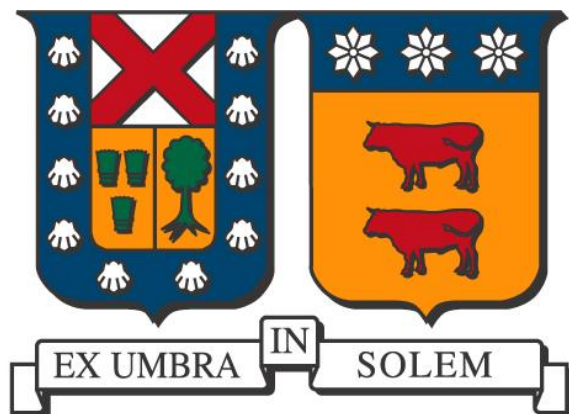


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AMBIENTAL
CASA CENTRAL - VALPARAÍSO



**“LA DIMENSIÓN AMBIENTAL EN EL CICLO DE VIDA DE
PROYECTOS SOLARES FOTOVOLTAICOS EN CHILE”**

TERESA ANDREA MORALES GONZÁLEZ

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL AMBIENTAL**

PROFESOR GUÍA: PAMELA BONERT PUIG
PROFESOR CORREFERENTE: DANIEL RAMIREZ LIVINGSON

Agradecimientos

A mis padres Rosalindo y María José por inculcarme la pasión y la constancia
A mis hermanos Bianca y Gonzalo, por amarme y enseñarme sobre la fraternidad
A mis abuelas Oriana y Teresa por permitirme entender que una mujer independiente todo lo
puede, que el amor trasciende, se cultiva y se cosecha
A mi madrina Tatiana que ha sido un referente de admiración y sabiduría
A Thorcito que viene a enseñar que la vida es fugaz, que hay que vivirla intensamente y
disfrutar de los nuestros
A mis profesores que inculcaron en mi la pasión por el medio ambiente
A esos amores y desamores que remecieron mi corazón
A mis amigas y amigos, por descubrirme constantemente en ellos

Para todas y todos los ambientales que vendrán
Para visualizar y respetar la dimensión ambiental

I. Resumen

La creciente participación de la energía renovable dentro de la matriz eléctrica chilena ha tenido un aumento sostenido durante los últimos años, donde la ERNC ha participado con capacidad instalada aportando un 38,8% en 2016, 49,5% en 2020, y 56,7% en 2022. Este aumento se justifica por la modificación y evolución de la normativa legal que propicia a las energías renovables no convencionales dentro de la matriz eléctrica chilena. En la actualidad, para 2022 la energía solar fotovoltaica aporta un 17,4% de capacidad eléctrica nacional y pretende seguir aumentando.

El ciclo de vida o la cadena de valor de los proyectos solares fotovoltaicos, bajo la mirada de esta memoria comprende las fases de desarrollo, construcción, O&M y cierre de las centrales solares. Para articular la dimensión ambiental e identificar la normativa sectorial y de carácter ambiental dentro de este tipo de proyectos, se ha utilizado información pública del portal web del Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental para proyectos ingresados a evaluación bajo la palabra “fotovoltaico” y “fotovoltaica” mediante DIA, EIA y Consultas de Pertinencia, encontrándose un total de 1158 proyectos ingresados al SEIA con evaluación ambiental favorable distribuidos dentro del territorio nacional. Se analizó la distribución geográfica y temporal de estos proyectos, eligiendo 5 RCA y 3 Consultas de pertinencia para las tres regiones con más proyectos acumulados. Tras esto, se generó un compilado con toda la normativa sectorial y ambiental, agrupándolas por materia y luego por componente ambiental, identificados como: Medio Humano, Agua, Aire, Residuos y Biodiversidad, mostrando sus variados indicadores de cumplimiento. A su vez, se ha indagado en profundidad respecto a ciertas materias con el fin de presentar mejoras frente a algunas falencias detectadas de manera empírica en la construcción de proyectos solares fotovoltaicos: suelo (enfocada al Informe Favorable de Construcción), flora y vegetación, fauna, condiciones sanitarias básicas y ambientales en lugares de trabajo y, generación de residuos con orientación a los módulos solares fuera de uso.

Tras los análisis realizados se proponen 8 propuestas de mejora enlazadas al desarrollo sostenible de las centrales fotovoltaicas, dentro de las cuales se encuentran; el replanteamiento de los módulos solares fuera de uso como residuos peligrosos, la modificación al reglamento del SEIA para permitir una participación ciudadana preventiva y vinculante dentro de todas las fases del ciclo de vida de los parques, así como la obligación de presentar inventarios de biodiversidad de los territorios de emplazamiento de los proyectos a fin de realizar un manejo consciente de los atributos bióticos propios de cada terreno. La incidencia del profesional de las ciencias ambientales dentro de toda la cadena de valor de estos proyectos resulta fundamental para integrar una mirada sostenible y resiliente dentro de todas las decisiones que se deben tomar jerárquicamente para ejecutar variadas actividades.

II. Glosario

A

ACESOL: Asociación Chilena de Energía Solar

AEE: Aparatos Eléctricos y Electrónicos

B

BNEF: Bloomberg New Energy Finance Corporation

C

CAV: Compromiso Ambiental Voluntario

CA / AC: Corriente Alterna

CC / DC: Corriente Continua

CCHEN: Comisión de Energía Nuclear

CEN: Coordinador Eléctrico Nacional

CMN: Consejo de Monumentos Nacionales

CNE: Comisión Nacional de Energía

COP: Conferencia de las Partes

CONADI: Corporación Nacional de Desarrollo Indígena

CONAF: Corporación Nacional Forestal

CONAMA: Comisión Nacional del Medio Ambiente

COP: Conferencia de las Partes

CSP: Energía Solar Concentrada

D

DGA: Dirección General de Aguas

DGAC: Dirección General de Aeronáutica Civil

DIA: Declaración de Impacto Ambiental

DOH: Dirección de Obras Hidráulicas

DOM: Dirección de Obras Municipales

DOP: Dirección de Obras Portuarias

E

EAE: Evaluación Ambiental Estratégica

ECV: Evaluación Ciclo de Vida

EFTA: Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental

EIA: Estudio de Impacto Ambiental

EPC : Engineering, Procurement, Construction

F

FPA: Fondo de Protección Ambiental

G

GBIF: Global Biodiversity Information Facility

GEI: Gases Efecto Invernadero

GHI: Irradiación global horizontal

I

ICA: Indicador de Cumplimiento Ambiental

ICC: Informe de Criterio de Conexión

ICE: Informe Consolidado de Evaluación

ICSARA: Informe Consolidado de Solicitudes de Aclaraciones,

Rectificaciones y/o Amplificaciones

IEMA: Informe del Estado del Medio Ambiente

IFC: Informe Favorable de Construcción

L

LBGMA : Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente

LGSE: Ley General de Servicios Eléctricos

LMCC: Ley Marco Cambio Climático

M

MDSF: Ministerio de Desarrollo Social y Familia

MINAGRI: Ministerio de Agricultura

MINECON: Ministerio de Economía, Fomento y Turismo

MINEDUC: Ministerio de Educación

MINREL: Ministerio de Relaciones Exteriores

MINSAL: Ministerio de Salud

MINVU: Ministerio de Vivienda y Urbanismo

MMA: Ministerio del Medio Ambiente

MOP: Ministerio de Obras Públicas

MTT: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

N

NREL: Laboratorio Nacional de Energías Renovables

O

OAECA: Organismo Administrador del Estado con Competencia Ambiental

ODM: Objetivo de Desarrollo del Milenio

ODS: Objetivo de Desarrollo Sostenible

OGUC: Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones

ONU: Organización de las Naciones Unidas

O&M: Operación y Mantenimiento

P

PA: Permiso Ambiental

PAC: Participación Ambiental Ciudadana

PAS: Permiso Ambiental Sectorial

PDA: Planes de Descontaminación Atmosférica

PLMCC: Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático

PMG: Pequeño Medio de Generación

PMGD: Pequeño Medio de Generación Distribuida

PPA: Plan de Prevención Atmosférica

PPDA: Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica

PVOUT: Potencial fotovoltaico práctico

R

RCA: Resolución de Calificación Ambiental

RCE: Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación

RCP: Resolución de Consulta de Pertinencia

REMA: Reporte del Estado del Medio Ambiente

RENFA: Red Nacional de Fiscalización Ambiental

REP: Responsabilidad Extendida del Productor

RETC: Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

S

SAG: Servicio Agrícola Ganadero

SBAP: Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas

SEN: Sistema Eléctrico Nacional

SEA: Servicio de Evaluación Ambiental

SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustibles

SEGPRES: Ministerio Secretaría General de la Presidencia

SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

SERNAGEOMIN: Servicio Nacional de Geología y Minería

SERNAPESCA: Servicio Nacional de Pesca

SERNATUR: Servicio Nacional de Turismo

SGE: Sistema de Gestión de la Energía

SISS: Superintendencia de Servicio Sanitarios

SINADER: Sistema Nacional de Declaración de Residuos

SMA: Superintendencia del Medio Ambiente

SUBPESCA: Subsecretaría de Pesca

SUBTRANS: Subsecretaría de Transportes

W

WEC: World Energy Council

III. Definiciones

A

Ancho de banda prohibida: Energía del fotón necesaria para que en un semiconductor se genere el efecto fotoeléctrico (Lorenzo, y otros, 1994) .

Área de influencia: Área geográfica cuyos atributos -naturales o socioculturales- deben ser considerados para definir si el proyecto presenta algunos efectos del art. 11 de la Ley 19.300 o bien, justificar la inexistencia de dichos efectos.

B

Banda de Conducción (BC): Ocupada por electrones libres que se han desligado de sus átomos, pueden moverse entre el conductor eléctrico y son responsables de conducir la corriente eléctrica.

Banda de Valencia (BV): Electrones de valencia de átomos, aquellos electrones que se encuentran en el último nivel energético. Los electrones de esta banda forman enlaces entre átomos, pero no intervienen la conducción eléctrica.

C

Capacidad Instalada: cantidad de potencia de centrales generadoras medida en Mega Watts (MW).

Ciclo de Vida de un Proyecto: Etapas consecutivas e interconectadas de un sistema de producción, desde la adquisición de las materias primas o generación de recursos naturales hasta la disposición final (NCh-ISO 14.040/1999, 1999). Diseño, construcción, operación y desmantelamiento de un proyecto.

CONAMA: Organismo cuya misión se centró en definir una política ambiental y una institucionalidad ambiental para el país, creado formalmente por la Ley N.º 20.173/2007 y que evolucionó en el MMA.

Conferencia de las Partes (COP): Órgano supremo de toma de decisiones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, todos los Estados que son Partes de la Convención están representados en la COP, las decisiones son tomadas por consenso y se reúnen anualmente. (Gobierno de España, 2019)

Contaminación: Presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones o concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente. (Ley N.º 19.300/1994, 1994)

D

Daño Ambiental: Pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes. (Ley N.º 19.300/1994, 1994)

Declaración de Impacto Ambiental (DIA): Documento descriptivo de una actividad o proyecto que se pretende realizar, o de las modificaciones que se le introducirán, otorgado bajo juramento por el respectivo titular, cuyo contenido permite al organismo competente evaluar si su impacto ambiental se ajusta a las normas ambientales vigentes. (Ley N.º 19.300/1994, 1994)

Declinación Solar: Angulo que forma el eje de rotación de la Tierra contra el plano de la Elíptica, posee un valor constante e igual a 23,45°.

Desarrollo Sustentable: Proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras.

E

Estudio de Impacto Ambiental (EIA): Documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutará para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos. (Ley N.º 19.300/1994, 1994)

G

GBIF: (Global Biodiversity Information Facility) Red internacional e infraestructura de datos financiada por los gobiernos del mundo, cuyo objetivo es proporcionar a cualquier persona, en cualquier lugar, acceso abierto a datos sobre todos los tipos de vida en la Tierra. (The Global Biodiversity Information Facility, 2021)

I

Impacto Ambiental: Alteración del medio ambiente provocada directa o indirectamente por el proyecto en el área de influencia.

Impacto Ambiental Significativo: Alteración del medio ambiente provocada directa o indirectamente por el proyecto en el área de influencia, cuando se generan o presentan efectos, características o circunstancias del art. 11 de la Ley 19.300 o el Título II del DS N.º 40/2013, los cuales son:

- Riesgo para la salud de la población
- Efecto adverso significativo sobre recursos naturales
- Reasentamiento de comunidades humanas o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbre de grupos humanos
- Localización y valor ambiental del territorio
- Valor paisajístico o turístico
- Alteración del patrimonio cultural

Irradiancia: Radiación que incide en un instante sobre una superficie determinada (potencia) con unidades de W/m^2 .

Irradiación: Radiación que incide durante un periodo de tiempo sobre una superficie determinada (energía) con unidades Wh/m^2 o J/m^2 .

K

K: Unidad de temperatura termodinámica del Sistema Internacional, igual al grado Celsius, pero en la escala de temperatura absoluta en que el 0 está fijado en $-273,16$ °C.

L

Línea de Base: Descripción detallada del área de influencia de un proyecto o actividad, en forma previa a su ejecución. (Ley N.º 19.300/1994, 1994)

M

Matriz Eléctrica: Corresponde a la capacidad instalada -cantidad de potencia de centrales generadoras medida en mega watts (MW)- y generación de energía eléctrica según los tipos de energía producidos.

Matriz Energética: Composición de la matriz energética primaria y secundaria.

Medio Ambiente: Sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones. (Ley N.º 19.300/1994, 1994).

Ministerio de Estado Chileno: Órgano superior de colaboración del Presidente de la República en las funciones de gobierno y administración de sectores específicos. (DFL N.º 1 - 19.653/2001, 2001)

N

Normas de Emisión: Establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante medida en el efluente de la fuente emisora; se establecerán mediante decreto supremo, que llevará las firmas del Ministro del Medio Ambiente y del ministro competente según la materia de que se trate, el que señalará su ámbito territorial de aplicación. (Ley N.º 20.417/2010, 2010)

Norma Primaria de Calidad Ambiental: Establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población. (DS N.º 38/2013, 2013)

Norma Secundaria de Calidad Ambiental: Aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza. (DS N.º 38/2013, 2013)

P

Plan de Descontaminación Atmosférica (PDA): Pretenden recuperar los niveles de calidad de las normas ambientales en zonas saturadas.

Plan de Prevención Atmosférica (PPA): Buscan evitar el sobrepaso de las normas ambientales de calidad en zonas latentes.

Plan de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica (PPDA): Implementan medidas y acciones específicas para reducir niveles de contaminación en el aire.

PMG: Medio de generación de pequeña escala cuyo excedente de potencia suministrable al sistema es menor o igual a 9.000 kilowatts conectado a instalaciones pertenecientes al sistema de transmisión nacional, zonal, dedicado, para polos de desarrollo o en instalaciones de interconexión internacional. (DS N.º 88/2020, 2020)

PMGD: Medio de generación de pequeña escala cuyo excedente de potencia suministrable al sistema es menor o igual a 9.000 kilowatts, conectados a instalaciones de una Empresa Distribuidora, o a instalaciones de una empresa que posea líneas de distribución de energía eléctrica que utilicen bienes nacionales de uso público. (DS N.º 88/2020, 2020)

Precio de Nudo de Corto Plazo: Precio fijado semestralmente por la Comisión (CNE) de acuerdo a lo establecido en el artículo 160º de la Ley (LGSE) y en conformidad con la normativa vigente. (DS N.º 88/2020, 2020)

R

Resiliencia Climática: Capacidad de un sistema o sus componentes para anticipar, absorber, adaptarse o recuperarse de los efectos adversos del cambio climático, manteniendo su función esencial, conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación. (Ley N.º21.455/2022, 2022)

S

Sitio RAMSAR: Humedal designado como de importancia Internacional bajo el convenio de Ramsar de la Convención Relativa a los humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. Tratado ambiental intergubernamental establecido en 1971 por la UNESCO.

Soluciones Basadas en la Naturaleza: Acciones para proteger, gestionar de manera sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados que abordan desafíos de la sociedad como el cambio climático, la seguridad alimentaria e hídrica o el riesgo de desastres, de manera eficaz y adaptativa, al mismo tiempo que proporcionan beneficios para el desarrollo sustentable y la biodiversidad. (Ley N.º21.455/2022, 2022)

IV. Índice

I. RESUMEN	2
II. GLOSARIO	3
III. DEFINICIONES	5
IV. ÍNDICE.....	9
V. OBJETIVOS.....	12
VI. INTRODUCCIÓN	13
VII. MARCO TEÓRICO.....	14
1. LA ELECTRICIDAD SOLAR	14
1.1 EL SOL Y SU RADIACIÓN SOLAR	14
1.2 EL EFECTO FOTOVOLTAICO Y LA CÉLULA SOLAR	15
1.2.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	16
1.3 EL POTENCIAL SOLAR EN EL MUNDO	19
2. CHILE	21
2.1 LA ORGÁNICA AMBIENTAL CHILENA	22
2.1.1 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE	23
2.1.2 CONSEJO DE MINISTROS PARA LA SUSTENTABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO	23
2.1.3 SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL.....	24
2.1.4 SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE	25
2.1.5 TRIBUNALES AMBIENTALES.....	26
2.2 LA INSTITUCIONALIDAD ELÉCTRICA CHILENA Y LAS ERNC	27
2.2.1 ENERGÍAS RENOVABLES	27
2.2.2 GENERACIÓN DISTRIBUIDA (GD)	28
2.2.3 PEQUEÑOS MEDIOS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA (PMGD)	28
2.2.4 MINISTERIO DE ENERGÍA	31
2.2.5 POLÍTICA ENERGÉTICA CHILENA.....	32
3. CONTEXTO ACTUAL DE CHILE	34
3.1 LA MATRIZ ENERGÉTICA Y ELÉCTRICA CHILENA	34
3.2 EL TRILEMA ENERGÉTICO.....	36
3.3 ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE EN CHILE	37
3.4 CHILE Y LA AGENDA 2030 PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE	41
3.5 POLÍTICAS PRIORITARIAS EN MATERIA MEDIO AMBIENTAL.....	42
4. LA IMPORTANCIA INTERNACIONAL SOBRE EL MEDIO AMBIENTE.....	46
4.1 NORMAS AMBIENTALES, NACIONALES Y ESTANDARIZACIONES INTERNACIONALES	49

VIII. EL SISTEMA FOTOVOLTAICO	52
ETAPAS ADMINISTRATIVAS DE LA CENTRAL SOLAR FOTOVOLTAICA	52
COMPONENTES DE LA CENTRAL FOTOVOLTAICA	53
EL CICLO DE VIDA DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	55
IX. LA DIMENSIÓN AMBIENTAL EN LOS PROYECTOS FOTOVOLTAICOS	55
IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS CENTRALES SOLARES FOTOVOLTAICAS	56
ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL EN PROYECTOS SOLARES FOTOVOLTAICOS EN CHILE	59
COMPORTAMIENTO DE LOS PROYECTOS FOTOVOLTAICOS INGRESADOS AL SERVICIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN CHILE.....	60
ANÁLISIS DE LOS PROYECTOS SOLARES FOTOVOLTAICOS Y SUS RESPECTIVAS RESOLUCIONES INGRESADAS AL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL EN CHILE	66
PERMISOS Y PRONUNCIAMIENTOS AMBIENTALES SECTORIALES EN LOS PROYECTOS FOTOVOLTAICOS ANALIZADOS.....	72
MEDIO HUMANO.....	74
AGUA.....	79
AIRE	80
RESIDUOS.....	82
BIODIVERSIDAD	88
PERMISOS AMBIENTALES Y PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES (PAS) INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS CENTRALES FOTOVOLTAICAS	90
RELEVANCIA DE ALGUNAS MATERIAS PARA PROYECTOS FOTOVOLTAICOS.....	91
SUELO.....	92
FLORA Y VEGETACIÓN.....	94
FAUNA.....	95
CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BÁSICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO	96
RESIDUOS.....	99
MÓDULOS SOLARES FUERA DE USO.....	103
DIMENSIÓN AMBIENTAL EN EL CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO FOTOVOLTAICO EN CHILE	107
X. PROPUESTAS DE MEJORA	108
XI. CONCLUSIONES.....	110
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
XIII. ANEXOS	117
ANEXO 1 – ESQUEMA PROCESO DE CONEXIÓN DS88 2021 (ACESOL - ASOCIACIÓN CHILENA DE ENERGÍA SOLAR, 2021).....	117
ANEXO 2 –EVOLUCIÓN DE LA LEGISLACIÓN SOBRE ENERGÍA RENOVABLE.	118

ANEXO 3 – AVANCE NORMATIVO AMBIENTAL DE 1810 A 1990.....	120
ANEXO 4 – LEGISLACIÓN AMBIENTAL ACTUAL (A ABRIL DE 2022).....	126
ANEXO 5 – EJES TEMÁTICOS DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTES CHILE 2022.....	134
ANEXO 6 – UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE PROYECTOS FOTOVOLTAICOS INGRESADOS AL SEA COMO DIA O EIA.....	136
ANEXO 7 – COMPENDIO CARTOGRÁFICO DE PROYECTOS E INSTALACIONES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA EN CHILE	137
ANEXO 8 – ANÁLISIS DE RCA PARA DECLARACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL REGIÓN DE ANTOFAGASTA, METROPOLITANA Y MAULE	138
ANEXO 9 – ANÁLISIS DE CONSULTAS DE PERTINENCIAS INGRESADAS AL SEIA EN 2017, 2019 Y 2021 PARA LAS REGIONES DEL LIBERTADOR BERNARDO O’HIGGINS, MAULE Y VALPARAÍSO.	140
ANEXO 10 – CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE SUELOS EN FUNCIÓN DE LOS CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN (SAG, 2011).....	141
.....	141
ANEXO 11 – OBLIGACIÓN DE INFORMACIÓN A SISTEMAS SECTORIALES DEL REGISTRO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIAS DE CONTAMINANTES DEL MMA.	142

V. Objetivos

Objetivo General

El objetivo de esta memoria es visibilizar la dimensión ambiental dentro de los proyectos solares fotovoltaicos en Chile, para dar claridad sobre los permisos y actividades ambientales que se deben realizar en la construcción de centrales solares en territorio nacional.

Objetivos Específicos

- Revisión de proyectos fotovoltaicos ingresados en SEIA para identificar legislación ambiental aplicable sobre este tipo de proyectos
- Análisis de la legislación ambiental aplicable a proyectos fotovoltaicos para agruparlos según los indicadores de cumplimientos utilizados en el proceso de evaluación del SEIA
- Análisis de la cadena de valor, con orientación a su ciclo de vida, de un proyecto fotovoltaico con el fin de identificar las etapas administrativas necesarias a ejecutar
- Análisis de indicadores de cumplimiento para realizar propuestas de mejora sobre la cadena de valor de un proyecto fotovoltaico

VI. Introducción

Las múltiples y diversas actividades humanas requieren de energía para ser llevadas a cabo, no tan solo de esa energía motivadora que inspira a crear cambios, sino que también de aquella energía casi tangible que permite progresar a las sociedades, identifíquese como luz, movimiento, tecnología y comodidades, que llegan en formato de energía térmica, energía cinética o energía eléctrica.

Dentro de las centrales generadoras de energía eléctrica en Chile, la solar fotovoltaica se ha ido acomodando cada vez más dentro de la matriz eléctrica nacional, si en 2012 comenzó con un 0,018% de capacidad eléctrica instalada (3 MW), en 2022 abarca un 17,4% aportando 5,1 Giga Watt de potencia. Este aumento de su participación no es coincidencia, Chile se emplaza como uno de los países con el mejor potencial eléctrico fotovoltaico a nivel mundial según el Global Solar Atlas, y la evolución de la normativa eléctrica y ambiental que sustenta e incentiva la generación renovable no ha sido en vano.

