fueron descritas arriba

Para la proyección de la oferta stock esperada de CERs a fines de un ciclo de 5 años de CERs bajo distintos escenarios para el precio del CER se se obtuvo, en primer lugar, el incremento potencial de la oferta (ΔCER), la cual depende del escenario para el precio del CER futuro (P) y de la elasticidad precio de la oferta (ε).

$$\Delta\text{CER} = \text{CER}_{2018} [(1 + \Delta\%P)^\varepsilon - 1] \quad (6)$$

Este incremento se pondera por la probabilidad de que estos proyectos adicionales entren a la etapa de emisión (Pr_{ik}) para obtener el stock esperado de CER a 5 años ($E(\text{CER})$), es decir

$$E(\text{CER}) = \text{CER}_{2018} + \text{Pr}_{ik}\Delta\text{CER} \quad (7)$$

ANEXO G: POSIBLES ESCENARIOS DE LÍNEA BASE

G.1. Metodología empleada en los escenarios de uso de offsets

En esta sección se describe la metodología, información y supuestos empleados para construir diferentes escenarios de uso de *offsets* de carbono, que podrían ser útiles para configurar y definir un esquema de compensaciones para el Impuesto Verde. Para la construcción de los escenarios se consideró un horizonte de tiempo de 5 años, el cual es apropiado, ya que permite observar la reactivación de la emisión de los proyectos existentes y también, la materialización de la oferta de créditos de proyectos de reducción GEI nuevos.

Estimación de la emisión de créditos por emitir de proyectos existentes (MDL, VCS y GS)

A partir de los créditos emitidos de los proyectos en Chile, se calculó el porcentaje de emisión promedio anual por tipo de proyecto, en relación con la emisión estimada en los Documentos de Diseño de Proyectos correspondientes. Los resultados de este cálculo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 70: Porcentaje de emisión promedio por tipo de proyecto

Tipo de proyecto	(%)
Energía renovable: Hidro	84%
Energía renovable: Eólica	67%
Energía renovable: Biomasa	85%
Energía renovable: Solar-fotovoltaica (ver nota)	87%
Energía renovable: Geotérmica (ver nota)	89%
Residuos: rellenos sanitarios	55%
Residuos: Purines y compost	105%
Gases industriales: N ₂ O	78%
Proyectos forestales	80%
Cambio de combustibles	68%
Otros (ver nota)	77%
Promedio general	79%

Nota: CDM Pipeline, 1 noviembre 2018.

Proyectos de otro tipo, no hechos en Chile

Transporte	54%
------------	-----

Nota: CDM Pipeline, 1 noviembre 2018.

Los porcentajes de emisión promedio históricos por tipo de proyecto así calculados se usaron para estimar la emisión efectiva de los créditos por emitir a diciembre de 2018. Cabe destacar sin embargo, que el uso de estos porcentajes es un supuesto relevante, ya que existe la posibilidad de que debido al colapso del mercado regulado en los últimos años, una parte de las capacidades nacionales generadas en torno a los proyectos existentes ya no exista. En tal caso, es probable que los porcentajes de emisión por tipo de proyectos sean menores en la actualidad. La estimación de la emisión efectiva de créditos por emitir se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 71: Estimación emisión anual créditos efectivos de proyectos existentes a diciembre 2018

Tipo de proyectos	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Energía renovable: Hidro	0	0	0	0	0	13.223	21.269	65.760	75.730	634.679	1.079.489	1.575.133	2.044.872	2.293.907	2.717.254	3.948.434	14.469.748
Energía renovable: Eólica	0	0	0	0	0	0	0	3.301	10.706	76.046	714.639	1.269.997	2.184.320	2.397.169	2.397.169	2.397.169	11.450.516
Energía renovable: Biomasa	0	0	0	0	0	0	28.924	28.924	80.079	128.354	197.639	234.520	548.862	928.100	1.035.419	1.035.419	4.246.242
Energía renovable: Solar-fotovoltaica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	5.637	552.908	812.518	812.518	812.518	812.518	3.808.632
Energía renovable: Geotérmica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	334.963	334.963	334.963	334.963	1.339.851
Residuos: rellenos sanitarios	0	0	0	0	0	0	96.008	112.782	135.008	227.821	659.653	577.222	577.222	577.222	577.222	1.262.107	4.802.265
Residuos: Purines y compost	0	0	0	0	0	3.841	24.392	446.110	530.681	530.681	754.966	754.966	754.966	754.966	754.966	754.966	6.065.504
Gases industriales: N ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34.309	58.816	58.816	58.816	58.816	869.058	1.138.629
Proyectos forestales	7.448	7.448	7.448	7.448	7.448	7.448	7.448	8.086	8.404	8.404	72.201	72.201	118.815	118.815	118.815	118.815	696.694
Cambio de combustibles	0	0	0	0	0	9.146	9.146	11.584	29.841	29.841	29.841	29.841	29.841	29.841	29.841	132.832	371.597
Otros	0	0	1.709	1.709	1.709	1.709	1.709	1.709	1.709	1.709	59.746	71.353	69.644	69.644	69.644	69.644	423.349
Total	7.448	7.448	9.157	9.157	9.157	35.367	188.896	678.256	872.159	1.637.551	3.608.121	5.196.958	7.534.839	8.375.961	8.906.626	11.735.924	48.813.027

A partir de esta información, se modelaron tres escenarios (probables) de uso de créditos históricos por emitir, para los cuales se asumió una cierta distribución de emisión de créditos por año, según el tipo de proyecto. Los porcentajes de distribución por año fueron estimados según la experiencia del Equipo Consultor. Las estimaciones de emisión de créditos de los escenarios considerados se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 72: Estimación emisión anual créditos efectivos, considerando todos los créditos por emitir