La ejecución de proyectos solares fotovoltaicos en el territorio nacional se enfoca en contribuir a la reducción de la emisión de gases efecto invernadero, se ha comprobado empíricamente que la dimensión ambiental dentro de las diferentes etapas de los proyectos solares fotovoltaicos no está del todo clara, y pareciera hacerse visible que el propósito de estas centrales es solo generar energía, pero dadas las condiciones actuales que transita nuestro planeta, el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la generación de residuos, entre otros, se hace necesario también cambiar el enfoque y volver a definir el propósito real de las centrales solares fotovoltaicas, bajo una mirada sustentable y resiliente, que permita la vinculación del territorio y agregue valor a las centrales, desarrollando un triple impacto en la línea del desarrollo sostenible a la comunidad, su economía local y al medio ambiente, incluyendo a la biodiversidad y los atributos propios del territorio.

En los siguientes capítulos se logrará comprender que es la dimensión ambiental, cuáles son las componentes ambientales significativas dentro del ciclo de vida de los proyectos solares fotovoltaicos, cual es la permisología detrás de la evaluación ambiental dentro del sistema de evaluación ambiental, los principales permisos ambientales y organismos del estado con competencias ambientales que se hacen presente en la evaluación y ejecución para este tipo de proyectos, visualizaremos la infraestructura eléctrica de manera geográfica, emplazando todos los proyectos que han entrado a evaluación ambiental desde 2009 y que en la actualidad superan los mil proyectos. No le puede pasar a Chile la paradoja de la basura: un papel que se tira al suelo es probable que no haga la diferencia, pero mil papeles en el suelo pueden modificar completamente el paisaje. Y en esta línea, para la gestión integral de estos papeles es necesaria la articulación de todas las partes -la academia, el privado y el Estado- junto a las variadas componentes ambientales para apuntar a la Ecovoltaica: El desarrollo sostenible de las centrales solares fotovoltaicas.

VII. Marco Teórico

1. La Electricidad Solar

1.1 El Sol y su Radiación Solar

El Sol es una estrella de la vía láctea, que representa el 99,8% de la masa total del sistema solar. Posee un diámetro de 1,4 millones de kilómetros, en su núcleo, las reacciones de fusión de Hidrógeno que producen Helio y que genera energía emitiendo fotones, viajan a través de la zona radiante hasta la zona convectiva y luego a la Tierra (National Geographic, 2022).

La temperatura en la capa exterior del Sol es de 5700 (°K) y emite $3,73 \cdot 10^{23}$ (kW) de energía radiante. La Radiación Solar medida en la superficie perpendicular a los rayos solares, fuera de la atmosfera terrestre y a distancia media al sol se le denomina Contante Solar (I), que tiene un valor de 1353 (W/m^2) (Sarmiento, 1995).

La Tierra gira en una órbita elíptica durante un año alrededor del Sol a una distancia de 150 millones de kilómetros, denominado "*plano de la eclíptica*", la Tierra además, rota sobre su eje polar, que permite el comportamiento de un día terrestre. Este eje gira alrededor de la normal al plano de la eclíptica de tal forma que el ángulo que forman entre ellos es constante e igual a $23,45^\circ$ (declinación solar δ). La declinación solar va cambiando durante del año dado los movimientos de la Tierra, tiene un valor de cero en los equinoccios de primavera y otoño, un valor positivo en el solsticio de verano y negativo en el solsticio de invierno (Lorenzo, y otros, 1994).

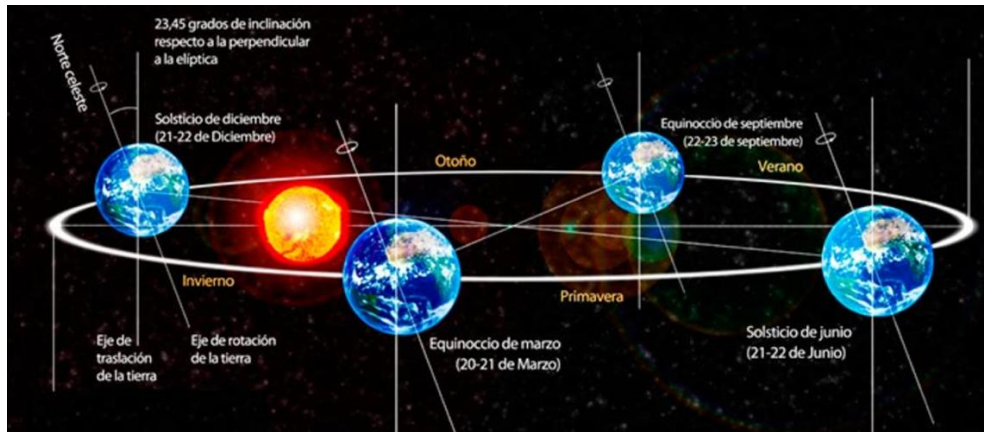


Figura 1 Fundamentos de astronomía, rotación de la Tierra y plano eclíptico (Hemisferio Norte). Fuente: Extraído de Observatorio Micro-Macro USB El Salvador (2019).

La radiación solar contiene fotones de todas las energías de acuerdo a una distribución espectral. Fuera de la atmosfera, el espectro solar se aproxima al de un cuerpo negro a una temperatura entre 5800 – 6000 (°K) y el valor de la Irradiancia es de 136,7 (mW/cm^2), que al nivel del mar y dada la absorción atmosférica la Irradiancia toma un valor de 100 (mW/cm^2) en la superficie terrestre (Lorenzo, y otros, 1994).

La siguiente figura muestra la distribución espectral de la radiación solar, superpuesta a ella, se muestra el espectro visible de la luz.

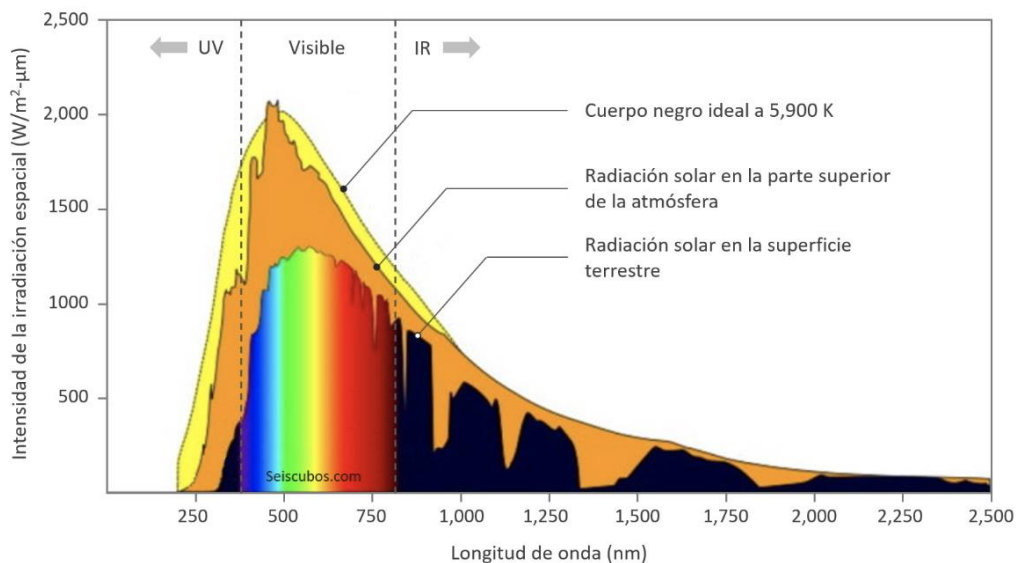


Figura 2 Distribución espectral de la radiación solar y espectro visible de la luz según longitudes de ondas diferentes.
Fuente: Seiscubos, Efecto de la Radiación Solar en la Tierra. (2021)

1.2 El Efecto Fotovoltaico y la Célula Solar

La conversión de la energía de las radiaciones ópticas en energía eléctrica es un fenómeno conocido como el efecto fotovoltaico. La célula fotovoltaica es el dispositivo capaz de llevar a cabo esta transformación directamente, han sido utilizadas ampliamente en aplicaciones espaciales como generadores casi permanentes de energía (Lorenzo, y otros, 1994) esto ha permitido el avance en términos de costo y eficiencia a lo largo de los años.

El efecto fotovoltaico en células electroquímicas fue descubierto por Becquerel en 1839 y explicado por Einstein en 1921, pero no fue hasta 1954 que se obtuvo una célula solar capaz de convertir con eficiencia la energía solar en energía eléctrica.

Cuando la luz del Sol incide sobre ciertos materiales semiconductores, los fotones son capaces de transmitir su energía a los electrones de valencia del semiconductor para que rompan el enlace que los mantiene ligados a su átomo respectivo. Por cada enlace roto, se genera un hueco, donde el electrón queda libre para circular dentro del sólido. Electrones y huecos (que se asemejan a una partícula con carga positiva igual a la del electrón) se mueven en direcciones opuestas, esto genera una corriente eléctrica en el semiconductor capaz de circular por el circuito externo y liberar en él la energía cedida de fotones al crear los pares electrón-hueco. Para separar este par e impedir que se reestablezca este enlace, se utiliza un campo eléctrico (o la correspondiente diferencia de potencial) que permite que ambos circulen en direcciones opuestas, dando lugar a una corriente en el sentido del citado campo eléctrico (Lorenzo, y otros, 1994).

La célula solar está constituida por un material semiconductor con cierto ancho de banda prohibida y cierto espesor. La energía de los fotones irradiados sobre el semiconductor puede ser absorbida por los electrones de la banda de valencia que se promocionarán a la banda de conducción, produciéndose una generación de portadores de corriente como resultado de absorción de fotones, aquí hay pérdidas por no-absorción, transmisión y reflexión. Si el semiconductor es Silicio (material comúnmente utilizado en las celdas solares) una de las regiones se impurifica con fósforo (elemento que posee cinco electrones de valencia, uno más que el silicio), transformándola en la zona con mayor cantidad de electrones y que se denomina tipo *n* y la otra región denominada tipo *p*, se impurifica con boro (que posee tres electrones de valencia, uno menos que el silicio, generando una región de huecos mayor que de electrones). Las grandes diferencias de concentraciones de electrones y huecos entre estas regiones crean un campo eléctrico dirigido de la región *n* a la región *p* (Lorenzo, y otros, 1994).

Para el empleo práctico, las células o celdas solares se asocian eléctricamente en combinaciones que permiten obtener ciertos valores de corriente y voltaje. Los fabricantes ponen al mercado estas celdas encapsuladas en un único bloque denominado el panel o módulo fotovoltaico, la estructura protege a la celda de la intemperie, la aísla eléctricamente del exterior y le da rigidez mecánica al conjunto (Lorenzo, y otros, 1994).

1.2.1 Módulos Fotovoltaicos

El módulo fotovoltaico, panel fotovoltaico, panel solar o módulo solar, corresponde a la unidad generadora fotovoltaica capaz de convertir la energía solar en energía eléctrica.

Los módulos están compuestos por una arreglo en serie-paralelo de celdas o células fotovoltaicas, las que pueden ser de silicio monocristalina, policristalina o de capa delgada (amorfas).

La siguiente figura muestra la composición de un módulo solar y a continuación, se presenta una tabla con la caracterización porcentual de los componentes en peso/peso, de un estudio realizado para el Ministerio del Medio Ambiente en 2020.

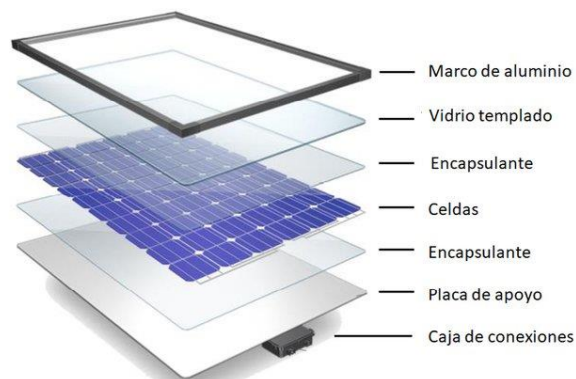


Figura 3 Estructura de los componentes de un módulo solar fotovoltaico. Fuente: Manual de Generación Distribuida Solar Fotovoltaica. Secretaría de Gobierno de Energía, Argentina (2019).

Tabla 1 Caracterización de materialidad de módulos fotovoltaicos.

Materiales del Módulo Fotovoltaico	Peso en Módulos de Silicio Cristalino [kg]	Proporción [%]	Peso en Módulo de Capa Fina Cd-Te [kg]	Proporción [%]
Vidrio	15,5	77,6	32,0	90,34
Polímeros (EVA, TEDLAR)	1,6	8,01	-	-
Aluminio (Al)	2,2	11,01	3,0	8,47
Silicio (Si)	0,45	2,24	-	-
Cobre (Cu)	0,13	0,67	0,36	1,02
Plata (Ag)	0,00	0,01	-	-
Boro (B)	0,02	0,11	-	-
Fósforo (P)	0,02	0,11	-	-
Estaño (Sn)	0,02	0,11	0,02	0,06
Plomo (Pb)	0,02	0,11	-	-
Cadmio (Cd)	-	-	0,002	0,006
Telurio (Te)	-	-	0,039	0,11
Total de Residuos [kg]	20,0 [kg]	100 %	35,42 [kg]	100 %

Fuente: Adaptado de Informe 3 – Alternativas de tratamiento de módulos fotovoltaicos luego de su vida útil, In-Data & Rigk Chile (2020)

Tal como se aprecia en la tabla, el mayor material que compone los módulos solares corresponde a vidrio, le sigue el aluminio de marcos y luego metales junto a trazas de metales pesados que ocupan menos del 1% en peso/peso del panel.

Varios autores han estudiado el comportamiento de la eficiencia de generación eléctrica de los módulos fotovoltaicos, un estudio llevado a cabo por (Cepeda & Sierra, 2017) sobre los aspectos que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos, concluyó que inciden en ella los factores propios del panel y otros factores externos.

Dentro de los factores propios, se encuentra la estructura interna de la celda, la temperatura de funcionamiento relacionado con el rendimiento energético y térmico propio de los materiales semiconductores, el sistema de ventilación del panel, y, el efecto de la reflexión y la suciedad en su superficie. Respecto a los factores externos se encuentran los efectos de las variaciones climáticas (la radiación solar, la temperatura ambiental y la nubosidad), el ángulo de inclinación de los módulos y el sombreado de la superficie. Recomiendan que el método más simple para mejorar el rendimiento de un sistema es aplicar técnicas de seguimiento solar sobre el punto de máxima potencia.

Por su parte, el Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL) del Departamento de Energía de Estados Unidos lleva el seguimiento del avance en las mejores eficiencias en investigación y en el mercado de las celdas solares. Las comúnmente utilizadas en proyectos solares son módulos de silicio monocristalino, que logran cerca de un 25% de eficiencia en la actualidad (National Renewable Energy Laboratory, 2022).

Otros tipos de celdas fotovoltaicas para generación eléctrica (correspondiente a la categoría de “no concentración solar”) y sus respectivas eficiencias se presentan a continuación:

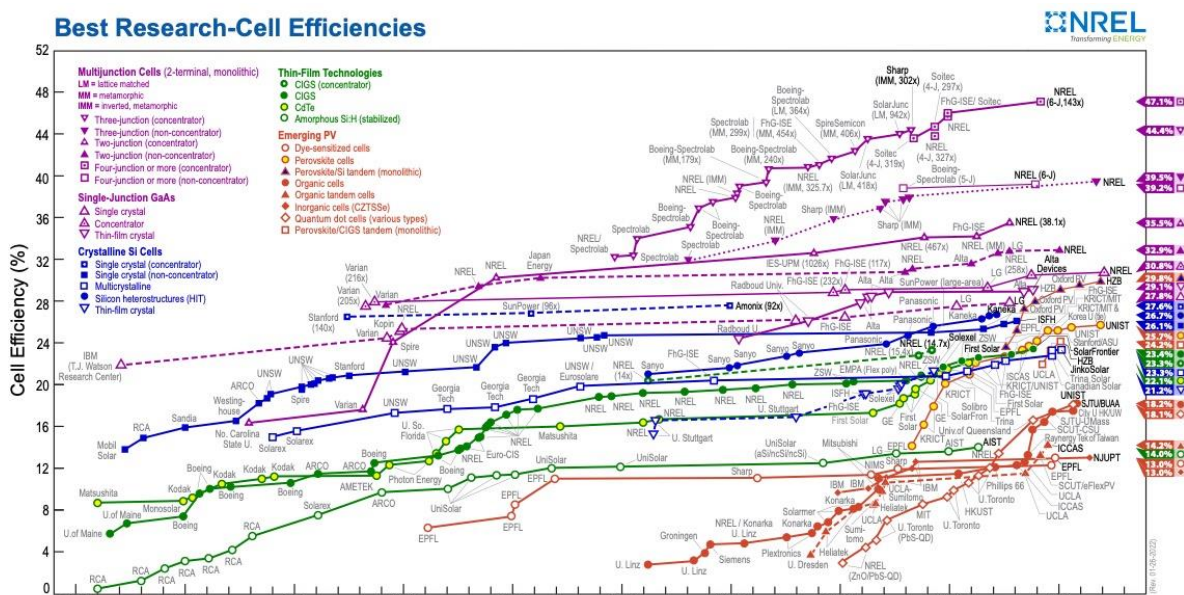


Figura 4 Gráfica de eficiencias de Celdas Solares en investigación a través de los años. Fuente: National Renewables Energy Laboratory (NREL), 2022.

Respecto a los mejores proveedores de módulos solares al 2021 se considera el Tier-1 para paneles solares llevado a cabo por el Bloomberg New Energy Finance Corporation (BNEF) en sus informes cuatrimestrales, ésta es una lista basada en la credibilidad bancaria y/o estabilidad financiera de las empresas proveedoras de módulos (Techno Sun, 2021). En la siguiente Tabla se presentan las 20 primeras marcas de fabricantes de módulos solares en entrar al Tier-1 de BloombergNEF Q4 de 2021:

Tabla 2 Listado de fabricantes de módulos solares Tier-1 Cuarto Trimestre Q4 de Bloomberg New Energy Finance Corporation, 2021

Trina	Seraphim	LONGi	Jinergy	SunPower/Maxeon
Jinko	Exiom Gruoup	DMEGC	HT-SAAE	Jolywood
URE	Lepton	Canadian Solar	ZNShine	AE Solar
S-Energy	Phono Solar	VSUN Solar	Astronergy	Recom

Fuente: Elaboración propia a partir de datos Techno Sun, 2022.

Los módulos solares bifaciales son muy buena opción para aumentar la generación eléctrica por la captación de la radiación reflejada en las superficies terrestre -cubiertas o no- y de otros paneles instalados en la cercanía.

Cuando las superficies terrestres se cubren con algún tipo de material reflectante, se podrían llegar a aumentar hasta un 30% la generación eléctrica (Soltec, 2019), otro punto a favor de cubrir los suelos es el control de malezas que crece bajo los paneles.

La siguiente figura muestra los tipos de radiación captada por módulos solares bifaciales:

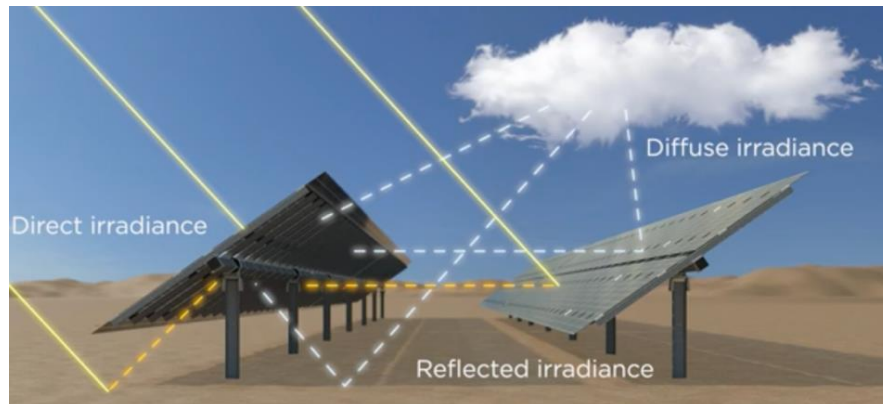


Figura 5 Radiación captada en Módulos Solares Bifaciales: Radiación Directa, Radiación Reflejada y Radiación Difusa. Fuente: Soltec (2019).

1.3 El Potencial Solar en el Mundo

Si bien el potencial teórico es comúnmente ilustrado en la variable física de irradiación global horizontal (GHI) que es la suma de los componentes de irradiación directa e irradiación difusa en unidades de (kWh/m^2) que representa la cantidad de energía solar que llega a todas las partes del planeta y que se ve influenciada principalmente por la latitud de la Tierra (disponible para visualizar en la figura 6), no es un parámetro del todo estándar para el desarrollo de proyectos fotovoltaicos, debido que la eficiencia en la generación eléctrica a partir del recurso solar esta influenciado por la temperatura del aire local, el viento, la nieve, la contaminación atmosférica, el polvo y otros factores geográficos (Global Solar Atlas, 2020).

El Banco Mundial junto a Atlas Solar Mundial (Global Solar Atlas) y Solargis, publicaron en 2020 el estudio de Potencial de Energía Fotovoltaica Global por país, proporcionando una visión armonizada del recurso solar y su potencial para el desarrollo de plantas de energía fotovoltaica (FV) presentado en la figura 7, como el potencial fotovoltaico práctico (PVOU), el cual considera las variaciones climáticas y otros aspectos geográficos de los territorios del mundo.

El estudio concluye posicionando a Chile en segundo lugar con la mejor irradiación global horizontal (GHI) y el mejor potencial fotovoltaico práctico (PVOU) del mundo, luego de Namibia. Es por esto que Chile resulta ser atractivo y bastante factible-eficiente para la generación eléctrica de fuente solar fotovoltaica.

MAPA DE RECURSO SOLAR
IRRADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL

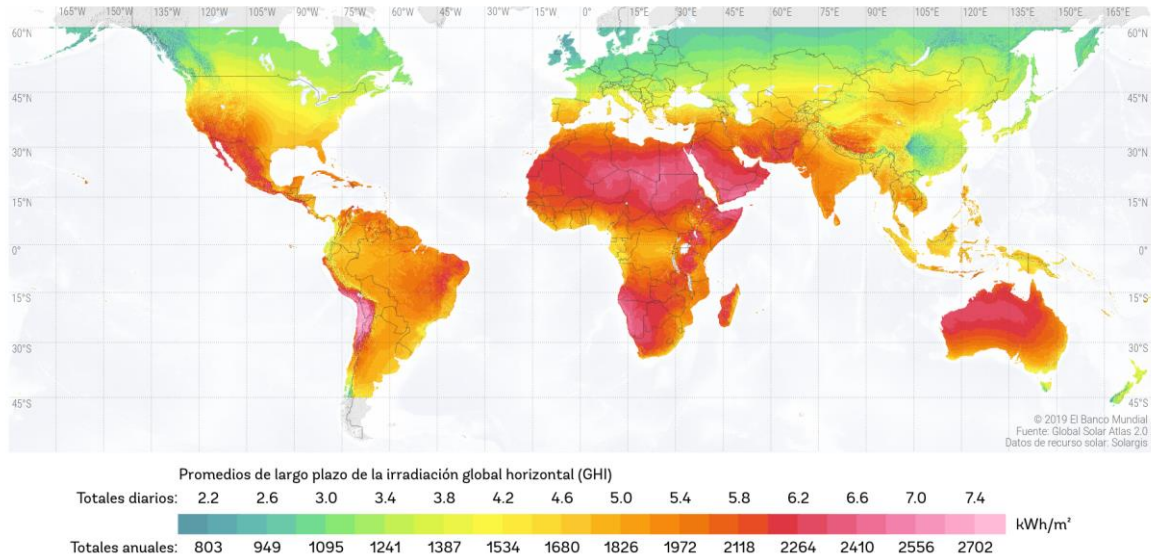


Figura 6 Mapa Mundial de Irradiación Global Horizontal. Fuente: Global Solar Atlas (2020)

MAPA DE RECURSO SOLAR
POTENCIAL ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO

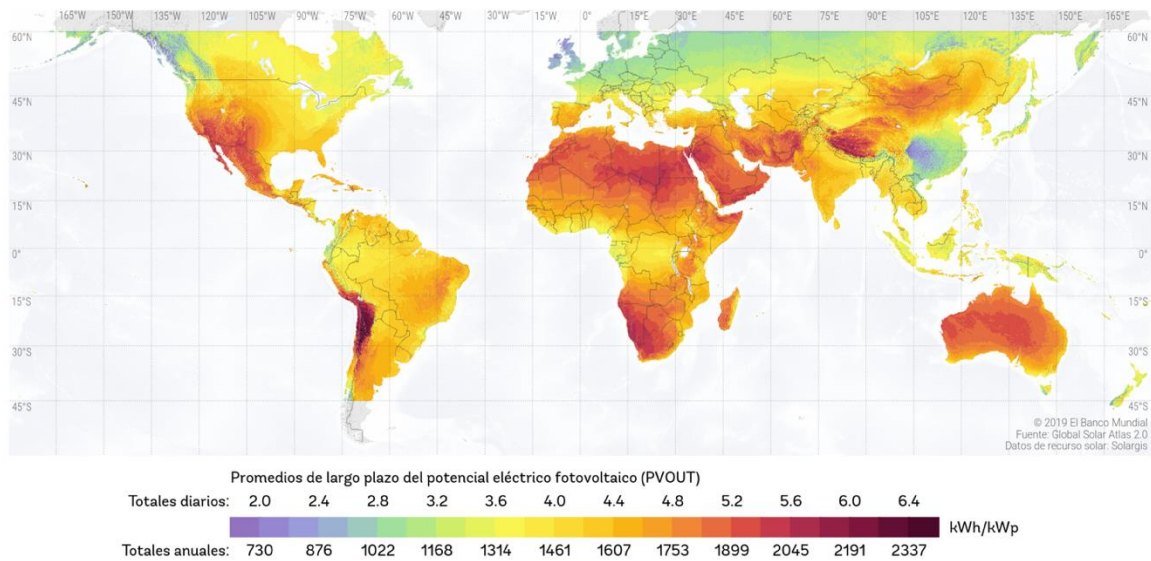


Figura 7 Mapa del Potencial Eléctrico Fotovoltaico Mundial. Fuente: Global Solar Atlas (2020)

2. Chile

Chile es una república democrática, definida en su Constitución Política de la República de Chile de 1980, su gobierno está compuesto por el Presidente de la República, los Ministros de Estado y la Administración del Estado (DS N.º 100/2005, 2005) en la práctica y según los datos del gobierno los organismos que componen la organización territorial del país está compuesto por el presidente de la república, 16 Regiones, 24 Ministerios, 163 Servicios Públicos y 345 Municipalidades (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2018).

A lo largo de los años los ministerios han ido evolucionando entendiendo el progreso asociado al desarrollo social y a las temáticas específicas que esto conlleva, a continuación se presenta una figura ejemplificadora del origen de todos los ministerios en Chile.

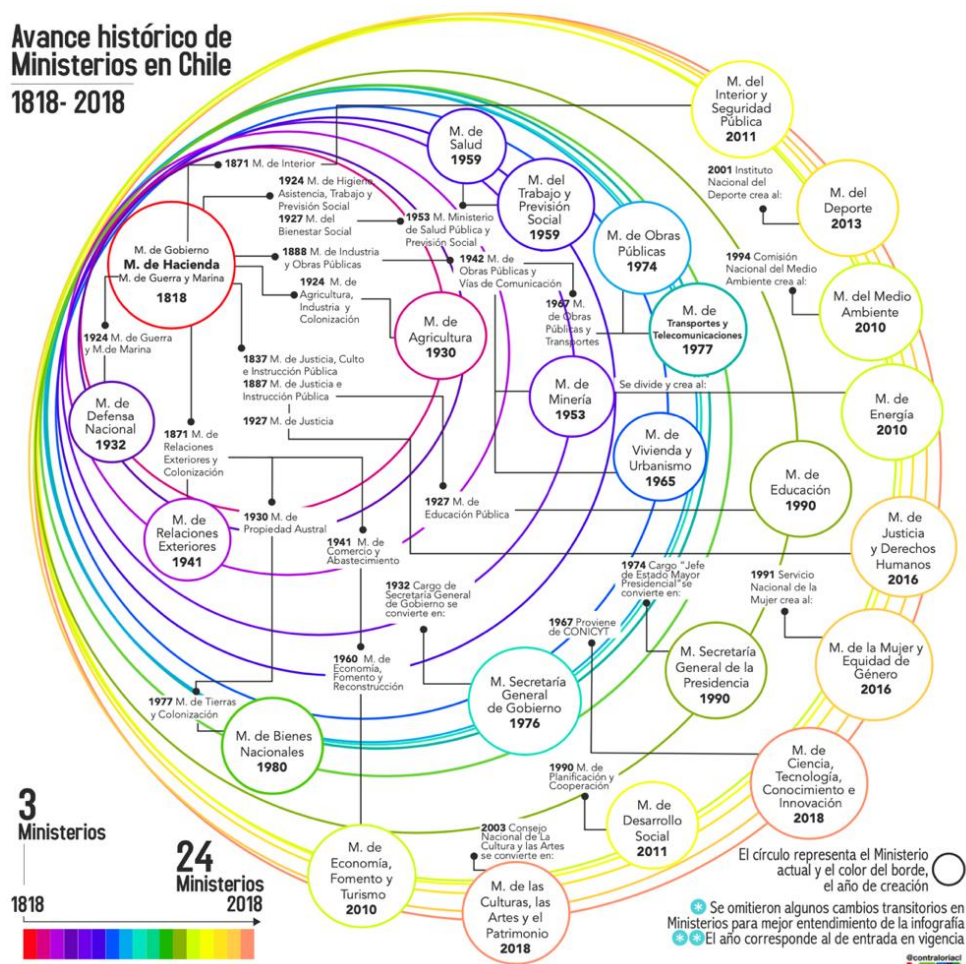


Figura 8 Evolución de los ministerios del Estado de Chile. (Contraloría General de la República, 2019)

Como se puede apreciar en la imagen, en 2010 se crea en paralelo el Ministerio de Energía y el Ministerio del Medio Ambiente.

2.1 La Orgánica Ambiental Chilena

Chile posee una economía desarrollada en base a la exportación -y explotación- del recurso natural, visibilizado en los sectores minero, pesquero, forestal, agropecuario o de manufactura con uso intensivo de los recursos. Cada época histórica se caracteriza por la presencia de un recurso natural cuya explotación transforma el paisaje y la sociedad como pasó con el trigo, el salitre y el cobre (Vega & Paschuan, 2004). El Anexo 3 – Avance normativo ambiental de 1810 a 1990, complementado con información de rectificación de convenciones de la ONU en Chile, reafirma que la evolución de la normativa ambiental ha evolucionado en armonía con las sociedades y su desarrollo, siempre priorizando la salud de la población y los recursos, entre ellos los naturales.

El régimen social democrático en Chile durante los 90 puso el tema medioambiental como eje transversal, creándose la Secretaría Técnica de la Comisión Nacional del Medio Ambiente del Ministerio de Bienes Nacionales. Bajo esta línea se publicó la Ley N.º 19.300/1994 que aprobó la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente (abreviada como LBGMA y que origina a la CONAMA). Esta Ley tiene como nicho el inciso 8º del art. 19 de la constitución de la República de Chile de 1980: *“El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación.”* Y sentencia que *“Es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza...”* (Ministerio Secretaría General de la Presidencia (Chile), 2005), esta norma resulta ser la piedra angular en lo que respecta al desarrollo de la legislación ambiental chilena, la LBGMA y sus posteriores modificaciones definen -y ratifican- una serie de conceptos, convenios y tratados internacionales que resultan importantes de considerar en la dimensión ambiental; conceptos como el “desarrollo sostenible”, “contaminante”, “impacto ambiental”, “Declaración de Impacto Ambiental (DIA)”, “Estudio de Impacto Ambiental (EIA)”, “línea de base”, normas primarias y secundarias de calidad de aire.

La ley define al Medio Ambiente como un *“Sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones”* (Ley N.º 19.300/1994, 1994). Su marco conceptual se centra en seis principios; Preventivo, Participativo, Quien contamina–Paga, Gradualismo, Responsabilidad y Eficiencia. La Ley ha tenido modificaciones a lo largo de los años, principalmente con la entrada de la Ley 20.417 que Crea al Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente (2010). Rige y condiciona además al Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental, donde proyectos de ciertas categorías deben ser evaluados por los sistemas sectoriales previa ejecución.

La legislación temática actual (a Abril de 2022) relativa a Medio Ambiente disponible en la Biblioteca del Congreso Nacional presenta 143 normas sectorizadas por grupo; Contaminación, Normativa General sobre Medio Ambiente, Cambio Climático, Residuos, Emisión de Olores y Bosques. Para visualizar en detalle el banco de normativa ambiental actual en Chile, se recomienda revisar el Anexo 4 – Legislación Ambiental Actual (a Abril de 2022).

2.1.1 Ministerio del Medio Ambiente

El primer organismo institucional ligado al medio ambiente en Chile fue la CONAMA creado en 1994. En 2006, a través de la Ley N.º 20.173/2007 se creó el cargo de “ministro presidente de la CONAMA”, cuyo objetivo sería “formular y presentar al Consejo Directivo de la CONAMA una propuesta de rediseño de la institucionalidad ambiental”. En 2010 con la Ley N.º 20.417/2010, se crea el Ministerio del Medio Ambiente como tal.



Figura 9 Institucionalidad Ambiental Chilena. Fuente: Elaborado a partir del Tercer Informe del Estado del Medio Ambiente, MMA, 2020

El Ministerio del Medio Ambiente (MMA), es el órgano de Estado encargado de colaborar con el Presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa. (Ministerio del Medio Ambiente, Chile, 2022). Tiene como misión: “Liderar el desarrollo sustentable, a través de la generación de políticas públicas y regulaciones eficientes, promoviendo buenas prácticas y mejorando la educación ambiental ciudadana” para ello posee diferentes áreas de trabajo que se pueden visualizar en el Anexo 5 – Ejes temáticos del Ministerio del Medio Ambiente Chile 2022.

2.1.2 Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y Cambio Climático

Comité interministerial presidido por el MMA e integrado por los Ministros de Agricultura, Hacienda, Salud, Economía, Fomento y Turismo, Energía, Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo, Transporte y Telecomunicaciones, Minería, Desarrollo Social y Familia, de Educación y Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (Proyecto de Ley Marco para el Cambio Climático, 2022). Su función es proponer al Presidente políticas sobre manejo, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos renovables, criterios de sustentabilidad, creación de áreas protegidas del Estado y políticas sectoriales que debieran ser sometidas a Evaluación Ambiental Estratégica.

2.1.3 Servicio de Evaluación Ambiental

Servicio público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, sometido a la supervigilancia del Presidente de la República a través del MMA (Ley N.º 20.417/2010, 2010). Se desconcentra territorialmente a través de las Direcciones Regionales de Evaluación Ambiental, donde en cada región hay un Director Regional. Su principal función es la administración del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) un instrumento de gestión ambiental de carácter preventivo que le permite a la autoridad determinar previa ejecución de un proyecto si éste cumple con la legislación ambiental vigente y como se hace cargo de los potenciales impactos ambientales significativos. Entre las múltiples tareas que le competen al SEA, están: fomentar la participación ciudadana en los proyectos con ingreso a evaluación ambiental, administrar sistemas de información de permisos sectoriales, usar criterios y exigencias técnicas de carácter ambiental enlazando los diferentes organismos sectoriales. Si bien el SEA se formaliza en 2010, este organismo ha funcionado desde 1997 con su sistema de evaluación. (Servicio de Evaluación Ambiental, 2022)

El Decreto 40 promulgado en 2012 (DS N.º 40/2013) que en su versión refundido, coordinado y sistematizado, aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA), norma al SEIA y determina la Participación Ambiental Ciudadana (PAC). El art. 3 define los tipos de proyectos o actividades que ingresarán al Sistema de Evaluación a través de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) por ser susceptibles a causar algún tipo de impacto ambiental, o aquellos que deberán ser analizados bajo un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) ya que se prevé que generará algún efecto, característica o circunstancia presentada en el Título II del Reglamento. Categoriza los parámetros para la evaluación y liga a los Organismos Administradores del Estado con Competencias Ambientales (OAECA) a través del título VII de Permisos y Pronunciamientos Ambientales Sectoriales (PAS). La siguiente figura representa el traspaso de información en el SEIA.

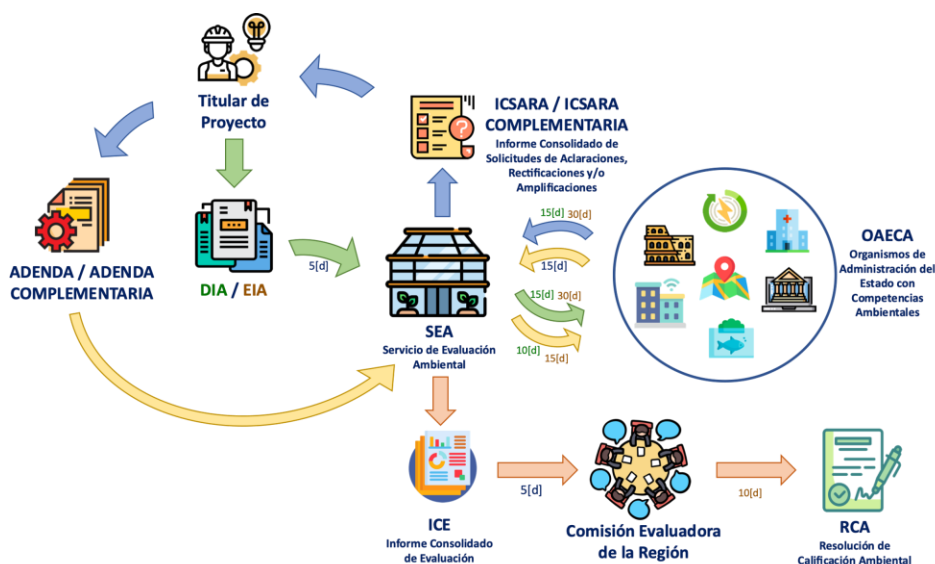


Figura 10 Proceso de Evaluación Ambiental, orden de seguimiento: flechas verdes, azules, amarillas y naranjas. Fuente: Elaboración Propia

Los OAECA se pueden pronunciar respecto a los Permisos Ambientales y PAS que contemplan los artículos entre 107 y 161 del Reglamento. Aquellos organismos que se pueden pronunciar ante el SEIA, son:

CMN	CNE	CONADI
CONAF	MTT	Dirección de Aeropuertos
DGA	SAG	Dirección de Arquitectura
DGAC	SEC	Ministerio de Bienes
DOH	SERNAGEOMIN	Nacionales
DOP	SERNAPESCA	Ministerio de
MINAGRI	SERNATUR	Planificación y
MINEDUC	SISS	Coordinación
MINSAL	SUBPESCA	Dirección Nacional de
MINVU	Ministerio de Energía	Límites y Fronteras del
MOP	Ministerio de Minería	Estado

2.1.4 Superintendencia del Medio Ambiente

La SMA se constituye como una institución fiscalizadora, le compete ejecutar, organizar y coordinar el seguimiento y fiscalización de las Resoluciones de Calificación Ambiental, de las medidas de los Planes de Prevención y/o Descontaminación Ambiental, del contenido de las Normas de Calidad Ambiental y Normas de emisión, y de los Planes de Manejo, cuando corresponda, y de todos aquellos otros instrumentos de carácter ambiental que establezca la ley (Superintendencia del Medio Ambiente, 2022).

Las funciones de fiscalización se pueden realizar a través de sus propios funcionarios, de los organismos sectoriales y mediante terceros debidamente acreditados y autorizados por la Superintendencia (Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, denominadas EFTA). La SMA posee la rectoría técnica para establecer los criterios de fiscalización que deberán adoptar todos los organismos de fiscalización ambiental, este organismo de Estado administra el Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), un sitio web de acceso público que proporciona información a la ciudadanía sobre los procesos sancionatorios y de fiscalización realizados por la SMA, con un enfoque territorial, muestra dictámenes de la Contraloría General de la República, sentencias de Tribunales de Justicia y resoluciones de autoridades relacionadas con materia ambiental. (Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental, 2022). Tanto el SEA como las OAECA junto a los titulares de las RCA y los demás sujetos a fiscalización deberán proporcionar a la SMA antecedentes, datos, resultados de seguimiento sobre la RCA asociada, PPDA, Permisos Ambientales Sectoriales (PAS), entre otros. (Ley N.º 20.417/2010, 2010).

La SMA lleva un registro público de las Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (EFTA) e Inspectores Ambientales (IA) autorizados para realizar labores de muestreo, medición y análisis. (Registro Nacional de Entidades Técnicas de la SMA, 2022)

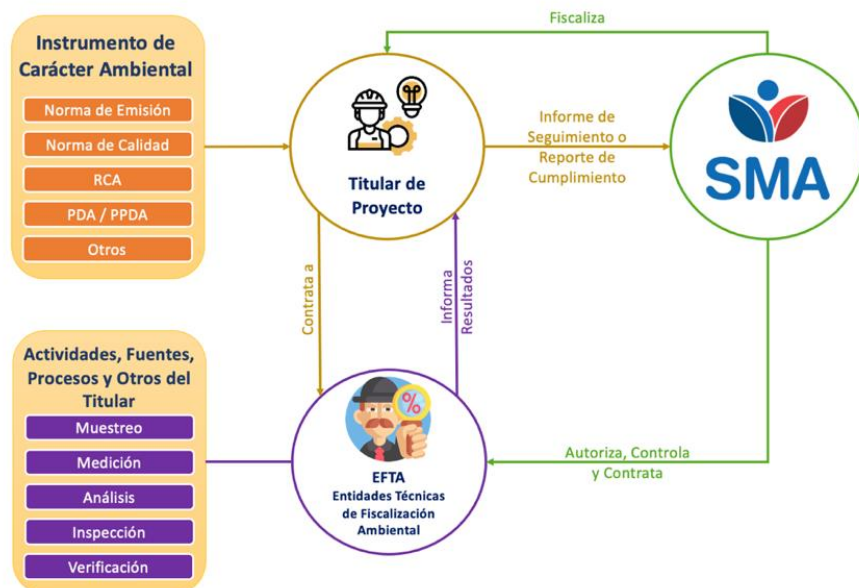


Figura 11 Esquematación relación entre la SMA, EFTA y Titulares de Proyectos. Fuente: Elaborado a partir de Datos de la SMA, 2022.

2.1.5 Tribunales Ambientales

Órganos jurisdiccionales especiales independientes, creados a partir de la Ley N.º 20.600/2012, tienen como función resolver las controversias medioambientales de su competencia y otros asuntos que la ley someta a su conocimiento. No forman parte del Poder Judicial, pero están sujetos a la superintendencia directiva, correccional y económica de la Corte Suprema (Tribunal Ambiental, 2022).

- Primer Tribunal: posee asiento en la comuna de Antofagasta y posee competencia territorial en las Regiones de Arica y Parinacota, de Tarapacá, de Antofagasta, de Atacama y de Coquimbo.
- Segundo Tribunal Ambiental: tiene asiento en la comuna de Santiago, y posee competencia territorial en la región de Valparaíso, Metropolitana de Santiago, del Libertador General Bernardo O'Higgins y del Maule.
- Tercer Tribunal Ambiental: con asiento en la comuna de Valdivia y competencia territorial en las regiones de Ñuble, del Biobío, de La Araucanía, de Los Ríos, de Los Lagos, de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, y de Magallanes y de la Antártica Chilena.



Figura 12 Sellos de los Tribunales Ambientales de la República Chilena.

2.2 La Institucionalidad Eléctrica Chilena y las ERNC

Carbón, ferrocarriles, vapor y gas, movían el mundo durante el siglo XIX. A partir de 1851 la electricidad se hizo presente en Chile comunicando los telégrafos de Santiago y Valparaíso (Memoría Chilena - Biblioteca Nacional de Chile, 2022). Luego, dos faroles de cinco bombillas fueron capaces de iluminar por primera vez la Plaza de Armas de Santiago en 1883, solo cuatro años después que Thomas Edison comenzara la revolución de las bombillas eléctricas. Chile entonces descubrió los beneficios de la electricidad y por consiguiente, comenzó a generar energía eléctrica con sus recursos disponibles en el territorio. Fueron las centrales hidroeléctricas quienes colonizaron la matriz energética, energía que se utilizó para extraer recursos como el carbón, el que luego fue usado para potenciar las centrales termoeléctricas.

Comenzando la década de 1920, la generación y suministro de energía experimentó un desarrollo importante, expresándose en la creación de la Compañía Chilena de Electricidad en Santiago, que instó al Estado a legislar para regular la actividad, es así como en 1925 se promulga la Ley General de Servicios Eléctricos conocida también como la LGSE (Memoría Chilena - Biblioteca Nacional de Chile, 2022).

Durante los años 90 llegó al país el gas natural desde Argentina, pero los sucesivos cortes a mediados de la década del 2000 y las amenazas de escasez hídrica que se acercaban ya por esos años, dio pie para la construcción de nuevas plantas de generación. Capitales de países europeos hacia proyectos de nuevas fuentes renovables demostraron que esta tecnología era confiable, económica y eficiente. Durante 2007 se inauguró el primer parque eólico y desde 2013 se preveía que las centrales a carbón no serían viables a largo plazo. (La tercera, 2021).

2.2.1 Energías Renovables

Se define a la energía renovable como aquella energía que proviene de fuentes consideradas inagotables, y que se caracterizan porque en sus procesos de transformación y aprovechamiento no se consumen a escala humana, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse en el tiempo (Ministerio de Energía, s.f.). La Ley que define a las Energías Renovables No Convencionales en Chile corresponde a la Ley N.º 20.257 publicada en Abril de 2008, que modifica la LGSE, definiendo las fuentes no convencionales como *“geotérmica, eólica, solar, biomasa, mareomotriz, pequeñas centrales hidroeléctricas, cogeneración y otras similares determinadas fundamentalmente por la Comisión”*. Además, complementa el artículo 150 (bis.) de la LGSE, agregando que *“cada empresa eléctrica que efectúe retiros de energía con capacidad instalada superior a 200 megawatts para comercializarla con distribuidoras o con clientes finales, estén o no sujetos a regulación de precios, deberá acreditar ante la Dirección de Peajes del CDEC respectivo, que una cantidad de energía equivalente al 10% de sus retiros en cada año calendario haya sido inyectada a cualquiera de dichos sistemas, por medios de generación renovables no convencionales, propios o contratados”*. La exigencia sería gradual hasta alcanzar en 2024 ese 10%. Sin embargo,

en el año 2013, se publica la Ley N.º 20.698 que propicia la ampliación del a matriz energética, mediante Fuentes Renovables No Convencionales, que pretende aumentar ese 10%, obligando a las empresas a que acrediten que un 20% de sus inyecciones a la red son de fuente renovable no convencional para el año 2025, nuevamente el artículo 150 (*ter.*) se ve modificado agregándose que conforme a las disposiciones los proponentes deberán entre otros puntos, acreditar que los proyectos de medios de generación renovables no convencionales de que los que son titulares cuenten con una resolución de calificación ambiental favorable.

2.2.2 Generación Distribuida (GD)

La Generación Distribuida es un concepto de generación eléctrica introducido por la Ley N.º 19.940/2004 conocida también como Ley Corta I (Regula sistemas de transporte de energía eléctrica, establece un nuevo régimen de tarifas para sistemas eléctricos medianos e introduce las adecuaciones que indica a la ley general de servicios eléctricos), ésta permite el desarrollo de pequeñas centrales de generación eléctrica distribuidas a lo largo de todo Chile y que pueden conectarse no solamente al sistema de transmisión, sino que también al de distribución (C. Finat, 2022). El concepto difiere de la generación centralizada, donde las centrales generadoras se encuentran en lugares distantes de las zonas de consumo. Cobija a su vez otros conceptos como el NetBilling y las centrales PMG(D). Se reconoce al NetBilling como sistemas de autoconsumo correspondientes a sistemas solares fotovoltaicos diseñados para lograr abastecer la energía eléctrica de un cliente regulado de una empresa distribuida, mediante la Ley N.º 21.118/2018, que modificó la Ley N.º 20.571/2012, permitiendo que los excedentes de éstos sistemas puedan ser conectados a la red eléctrica y ser vendidos a la empresa distribuidora siempre y cuando los excedentes sean menores a 300 kW.