A. Uso de todos los créditos pasados		Distribución de la emisión					Emisión esperada				
	Total	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Energía renovable: Hidro	14.469.748	60%	40%				8.681.849	5.787.899	0	0	0
Energía renovable: Eólica	11.450.516	50%	50%				5.725.258	5.725.258	0	0	0
Energía renovable: Biomasa	4.246.242	50%	50%				2.123.121	2.123.121	0	0	0
Energía renovable: Solar-fotovoltaica	3.808.632	50%	50%				1.904.316	1.904.316	0	0	0
Energía renovable: Geotérmica	1.339.851	50%	50%				669.926	669.926	0	0	0
Residuos: rellenos sanitarios	4.802.265	20%	30%	50%			960.453	1.440.679	2.401.132	0	0
Residuos: Purines y compost	6.065.504	20%	30%	50%			1.213.101	1.819.651	3.032.752	0	0
Gases industriales: N ₂ O	1.138.629	50%	50%				569.315	569.315	0	0	0
Proyectos forestales	696.694	50%	50%				348.347	348.347	0	0	0
Cambio de combustibles	371.597	50%	50%				185.798	185.798	0	0	0
Otros	423.349	50%	50%				211.674	211.674	0	0	0
Total	48.813.027						22.593.158	20.785.985	5.433.884	0	0

Tabla 73: Estimación emisión anual créditos efectivos, considerando créditos post-2012

B. Uso de créditos post-2012		Distribución de la emisión					Emisión esperada				
	Total	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Energía renovable: Hidro	13.659.088	60%	40%				8.195.453	5.463.635	0	0	0
Energía renovable: Eólica	11.360.463	50%	50%				5.680.232	5.680.232	0	0	0
Energía renovable: Biomasa	3.979.961	50%	50%				1.989.980	1.989.980	0	0	0
Energía renovable: Solar-fotovoltaica	3.808.617	50%	50%				1.904.308	1.904.308	0	0	0
Energía renovable: Geotérmica	1.339.851	50%	50%				669.926	669.926	0	0	0
Residuos: rellenos sanitarios	4.230.646	20%	30%	50%			846.129	1.269.194	2.115.323	0	0
Residuos: Purines y compost	4.529.798	20%	30%	50%			905.960	1.358.939	2.264.899	0	0
Gases industriales: N ₂ O	1.138.629	50%	50%				569.315	569.315	0	0	0
Proyectos forestales	619.663	50%	50%				309.831	309.831	0	0	0
Cambio de combustibles	282.039	50%	50%				141.019	141.019	0	0	0
Otros	409.674	50%	50%				204.837	204.837	0	0	0
Total	45.358.429						21.416.990	19.561.217	4.380.222	0	0

Tabla 74: Estimación emisión anual créditos efectivos, créditos post-2012, proyectos vulnerables

C. Uso de créditos post-2012, proyectos vulnerables		Distribución de la emisión					Emisión esperada				
	Total	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Energía renovable: Hidro		60%	40%				0	0	0	0	0
Energía renovable: Eólica		50%	50%				0	0	0	0	0
Energía renovable: Biomasa		50%	50%				0	0	0	0	0
Energía renovable: Solar-fotovoltaica		50%	50%				0	0	0	0	0
Energía renovable: Geotérmica		50%	50%				0	0	0	0	0
Residuos: rellenos sanitarios	4.230.646	20%	30%	50%			846.129	1.269.194	2.115.323	0	0
Residuos: Purines y compost	4.529.798	20%	30%	50%			905.960	1.358.939	2.264.899	0	0
Gases industriales: N ₂ O	1.138.629	50%	50%				569.315	569.315	0	0	0
Proyectos forestales		50%	50%				0	0	0	0	0
Cambio de combustibles		50%	50%				0	0	0	0	0
Otros		50%	50%				0	0	0	0	0
Total	9.899.074						2.321.404	3.197.448	4.380.222	0	0

Estimación de la emisión de créditos futuros de proyectos existentes (MDL, VCS y GS)

A partir del potencial de generación de *offsets* de los proyectos existentes y los porcentajes de emisión promedio por tipo de proyectos calculados para los proyectos existentes en el país, se calcularon los créditos efectivos que podrían generarse en los próximos 5 años. Para estimar la materialización de créditos en el horizonte de tiempo considerado, se asumieron porcentajes de materialización de la oferta por tipo de proyecto, los cuales se definieron según la experiencia del Equipo Consultor. La estimación se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 75: Estimación emisión anual créditos efectivos futuros, proyectos existentes

Tipos de proyectos de reducción GEI	Potencial anual	Efectivo anual	Materialización de la oferta en el tiempo					Emisión esperada de créditos				
	(tCO ₂ /año)	(tCO ₂ /año)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Energía renovable: Hidro	5.074.079	4.256.312	50%	100%	100%	100%	100%	2.128.156	4.256.312	4.256.312	4.256.312	4.256.312
Energía renovable: Eólica	3.598.504	2.397.169	50%	100%	100%	100%	100%	1.198.584	2.397.169	2.397.169	2.397.169	2.397.169
Energía renovable: Biomasa	1.223.950	1.035.419	30%	70%	100%	100%	100%	310.626	724.794	1.035.419	1.035.419	1.035.419
Energía renovable: Solar-fotovoltaica	930.315	812.518	50%	100%	100%	100%	100%	406.259	812.518	812.518	812.518	812.518
Energía renovable: Geotérmica	375.385	334.963	40%	60%	100%	100%	100%	133.985	200.978	334.963	334.963	334.963
Residuos: rellenos sanitarios	2.145.951	1.178.317	20%	40%	60%	80%	100%	235.663	471.327	706.990	942.654	1.178.317
Residuos: Purines y compost	722.382	754.966	40%	60%	100%	100%	100%	301.987	452.980	754.966	754.966	754.966
Gases Industriales: N ₂ O	1.108.463	869.058	80%	100%	100%	100%	100%	695.246	869.058	869.058	869.058	869.058
Proyectos forestales	148.230	118.815	40%	80%	100%	100%	100%	47.526	95.052	118.815	118.815	118.815
Cambio de combustibles	247.533	167.162	50%	100%	100%	100%	100%	83.581	167.162	167.162	167.162	167.162
Otros	90.692	69.644	20%	50%	100%	100%	100%	13.929	34.822	69.644	69.644	69.644
Total	15.665.484	11.994.343						5.555.542	10.482.171	11.523.016	11.758.680	11.994.343

Estimación de la emisión de créditos futuros de nuevos proyectos de reducción GEI

A partir del potencial de generación de *offsets* de los nuevos proyectos de reducción GEI identificados en este estudio, para un rango de precio del carbono inferior o igual a 5 US\$/tCO₂, se estimó la capacidad de efectiva de generación de créditos usando los porcentajes de emisión promedio por tipo de proyecto calculados para los proyectos existentes en el país. Para estimar la materialización de créditos en el período de tiempo considerado, se asumieron porcentajes de materialización de la oferta por tipo de proyecto, los cuales se definieron según la experiencia del Equipo Consultor. La estimación se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 76: Estimación emisión anual créditos efectivos futuros de nuevos proyectos de reducción GEI