Durante los años 2000 comienzan los cimientos asociados a la normativa para Generación Distribuida en Chile, se originaron los requisitos de proyectos de autogeneración (en un origen sin posibilidad de inyectar excedentes a la red eléctrica) bajo la Norma Chilena N.º 4 que fijaba las condiciones mínimas de seguridad para instalaciones eléctricas de baja tensión. Luego la ley N.º 19.940/2004 Otorga el derecho a conectar en distribución a proyectos menores a 9 MW, con el Decreto Supremo DS N.º 244/2006 se regulan los PMG(D) por primera vez, su régimen de remuneración y coordinación con la CDEC (Centro de Despacho Económico de Carga) y la distribución.

2.2.3 Pequeños Medios de Generación Distribuida (PMGD)

Un sistema fotovoltaico PMG(D) corresponde a centrales de generación eléctrica de fuente solar fotovoltaica, cuyos excedentes de potencia suministrables al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) son menores o iguales a 9 MW, y que quedan disponibles para su utilización local, conectándose a red mediante: instalaciones de una Empresa Distribuidora, o a instalaciones de una empresa que posea líneas de distribución de energía eléctrica que utilicen bienes nacionales de uso público (PMGD) o conectados a

instalaciones pertenecientes al sistema de transmisión nacional, zonal, dedicado, para polos de desarrollo o en instalaciones de interconexión internacional (PMG). Estos excedentes de potencia tienen la opción de ser vendidos a costo marginal instantáneo, pudiendo acceder al nuevo mecanismo de estabilización de precios y a vender sus excedentes de potencia al precio de nudo de la potencia (Ministerio de Energía, 2021).

El Reglamento para Medios de Generación de Pequeña Escala se publicó en octubre de 2020 en el Diario Oficial, como Decreto Supremo DS N.º 88/2020, planteándose como la nueva regulación para los medios de generación de pequeña escala PMG(D) respecto a su celeridad, fijando tiempos del proceso de interconexión y planteando metodología de cálculo para el mecanismo de estabilización de precios. Para visualizar de manera esquemática la cronología de presentación de formularios para llevar a cabo la construcción y conexión de un proyecto PMG(D), se recomienda visualizar el Anexo 1 – Esquema Proceso de Conexión (DS N.º 88/2020) realizado en 2021 por ACESOL (ACESOL - Asociación Chilena de Energía Solar, 2021).

El DS N.º 88/2020 a su vez cita a la NTCO: Norma Técnica de Conexión y Operación de PMGD en Instalaciones de Media Tensión, que tiene por objetivo establecer los procedimientos, metodologías y demás exigencias para la conexión y operación de los pequeños medios de generación distribuidos, en redes de media tensión de concesionarios de servicio público de distribución de electricidad o de aquellas empresas que posean instalaciones de distribución de energía eléctrica que utilicen bienes nacionales de uso público, donde el PMGD puede conectarse directamente o a través de redes de propiedad de terceros a las redes de Empresas Distribuidoras, en ejecución de lo dispuesto en el artículo 149º del Decreto con Fuerza de Ley N.º 4 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que fijó el texto refundido, coordinado y sistematizado del Decreto con Fuerza de Ley N.º 1 del Ministerio de Minería, de 1982, y de lo previsto en el Decreto Supremo N.º 244 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, de 2005, que aprobó el Reglamento para medios de generación no convencionales y pequeños medios de generación establecidos en la Ley General de Servicios Eléctricos, modificado por Decreto Supremo N.º 101, de 2014, del Ministerio de Energía (Comisión Nacional de Energía, 2019).

La NTCO considera terminología y marco ordenador de carácter técnico para su aplicación, procedimientos de conexión y entrada en operación de un PMGD, exigencias técnicas para la conexión y operación de un PMGD, exigencias técnicas para pruebas de conexión de un PMGD y metodología de cálculo del factor de referenciación. Su alcance son los PMGD que se conecten en media tensión y baja tensión cumpliendo las exigencias técnicas del capítulo 5 de la Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamientos de Generación en Baja Tensión (Comisión Nacional de Energía, 2019).

Existen algunos otros decretos de interés respecto a la normativa eléctrica chilena relativa a la energía renovable, como la Ley N.º 21.305/2021 de Eficiencia Energética. La Biblioteca del Congreso Nacional mantiene un respaldo digital de normativa chilena relativa a múltiples temáticas, una de ellas son las Energías Renovables. Para apreciar

la evolución que ha tenido la legislación chilena en materia de Energías Renovables se recomienda revisar el Anexo 2 – Evolución de la Legislación sobre Energía Renovable.



Figura 13 Evolución de la Normativa de Energías Renovables No Convencionales en Chile. Fuente: Elaboración propia.

2.2.4 Ministerio de Energía

El Ministerio de Energía nace en 2010 como organismo autónomo luego de ser parte del Ministerio de Minería desde 1953, bajo la Ley N.º 20.402/2009 que modifica el Decreto Ley N.º 2.244/1974 (que crea el ministerio de Energía y la Comisión Nacional de Energía) y otros cuerpos legales. El Ministerio es responsable de elaborar y coordinar los distintos planes, políticas y normas para el desarrollo del sector energético del país, velar por su cumplimiento y asesorar al Gobierno en todas aquellas materias relacionadas con el sector energético, considerando todos los tipos de fuentes energéticas primarias y secundarias (Ministerio de Energía, 2022)

Dentro de su organización interna y fuera de las divisiones propias institucionales, el ministerio cuenta con diferentes iniciativas en las que trabaja, algunas de ellas son; Ley y Plan de Eficiencia Energética, Actualización Política Energética Nacional al 2050 con Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), Ruta Energética, Ruta de la Luz, Estrategia de flexibilidad SEN, Proyecto de Ley de Portabilidad Eléctrica, Mesa de Trabajo Descarbonización, El Hidrógeno Verde, Estrategia de Transición Justa en Energía, COP25 Ministerio de Energía, Energía más Mujer, entre otras (Ministerio de Energía, 2022). Desde 2019 las subsecretarías de Energía y Medio Ambiente firmaron un convenio de colaboración para iniciar la implementación de “Estado Verde” una iniciativa del Ministerio del Medio Ambiente que busca que los Organismos Administradores del Estado tomen compromiso con el desarrollo sustentable.

Paralelamente el Ministerio de Energía cuenta con algunos organismos relacionados:

1. **Coordinador Eléctrico Nacional (CEN):** Organismo técnico e independiente, encargado de la coordinación de la operación del conjunto de instalaciones interconectadas del SEN que operan interconectadas entre sí. Incorporado en la LGSE mediante la Ley N.º 20.936 de 2016 (Ministerio de Energía, 2021).
2. **Comisión Nacional de Energía (CNE):** Organismo público y descentralizado, que se relaciona con el Presidente de la República por intermedio de MINENERGÍA. Está encargado de analizar precios, tarifas y normas técnicas a las que deben ceñirse las empresas de producción, generación, transporte y distribución de energía, con el objeto de disponer de un servicio suficiente, seguro y de calidad, compatible con la operación más económica (Comisión Nacional de Energía, 2022)
3. **Panel de Expertos:** Órgano colegiado autónomo cuya función es resolver las discrepancias y conflictos que se susciten con motivo de la aplicación de la legislación eléctrica y de gas (Panel de Expertos, s.f.). Incorporado en la LGSE mediante la Ley N.º 19.940 de 2004 (Ministerio de Energía, 2021).
4. **Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC):** Servicio funcionalmente descentralizado, que fiscaliza y supervigila el cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias, y normas técnicas sobre generación, producción, almacenamiento, transporte y distribución de combustibles líquidos, gas y electricidad, para verificar que la calidad de los servicios que se presten a los usuarios sea la señalada en dichas disposiciones y normas técnicas, y que las

- operaciones y el uso de los recursos energéticos no constituyan peligro para las personas o sus cosas (Chile Atiende, 2022). Es creado por la Ley N.º 18.410 de 1985.
5. **Empresa Nacional del Petróleo (ENAP):** Empresa de propiedad del Estado de Chile, con personalidad jurídica y patrimonio propio, que se relaciona con el Presidente de la República por intermedio de MINENERGÍA. Su giro principal es la exploración, producción, refinación y comercialización de hidrocarburos y sus derivados. Es creada por el Decreto con Fuerza de Ley N.º 1 de 1987 (Ministerio de Energía, 2021).
 6. **Agencia de Sostenibilidad Energética (Ex AChEE):** Persona jurídica de derecho privado, sin fines de lucro, cuya misión es promover, fortalecer y consolidar el uso eficiente de la energía, articulando a los actores relevantes, a nivel nacional e internacional, e implementando iniciativas público privadas en los distintos sectores de consumo energético, contribuyendo al desarrollo competitivo y sustentable del país. (Agencia de Sostenibilidad Energética, 2018). Creada en el año 2010, en razón del Decreto Ley N.º 2.244 de 1978. (Ministerio de Energía, 2021)
 7. **Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN):** Organismo de administración autónoma del Estado, que se relaciona con el Gobierno por intermedio de MINENERGÍA. Su objetivo es atender los asuntos relacionados con los usos pacíficos de la energía atómica; regular, fiscalizar y controlar las instalaciones nucleares y radioactivas relevantes en todo el país; y asesorar al Gobierno en los asuntos relacionado con la energía nuclear. Es la única entidad facultada para celebrar actos jurídicos relacionados con el litio. Representa al Estado de Chile en materia de explotación de sustancias concesibles que se acompañan por Litio, pudiendo exigir su separación. Es creada por la Ley N.º 16.319 de 1965 (Ministerio de Energía, 2021).



Figura 14 Institucionalidad Eléctrica Chilena. Fuente: Elaboración propia.

2.2.5 Política Energética Chilena

Durante 2015 se promulgó el Decreto 148 del Ministerio de Energía que aprueba la Política Nacional de Energía, construida “a través de un proceso participativo, propone una visión del sector energético al 2050 que corresponde a un sector confiable, sostenible, inclusivo y competitivo; con el fin de avanzar hacia una energía sustentable en todas sus

dimensiones”. Para alcanzar esta visión, la política define planes de acción y metas para dos horizontes temporales: 2035 y 2050. La política energética de largo plazo es actualizada de manera participativa cada 5 años (Ministerio de Energía, 2021).

Sobre la Normativa Legal del área eléctrica el DFL N.º 4/20.018 de 2007, Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado del decreto con fuerza de Ley N.º 1, de Minería de 1982, Ley General de Servicio Eléctricos, en materia de energía eléctrica. Regula los mercados en materia como:

- **Generación:** Concesiones, un sistema de cuotas anuales de inyección de ERNC al SEN, PMG y PMGD, racionamiento.
- **Transmisión:** Concesiones, el acceso abierto, las licitaciones, la expansión, valorización y remuneración de la transmisión, interconexiones.
- **Distribución:** Concesiones, el acceso abierto, las licitaciones de energía para el suministro de clientes regulados, el régimen de precios según tipo de clientes y tamaño del sistema eléctrico, equidad tarifaria, generación distribuida.
- **Coordinación y operación del SEN y del mercado eléctrico:** Seguridad, operación y transferencias económicas, información pública, intercambios internacionales, servicios complementarios.
- **Sistemas Medianos:** Aquellos sistemas eléctricos cuya capacidad instalada de generación es superior a 1,5 MW e inferior a 200 MW

A continuación se esquematiza la relación entre generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en Chile:

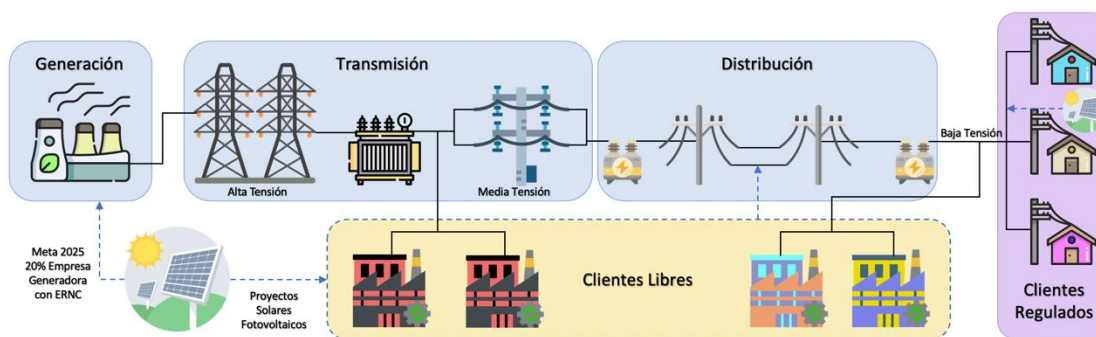


Figura 15 Esquematización de la relación entre Generación, Transmisión y Distribución Eléctrica en Chile. Fuente: Elaboración Propia.

La modificación de la LGSE durante el transcurso de los años ha permitido la apertura del mercado de generación eléctrica a partir de Energía Renovable No Convencional (ERNC), tecnologías como la solar fotovoltaica, térmica solar, concentración solar, energía eólica, geotérmica y biomasa van tomando relevancia por ley.

3. Contexto actual de Chile

3.1 La Matriz Energética y Eléctrica Chilena

Se entiende por Matriz Energética a la composición de la matriz energética primaria y secundaria, que junto al consumo energético permiten obtener un Balance Energético (García Bernal, 2021).

Según el Ministerio de Energía de Chile, la energía primaria es aquella que se obtiene desde fuentes en su estado natural, donde no hay transformación física o química, se obtienen entonces desde la naturaleza en forma directa, como la energía hidráulica, solar, leña y vegetales o después de un proceso de extracción como el petróleo, carbón mineral y geo-energía. Por su parte, la energía secundaria corresponde a los productos energéticos que se obtienen por la transformación de la energía de origen primario u otras fuentes secundarias, aquí se ubica la electricidad, los productos del petróleo, derivados del carbón, derivados de biomasa o bio-combustibles.

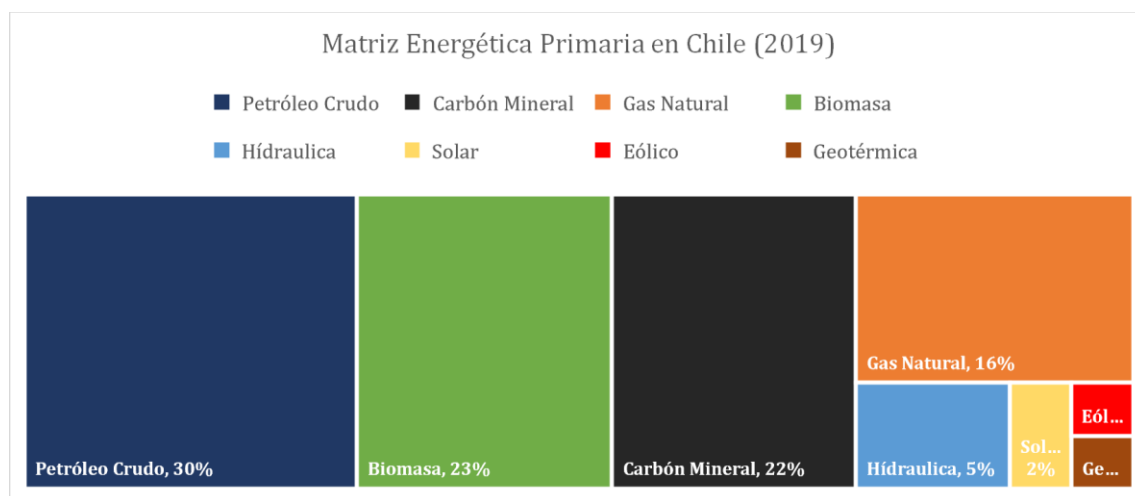


Figura 16 Matriz Energética Primaria en Chile. Fuente: Adaptado de Matriz Energética y Eléctrica en Chile, Asesoría Técnica Parlamentaria a la Biblioteca del Congreso Nacional (García Bernal, N., 2021)

La siguiente figura corresponde al Balance de Energía en Chile al 2020, el cual corresponde a un informe estadístico que contabiliza la oferta total de energía y su consumo en unidades de Tera calorías (Tcal) de los principales sectores de la economía nacional. Su primera parte corresponde a la obtención de las materias primas energéticas, le sigue su transformación y luego el uso de esta energía por sectores.

Respecto a la Matriz Energética Secundaria, destaca que los derivados del petróleo abarcan un 58% mientras que la electricidad un 22% (García Bernal, 2021), donde la industria, el transporte y el sector comercial-público-residencial son los principales consumidores de energía.

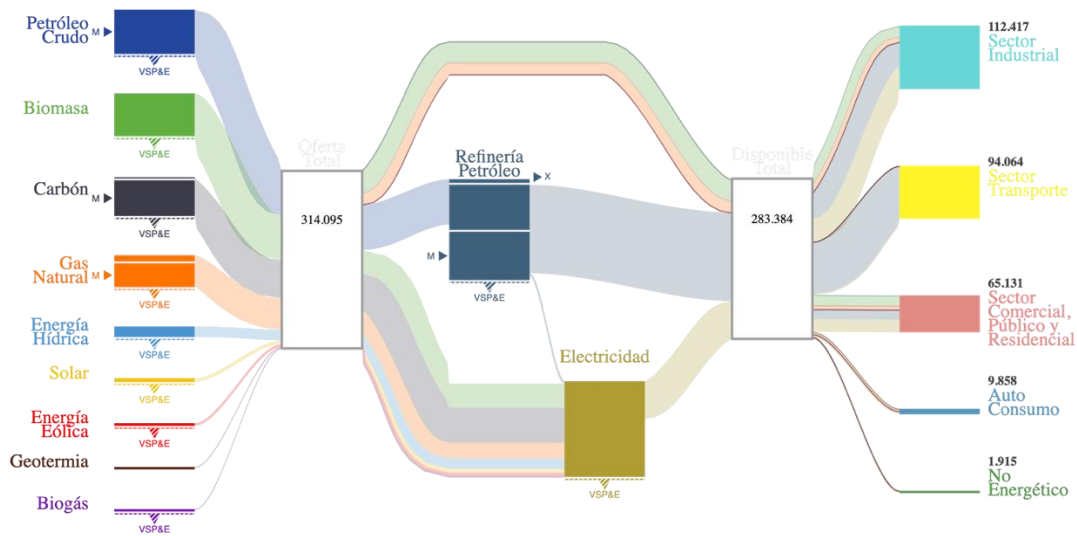


Figura 17 Balance Energético Nacional. Fuente: Energía Abierta (Comisión Nacional de Energía, 2020)

La Matriz Eléctrica corresponde a la capacidad instalada y generación de energía eléctrica según los tipos de energía producidos. El sistema eléctrico nacional se organiza en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) que en 2017 conectó el Sistema Interconectado Central (SIC) y al Sistema Interconectado del Norte Grande (SING). Junto al SEN, existen dos sistemas aislados, el Sistema de Aysén (denominado también SEA) y el Sistema de Magallanes (SEM), que organizan el sistema eléctrico para esas regiones.

Según datos de Energía Abierta de la Comisión Nacional de Energía para mediados de 2022, la Capacidad Instalada de generación eléctrica nacional en el SEN, SEM y SEA fue de 29.513[MW], a continuación se presenta un desglose de la contribución por tipo de generadora

Tabla 3 Capacidad Instalada Eléctrica en Chile (mediados de 2022).

Tipo de Energía	Capacidad Instalada [MW]	Porcentaje de Participación Relativa
Renovable	16.011	56,7%
Hidro-Embalse	3.381	11,46%
Hidro-Pasada	3.286	11,13%
Mini-hidro	614	2,08%
Biomasa	438	1,49%
Eólico	3.720	12,61%
Solar Fotovoltaica	5.144	17,43%
Concentración Solar	108	0,37%
Geotérmica	39	0,13%
No Renovable	12.780	43,40%
Gas Natural	3.902	13,22%
Carbón	4.641	15,73%
Derivados del Petróleo	4.236	14,35%

Fuente: Adaptado de Energía Abierta, de la Comisión Nacional de Energía (CNE, 2022)

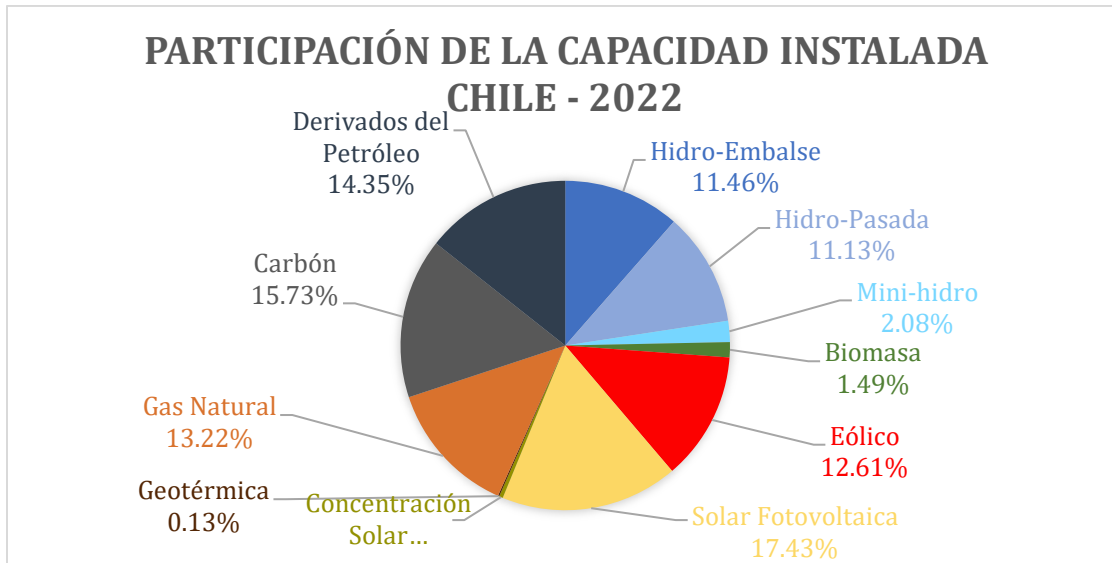


Figura 18 Porcentajes de Participación en la Capacidad Instalada por tipos de Generadoras de Energía. Fuente: Adaptado de Energía Abierta, de la Comisión Nacional de Energía (CNE, 2022)

En la Matriz Eléctrica Nacional para mediados de 2022 la Energía Solar Fotovoltaica tiene una participación del 17,43% con un aporte de 5.144 [MW] de potencia inyectada en el sistema, el aumento de la participación renovable, junto a la solar fotovoltaica dentro del sistema ha ido en aumento durante los últimos años de la siguiente forma:

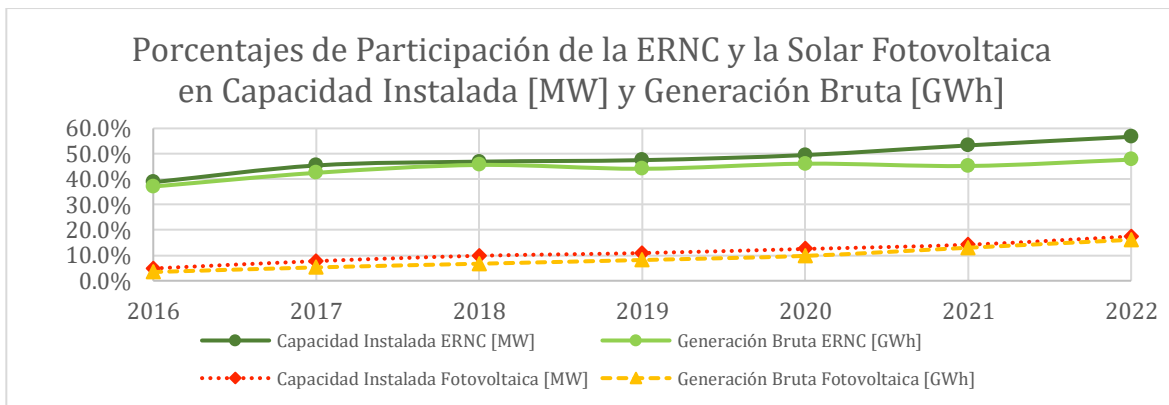


Figura 19 Participación Porcentual de la ERNC en Chile. Fuente: Elaborado a partir de Comisión Nacional de energía (2022)

3.2 El Trilema energético

El Consejo Mundial de la Energía (World Energy Council – WEC) es un consejo no gubernamental y no comercial, creado en 1923 por 40 países miembros para discutir los problemas de la industria energética mundial, con el fin de promover el suministro y el consumo energético sostenibles en beneficio de las personas (World Energy Council, 2022).

El año 2012 fue reconocido por la ONU como el Año Internacional de la Energía Sostenible para todos, en la Asamblea General se reconoció la relevancia de la energía para el desarrollo sostenible, que los servicios energéticos tienen un profundo efecto

en la productividad, salud, educación, cambio climático, seguridad alimentaria e hídrica y en los servicios de comunicación, así también concluyó que la falta de acceso a la energía no contaminantes, asequible y fiable obstaculiza el desarrollo social y económico (Resolución ONU 65/151, 2011). El mismo año y tras llevarse a cabo la COP18 en Doha, World Energy Council publicó uno de sus principales estudios: el *Trilema Energético*, haciendo referencia a las barreras que afrontan los gobiernos para asegurar el suministro energético competitivo, proporcionando a su vez el acceso universal a la energía y promoviendo la protección ambiental (Camacho Parejo, 2012)

World Energy Council publica anualmente el World Energy Trilemma Index, un indicador del trilema energético de países y continentes que cuantifica las dimensiones del trilema energético, que son las siguientes:

- 1) **Seguridad Energética:** Refleja la capacidad de una nación para satisfacer la demanda de energía actual y futura de manera confiable, resistir y recuperarse rápidamente de las crisis del sistema con una interrupción mínima de los suministros.
- 2) **Equidad Energética:** Evalúa la capacidad de un país para brindar acceso universal a energía asequible, económica y abundante para uso doméstico y comercial.
- 3) **Sostenibilidad Ambiental de los Sistemas Energéticos:** Representa la transición del sistema energético de un país hacia la mitigación y prevención de posibles daños ambientales y los impactos del cambio climático.

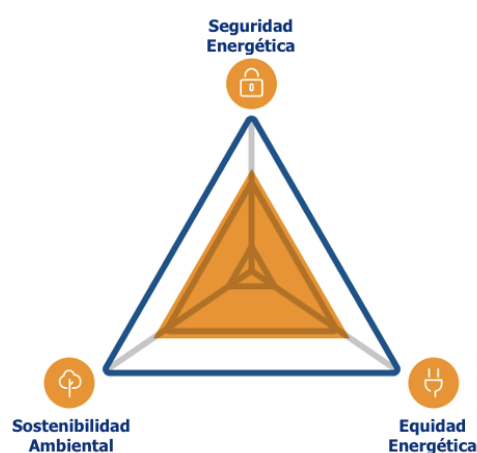


Figura 20 Dimensiones del Trilema Energético.
Fuente: World Energy Council (2021)

El último reporte de la WEC, publicado en 2021 posiciona a Chile en lugar número 38 del ranking mundial de trilema energético que evalúa a 101 países, y que está liderado por Suecia, Suiza y Dinamarca (World Energy Council, 2021).

3.3 Estado del Medio Ambiente en Chile

Durante 2021 el Ministerio del Medio Ambiente publicó el Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente (REMA), publicación de carácter anual, que entrega indicadores y estadísticas ambientales del país que permiten hacer seguimiento a la evolución de los principales componentes del medio ambiente, en este documento se dan a conocer alrededor de 160 indicadores de desempeño ambiental, en materias como biodiversidad, agua, suelos, residuos, cambio climático y muchos otros que son ligados a los indicadores de los ODS de la Agenda 2030 de la ONU (Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente, 2021).

Su metodología se basa en la fuerza motriz – presión – estado – impacto – respuesta, modelo que contempla las fuerzas motrices como iniciadores del análisis, que corresponden a las necesidades humanas como tal –la urbanización, tecnologías, desarrollo, población y cambio climático-, que generan a su vez ciertas presiones (como efectos por desperdicio o la mala gestión de residuos, la contaminación de aguas, sistemas ineficientes de producción) al estado del medio ambiente y sus componentes, denominados: *Biodiversidad, Tierras, Aguas Continentales, Aire y Océanos*. Este modelo muestra la relación causal entre el medio ambiente y la actividad humana.

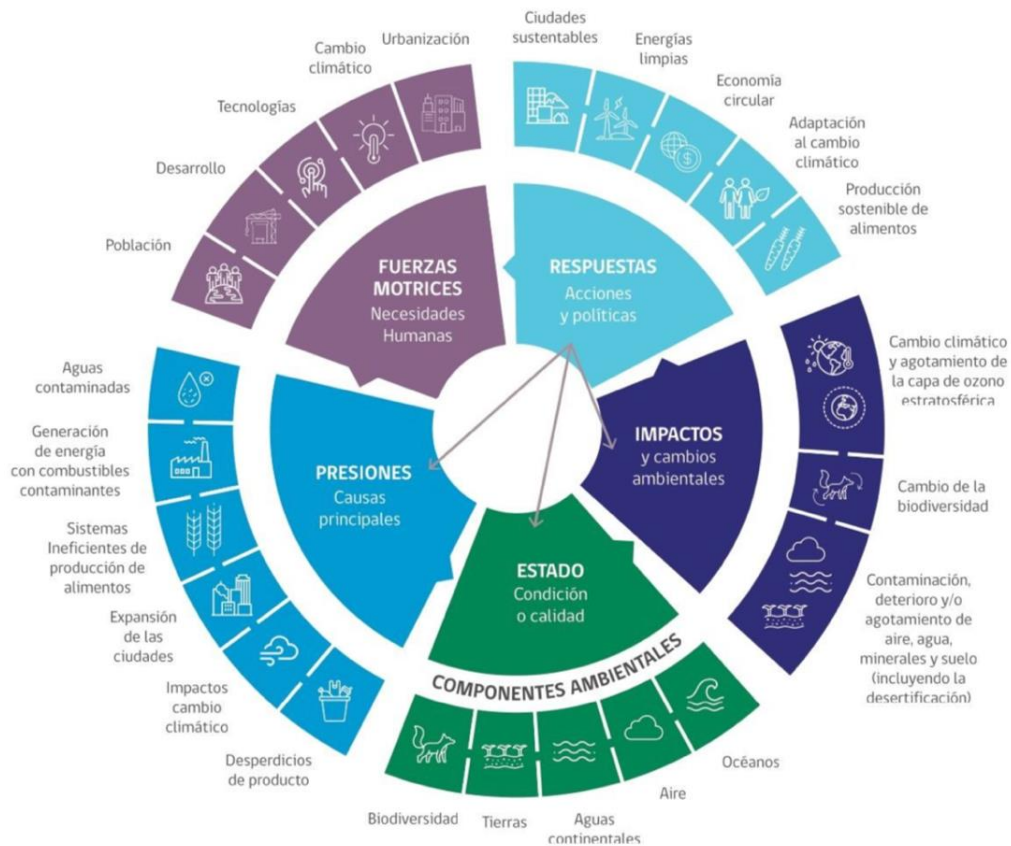


Figura 21 Modelo Fuerza Motriz - Presión - Estado - Impacto - Respuesta. Fuente: Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente Chile, 2021

El reporte toma datos de diferentes servicios públicos con competencias ambientales, dando cuenta de la mega sequía que se vive y las diversas iniciativas de adaptación al cambio climático, del descenso de las emisiones de contaminantes locales y del aumento de las áreas protegidas terrestres impulsadas a través de los humedales urbanos (Superintendencia del Medio Ambiente, 2022). A continuación se presentan algunos datos relevantes del reporte:

Género y Medio Ambiente

- En todos los sectores, las innovaciones y la experiencia de mujeres han transformado vidas y medios de vida, aumentando la resiliencia climática y el bienestar en general. El empoderamiento femenino promueve la productividad y el crecimiento económico, esto demuestra que, las mujeres son líderes en el camino hacia soluciones equitativas y sostenibles para el cambio climático.

Calidad del Aire

- El 61% de la población Chilena vive en las 101 ciudades que cuentan con un Plan de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica.
- El Material Particulado Fino (PM2.5 micrones) sigue siendo foco prioritario.

Protección

- En 2020 las áreas protegidas abarcan un 21,8% del territorio nacional.

Reciclaje

- Según SINADER (Sistema Nacional de Declaración de Residuos) en 2019 se generaron 19,7 millones de toneladas de residuos, donde el 55,6% proviene de actividad industrial y el 40% de origen municipal/domiciliario. El reciclaje alcanza solo el 21%.

Proyectos

- 892 proyectos ingresaron al SEIA en 2020, 58% de la inversión de estos proyectos corresponden al área de energía, 24% inmobiliarios y 13% al sector minero.
- El Fondo de Protección Ambiental (FPA) financió 186 proyectos de la ciudadanía en el territorio nacional

Agua

- 2020 sumó un nuevo año a la mega sequía de Chile que comenzó en 2006. El índice de precipitación estandarizado se situó en -0.7, rango ligeramente seco y donde los principales ríos (monitoreados por la DGA) presentan caudales por debajo de su promedio histórico.

Cambio Climático

- Chile aporta con un 0.24% de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) a nivel mundial.
- Entre los sectores productivos, la generación de energía aporta con el 77% de emisiones GEI, principalmente por la quema de combustible fósil. La introducción de energía renovable y la reducción de termoeléctricas a carbón han significado un impacto positivo, que explica la desaceleración de emisiones en los últimos años.

Residuos

- El sector de Generación, transmisión y distribución de Energía Eléctrica en Chile, es el segundo mayor generador de residuos industriales no peligrosos, en 2021 generó un total de 2 millones de toneladas, sobre la generación de residuos industriales peligrosos, el sector ocupa el último lugar, con 7 mil toneladas generadas en 2021, se puede apreciar en las figuras 22 y 23.
- Aún en 2021 la valorización de la generación de los residuos industriales no peligrosos sigue siendo baja, a 2021 en la Región Metropolitana se revaloriza el 35%, en la Región de Valparaíso el 39%, la Región del Maule el 71% de los residuos, no así en el Norte, donde la Región de Tarapacá valorizó solo el 7% de sus residuos y la Región de Antofagasta un 9%.

- Las opciones actual de manejo que poseen los residuos son eliminación (Disposición final: Relleno Sanitario, Vertedero, Relleno de Seguridad, Monorelleno, Depósito de Cenizas, Basural u Otro) y la Valorización (Reciclaje, Revalorización monetaria o energética) (Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente, 2021).

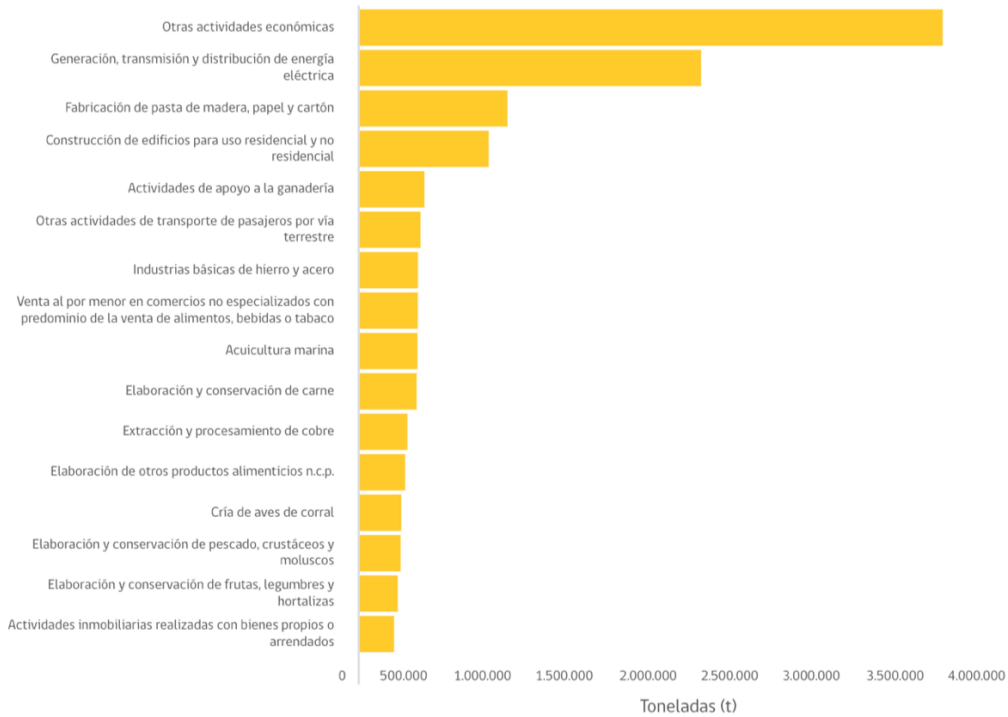


Figura 22 Generación de Residuos Industriales No Peligrosos según Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU), 2019. Fuente: Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente, 2021.

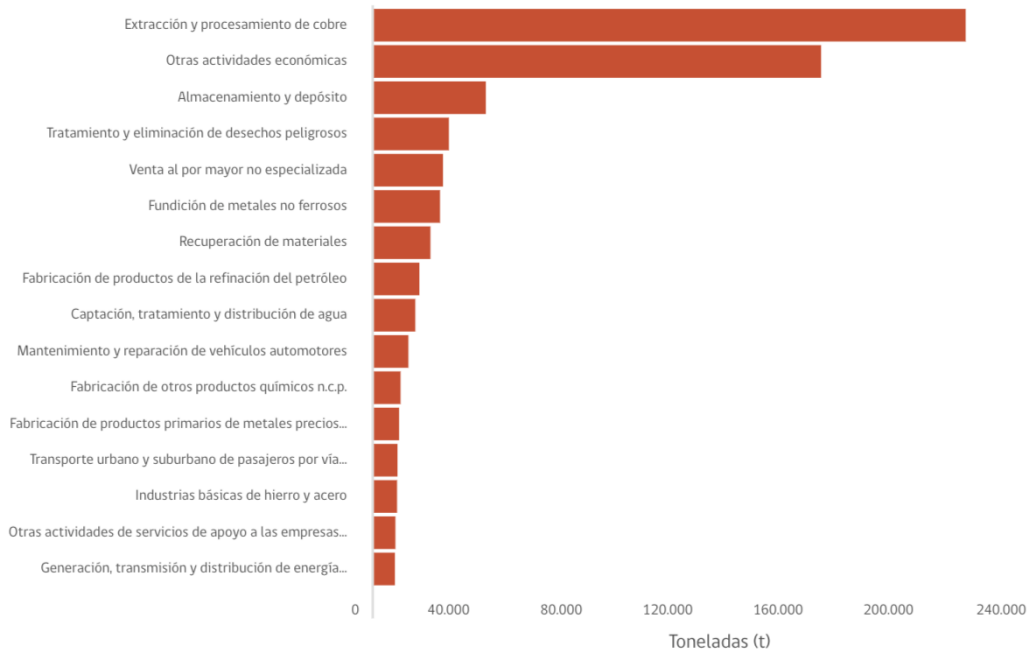


Figura 23 Generación de Residuos Industriales Peligrosos (RESPEL) según Clasificación Industrial Uniforme (CIIU), 2019. Fuente: Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente, 2021

3.4 Chile y La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible

La Agenda 2030 de la ONU para el Desarrollo Sostenible es una hoja de ruta global para el desarrollo de las sociedades, concebida como un acuerdo político común e histórico, firmado entre los 193 Estados Miembros de la Organización de las Naciones Unidas en Rio+20 durante Septiembre de 2015. Chile en 2016 ratificó su acuerdo creando ese mismo año el Consejo Nacional para la Implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible mediante Decreto Supremo DS N.º 49/2016 del MINREL, que luego se actualizó por el DS N.º 67/2019. El Consejo está compuesto por el Ministerio de Relaciones Exteriores, el Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Desarrollo Social y Familia. Su objetivo principal es asesorar al Presidente de la República respecto a la Agenda 2030 de la ONU y realizar seguimiento e implementación de la misma (DS N.º 67/2019 MINREL, 2019).

Entre 2016 y 2018, tras institucionalizar la agenda 2030 dentro de los objetivos del país -que permitió generar instancias de participación social mediante comisiones sociales, económicas y medioambientales junto a otras actividades- se recopiló información para elaborar diagnósticos sobre el estado de Chile frente a los ODS, permitiendo la formulación del Informe Nacional Voluntario (INV) y un Informe de Diagnóstico de la Implementación de la Agenda 2030 y los ODS en Chile, informes que fueron presentados ante las Naciones Unidas (ONU) en 2017 y que fueron tomados como modelo para implementar en otros países y realizar seguimiento a los indicadores.

A comienzos de Marzo de 2022 el Consejo presentó al Gobierno Chileno el último Informe de Estrategia de Implementación de la Agenda 2030 en Chile. Este informe muestra como está trabajando la Nación de Chile frente a la Agenda 2030 de la ONU y define sus pilares de acción como “El Crecimiento Sostenible y la Acción por el Clima” junto a que “Las Personas están en el Centro del Desarrollo”. Se detallan acciones públicas, privadas y de la academia actualmente en desarrollo que aportan a la resiliencia global para lograr los 17 Objetivos de Desarrollo sostenible, que sólo se lograrían si gobiernos, la sociedad civil, el sector privado, la academia y todos los actores del mundo, en todas las partes del mundo, se unen y redoblan esfuerzos colaborando entre las partes interesadas -en esta década de acción- para lograr los Objetivos. (Agenda 2030 Chile, 2022).

Chile se encuentra en la actualidad en primer lugar de avance de los ODS en América Latina según el último Informe de Desarrollo Sostenible de 2021 y número 30 a nivel mundial puntuando 77.13/100 de los 165 países miembros de la ONU (Sustainable Development Report, 2021).

Se mencionan a continuación algunos indicadores relevantes con los que ha trabajado Chile en su último informe de implementación de las Agenda 2030, se presentan 6 de los 19 indicadores presentados al Gobierno en marzo de 2022 de un total de 169 indicadores para los ODS a nivel mundial.



ODS 6 – Agua limpia y Saneamiento

- Proporción de la población que utiliza servicios de suministro de agua potable gestionados sin riesgos: 98,3% al 2020.



ODS7 – Energía Asequible y No Contaminante

- 7.2.1 Proporción de energía renovable en el consumo final total de energía: 23,7% al 2020.



ODS 11 – Ciudades y Comunidades Sostenibles

- 11.6.2 Niveles medios anuales de partículas finas en suspensión (por ejemplo PM2.5 y PM10) en las ciudades (ponderados según la población): 20,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ al 2020.



ODS 12 – Producción y Consumo Sustentables

- 12.5.1 Tasa nacional de Reciclado, en toneladas de material reciclado: 20,97% al 2019.



ODS 13 – Acción por el Clima

- 13.2.2 Emisiones totales de gases de efecto invernadero por año: 112,3 miles de toneladas de CO2 equivalente al 2018.



ODS 15 – Vida de Ecosistemas Terrestres

- 15.1.1 Superficie forestal en proporción a la superficie total: 23,85% al 2020.

3.5 Políticas Prioritarias en Materia Medio Ambiental

Cambio Climático

Durante 2020 el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático (PLMCC) inició proceso de tramitación en el Senado en Abril de 2022, estuvo en trámite en el Tribunal Constitucional con boletín N.º 13.191-12 (Senado - República de Chile, 2022). Se publicó en Junio de 2022 como Ley Marco de Cambio Climático N.º 21.455/2022, estableciendo la meta de carbono neutralidad para 2050, reconociendo principios de no regresión y de progresividad e incorporando principios de enfoque ecosistémico, equidad y justicia climática, territorialidad, transparencia y participación (Senado - República de Chile, 2022).

Esta ley establece facultades y obligaciones a nivel central, regional y local, involucrando a 17 ministerios, gobiernos regionales y a todas las municipalidades del país (Ministerio del Medio Ambiente, 2022), emplazándose como un instrumento interministerial que pretende volver al país resiliente al cambio climático, prepararlo y coordinándolo para esto, estableciendo rutas de trabajo por sectores productivos con iniciativas multisectoriales como transición energética justa, transporte doble cero, seguridad hídrica, entre otras.

La implementación de la Ley Cambio Climático (CC) contempla plazos: al año de su publicación saldrán reglamentos para la elaboración de instrumentos de gestión de cambio climático (Planes de Mitigación y Adaptación, Planes de Acción Regional y actualización de los Compromisos Nacionales de Mitigación y Adaptación – NDC), al segundo año se deberán elaborar los Planes de Mitigación y Adaptación, y al tercer año elaborar los Planes de Acción Comunal y Regional de CC.

Los puntos interesantes de esta ley contemplan también al registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), donde aquellos establecimientos que estén obligados a declarar a través del sistema del RETC, deberán reportar sus emisiones anualmente.

Tabla 4 Planes Sectoriales Ley Marco Cambio Climático

Planes Sectoriales de Mitigación	Planes Sectoriales de Adaptación
Energía	Biodiversidad
Transporte	Recursos Hídricos
Minería	Infraestructura
Agricultura	Salud
Residuos	Minería
Infraestructura	Energía
Vivienda y Ciudades	Silvoagropecuario
	Pesca y Acuicultura
	Ciudades
	Turismo
	Zona Costera
	Transporte

Fuente: Extraído de Charla Magistral Ley Marco de Cambio Climático, Maisa Rojas Ministra del Medio Ambiente (Universidad de O'Higgins, 2022)

Biodiversidad y Áreas Protegidas

El proyecto de ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), ingresó a trámite por el Senado bajo el gobierno de la ex Presidenta Michelle Bachelet en 2014. Bajo el gobierno del Presidente Gabriel Boric este proyecto de ley se impuso como una de las nueve prioridades del gobierno (Gobierno de Chile, 2022). Actualmente a abril de 2022, el proyecto se encuentra en segundo trámite constitucional en la Cámara de Diputados con boletín N.º 9.404-12 (Senado de la República de Chile, 2022). De ser publicado como ley, Chile contaría con un servicio

público que liderará la conservación de su biodiversidad, se crearía el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) integrado por las áreas protegidas existentes dispersas entre ministerios (ver Tabla 5). El Servicio promovería la conservación de la naturaleza también fuera de las áreas protegidas y se le dotaría de recursos humanos y financieros para el cumplimiento de su mandato.

Tabla 5 Administración de Áreas de Conservación sin promulgación de Ley que Crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP)

Ministerio	Servicio de Administración	Área de Conservación
Ministerio de Agricultura	CONAF	Áreas Protegidas
Ministerio de Economía	Subsecretaría de Perca y el Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA)	Parques y Reservas Marinas
Ministerio de las Culturas	Consejo de Monumentos Nacionales (CMN)	Santuarios de la Naturaleza
Ministerio de Bienes Nacionales	-	Bienes Nacionales Protegidos
Ministerio del Medio Ambiente	-	Áreas Marinas Costero-Protegidas, custodia Santuarios de la Naturaleza y Supervigila el Sistema

Fuente: Elaborado a partir de datos del Gobierno de Chile.