Nuevos proyectos de reducción de emisiones	Estimado Potencial	Estimado Real	Materialización de la oferta en el tiempo					Emisión esperada de créditos, nuevos proyectos				
			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Generación con biogas	64.649	51.364	50%	100%	100%	100%	100%	0	25.682	51.364	51.364	51.364
Cogeneración con biomasa	929.596	786.406	20%	40%	60%	100%	100%	0	157.281	314.562	471.844	786.406
Geotermia	603.840	538.817	20%	40%	60%	100%	100%	0	107.763	215.527	323.290	538.817
Mini hidro de pasada	1.481.894	1.243.064	20%	40%	60%	100%	100%	0	248.613	497.226	745.838	1.243.064
Bombeo	472.675	375.547	20%	40%	60%	100%	100%	0	0	75.109	225.328	375.547
Concentración solar (CSP) con almacenamiento	11.318.300	8.992.549	20%	40%	60%	100%	100%	0	1.798.510	3.597.020	5.395.529	8.992.549
Solar CSP (Energ. Térmica)	6.743	5.357	20%	40%	60%	100%	100%	0	1.071	2.143	3.214	5.357
Termosolar con almacenamiento	4.667.328	3.708.258	20%	40%	60%	100%	100%	0	741.652	1.483.303	2.224.959	3.708.258
Otros de eficiencia energética, esquemas domésticos	188.803	150.006	20%	40%	60%	100%	100%	0	30.001	60.003	90.004	150.006
Recambio taxis básicos y colectivos a eléctricos	469.327	251.292	10%	30%	60%	100%	100%	0	25.129	75.388	150.775	251.292
Recambio buses eléctricos transporte colectivo a nivel nacional (*)	3.065.607	1.641.418	10%	30%	60%	100%	100%	0	164.142	492.425	984.851	1.641.418
Uso de hidrógeno en camiones CAEX en la minería	2.500.000	1.338.575	20%	40%	60%	100%	100%	0	267.715	535.430	803.145	1.338.575
Proyectos REDD+	6.261.182	5.018.707	20%	40%	60%	100%	100%	0	0	1.003.741	3.011.224	5.018.707
Reducción de GEI en proyectos de mejoras de rellenos sanitarios	509.113	279.548	20%	40%	70%	100%	100%	0	55.910	111.819	195.684	279.548
Reducción de GEI en nuevos rellenos sanitarios	1.381.820	758.741	20%	40%	70%	100%	100%	0	151.748	303.497	531.119	758.741
Total	33.920.878	25.139.650						0	3.775.218	8.818.557	15.208.165	25.139.650

(*) Incluye los buses del Transantiago.

Evaluación de los posibles escenarios de uso de offsets para el sistema de compensación

A partir de la información anterior, se evaluaron cuatro escenarios de oferta y demanda de *offsets*:

- **Escenario N° 1:** Uso de todos los *offsets* disponibles de proyectos antiguos (MDL, VCS y GS) y de nuevos proyectos de reducción GEI.
- **Escenario N° 2:** Uso de *offsets* post-2012 de proyectos existentes (MDL, VCS y GS) y de nuevos proyectos de reducción de GEI.
- **Escenario N° 3:** Uso de *offsets* post-2012 de proyectos vulnerables (MDL, VCS y GS) y de nuevos proyectos de reducción GEI.
- **Escenario N° 4:** Uso de *offsets* de nuevos proyectos de reducción GEI.

La selección de los escenarios propuestos corresponde –según el criterio del Equipo Consultor– a aquellos más comúnmente considerados a nivel internacional (ej. negociaciones internacionales y sistemas de instrumentos de precio al carbono internacionales). No obstante, es necesario destacar que existen muchos otros escenarios que podrían evaluarse con miras a establecer un esquema de compensaciones para el Impuesto Verde.

Para la evaluación de cada escenario se consideró la siguiente información y supuestos:

- Se consideró una demanda de *offsets* equivalente al 100% de las emisiones sujetas al impuesto al dióxido de carbono (100% de compensación). Estas emisiones fueron estimadas en este estudio a partir de información del 2017 y ascienden a 38.400.172 tCO₂/año.
- Se consideró la posibilidad de usar *offsets* internacionales para compensar un máximo de 10% de las emisiones de CO₂ totales sujetas a impuesto. Este porcentaje es consistente con los porcentajes observados en otros esquemas de precio al carbono a nivel internacional (ej. tercera fase del EU ETS).
- Se consideró la estimación de créditos históricos, emitidos y disponibles de los proyectos de reducción GEI existentes en el país, realizada en este estudio: 8.318.629 créditos.
- En función de información recopilada de algunas empresas titulares de proyectos de reducción GEI, se consideró que el 50% de la estimación de créditos históricos, emitidos y disponibles son pre-2012 y el resto, post-2012.
- Se consideró que el 20% de los créditos históricos, emitidos y disponibles corresponde a proyectos vulnerables: metano y gases industriales (N₂O). Este porcentaje es el que se observa en los créditos históricos, emitidos y disponibles totales estimado.
- Se consideró un costo de 0 US\$/tCO₂ para los créditos históricos, emitidos y disponibles; un costo de 1 US\$/tCO₂ para los créditos de proyectos existentes por emitir, el cual es conservador (sólo costos de transacción); un costo de 1 US\$/tCO₂ para los créditos de proyectos internacionales, lo cual es consistente con los valores mencionados en estudios recientes¹⁹⁶ y finalmente un costo de 2,5 US\$/tCO₂, que corresponde al valor promedio entre 0 y 5 US\$/tCO₂ para los créditos de nuevos proyectos GEI.

Los resultados de las evaluaciones de los escenarios analizados se muestran en las siguientes tablas.

¹⁹⁶ "Discussion paper: Marginal cost of CER supply and implications of demand sources", publicado por German Emissions Trading Authority (DEHSt) at the German Environment Agency en enero de 2018.

Tabla 77: Balance oferta y demanda escenario N° 1: uso 100% de *offsets* históricos

1. Uso del 100% de créditos históricos		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Costo créditos
Demanda de créditos	(tCO ₂ /año)	38.400.172	38.400.172	38.400.172	38.400.172	38.400.172	(US\$/tCO₂)
Oferta de créditos							
Créditos históricos emitidos y disponibles	(tCO ₂ /año)	8.318.629					0,0
Créditos históricos por emitirse	(tCO ₂ /año)	22.593.158	20.785.985	5.433.884	0	0	1,0
Créditos futuros de proyectos existentes	(tCO ₂ /año)	5.555.542	10.482.171	11.523.016	11.758.680	11.994.343	1,0
Créditos internacionales (10% de la demanda)	(tCO ₂ /año)	3.840.017	3.840.017	3.840.017	3.840.017	3.840.017	1,0
Créditos provenientes de nuevos proyectos	(tCO ₂ /año)	0	3.775.218	8.818.557	15.208.165	25.139.650	2,5
Total oferta de créditos	(tCO₂/año)	40.307.347	38.883.391	29.615.475	30.806.862	40.974.010	
Superávit o (déficit) de créditos	(tCO₂/año)	1.907.175	483.218	(8.784.697)	(7.593.311)	2.573.838	
Uso de créditos para servir la demanda							
Créditos históricos emitidos y disponibles	(tCO ₂ /año)	8.318.629	0	0	0	0	
Créditos históricos por emitirse	(tCO ₂ /año)	22.593.158	20.785.985	5.433.884	0	0	
Créditos futuros de proyectos existentes	(tCO ₂ /año)	5.555.542	10.482.171	11.523.016	11.758.680	11.994.343	
Créditos internacionales (10% de la demanda)	(tCO ₂ /año)	1.932.842	3.840.017	3.840.017	3.840.017	3.840.017	
Créditos provenientes de nuevos proyectos	(tCO ₂ /año)	0	3.291.999	8.818.557	15.208.165	22.565.812	
Total uso de créditos	(tCO₂/año)	38.400.172	38.400.172	29.615.475	30.806.862	38.400.172	
Precio impuesto al CO ₂	(US\$/tCO ₂)	5,0					
Evaluación uso de créditos							
Ahorro sector privado por uso de créditos	(US\$/año)	161.919.318	148.662.690	105.234.064	100.415.199	119.751.971	635.983.242
Recaudación fiscal por impuesto al CO ₂	(US\$/año)	0	0	43.923.487	37.966.553	0	81.890.041

Tabla 78: Balance oferta y demanda escenario N° 2: uso *offsets* históricos post-2012

2. Uso de créditos históricos post-2012		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Costo créditos
Demanda de créditos	(tCO ₂ /año)	38.400.172	38.400.172	38.400.172	38.400.172	38.400.172	(US\$/tCO₂)
Oferta de créditos							
Créditos históricos emitidos y disponibles	(tCO ₂ /año)	4.159.315					0,0
Créditos históricos por emitirse	(tCO ₂ /año)	21.416.990	19.561.217	4.380.222	0	0	1,0
Créditos futuros de proyectos existentes	(tCO ₂ /año)	5.555.542	10.482.171	11.523.016	11.758.680	11.994.343	1,0
Créditos internacionales (10% de la demanda)	(tCO ₂ /año)	3.840.017	3.840.017	3.840.017	3.840.017	3.840.017	1,0
Créditos provenientes de nuevos proyectos	(tCO ₂ /año)	0	3.775.218	8.818.557	15.208.165	25.139.650	2,5
Total oferta de créditos	(tCO₂/año)	34.971.864	37.658.622	28.561.813	30.806.862	40.974.010	
Superávit o (déficit) de créditos	(tCO₂/año)	(3.428.308)	(741.550)	(9.838.360)	(7.593.311)	2.573.838	
Uso de créditos para servir la demanda							
Créditos históricos emitidos y disponibles	(tCO ₂ /año)	4.159.315	0	0	0	0	
Créditos históricos por emitirse	(tCO ₂ /año)	21.416.990	19.561.217	4.380.222	0	0	
Créditos futuros de proyectos existentes	(tCO ₂ /año)	5.555.542	10.482.171	11.523.016	11.758.680	11.994.343	
Créditos internacionales (10% de la demanda)	(tCO ₂ /año)	3.840.017	3.840.017	3.840.017	3.840.017	3.840.017	
Créditos provenientes de nuevos proyectos	(tCO ₂ /año)	0	3.775.218	8.818.557	15.208.165	22.565.812	
Total uso de créditos	(tCO₂/año)	34.971.864	37.658.622	28.561.813	30.806.862	38.400.172	
Precio impuesto al CO ₂	(US\$/tCO ₂)	5,0					
Evaluación uso de créditos							
Ahorro sector privado por uso de créditos	(US\$/año)	144.046.772	144.971.663	101.019.415	100.415.199	119.751.971	610.205.021
Recaudación fiscal por impuesto al CO ₂	(US\$/año)	17.141.539	3.707.750	49.191.798	37.966.553	0	108.007.639

Tabla 79: Balance oferta y demanda escenario N° 3: uso offsets históricos post-2012, proyectos vulnerables

3. Uso de créditos históricos post-2012, proyectos vulnerables		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Costo créditos
Demanda de créditos	(tCO ₂ /año)	38.400.172	38.400.172	38.400.172	38.400.172	38.400.172	(US\$/tCO₂)
Oferta de créditos							
Créditos históricos emitidos y disponibles	(tCO ₂ /año)	1.663.726					0,0
Créditos históricos por emitirse	(tCO ₂ /año)	2.321.404	3.197.448	4.380.222	0	0	1,0
Créditos futuros de proyectos existentes	(tCO ₂ /año)	5.555.542	10.482.171	11.523.016	11.758.680	11.994.343	1,0
Créditos internacionales (10% de la demanda)	(tCO ₂ /año)	3.840.017	3.840.017	3.840.017	3.840.017	3.840.017	1,0
Créditos provenientes de nuevos proyectos	(tCO ₂ /año)	0	3.775.218	8.818.557	15.208.165	25.139.650	2,5
Total oferta de créditos	(tCO₂/año)	13.380.689	21.294.853	28.561.813	30.806.862	40.974.010	

Nota: Se supuso que un 25% de los créditos emitidos y disponibles son pre-2012 y corresponden a proyectos vulnerables.