Economía Circular

El MMA trabaja con diferentes programas como lo son Chile Circular Sin Basura, Chile Recicla, Fondos de Reciclaje, Chao Bombillas, Programa Reciclo Orgánicos, entre otros. El gran avance de la política en lo que respecta a esta temática es la implementación gradual de la Ley N.º 20.920/2016 que establece el marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y el Fomento al Reciclaje, su objetivo es incorporar la valorización de los residuos como elemento primordial en su gestión, establece instrumentos de gestión en materia de residuos sólidos haciendo cumplir metas a los fabricantes o importadores de productos prioritarios, entrega competencias a la SMA para la fiscalización del cumplimiento de las metas de recolección-valorización de residuos y obligaciones asociadas. La siguiente figura representa los seis productos prioritarios que ha categorizado la ley.

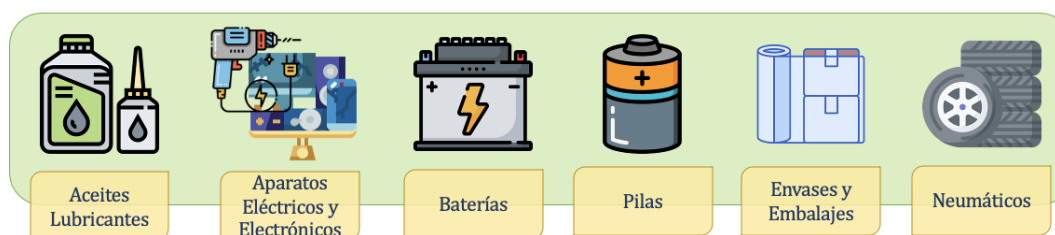


Figura 24 Productos Prioritarios para la Ley REP.

La Ley N.º 20.920 fue publicada en Junio de 2016, pero para su implementación ha requerido de una serie de promulgaciones de Decretos Supremos para definir las metas de recolección de los productos prioritarios en cuestión.

Fortalecimiento Institucional

Bajo el alero del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) se encuentran otros organismos como lo es el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), de promulgarse la Ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), los Tribunales Ambientales y otros Servicios Sectoriales con Competencias Ambientales van fortaleciendo cada vez más la institucionalidad ambiental en Chile sobre todo con la entrada en vigencia de nuevas leyes como la LMCC.

Calidad del Aire

Otra de las líneas de trabajo importantes para el MMA es la calidad del Aire, para velar por ello bajo la Ley N.º 20.417/2010 que modifica la Ley N.º 19.300/1994 (LBGMA) se originan las Normas de Emisión que se promulgan bajo Decreto Supremo, su fin es establecer los valores máximos permisibles de ciertas sustancias cuya presencia o carencia en el ambiente puedan constituir un riesgo para la vida o salud de la población (DS N.º 38/2013 MMA, 2013). Chile posee entonces Normas Primarias de Calidad Ambiental (firmadas por el MMA y MINSAL), Normas Secundarias de Calidad Ambiental (firmadas por el MMA y un Ministerio Sectorial) y Normas de Emisión (que establecen la cantidad permitida para un contaminante medido en una fuente emisora).

A continuación se presentan las Normas de Calidad del Aire existentes en Chile hasta Abril de 2022 (Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire, 2022):

Normas Primarias de Calidad Ambiental:

- DS N.º 12/2010 Norma de Calidad del Aire para MP2,5
- DS N.º 59/1998 Norma de Calidad del Aire para MP10
- DS N.º 104/2018 Norma de Calidad del Aire para SO₂
- DS N.º 114/2002 Norma de Calidad del Aire para NO₂
- DS N.º 115/2002 Norma de Calidad del Aire para CO
- DS N.º 136/2000 Norma de Calidad del Aire para Plomo
- DS N.º 112/2002 Norma de Calidad del Aire para O₃

Normas Secundarias de Calidad Ambiental:

- DS N.º 22/2009 Norma de Calidad del Aire para SO₂
- DS N.º 4/1992 Norma de Calidad del Aire para MPS en la cuenca del río Huasco

Para que se cumplan los niveles de calidad ambiental del aire y así resguardar la salud de la población -y de la naturaleza-, bajo el Decreto Supremo DS N.º 39/2012 se aprueba el reglamento para dictaminar Planes de Prevención y de Descontaminación Ambiental, que se definen como instrumentos de gestión ambiental que pretenden evitar la

superación de una o más de las normas de calidad ambiental primaria o secundaria en el territorio del país. Chile posee Planes de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica (PPDA) -que implementan medidas y acciones específicas para reducir niveles de contaminación en el aire-, Planes de Prevención Atmosféricas (PPA) - buscan evitar el sobrepaso de las normas ambientales de calidad en zonas latentes- y Planes de Descontaminación Atmosférica (PDA) -que pretenden recuperar los niveles de calidad de las normas ambientales en zonas saturadas- (Ministerio del Medio Ambiente, 2022)

Es la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) quien ejecuta el seguimiento y fiscalización de los 15 planes existentes a la fecha en Chile para reducir los niveles de contaminación del aire en las diferentes ciudades que previamente fueron declaradas como zonas saturadas o latentes por el sobrepaso de las normas primarias de calidad ambiental (Ministerio del Medio Ambiente, 2022):

- DS N.º 70/2010 PDA para la ciudad de Tocopilla y zona circundante
- DS N.º 38/2012 PPDA para la localidad de Huasco y su zona circundante
- DS N.º 59/2014 PDA para la localidad de Andacollo y sectores aledaños
- DS N.º 105/2018 PPDA para las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví
- DS N.º 31/2017 PPDA para la Región Metropolitana
- DS N.º 15/2013 PDA para el Valle Central de la Región de O'Higgins
- DS N.º 49/2016 PDA para las comunas de Talca y Maule (DS N.º 30/2019 Modifica PDA DS N.º 49/2016)
- DS N.º 44/2017 PDA para el Valle Central de la Provincia de Curicó
- DS N.º 48/2016 PPDA para las comunas de Chillán y Chillán Viejo
- DS N.º 4/2017 PDA para la comuna de Los Ángeles
- DS N.º 6/2018 PPDA para las comunas de Concepción Metropolitano
- DS N.º 8/2015 PDA para las comunas de Temuco y Padre Las Casas (DS N.º 26/2017 Modifica PDA DS N.º 8/2015)
- DS N.º 25/2017 PDA para la comuna de Valdivia
- DS N.º 47/2015 PDA para la comuna de Osorno
- DS N.º 7/2018 PDA para la comuna de Coyhaique y su zona circundante

4. La importancia internacional sobre el Medio Ambiente

Los cimientos de la institucionalidad ambiental en el mundo no se dan solo por aquellos movimientos hippies que plantean que somos un todo, sino también por el anhelo de las sociedades y en específico de la población de vivir en armonía con su entorno biofísico. Algunos historiadores y economistas, como Eric Hobsbawm, sitúan el origen de la revolución industrial entre los años 1780 y 1830 en el Reino de Gran Bretaña, una época en la historia donde la mentalidad y las costumbres de la población comienzan a cambiar, pasando de una economía rural a un sistema basado en la agricultura y comercio, con una economía de carácter urbano, industrializada y mecanizada (Chaves Palacios, 2004), las máquinas cambiaron la mano de obra y se aumentó la producción de diferentes procesos productivos, en paralelo el cambio en el estilo de vida del ser humano permitió aumentar su crecimiento demográfico. Las sociedades comenzaron a

transformarse, ocupando máquinas a vapor, a leña, a carbón, con nuevos combustibles fósiles. El aumento en la eficiencia de producción implicaría entonces mayor producción y por ende mayor materia prima, mayor explotación de recursos, más generación de residuos en diferentes estado de la materia, más consumo de energía y más impacto medioambiental, llámese contaminación de aire, suelo, aguas, deterioro de la capa de ozono, desertificación, pérdida de biodiversidad, entre otros. La humanidad presenció este deterioro medioambiental por los siguientes años venideros, donde el medio ambiente permeaba de alguna u otra forma cada subproducto de estos procesos y respondía a su vez, produciendo enfermedades por su propio desequilibrio.

Se reportaron casos emblemáticos a nivel mundial de contaminación ambiental que afectaron la naturaleza y todo lo contenido en ella; Love Canal en Nueva York, un canal que produciría energía terminó siendo un vertedero de productos químicos que infiltró contaminantes por cerca de 40 años (EPA, 1979), los químicos afloraron de la tierra y la población comenzó a enfermar, el Departamento de Salud del Estado de Nueva York levantó investigaciones por tasas alarmantes de abortos espontáneos, defectos en nacimientos, y anomalías congénitas en algunos de los habitantes de Love Canal. Rachel Carson, en su libro Primavera Silenciosa (1962) realizó un trabajo de documentación donde señala a las industrias químicas como culpables del envenenamiento que sufre la Tierra (El País, 2021) por el uso de diferentes compuestos como el DDT (dicloro difenil tricloroetano), plaguicida de uso agrícola o la ejemplificación del uso de la talidomida como analgésico con consecuencias graves en embarazadas y fetos. Su trabajo y la preocupación por la contaminación del aire y el agua se extendió a raíz de los desastres y dio pie para crear la EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos a principios de los años 70 (EPA, 2021).

A principios y durante el siglo XX, la población mundial tuvo un crecimiento exponencial (Bourgeois-Pichat, 1990) condicionado por el avance tecnológico y el descubrimiento de nuevos fármacos que alargaron la esperanza de vida de la población. Las sociedades y las tecnologías avanzaron a pasos agigantados, se logró orbitar la Tierra por primera vez en 1961 y pisar la luna en el año 69 (National Geographic, 2010). Este tipo de eventos tan importantes para el desarrollo de la humanidad comenzaron a cambiar los paradigmas del pensamiento mismo, las necesidades que van creándose son infinitas, pero al mismo tiempo, los recursos son limitados; la posibilidad de salir al espacio y ver el planeta Tierra desde afuera, permitió observar una Tierra contenida, con límites, y es solo en este punto, que las sociedades habitantes de este planeta, se dieron cuenta que el propio Sistema Tierra tiene sus límites biofísicos.

En Octubre de 1940 por primera vez en la historia los Gobiernos Americanos se reunieron y firmaron el tratado para la Protección de la Flora, de la Fauna y de las Bellezas Escénicas Naturales de los Países de América, un instrumento que define los Parques, Reservas y Monumentos Naturales. Luego de la Segunda Guerra Mundial, se fundó la Organización de las Naciones Unidas (ONU), La ONU jugó un rol elemental en lo que fueron los primeros documentos técnicos sobre el cambio climático y fue la organización mundial que dio puntapié para iniciar normativas de carácter ambiental para todo el mundo.

A continuación, se presenta una línea temporal con los principales hitos emanados de diferentes conferencias mundiales relacionadas con la temática medio ambiental:



Figura 25 Línea temporal de los hitos importantes de las Cumbres relativas a Medio Ambiente llevadas a cabo por la Organización de las Naciones Unidas. Elaborado a partir de información disponible en la web de la ONU y la CEPAL.



Figura 26 Objetivos de Desarrollo Sostenible, (CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2015)

Todas estas cumbres, conferencias y asambleas llevadas a cabo por la Organización de las Naciones Unidas han marcado un hito fundamental en la historia de la humanidad, uniendo a los Estados miembros -193 países de los 194 del mundo al año 2022-, trabajando colaborativamente entre -y en- diferentes naciones por un objetivo común y que se mantiene desde 1945 *“para mantener la paz, la seguridad internacional, brindar asistencia humanitaria a quienes la necesitan, proteger los derechos humanos y defender el derecho internacional”*. Los objetivos de desarrollo sostenible que se plantean en la agenda 2030 y que nacen de metas y objetivos previos conversados, reafirman que la historia de la humanidad se sigue escribiendo y que esta organización es una herramienta -y un espacio- fundamental a nivel mundial para articular a los diferentes sectores sociales, aportando con diálogo, documentos técnicos y normativa asociada a los diferentes ámbitos que abarca el desarrollo sostenible, donde el medio ambiente y el ser humano son los protagonistas.

4.1 Normas Ambientales, Nacionales y Estandarizaciones Internacionales

Como vimos en el segundo apartado, la orgánica ambiental y la normativa nacional en materia medio ambiental ha ido avanzando de la mano con la regulación internacional y la transformación de las sociedades que apuntan a un desarrollo sostenible en el tiempo.

Si bien el Anexo 4 – Legislación Ambiental Actual (a Abril de 2022) muestra en detalle del avance legislativo en esta materia, a continuación se presenta un resumen visual de las materias reguladas por ley o decretos de las temáticas relacionadas al medio ambiente. Este filtro ha sido tomado desde la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, pero no se ajusta perfectamente, dado que -como veremos más adelante- la dimensión ambiental considera también normativa multisectorial, relativa a otros ministerios según el contexto.

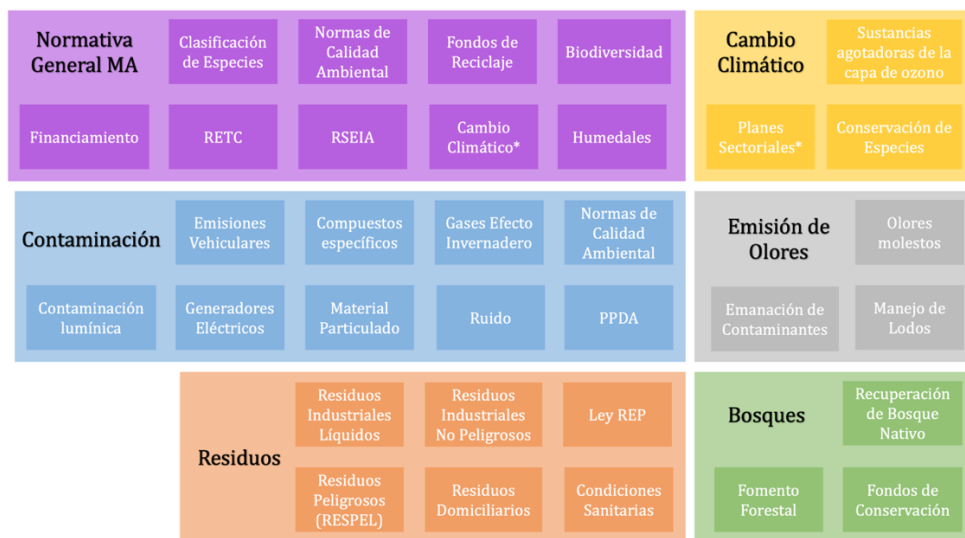


Figura 27 Resumen visual de la normativa con temática Ambiental en Chile. Fuente: Generado a partir de información filtrada de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2022).

Respecto a la estandarización internacional, la Organización Internacional de Estandarización (ISO), creada en 1946 en Londres, Reino Unido, con el fin de consensuar acuerdos entre organizaciones que velan por la estandarización técnica de ciertos procesos en América y Europa. En los años 60 se estandarizó el Sistema Internacional de Unidades con la ISO 80.000. Más tarde con el avance de las sociedades y de la mano del avance internacional de temática ambiental llevabas a cabo en asambleas de la ONU, en 1971 la ISO comienza a trabajar con comités técnicos en materia medioambiental. En 1987 se publicó la familia de las ISO 9.000 enfocadas principalmente en la gestión de la calidad. A mediados de los 90 comenzaron a publicarse la familia de las ISO 14.000, enfocadas en la materia ambiental, más tarde se fueron sumando de responsabilidad social, gestión de energía, seguridad ocupacional y muchas otras. La siguiente Tabla menciona algunas de las ISO relativas a temáticas medioambientales:

Tabla 6 Normas ISO, familia 14.000 - Temática Ambiental

Temática	N.º ISO	Nombre
Sistemas de Gestión Ambiental	14.001	Requisitos con orientación para su uso
	14.004	Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo
	14.006	Directrices para la incorporación del ecodiseño
	14.011	Guía para las auditorías de sistemas de gestión de calidad o ambiental
Etiquetas Ecológicas y Declaraciones Ambientales de Producto	14.020	Principios generales
	14.021	Autodeclaraciones medioambientales (Etiquetado ecológico Tipo II)
	14.024	Etiquetado ecológico Tipo I. Principios generales y procedimientos
	14.025	Declaraciones ambientales tipo III. Principios y procedimientos.

Huellas Ambientales	14.046	Huella de agua. Principios, requisitos y directrices
	14.064-1:2006	Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero
	14.064-2:2006	Gases de efecto invernadero. Parte 2: Especificación con orientación, a nivel de proyecto, para la cuantificación, el seguimiento y el informe de la reducción de emisiones o el aumento en las remociones de gases de efecto invernadero
	14.064-3:2006	Gases de efecto invernadero. Parte 3: Especificación con orientación para la validación y verificación de declaraciones sobre gases de efecto invernadero
	14.065:2013	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
Análisis Ciclo de Vida	14.040	Evaluación del ciclo de vida - Principios y marco de referencia.
	14.044	Análisis del ciclo de vida - Requisitos y directrices.
	14.047	Evaluación del impacto del ciclo de vida. Ejemplos de aplicación de ISO 14042.
	14.048	Evaluación del ciclo de vida. Formato de documentación de datos.
	14.049	Evaluación del ciclo de vida. Ejemplos de la aplicación de ISO 14041 a la definición de objetivo y alcance y análisis de inventario

Fuente: Elaborado a partir de información de la Web (ISO,2022).

Chile a través del Instituto Nacional de Normalización (INN) rectifica las normas internacionales para integrarlas a la normativa nacional, siendo miembro de la Organización Internacional de Estandarización (ISO) y de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), así la NCh ISO 14.040 de Gestión Ambiental – Evaluación del Ciclo de Vida – Principios y Marco, define el Ciclo de Vida, y la Evaluación del ciclo de Vida (ECV).

Se define Ciclo de Vida a las etapas consecutivas e interconectadas de un sistema de producción, desde la adquisición de las materias primas o generación de recursos naturales hasta la disposición final, por otra parte. Se define la ECV como un estudio que evalúa aspectos e impactos potenciales ambientales durante toda la vida de un producto, con un enfoque desde la cuna a la tumba (NCh-ISO 14.040/1999, 1999), bajo la mirada de esta tesis el ciclo de vida de un proyecto fotovoltaico abarcará las etapas consecutivas para su realización: el desarrollo de ingeniería, la construcción del proyecto, su operación & mantenimiento y el cierre de la central fotovoltaica.

VIII. El Sistema Fotovoltaico

Un sistema solar fotovoltaico, planta solar fotovoltaica, central fotovoltaica o parque solar fotovoltaico corresponde a una central generadora de energía eléctrica, que transforma la radiación solar en electricidad mediante el efecto fotoeléctrico. En la actualidad en Chile existen 4 categorías de sistemas solares fotovoltaicos: NetBilling, PMG(D), Utility Scale y MGNC, los dos primeros normados legislativamente en Chile. El tipo MGNC (Medios de Generación No Convencionales) fue mencionado en el DS N.º 244 como medios de generación cuyos excedentes de potencia suministrada el SEN fuesen menor a 20MW, pero el decreto fue derogado por el DS N.º 88/2020.

La principal diferencia entre los tipos de centrales es capacidad de generación eléctrica, donde NetBilling se denominan a sistemas menores a 300 kW que suelen ser de autoconsumo y PMG(D) menores a 9 MW. La categoría Utility Scale aún no se encuentra normada en Chile, pero suele abarcar centrales de generación que suministran energía a la red eléctrica en el orden de los 200 MW y GW.

Etapas Administrativas de la Central Solar Fotovoltaica

Los sistemas solares fotovoltaicos requieren de varias etapas para consolidar su operación, su origen se centra en el desarrollo del proyecto, una etapa que considera el diseño de ingeniería, aquí se trazan los lineamientos respecto a la cantidad de energía a generar, los permisos sectoriales y su evaluación asociados como tal a la dimensión ambiental, eléctrica, constructiva, el relleno de formularios de conexión, el arriendo del terreno para ubicar el proyecto, entre muchos otros.

Una vez que la etapa de desarrollo termina, el proyecto puede ser vendido a inversionistas, estos pueden ser compañías de distribución eléctrica o privados, que pasan a ser los “titulares” del proyecto y que, licitan la construcción de éstos, convirtiéndose en mandantes de las empresas constructoras. Empresas EPCistas suelen asumir la construcción de este tipo de proyectos. Un contrato EPC o “llave en mano” es un modelo de negocio donde la empresa contratada diseña la instalación, adquiere los equipos y materiales, y se encarga de la ejecución de toda la obra. Suele predominar el subcontrato en este modelo de negocios. Existen otras empresas que se encargan de todo el ciclo de vida de las centrales y contratan ITOS para realizar seguimiento externo.

La empresa Constructora se encarga del montaje de equipos, movimientos de tierra, gestión de diferentes recursos y la tramitación de los permisos sectoriales que fueron evaluados previamente, sus labores terminan una vez conectado el parque a la red eléctrica a través de una línea de evacuación, en algunos casos la empresa constructora es quien lleva también la operación de la planta, pero siempre debe monitorearse la cantidad de energía y potencia producida, retirada e inyectada a la red eléctrica nacional. Todo el proceso de conexión a la red se lleva a cabo bajo la supervisión del Coordinador Eléctrico Nacional y la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

Durante la vida de operación de la planta solar se generarán trabajos de mantenimiento, revisión de equipos, reparación de fallas y limpieza de módulos. La vida útil de estos proyectos se dimensiona entre 30 y 50 años dada la tecnología actual, pero todavía no se sabe con exactitud como será el cierre de este tipo de plantas, ya que a la fecha aún no hay parques que agoten su vida útil, aunque la normativa (las RCA) mencionan a la fase de cierre y especifican algunas acciones para faenas, desmantelamiento de estructuras y equipos, descompactación de tierra y restauración morfológica de los lugares de emplazamiento en algunos casos.

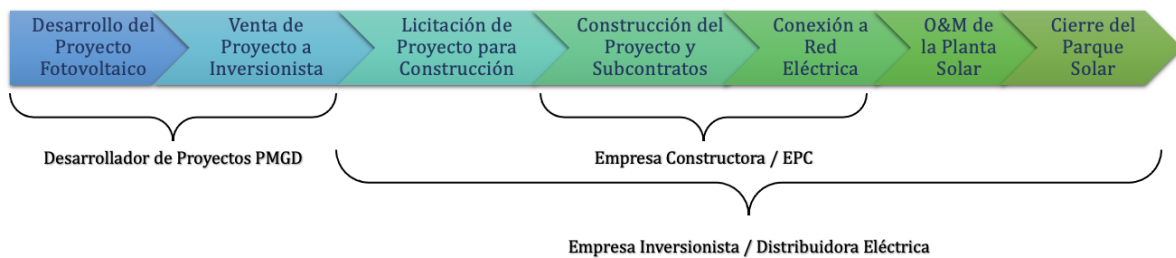


Figura 28 Esquematización de las etapas administrativas generales de los proyectos solares fotovoltaicos. Fuente: Elaboración propia.