Superávit o (déficit) de créditos	(tCO₂/año)	(25.019.483)	(17.105.319)	(9.838.360)	(7.593.311)	2.573.838
--	------------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	--------------------	------------------

Uso de créditos para servir la demanda		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Créditos históricos emitidos y disponibles	(tCO ₂ /año)	1.663.726	0	0	0	0
Créditos históricos por emitirse	(tCO ₂ /año)	2.321.404	3.197.448	4.380.222	0	0
Créditos futuros de proyectos existentes	(tCO ₂ /año)	5.555.542	10.482.171	11.523.016	11.758.680	11.994.343
Créditos internacionales (10% de la demanda)	(tCO ₂ /año)	3.840.017	3.840.017	3.840.017	3.840.017	3.840.017
Créditos provenientes de nuevos proyectos	(tCO ₂ /año)	0	3.775.218	8.818.557	15.208.165	22.565.812
Total uso de créditos	(tCO₂/año)	13.380.689	21.294.853	28.561.813	30.806.862	38.400.172

Precio impuesto al CO ₂	(US\$/tCO ₂)	5,0
------------------------------------	--------------------------	-----

Evaluación uso de créditos		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Ahorro sector privado por uso de créditos	(US\$/año)	55.186.482	79.516.588	101.019.415	100.415.199	119.751.971	455.889.656
Recaudación fiscal por impuesto al CO ₂	(US\$/año)	125.097.415	85.526.594	49.191.798	37.966.553	0	297.782.360

Tabla 80: Balance oferta y demanda escenario N° 4: uso offsets nuevos de proyectos nuevos y existentes

4. Sólo uso de nuevos créditos de proyectos nuevos y existentes		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Costo créditos
Demanda de créditos	(tCO₂/año)	38.400.172	38.400.172	38.400.172	38.400.172	38.400.172	(US\$/tCO₂)
Oferta de créditos							
Créditos históricos emitidos y disponibles	(tCO ₂ /año)	0					0,0
Créditos históricos por emitirse	(tCO ₂ /año)	0	0	0	0	0	1,0
Créditos futuros de proyectos existentes	(tCO ₂ /año)	5.555.542	10.482.171	11.523.016	11.758.680	11.994.343	1,0
Créditos internacionales (10% de la demanda)	(tCO ₂ /año)	3.840.017	3.840.017	3.840.017	3.840.017	3.840.017	1,0
Créditos provenientes de nuevos proyectos	(tCO ₂ /año)	0	3.775.218	8.818.557	15.208.165	25.139.650	2,5
Total oferta de créditos	(tCO₂/año)	9.395.560	18.097.405	24.181.590	30.806.862	40.974.010	

Superávit o (déficit) de créditos	(tCO₂/año)	(29.004.613)	(20.302.767)	(14.218.582)	(7.593.311)	2.573.838
--	------------------------------	---------------------	---------------------	---------------------	--------------------	------------------

Uso de créditos para servir la demanda		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Créditos históricos emitidos y disponibles	(tCO ₂ /año)	0	0	0	0	0
Créditos históricos por emitirse	(tCO ₂ /año)	0	0	0	0	0
Créditos futuros de proyectos existentes	(tCO ₂ /año)	5.555.542	10.482.171	11.523.016	11.758.680	11.994.343
Créditos internacionales (10% de la demanda)	(tCO ₂ /año)	3.840.017	3.840.017	3.840.017	3.840.017	3.840.017
Créditos provenientes de nuevos proyectos	(tCO ₂ /año)	0	3.775.218	8.818.557	15.208.165	22.565.812
Total uso de créditos	(tCO₂/año)	9.395.560	18.097.405	24.181.590	30.806.862	38.400.172

Precio impuesto al CO ₂	(US\$/tCO ₂)	5,0
------------------------------------	--------------------------	-----

Evaluación uso de créditos		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
Ahorro sector privado por uso de créditos	(US\$/año)	37.582.238	66.726.795	83.498.526	100.415.199	119.751.971	407.974.730
Recaudación fiscal por impuesto al CO ₂	(US\$/año)	145.023.063	101.513.834	71.092.909	37.966.553	0	355.596.359

Criterios generales de diseño de un programa de offsets

La siguiente tabla muestra los elementos de diseño de un programa de *offsets*. Esta tabla está basada en el documento “*CORSIA Emissions Unit Eligibility Criteria*”, publicado en marzo de 2019¹⁹⁷.

¹⁹⁷ Disponible en: <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/ICAO%20document%2009.pdf>

Tabla 81: Propuesta de elementos de diseño de un programa de offsets doméstico

Elementos de diseño de un programa de <i>offsets</i>	
Metodologías, protocolos y procedimientos.	El programa debe tener metodologías de calificación y cuantificación; protocolos que expliquen y faciliten el uso de dichas metodologías y el desarrollo de nuevas metodologías y protocolos, todo lo cual debe ser público.
Ámbitos cubiertos por el programa	El programa debe definir y publicar el tipo de actividades que pueden llevarse a cabo: proyectos, programas, agrupación de proyectos, etc. Asimismo, debe establecer el criterio de elegibilidad para cada tipo de actividad: sectores, tipos de proyectos, áreas geográficas cubiertas, etc.
Procedimientos para la emisión y cancelación de <i>offsets</i>	El programa debe poseer procedimientos públicos sobre cómo los <i>offsets</i> son: <ul style="list-style-type: none"> a) Generados, b) Retirados o cancelados, c) Sujetos a algún tipo de descuento o ajuste, d) Extensión del período de acreditación y si es renovable.
Identificación y seguimiento de los <i>offsets</i>	El programa debe contar con procedimientos públicos que permitan asegurar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> a) El seguimiento de los <i>offsets</i>, b) Los <i>offsets</i> son identificados a través de números de serie, c) Existe un registro robusto (ej. posee protocolos de seguridad adecuados). d) Los <i>offsets</i> tienen dueños o tenedores claramente identificables (ej. procedimientos de identificación en el registro). e) En caso de que corresponda, establecer vinculaciones con otros registros (ej. de otros programas de <i>offsets</i>). f) En caso de que corresponda, establecer el estándar de intercambio de información aceptado por el registro del programa.
Naturaleza legal y transferencia de <i>offsets</i>	El programa debe definir y asegurar los atributos de los <i>offsets</i> y los aspectos relacionados con la propiedad de los mismos. El proceso a través del cual esto se lleva a cabo debe ser público.
Procedimientos de validación y verificación	El programa debe poseer estándares de validación (de iniciativas de mitigación) y verificación (reducción de emisiones- <i>offsets</i>). Debe también contar con procedimientos de acreditación de validadores y verificadores. Todos estos procedimientos deben ser públicos.
Gobernanza del programa	El programa debe explicitar la entidad u organismo que lo administra y la forma cómo se adoptan las decisiones.
Transparencia y provisiones de participación pública	El programa debe publicar: <ul style="list-style-type: none"> a) El tipo de información que debe informarse y hacerse pública a las distintas partes interesadas. b) Los procedimientos de consulta pública, en caso de que apliquen. c) Las provisiones y requerimientos relacionados con los comentarios públicos (si aplica). Establecer períodos de consulta pública y publicar todas las metodologías de cuantificación aprobadas.
Sistemas de salvaguardas	El programa debe tener un sistema de salvaguardas, que permita tratar riesgos sociales y ambientales asociadas a las iniciativas de mitigación. Dicho sistema debe ser público.
Criterios de desarrollo sustentable	El programa debe publicar el criterio de desarrollo sustentable empleado. Por ejemplo, debe establecer de qué forma las iniciativas de mitigación contribuyen a cumplir con las prioridades de desarrollo sustentable del país anfitrión, así como cualquier provisión relativa al monitoreo, reporte y verificación de las reducciones de emisiones.
Evitar la doble contabilidad, doble emisión y reclamación de las reducciones de emisiones generadas por el programa	El programa debe proveer información sobre cómo se evitará la doble contabilidad, emisión y reclamación de las reducciones de emisiones generadas, en el contexto de sistemas de mercados del carbono y transacción de emisiones a nivel nacional e internacional en evolución.

ANEXO H: METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN DE CO-BENEFICIOS DE INVERSIÓN Y CREACIÓN DE EMPLEOS

Si bien existen numerosos estudios y metodologías internacionales que se refieren a los co-beneficios asociados a la mitigación climática desde un punto de vista cualitativo, no ocurre lo mismo en el caso de la evaluación cuantitativa. Esta situación es incluso más patente en países en vías de desarrollo como Chile, los cuales presentan un menor desarrollo de políticas climáticas y, por ende, existe escasa o nula información cuantitativa de los impactos que las políticas o proyectos de reducción de emisiones GEI tienen en la economía.

En virtud de lo anterior, en este estudio se optó por un enfoque conservador para la estimación de los co-beneficios en materia de inversión adicional y creación de nuevos puestos de trabajo para los distintos tipos de proyectos de reducción GEI identificados. Este enfoque permite minimizar el riesgo de sobreestimar los co-beneficios calculados y comprometer en alguna medida las conclusiones que se pueden obtener respecto al impacto que los proyectos de reducción de emisiones GEI generarían en la economía nacional.

En el caso de la inversión, se optó por considerar sólo la inversión directa asociada a la implementación de los proyectos de reducción de emisiones GEI y a partir de la cual, se estimó el impacto macroeconómico en materia de crecimiento adicional del PIB.

Dado el potencial de generación de inversiones y de creación de empleo de los proyectos de reducción de emisiones GEI, su impacto macroeconómico es evaluado en términos de los puntos adicionales de crecimiento tendencial anual del PIB que se generan al aumentar la población empleada y el stock de capital físico agregados en la economía.

En el caso de la creación de empleos, se optó por considerar la creación de empleos directos e indirectos. No se consideraron los empleos inducidos¹⁹⁸, debido a la escasa disponibilidad de información sectorial al respecto. Se consideró empleos directos aquellos empleos generados específicamente debido a la realización del proyecto de reducción de emisiones GEI, los cuales se dividen en empleos en la etapa de construcción y empleos en la etapa de operación del proyecto. Los empleos indirectos son aquellos que se generan dentro de la cadena de valor en la cual está inserto el proyecto de reducción de emisiones GEI. En el caso de los empleos directos, estos se determinaron a partir de información de los mismos proyectos de reducción de emisiones considerados. Los empleos indirectos fueron determinados de índices o multiplicadores por tipo de proyecto, obtenidos de estudios recientes o calculados a partir de estudios sectoriales, como se citan en secciones 5.1.1 y 5.1.2.

La inversión directa por tipo de proyecto se determinó a partir de las siguientes fuentes:

- Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental: Se obtuvieron los valores de inversión directa y empleos directos (fases de construcción y operación) de los proyectos de reducción de emisiones de las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIAs) y los Estudios de Impacto Ambiental (EIAs) correspondientes.
- Sitios web del MDL y GS: Se obtuvieron los valores de inversión directa por tipo de proyectos de los PDDs y PDs de los proyectos existentes en Chile.

¹⁹⁸ Se denominan "empleos inducidos" a los empleos adicionales generados a nivel transversal en la economía, producto de efectos multiplicadores en la demanda causados por el mayor consumo de los empleados directos e indirectos.

- Valores de inversión por tecnología usados para las evaluaciones financieras y cálculos en este estudio.

Los valores de inversión y de creación de empleos por tipo de proyectos obtenidos de las fuentes mencionadas junto con las reducciones de emisiones GEI potenciales estimadas permitieron calcular índices unitarios de inversión directa y creación de empleos directos por unidad de reducción de emisión GEI anual.

Para calcular el índice de empleos directos e indirectos por unidad de reducción de emisión potencial anual se usaron multiplicadores¹⁹⁹ obtenidos de las siguientes fuentes:

- Multiplicadores para proyectos ERNC: Estudio "Beneficios Económicos de Energías Renovables no Convencionales en Chile", Natural Resources Defense Council (NRDC), septiembre 2013²⁰⁰.
- Multiplicadores para proyectos del sector Transporte (electromovilidad): Estudio: "*Powering a new value chain in the automotive sector the job potential of transport electrification*", AIE, 2015. En este caso, los multiplicadores fueron calculados a partir de información contenida en este estudio²⁰¹.

A continuación, se muestran los multiplicadores empleados en la estimación de los empleos indirectos asociados a los proyectos de reducción GEI.