Componentes de la Central Fotovoltaica

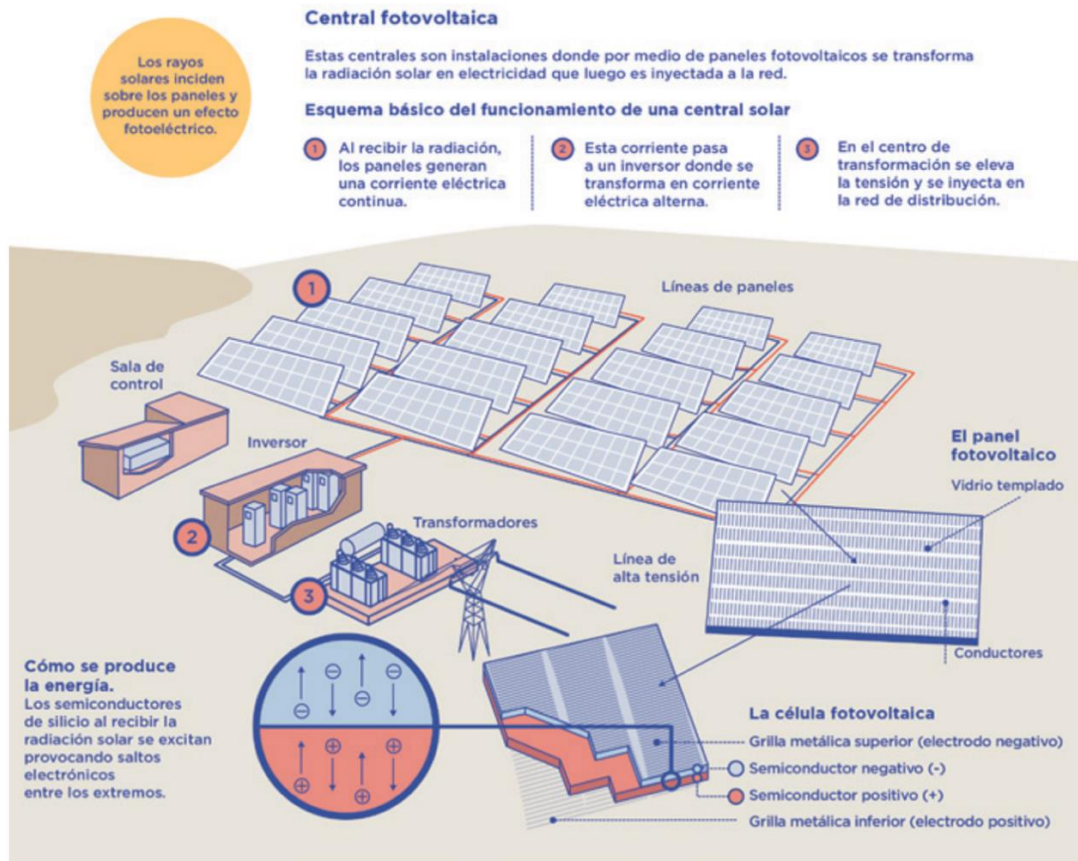


Figura 29 Esquema Central Fotovoltaica. Fuente: Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental de proyectos de energías renovables, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires - Argentina (2019).

Tal como lo representa la figura anterior, el sistema fotovoltaico requiere de algunos componentes esenciales, estos son en principio los módulos solares, aquí se llevará a cabo el efecto fotoeléctrico y la generación de energía será continua en presencia del Sol, le siguen los inversores que transformarán la corriente continua en corriente alterna, los transformadores o estaciones unitarias que elevarán la tensión para poder luego inyectar la energía eléctrica a la red eléctrica de transmisión o distribución. Otros componentes serán claves dependiendo del sistema que se quiera llevar a cabo junto a la eficiencia de generación que se quiera alcanzar, como estructuras de apoyo, sistemas de seguimiento solar o la implementación de superficies reflectantes. Sin lugar a dudas se deben realizar diferentes acciones para lograr el perfecto montaje de la planta, el nivelación de suelo, excavaciones para cableado eléctrico, bases de hormigón para subestaciones y mallas tierras, entre otros.

Inversores

Equipo encargado de transformar la energía en corriente continua (CC / DC) producida por los módulos solares, a energía en corriente alterna (CA / AC) para consumo o inyección a la red eléctrica de distribución local.

Subestación Unitaria

Cumple la función de elevar la tensión desde el los inversores para ser conducidas a través de las líneas de media tensión hasta el punto de conexión en la red eléctrica.

Tracker

Estructura de soporte para módulos solares con seguimiento al movimiento solar Este – Oeste diario. Comúnmente se autoabastece con la energía proporcionada por los módulos solares.

Es necesario tener en consideración la normativa aplicable respecto al diseño estructural y la carga por acción del viento contra las estructuras, como las expuestas por el Instituto Nacional de Normalización y la Asociación Americana de Ingenieros Civiles:

- NCh 432 Of.71/2010 Cálculo de la acción del viento sobre las construcciones
- NCh 431 /2010 Diseño Estructural – Cargas de nieve
- ASCE 7-10/2010 Diseño mínimo de carga para edificios y otras estructuras

Medidores

Elementos para la correcta medición y monitoreo de la generación eléctrica, retiro de energía e inyección a la red eléctrica de distribución.

Sistemas de Protección

Todos los equipos deben considerar sistemas propios de protección ante fallas, para proteger tanto a los equipos, como a las personas y al medio ambiente.

Desconectores de cuchillas de Media Tensión deben utilizarse para realizar mantenencias y trabajos en la red eléctrica.

El conjunto de protecciones posee un controlador, usualmente un cubículo de control y comunicaciones. También suelen ocuparse sistemas de control remoto conocidos como sistemas SCADA que permite monitorear parámetros en el punto de empalme, el estado del reconector y operación remota de la planta solar.

Sistemas de Comunicación

El monitoreo de parques solares suele ser remoto, utilizando sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) software para computadoras que permite controlar y supervisar procesos a distancia, facilitando la retroalimentación en tiempo real.

El Ciclo de Vida de una Planta Solar Fotovoltaica



Se pueden identificar cuatro etapas del ciclo de vida de un proyecto fotovoltaico, entendiendo al Ciclo de Vida de un proyecto al diseño, construcción, operación y desmantelamiento del mismo.

Figura 30 Etapas del Ciclo de Vida de una Central Fotovoltaica. Fuente: Elaboración Propia.

IX. La Dimensión Ambiental en los Proyectos Fotovoltaicos

Según la legislación nacional, el Medio Ambiente constituye al sistema global de elementos naturales y artificiales, socioculturales y sus interacciones que se modifican permanentemente por la acción humana y que condiciona el desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones. Cada vez que la actividad humana se desarrolla, impacta al medio ambiente de alguna u otra forma, siendo ésta positiva o negativa.

Durante 2015 el MMA publicó la “Guía de orientación para incorporar la dimensión ambiental en procesos de ordenamiento territorial sustentable”, mencionando que en perspectiva del desarrollo sustentable, el territorio es considerado como un espacio multidimensional, asemejándolo a una plataforma sobre la cual se producen complejas interacciones entre las dimensiones sociales, culturales, económicas, ambientales e institucionales. La dimensión ambiental es abordable desde una perspectiva territorial, por alcance, una red multidimensional que acoge diferentes ecosistemas a diferentes

niveles y en donde el ser humano está inserto, en un espacio biofísico con diferentes atributos que se interrelacionan y cambian dependiendo del territorio específico

El fundamental considerarla y evaluarla dentro de cualquier diseño, incluso en la categoría de la generación fotovoltaica (junto a su respectiva evaluación del recurso solar y factibilidad eléctrica de conexión) que es este caso de estudio.

En capítulos anteriores entendimos que el cuerpo legislativo ambiental chileno esta avanzado respecto a múltiples componentes ambientales, tal como se presenta en el último Reporte del Estado del Medio ambiente en Chile (REMA – 2021), donde la metodología de análisis contempló a las fuerzas motrices como iniciadores del análisis, que correspondían a las necesidades humanas como tal –la urbanización, tecnologías, desarrollo, población y cambio climático-, que generan a su vez ciertas presiones (como efectos por desperdicio o la mala gestión de residuos, la contaminación de aguas, sistemas ineficientes de producción) al estado del medio ambiente y sus componentes, denominados: *Biodiversidad, Tierras, Aguas Continentales, Aire y Océanos*.

Impactos Ambientales de las Centrales Solares Fotovoltaicas

Se definen a los Impactos Ambientales como una alteración del medio ambiente, según la LBGMA provocado directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área. Si bien la generación eléctrica de fuente solar fotovoltaica trae consigo diferentes beneficios y múltiples ventajas al medio ambiente, en relación al cambio climático y comparado con la generación a base de combustibles fósiles, es fundamental tener claridad respecto a los principales impactos ambientales asociados a la construcción de las centrales solares.

También es imperativo recalcar que los análisis y la investigación realizada fueron llevadas a cabo sobre solo uno de los segmentos de la capacidad de generación eléctrica instalada en Chile: La Fotovoltaica.

El uso extensivo de superficies terrestres para la ubicación de los módulos es el punto más crítico. De acuerdo al informe de la Comisión Europea “Potential impacts of solar, geothermal and ocean energy on habitats and species protected under the birds and habitats directives” (Lammerant, Laureysens, & Driesen, 2020) la pérdida y degradación de hábitat, asociado al uso de suelo de las instalaciones y su correspondiente vallado perimetral del polígono limitarán el movimiento de fauna, impidiendo el uso de refugios, limitando la disponibilidad de alimentación e influyendo en las estrategias de depredación.

En varias ocasiones el suelo es degradado durante la construcción de la central, por el nivelado del terreno, la generación de caminos, la compactación del suelo de ciertos sectores, generando una reducción de la infiltración, el aumento de escorrentía superficial, la pérdida de suelo asociada a su actividad, la reducción de materia orgánica disponible, la pérdida de la calidad de agua tras estas alteraciones del suelo. Pero el

suelo también se ve afectado por el uso de herbicidas para mantener libre de vegetación dentro del sector y a pesar de que en algunos casos se permite el crecimiento de la vegetación, en algún momento el desbroce alterará de todas formas la vegetación natural del terreno y a su vez a las especies que lo utilizan para sobrevivir.

La degradación del hábitat también es influenciada por el cambio en el microclima, el arreglo de los módulos solares generarán sombra, que alterará la temperatura del suelo y cambiará la distribución de las lluvias por impactos en la humedad del suelo (Lammerant, Laureysens, & Driesen, 2020). Cuando la luz o la lluvia no lleguen al suelo, se degradará y no se podrá desarrollar la vegetación. Al alterar de esta manera el suelo, las comunidades faunísticas, en especial las aves son las más afectadas, alterando la estructura de sus comunidades negativamente en aquellas especies que anidan en el suelo. Por otra parte el vallado de los polígonos genera una fragmentación del territorio que impedirá la conectividad entre ecosistemas, aislando a las diferentes especies (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Gobierno de España, 2022)

Se recomienda el uso de strings de paneles con seguimiento solar dado que los fijos generalmente están orientados en filas de este a oeste y están espaciados para la máxima intercepción de la luz solar directa. A menudo, la distancia entre las líneas del conjunto es muy pequeña, lo que impide que la luz del sol llegue a la vegetación y al suelo. Otra desventaja de los paneles fijos es que redirigen toda el agua de lluvia recogida hacia una salida estrecha en el ancho de los paneles. Debajo de los paneles, el suelo corre el riesgo de compactarse con la formación de costras. Los conjuntos de seguimiento tienen un ángulo de inclinación que varía con el tiempo, e incluso se pueden "controlar" e inclinar para minimizar la interceptación de lluvia durante los eventos de lluvia (National Renewable Energy Laboratory, 2017).

A continuación se muestran unas imágenes ejemplificadoras sobre la influencia de la sombra bajo los paneles orientados Norte-Sur con seguimiento solar Este-Oeste, versus unos módulos orientados Este-Oeste fijos, sin seguimiento.



Figura 31 (Izquierda) Conjunto de trackers dispuestos en filas de Norte a Sur, permiten entrada del sol al suelo, área sombreada varía a lo largo del día. (Derecha) Conjunto de paneles fijos, dispuestos en filas de Este a Oeste, maximizando el efecto de sombreado. Fuente: David Buckner. Native Vegetation Performance under a Solar PV Array at the National Wind Technology Center. (National Renewable Energy Laboratory, 2017)

En la siguiente tabla se presentan impactos ambientales para diferentes fases de los proyectos solares fotovoltaicos identificando los hábitats y especies que se ven afectados, información adaptada del reporte de la Comisión Europea

Tabla 7 Impactos ambientales de centrales solares fotovoltaicas en sus diferentes fases

Impactos Ambientales (C: Construcción / O: Operación / F: Cierre)	Hábitats y Especies Afectadas
Pérdida y degradación del hábitat (C), incluida la compactación del suelo, las superficies, etc.	Dependiendo de la ubicación: Aves, murciélagos, mamíferos, reptiles, anfibios, invertebrados y peces (para parques flotantes)
Fragmentación por vallado (C) (O)	Mamíferos, reptiles y anfibios
Perturbación y desplazamiento debido a iluminación durante la noche o la misma presencia humana (C) (O) (F)	Aves, murciélagos, mamíferos e invertebrados
Colisión (O)	Aves, murciélagos e invertebrados
Quemaduras (O)	Aves e invertebrados
Alteración de microclimas (O)	Vegetación e invertebrados
Aumento del uso de herbicidas (C)* (O)	Vegetación, invertebrados y especies de aves que anidan en el suelo
Atracción de invertebrados (O) (por ejemplo insectos como escarabajos de agua que confunden los paneles con agua)	Aves, invertebrados y murciélagos (al aumentar la cantidad de presas)
Creación de hábitats (O) (aumentando el nivel de las aguas subterráneas, mediante una gestión extensiva de las franjas de flores, etc.)	Impactos positivos potenciales en varios grupos de fauna y tipos de hábitat, según la ubicación y el tipo de medidas

Fuente: Adaptado del Reporte Final: *Potential Impacts of Solar, Geothermal and Ocean Energy in Habitats and Species Protected under the Birds and Habitats Directives*. European Commission. (Lammerant, Laureysens, & Driesen, 2020).

*Información Complementada

Algunos otros impactos que menciona la *Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental de proyectos de plantas solares fotovoltaicas y sus infraestructuras de evacuación*, publicado en marzo de 2022 por la Subdirección General de Evaluación Ambiental del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Gobierno de España destaca el aumento de contaminación de suelos y aguas asociados a derrames, erosión del suelo, ocupación de zonas inundables, emisión de contaminantes atmosféricos y ruido en la fase de construcción de las centrales fotovoltaicas, modificación de la vegetación natural, introducción de especies de flora exóticas, toxicidad por el uso de químicos en el control de plagas, alta generación de residuos sólidos y su manejo, junto a la pérdida de la capacidad del suelo como sumidero de CO₂.

Existe también un alto riesgo a que los impactos ambientales sean acumulativos por el hecho de que los proyectos se agrupen en un mismo territorio debido a las limitaciones

de las opciones de ubicación en términos de clima, topografía, acceso, usos de la tierra existentes, entre otros, que podrían potencialmente dar lugar a importantes impactos ambientales.

Pero no todos los impactos ambientales son negativos, como se evidencia en el último punto de la Tabla 7 – Impactos ambientales de centrales solares fotovoltaicas en sus diferentes fases, las nuevas creaciones de hábitat durante la fase de operación de las centrales podrían traer consigo el acercamiento de ciertos grupos de fauna y el mejoramiento del hábitat, el aumento del nivel de aguas subterráneas, incluso la reforestación con flores o especies nativas podrían llegar a ser excelentes impactos para la biodiversidad del territorio local y en consecuencia para la comunidad local, y a eso es lo que se debe apuntar.

El estudio realizado por la Comisión Europea sobre los impactos de las energías renovables, concluye que la mejor medida de mitigación es la planificación adecuada del lugar evitando lugares que son importantes para las especies y los hábitats. Para lograr este objetivo recomiendan desarrollar mapas de sensibilidad para especies prioritarias y los hábitats potencialmente más sensibles a la implementación de estas infraestructuras energéticas. Estos mapas juegan un importante papel precautorio, para que los desarrolladores de estos proyectos conozcan las zonas más importantes para la biodiversidad y los gestores que se ocupan de los procesos de evaluación ambiental evalúen con mayor precisión las propuestas de proyectos de energía solar.

Análisis de la Evaluación Ambiental en Proyectos Solares Fotovoltaicos en Chile

El DS N.º 40/2013 (RSEIA), refundido a partir de su símil DS N.º 95/2001 y DS N.º 30/1997 es el reglamento que rige la evaluación de impacto ambiental a los proyectos y la participación de la comunidad en el proceso de evaluación de impacto ambiental en Chile. Su art. 3º (así como el art. 10 de la LBGMA) presenta los tipos de proyectos o actividades que son susceptibles de causar impacto ambiental en alguna de sus fases y que deberán someterse al SEIA.

En el caso de los Proyectos Fotovoltaicos o las Centrales Fotovoltaicas suelen ingresar al Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental por el literal c) Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW y por el literal b) Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje y sus subestaciones, subliteral b.1) Se entenderá por líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje aquellas líneas que conducen energía eléctrica con una tensión mayor a veintitrés kilovoltios (23 kV).

Según el reglamento, las formas de entrar a evaluación de impacto ambiental son: a través de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), en el caso que el proyecto presente impactos ambientales significativos. Si bien la evaluación ambiental es voluntaria para proyectos menores a 3 MW (según RSEIA), es imperativo mencionar que el DS N.º 88/2020, en su capítulo segundo, sobre la evaluación de la interconexión de los PMG(D) a la red eléctrica,

párrafo cuarto, sobre la vigencia del Informe de Criterio de Conexión (ICC), el artículo 65 menciona que *“El interesado deberá presentar a la Empresa Distribuidora, al menos los siguientes antecedentes, para acreditar el avance y cumplimiento de los hitos del cronograma de ejecución del proyecto: a) Para acreditar el inicio de la tramitación ambiental y permisos sectoriales: la declaración de impacto ambiental, el estudio de impacto ambiental o la carta de pertinencia ingresada al Servicio de Evaluación Ambiental, y la solicitud de los permisos sectoriales, según corresponda...”* Si el proyecto fuese calificado de impacto no significativo (según el DS N.º 88/2020) se podrá presentar una declaración jurada en la que se señala que el proyecto no requiere ser ingresado al SEA o que no requiere de la tramitación de los permisos sectoriales.

Por lo tanto, los proyectos solares fotovoltaicos PMG(D), que se quieran conectar a la red eléctrica nacional, requerirán obligadamente de una resolución favorable de la evaluación de las componentes ambientales a través de una DIA, EIA o Carta de Pertinencia emitida y gestionada a través del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Comportamiento de los Proyectos Fotovoltaicos Ingresados al Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental en Chile

Según datos del portal web del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental desde Agosto de 2009 hasta el 22 de Junio de 2022 han ingresado a evaluación ambiental 991 proyectos Solares Fotovoltaicos o Plantas Fotovoltaicas a nivel nacional mediante una DIA o EIA, 560 de estos proyectos fueron Aprobados con Resolución Favorable, 41 se encuentran en proceso de Calificación y el resto ha sido desistido, rechazado, no admitido a calificación o no calificado, solo uno de ellos tiene el carácter de caducado.

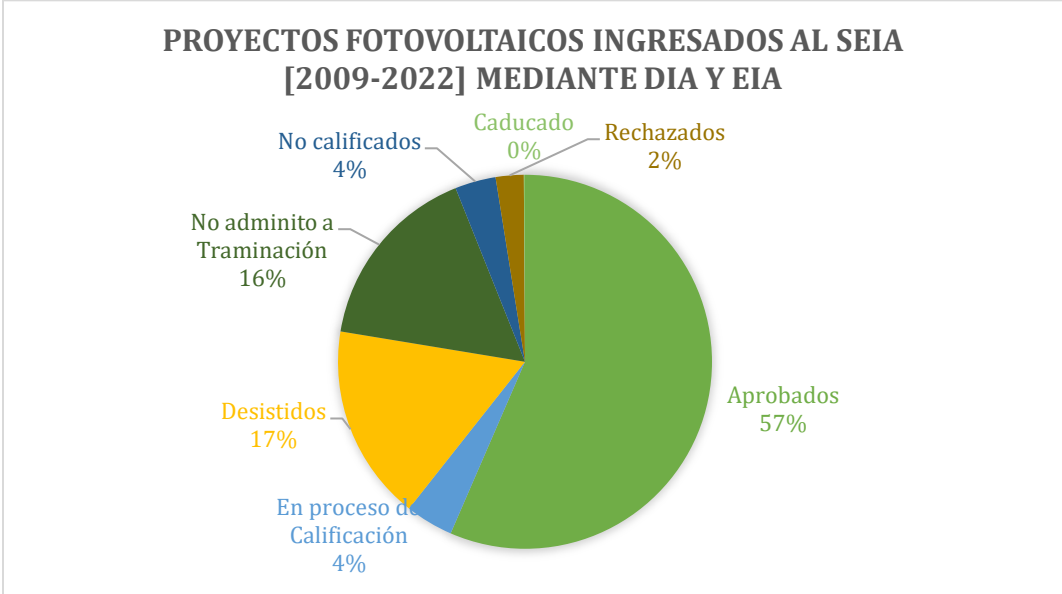


Figura 32 Proyectos Fotovoltaicos Ingresados al Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental entre 2009 y Junio de 2022 mediante Declaración de Impacto Ambiental o Estudio de Impacto Ambiental. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del portal web del SEA.

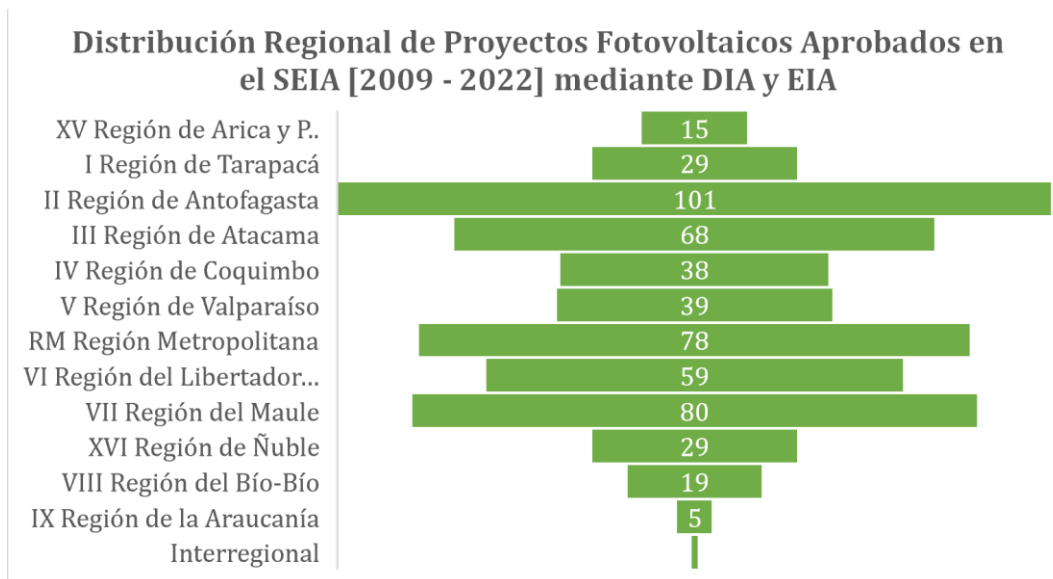


Figura 33 Distribución Regional de Proyectos Fotovoltaicos Aprobados en el SEIA entre 2009 y Junio de 2022 como Declaración de Impacto Ambiental o Estudio de Impacto Ambiental. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del portal web del SEA.

El Anexo 6 – Ubicación Geográfica de Proyectos Fotovoltaicos Ingresados al SEA como DIA o EIA, contiene imágenes de tres capas con información geográfica en Google Earth Pro, con la ubicación de proyectos ingresados al SEIA a partir de 2009 como DIA o EIA, datos del portal web del SEA hasta Junio de 2022 para proyectos del tipo “fotovoltaico” y “fotovoltaica”, junto a una tercera capa con información geográfica del Coordinador Eléctrico Nacional de la Red de Transmisión Eléctrica Nacional que evidencia claramente como la ubicación de los proyectos en evaluación se encuentran adyacentes a la misma red eléctrica.

Analizando los datos del portal web del SEA bajo un filtrado de datos de proyectos con nombre “fotovoltaico” y “fotovoltaica” se puede apreciar que la mayoría de los proyectos se encuentran ubicados en las regiones de Antofagasta, del Maule, Metropolitana, Atacama y Bernardo O’Higgins. Concentrándose de manera evidente entre La Ligua y Los Ángeles, en la zona centro-sur del país.

En la siguiente gráfica se presenta un análisis temporal de los proyectos aprobados en el Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental desde el año 2011 para las 3 regiones que concentran la mayor cantidad de proyectos aprobados.