Tabla 82: Multiplicadores de empleos directos e indirectos por tipo de proyecto de reducción GEI

Empleos indirectos generados por tecnología	Empleos directos por GWh	Empleos indirectos por GWh	Cuociente empleos
	(N° empleos/GWh)	(E. Indirectos/GWh)	(Indirectos/Directos)
Generación con biogas	0,26	1,78	6,8
Cogeneración con biomasa	0,26	1,78	6,8
Eólico	0,38	0,85	2,2
Geotermia	0,15	1,16	7,7
Mini hidro de pasada	0,21	0,71	3,4
Bombeo	0,21	0,21	1,0
Solar fotovoltaica	0,38	0,85	2,2
Concentración solar (CSP) con almacenamiento	0,04	0,53	13,3
Solar CSP (Energ. Térmica)	0,04	0,53	13,3
Termosolar con almacenamiento	0,04	0,53	13,3
Promedio			7,0

Fuente: "Beneficios Económicos de Energías Renovables No Convencionales en Chile", Natural Resources Defense Council (NRDC), Asociación Chilena de Energías Renovables (ACERA), 2013. Valores en rojo corresponden a estimaciones.

¹⁹⁹ Los multiplicadores corresponden al cuociente entre empleos indirectos y empleos directos.

²⁰⁰ <https://www.nrdc.org/sites/default/files/chile-ncre-report-sp.pdf>

²⁰¹ https://download.dalicloud.com/fis/download/66a8abe211271fa0ec3e2b07/c572c686-f52f-4c0d-88fc-51f9061126c5/Powering_a_new_value_chain_in_the_automotive_sector_-_the_job_potential_of_transport_electrification.pdf

Empleos indirectos generados por tecnología	Cuociente empleos
	(Indirectos/Directos)
Energía marina, undimotriz	3,4
Energía marina, mareomotriz	3,4
Captura y almacenamiento de carbono (CCS) en CCGN	7,0

Fuente: Estimación propia a partir de multiplicadores de proyectos ERNC. Valores en rojo corresponden a estimaciones.

Empleos indirectos generados por tecnología	Cuociente empleos
	(Indirectos/Directos)
Recambio taxis básicos y colectivos a eléctricos	2,8
Recambio buses eléctricos Transantiago	2,8
Recambio buses eléctricos transporte colectivo a nivel nacional	2,8
Recambio automóviles y station wagons eléctricos en el país	2,8
Uso de hidrógeno en camiones CAEX en la minería	2,8

Fuente: Estimación propia a partir de un estudio sectorial. Valores en rojo corresponden a estimaciones.

Cabe destacar que los índices unitarios de inversión y empleos directos e indirectos de los nuevos proyectos ERNC fueron calculados a partir de información del SEIA **de los mismos proyectos ERNC identificados**. Esto significa que los valores de inversión y empleo directos no corresponden a estimaciones sino a las inversiones reales declaradas en las DIAs y EIAs de los proyectos correspondientes. No obstante, estos índices fueron corroborados con aquellos calculados a partir de los proyectos de reducción GEI existentes correspondientes a proyectos ERNC.

La siguiente tabla muestra los resultados de la cuantificación de los co-beneficios de inversión directa y creación de empleos directos e indirectos por tipo de proyectos y que se usaron para estimar los beneficios de inversión y creación de nuevos empleos en el caso de los nuevos proyectos de reducción de emisiones GEI identificados anteriormente en este informe.

Tabla 83: Cuantificación de co-beneficios por tipo de proyectos de reducción GEI

Sector	Subsector	Tipo de proyecto	Inversión (directa)	Creación de empleos (directos e indirectos)	
			(US\$ / tCO ₂ e reducida anual)	(N° empleos / Miles tCO ₂ e reducidas anuales)	
Créditos provenientes de proyectos nuevos					
Energía	Industrias de la energía	Generación con biogás	557	10,9	
		Cogeneración con biomasa	587	15,1	
		Geotermia	878	9,6	
		Mini hidro de pasada	808	14,4	
		Bombeo	815	1,7	
		Concentración solar (CSP) con almacenamiento	1.379	9,5	
		Solar CSP (Energ. Térmica)	2.076	105,7	
		Termosolar con almacenamiento	3.321	10,5	
		Captura y almacenamiento de carbono (CCS) en CCGN	86	14,5	
		Marina, undimotriz (olas)	5.542	14,2	
		Marina, mareomotriz (mareas/corrientes)	4.918	14,2	
		Otros de eficiencia energética, esquemas domésticos	1.222	56,8	
		Transporte	Recambio taxis básicos y colectivos a eléctricos	7.376	79,7
			Recambio buses eléctricos Transantiago	6.461	69,8
	Recambio buses eléctricos transporte colectivo a nivel nacional		6.828	73,8	
	Recambio automóviles y station wagons eléctricos en el país		26.023	281,3	
			Uso de hidrógeno en camiones CAEX en la minería	1.148	12,4
LULUCF	Forestal	Proyectos REDD+	51	1,2	
Residuos	Residuos domiciliarios	Reducción de GEI en proyectos de mejoras de rellenos sanitarios	28	1,3	
		Reducción de GEI en nuevos rellenos sanitarios	28	1,3	

Fuente: Elaboración propia a partir de información del SEA, UNFCCC y resultados de análisis previos en este informe.

Para estimar el impacto macroeconómico de los proyectos de reducción de GEI se requiere la estimación de varios parámetros y variables, los cuales se detallan a continuación:

- Parámetros de la función de producción:
 - a) Elasticidades producto-insumos. Siguiendo al Banco Central de Chile²⁰², aquí se utilizan valores iguales a 0,5 para las elasticidades empleo-producto y capital-producto.
 - b) Crecimiento de la Productividad Total de los Factores (PTF). Aquí se sigue al Banco Central en cuanto a considerar un promedio histórico equivalente a 0,9%.
- Crecimiento del PIB de recursos naturales. Siguiendo al Banco Central de Chile se considera que el PIB tendencial de estos sectores son equivalentes a 2% anual.
- *Stock* de capital inicial. La metodología que utiliza el Banco Central para la estimación del *stock* de capital físico se describe en Henríquez (2008)²⁰³. Las cifras se encuentran disponibles hasta 2013²⁰⁴. Para actualizar la cifra de stock de capital a fines de 2018 se utilizó la misma metodología de inventarios perpetuos para las dos categorías de inversión: construcción y otras obras y maquinarias y equipos, es decir

$$K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + INVNeta$$

La *INVNeta* se obtiene de las cifras de Formación Bruta de Capital Fijo publicadas por el Banco Central. Las tasas de depreciación son equivalentes a las históricas, es decir, construcción y otras obras es 2,3% y maquinarias y equipos 8,6%. Como resultado se obtiene el stock de capital fijo para fines de 2018 equivalente a US\$973.176 millones. Para la proyección hacia 2023 se consideró la tasa de inversión sobre PIB de 22% del PIB que proyecta el Banco Central de Chile y se consideró que la inflación de la inversión descrita por el deflactor de la formación bruta de capital fijo es equivalente a 2,7%. Como resultado se obtiene que el stock de capital fijo a fines de 2023 equivaldría a US\$1.288.303 millones.

En el caso del empleo se obtuvo el nivel de empleos a fines de 2018 del Boletín de Empleo publicada por el INE²⁰⁵. El crecimiento de tendencia del empleo se obtuvo del Banco Central, el cual estima un valor de 1,4% anual. Componiendo esta tasa de crecimiento se obtiene el empleo a fines de 2023.

²⁰² En bibliografía, Ref [5b]

²⁰³ Henríquez, Claudia. 2008. "Stock de Capital en Chile (1985-2005): Metodología y Resultados", Serie de Estudios Económicos- Estadísticos Nro. 63. Este documento se encuentra disponible en https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Estudios/CCNN/sector_institucional/see63.pdf.

²⁰⁴ La metodología de actualización se encuentran disponibles en https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Estudios/CCNN/sector_institucional/Actualizacion_SEEE63.pdf, y los datos se pueden encontrar en https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Estudios/CCNN/sector_institucional/SEE_63_Series_stock_capital_consumo_capital_fijo_Periodo_1985-2013_Referencia_2008.xls

²⁰⁵ Estos datos se encuentran disponibles en https://www.ine.cl/docs/default-source/laborales/ene/trimestres-moviles/2018/oct-nov-dic/situación-fuerza-de-trabajo/separata_tecnica_empleo_ene2019.pdf

ANEXO I: HERRAMIENTAS DE ADICIONALIDAD UTILIZADAS EN EL MDL

Los documentos de referencia del Mecanismo de Desarrollo Limpio relacionados con el análisis de adicionalidad de las actividades de proyecto son los siguientes:

- 1) **Herramienta para la demostración y evaluación de la adicionalidad:** Methodological tool: Tool for the demonstration and assessment of additionality (version 07.0.0)²⁰⁶ Proporciona un marco general para demostrar y evaluar la adicionalidad. Los proponentes de proyecto también pueden proponer otras herramientas para la demostración de adicionalidad (EB70 Agenda ítem 4: Regulatory matters, párrafo 47).
- 2) **Herramienta combinada para identificar el escenario de línea base y demostrar la adicionalidad:** [EB60 Anexo 7]. Methodological tool: Combined tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality (version 05.0.0)²⁰⁷ Existen pautas para la demostración de adicionalidad para pequeña escala (cap. 19-2) y micro escala (Att 4).
- 3) **Herramienta combinada para identificar el escenario de referencia y demostrar la adicionalidad (ver.7) [EB96Anx3]:** TOOL02: Combined tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality (versión 07.0)²⁰⁸ Esta herramienta proporciona un enfoque paso a paso para identificar el escenario de referencia y, al mismo tiempo, demostrar la adicionalidad.
- 4) **Demostración de adicionalidad o actividades de proyecto a microescala (ver.8) [EB96 Anx10]:** Methodological tool: Demonstration of additionality of microscale project activities (versión 08.0)²⁰⁹ Esta herramienta metodológica proporciona modalidades simplificadas para demostrar la adicionalidad de la actividad del proyecto que cumple uno de los siguientes criterios: (a) Tipo I: Actividades del proyecto de hasta 5 MW que emplear la energía renovable como su tecnología primaria; (b) Tipo II: actividades de proyectos de eficiencia energética que tienen como objetivo lograr ahorros de energía en una escala de no más de 20 GWh por año; o (c) Tipo III: Otras actividades del proyecto no incluidas en el Tipo I o Tipo II que tienen como objetivo lograr reducciones de emisiones de GEI en una escala de no más de 20 kt CO_{2e} por año.
- 5) **Demostración de la adicionalidad de las actividades del proyecto a pequeña escala (ver. 11) [EB 94 Anexo 11]:** TOOL21: Demonstration of additionality of small-scale project activities (versión 11.0)²¹⁰ Esta herramienta metodológica proporciona: (a) Un marco general para demostrar y evaluar la adicionalidad de una actividad de proyecto a pequeña escala; y (b) una lista positiva de tecnologías y tipos de actividad de proyectos que se definen como automáticamente adicionales.
- 6) **Adicionalidad de las actividades de proyectos primeros en su tipo (ver. 3.1) [EB 84 Anexo 6]:** Methodological tool: Additionality of first-of-its-kind Project activities (version 03.0)²¹¹ Esta herramienta metodológica proporciona un enfoque general para la demostración de la adicionalidad de las actividades de proyectos que son primeros en su tipo.

²⁰⁶ <https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-01-v7.0.0.pdf>

²⁰⁷ <https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-02-v5.0.0.pdf>

²⁰⁸ <https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-02-v7.0.pdf>

²⁰⁹ <https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-19-v8.pdf>

²¹⁰ <https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-21-v11.0.pdf>

²¹¹ <https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-23-v1.pdf>

- 7) **Práctica común (ver. 3.1) [EB 84 Anexo 7]:** Methodological tool Common practice (version 03.1)²¹² Esta herramienta metodológica proporciona un enfoque gradual para la conducción del análisis de la práctica común como se menciona en la herramienta metodológica "Herramienta para la demostración y evaluación de la adicionalidad"; la herramienta metodológica: "Herramienta combinada para identificar el escenario de referencia y demostrar adicionalidad", o metodologías de referencia y monitoreo que utilizan la prueba de práctica común para la demostración de adicionalidad.
- 8) **Análisis de inversión (ver. 7) [EB92 Anexo 5]:** Methodological tool: Investment analysis (version 07.0)²¹³ Esta herramienta metodológica es aplicable a las actividades del proyecto que aplican la herramienta metodológica: "Herramienta para la demostración y evaluación de adicionalidad", la herramienta metodológica: "Herramienta combinada para identificar el escenario de referencia y demostrar adicionalidad ", las pautas "Ejemplos de buenas prácticas no vinculantes para demostrar la adicionalidad de las actividades del proyecto SSC", o metodologías de referencia y monitoreo que utilizan el análisis de inversión para la demostración de adicionalidad y / o la identificación del escenario de línea base.

²¹² <https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-24-v1.pdf>

²¹³ <https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-27-v7.0.pdf>