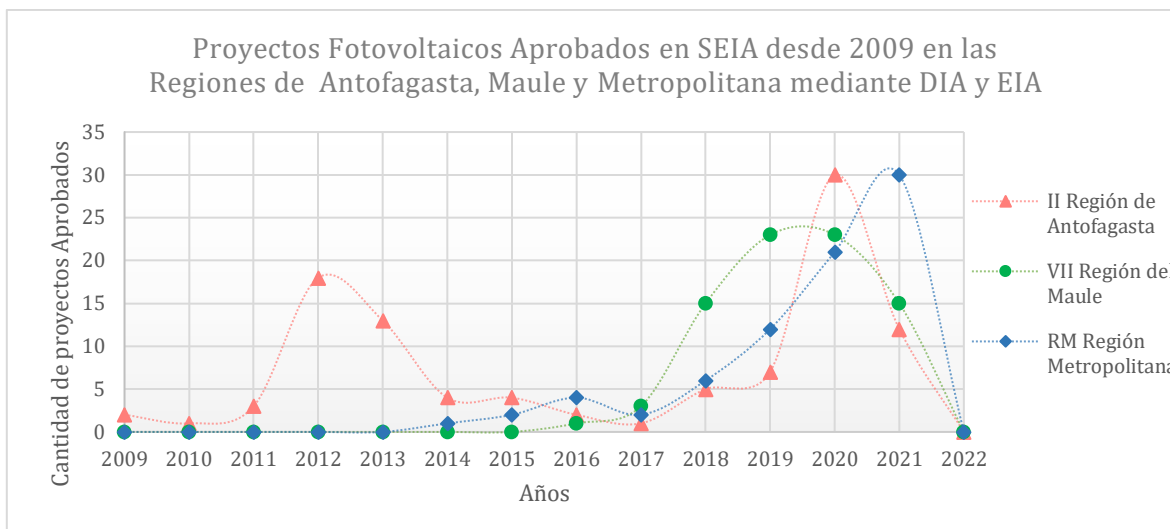


Figura 34 Gráfico temporal de DIA y EIA de proyectos fotovoltaicos aprobados con RCA favorable para las regiones de Antofagasta, Metropolitana y Maule. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del portal web del SEA.

Se evidencia que desde el año 2017 comienza el aumento en la cantidad de proyectos fotovoltaicos aprobados en el SEIA, mismo comportamiento presenta el ingreso a evaluación ambiental de todos los proyectos ingresados al SEIA. Esto refleja a su vez, una correlación con la evolución de la normativa eléctrica renovable, las modificaciones a la LGSE con las Leyes N.º 20.257/2008 y N.º 20.698/2013 que propician la ampliación de la matriz energética chilena, que pretenden aumentar de manera gradual la inyección eléctrica de las empresas con capacidad energética mayor a 200 MW entre 2010 y 2025 hasta llegar a un 20% de inyección con fuente renovable no convencional, y que obliga a los titulares a acreditar que sus proyectos cuentan con resolución de calificación ambiental favorable se ve reflejado en estos datos.

Actualmente -para Junio de 2022- existen 41 proyectos fotovoltaicos en proceso de calificación ambiental en el SEIA, 11 para la Región de O'Higgins, 8 para la Región Metropolitana y 8 para la Región del Maule.

En este punto es importante señalar que el análisis anterior fue realizado solo para proyectos que entraron al proceso de evaluación de impacto ambiental del SEA mediante una Declaración de Impacto Ambiental o un Estudio de Impacto Ambiental con títulos de proyectos que incluyen la palabra "fotovoltaico" y "fotovoltaica", el hecho de que hayan entrado al sistema implica que son centrales generadoras de energía mayores a 3 MW, pero para proyectos que se emplazarán como centrales generadoras de energía menores a 3 MW, según la ley, también deben tener una calificación ambiental favorable para poder iniciar el proceso de conexión e inyección de energía a la red, y entran al sistema de evaluación mediante una Consulta de Pertinencia.

La base de datos con consultas de pertinencias con título "fotovoltaico" y "fotovoltaica" que han ingresado al SEIA como proyectos nuevos son 598 desde el año 2016 hasta Mayo de 2022.

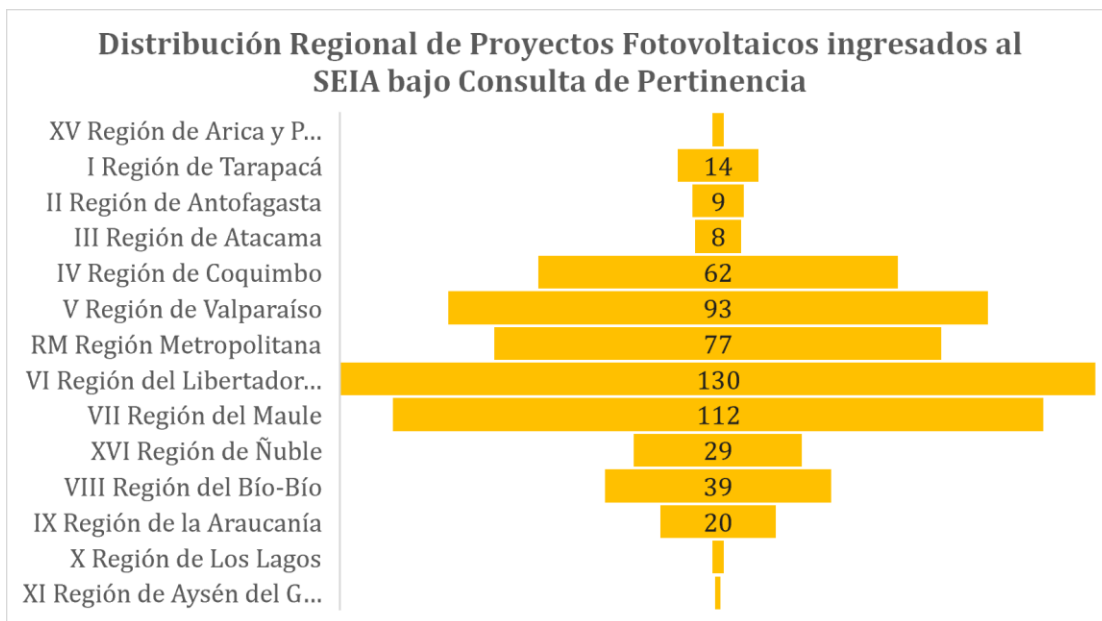


Figura 35 Distribución Regional de Proyectos Fotovoltaicos ingresados como Consulta de Pertinencia entre 2016 y 2022 al Servicio de Evaluación Ambiental. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del portal web del SEA.

La distribución regional de las consultas de pertinencias ingresadas al SEIA evidencian algo diferente, la región que lidera las consultas corresponden a las regiones del Libertador Bernardo O'Higgins, siguiéndole la región del Maule y la región del Valparaíso.

La siguiente gráfica presenta un análisis temporal de los ingresos de estas consultas al Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental desde el año 2016.

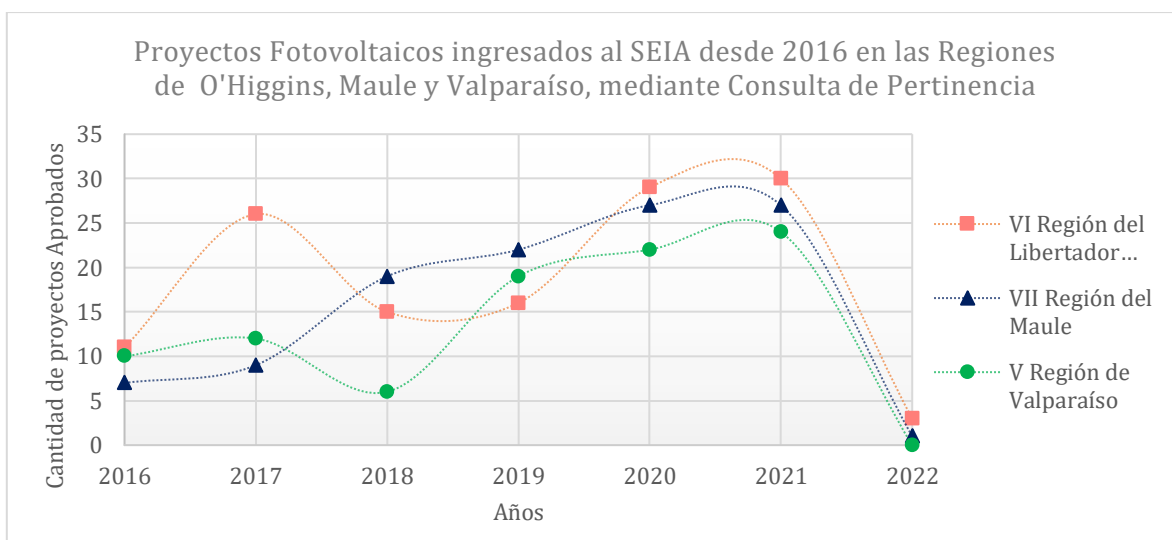


Figura 36 Gráfico temporal de Consultas de Pertinencia para proyectos fotovoltaicos ingresados al SEIA para las regiones de O'Higgins, Maule y Valparaíso. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del portal web del SEA.

Aparentemente el comportamiento de los ingresos de Consultas de Pertinencia al SEIA ha tendido al alza, donde se aprecia que luego de 2021 ocurre un aparente decaimiento en el ingreso de proyectos, durante el primer semestre de 2022 no se han presentado proyectos nuevos bajo la categoría fotovoltaica. Es probable que tanto desarrolladores de proyectos como titulares de los mismos hayan optado por gestar proyectos de mayor capacidad para realizar solo una vez el proceso de conexión (disponible en el Anexo 1), y obtener mayores ganancias por la mayor cantidad de energía suministrable a la red, presentándose entonces como centrales generadoras mayores a 3 MW, ingresando como Declaraciones o Estudios de Impacto Ambiental ante el Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental, en lugar de Consultas de Pertinencia, esto asumiendo una reacción ante la publicación del DS N.º 88/2020 que regula los medios de generación de pequeña escala PMG(D) respecto a su proceso de conexión y requisitos para la interconexión a la red eléctrica nacional. Por otra parte, también podría evidenciarse que la mano de obra para la construcción de las centrales, así como maquinaria estaría escaseando a nivel nacional, esto ya que entre la aprobación de los proyectos en el SEIA y la construcción de los mismos suele transcurrir un par de años.

Respecto a la cantidad de proyectos solares fotovoltaicos a nivel nacional, se realizó la siguiente tabla con valores de la cantidad de RCA aprobadas y RCP emanadas desde el SEIA hasta Junio de 2022, dando un total de 1158 proyectos solares fotovoltaicos aprobados:

Tabla 8 Cantidad de Proyectos Solares Fotovoltáicos con Aprobación Ambiental en Chile a Junio de 2022.

Región	Cantidad de RCA	Cantidad de RCP	Total de Proyectos Fotovoltáicos
XV Región de Arica y P...	15	2	17
I Región de Tarapacá	29	14	43
II Región de Antofagasta	101	9	110
III Región de Atacama	68	8	76
IV Región de Coquimbo	38	62	100
V Región de Valparaíso	39	93	132
RM Región Metropolitana	78	77	155
VI Región del Libertador...	59	130	189
VII Región del Maule	80	112	192
XVI Región de Ñuble	29	29	58
VIII Región del Bío-Bío	19	39	58
IX Región de la Araucanía	5	20	25
X Región de Los Lagos	0	2	2
XI Región de Aysén del G...	0	1	1
TOTAL de Proyectos FV en Chile	560	598	1158

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del portal web del SEA.

La siguiente gráfica visualiza de mejor manera la distribución de los 1158 proyectos solares fotovoltaicos aprobados ambientalmente para su futura construcción en el territorio nacional.

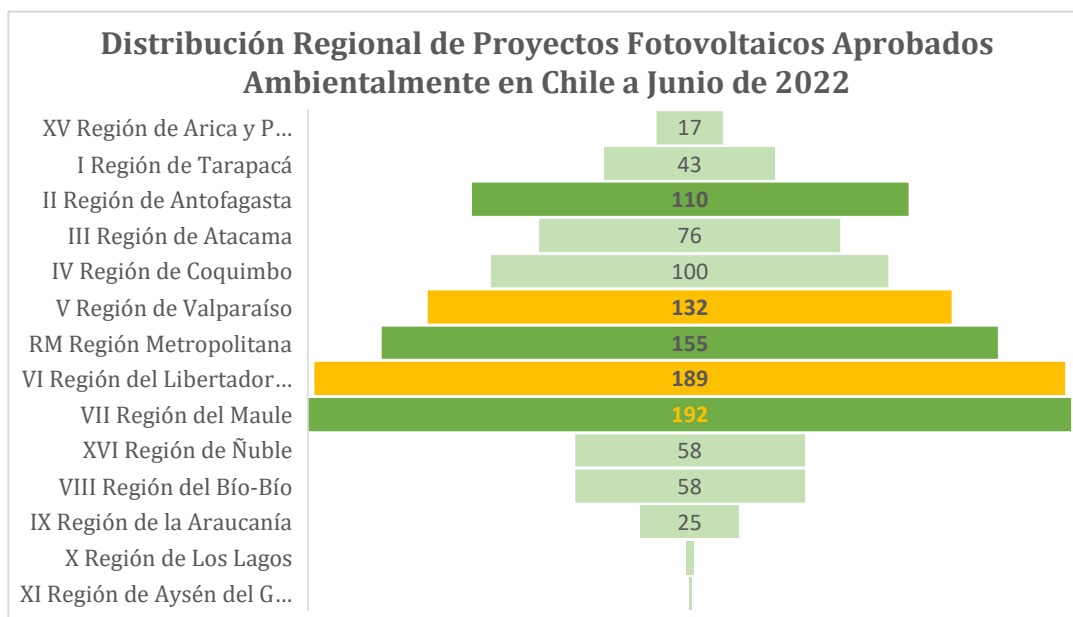


Figura 37 Distribución Regional de la Cantidad de Proyectos Solares Fotovoltaicos con Aprobación Ambiental en Chile a Junio de 2022. Fuente: Elaboración Propia.

Son precisamente la Regiones con mayor cantidad de proyectos evaluados (Región del Maule, Libertador Bernardo O'Higgins, Metropolitana, Valparaíso y Antofagasta) las que fueron analizadas con la selección de las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA) y Resoluciones de Consultas de Pertinencia (RCP) en esta tesis.

Según el último Balance Solar publicado por ACESOL en Junio de 2022, la capacidad instalada acumulada por los sectores de producción fotovoltaica solar Netbilling, PMG(D) y Utility Scale es del orden de 4,68 GW de potencia y se distribuyen de la siguiente manera:

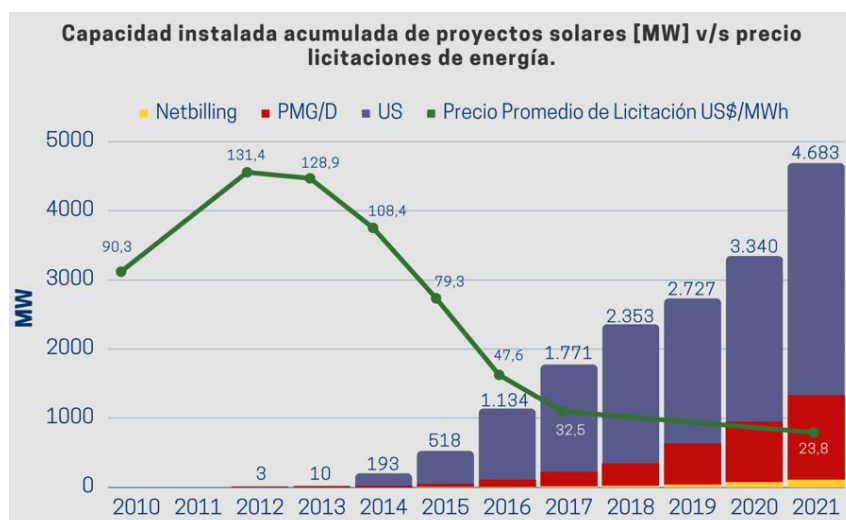


Figura 38 Capacidad Instalada Acumulada de Proyectos Solares Fotovoltaicos en MW a 2021. Fuente: Balance Solar- 2ª edición (ACESOL, 2022)

El en Anexo 7 – Compendio Cartográfico de proyectos e instalaciones de Generación Eléctrica Fotovoltaica en Chile, se muestran imágenes de una capa en Google Earth Pro con información geográfica de proyectos solares fotovoltaicos actualizada a Diciembre de 2021 con proyectos en estado de calificación, aprobados, en construcción, en fase de pruebas y en operación, desarrollada por la División de Energías Sostenibles del Ministerio de Energía, con datos basados de la Comisión Nacional de Energía, del Coordinador Eléctrico Nacional y del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, esto último contempla tanto proyectos evaluados a través de Consulta de Pertinencia, Declaraciones de Impacto Ambiental y Estudios de Impacto Ambiental para proyectos ingresados al sistema hasta inicios de 2021, en esta capa se evidencian geográficamente los centenares de proyectos solares fotovoltaicos con evaluación ambiental en Chile.

Análisis de los Proyectos Solares Fotovoltaicos y sus respectivas Resoluciones ingresadas al Servicio de Evaluación Ambiental en Chile

Para comprender como se evalúan las componentes ambientales definidas con anterioridad en informes del Gobierno, entiéndase como *Biodiversidad, Tierras, Aguas Continentales, Aire y Océanos*, se revisaron algunas Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA) y Resoluciones de Consultas de Pertinencia (RCP) para proyectos fotovoltaicos ubicados en las regiones que lideran este tipo de proyectos con el fin de identificar la normativa aplicable a éstos y definir una ruta crítica de seguimiento ambiental.

En el caso de las Declaraciones de Impacto Ambiental que se revisaron corresponden a proyectos solares fotovoltaicos ubicados en la Región de Antofagasta, Región Metropolitana y Región del Maule, se eligió una Resolución de Calificación Ambiental por año, para los últimos 5, tomando como último año el 2021 para cada región, eligiéndolos además con el fin de abarcar gran parte de la zona geográfica de la región, se analizó la permisología exigida en aquellas Resoluciones y se generó una tabla con cada exigencia para los proyectos, disponible en el Anexo 8 – Análisis de RCA para Declaraciones de Impacto Ambiental en la Región de Antofagasta, Metropolitana y Maule, se identificaron las exigencias por categoría donde en un principio se identificaron los Permisos Ambientales Sectoriales (PAS) y luego, las exigencias legislativas relacionada a otras temáticas que se interrelacionan con el medio ambiente, como lo son la propia legislación vigente, ordenanzas de urbanismo, vialidad y transporte, salud de la población, patrimonio cultural, compatibilidad territorial, y otros. Finalmente se identificaron los Compromisos Ambientales Voluntarios (CAV) que propusieron los titulares de éstos proyectos y algunas exigencias que impuso la autoridad sectorial.

A continuación se muestra una tabla resumen con información de los proyectos analizados junto a imágenes de los proyectos georreferenciados por región, superpuestos en la capa de transmisión eléctrica del CEN, imágenes extraídas desde Google Earth Pro.

Tabla 9 Resoluciones de Calificación Ambiental Favorables Analizadas

N.º	Región	Comuna	Fecha Ingreso a SEIA	Nombre Proyecto	Capacidad	Cantidad Hectáreas	PAC
1	II	Antofagasta	20-may-2021	Parque Fotovoltaico Lince Solar	9 MW	6,3 ha	Si
2	II	Taltal	21-feb-2020	Parque Fotovoltaico Taltal solar	317 MW	557 ha	No
3	II	Antofagasta	21-jun-2019	Modificación Parque Fotovoltaico Tigre	142 MW	645,82 ha	No
4	II	Calama	23-may-2018	Parque Fotovoltaico Verano de San Juan II	9 MW	27,07 ha	No
5	II	María Elena	22-sept-2016	Parque Fotovoltaico Santa Isabel	408 MW	700 ha	No
6	RM	Peñaflor	23-mar-2021	Parque Fotovoltaico Santa Rebeca	9 MW	5,43 ha	Si
7	RM	Paine	21-oct-2020	Parque Fotovoltaico Cantillana	10,64 MW	17,64 ha	No
8	RM	Melipilla	22-jul-2019	Parque Fotovoltaico Bollenar	9 MW	23,36 ha	No
9	RM	Lampa	23-may-2018	Parque Fotovoltaico Sol de Septiembre	9 MW	15,17 ha	No
10	RM	Til-Til	22-ago-2016	Parque Solar Fotovoltaico Ovejería	9 MW	18,15 ha	Si
11	VII	Retiro	23-ago-2021	Planta Fotovoltaica Tamango 40 MW	40 MW	74,41 ha	Si
12	VII	Constitución	20-may-2020	Parque Fotovoltaico El Carpintero	12 MW	16,2 ha	Si
13	VII	Colbún	5-nov-2019	Parque Fotovoltaico Las Golondrinas	12 MW	12 ha	No
14	VII	Teno	21-sept-2018	Planta Fotovoltaica Teno Solar SpA	5,4 MW	11,95 ha	No
15	VII	Linares	21-jul-2017	Proyecto Solar fotovoltaico Ciprés	9 MW	20,7 ha	No

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del portal web del SEA.

Para el conjunto de proyectos analizados podemos afirmar que el ratio de cantidad de hectáreas ocupadas por MW generado es del orden de 1,93 ha/MW, que solo el 33,3% de los proyectos ha iniciado un proceso de participación ciudadana, esto también verifica que los proyectos no tienen alto impacto significativos, aun así, los proyectos más actuales son los que poseen participación ciudadana en el proceso de evaluación. Los proyectos más actuales de la Región Metropolitana son los que contienen más Compromisos Ambientales Voluntarios, pero también más exigencias de la autoridad. El 73,4% de los proyectos corresponden a PMG(D), 13,3% a Sistemas medianos y 13,3% a Utility Scale.

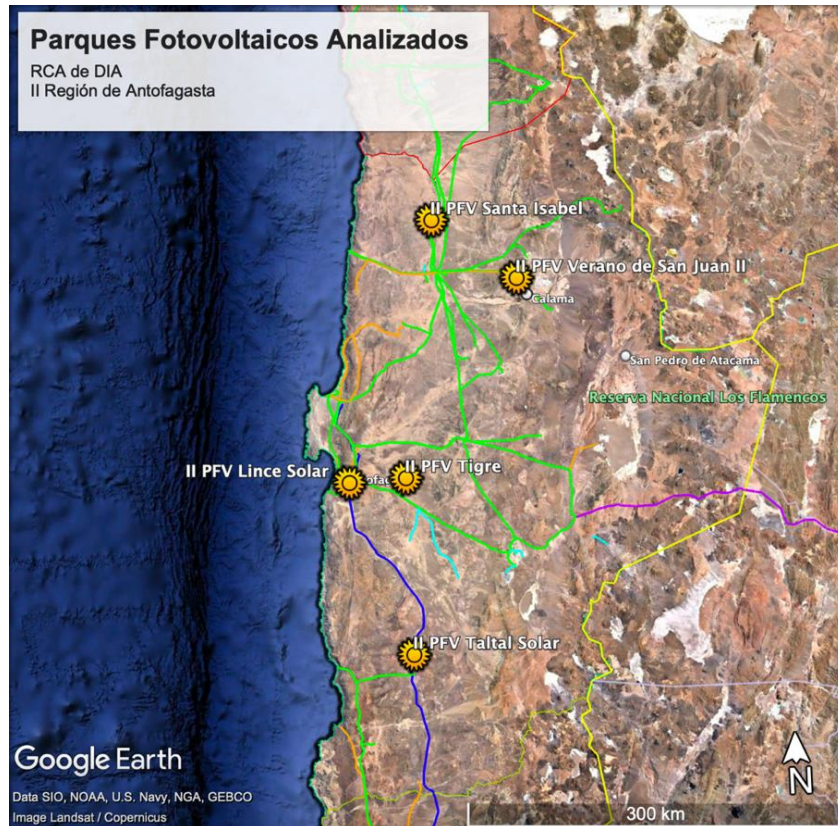


Figura 39 Parques Fotovoltaicos Analizados para la Región de Antofagasta. Fuente: Google Earth Pro (2022)



Figura 40 Parques Fotovoltaicos Analizados para la Región Metropolitana. Fuente: Google Earth Pro (2022)



Figura 41 Parques Fotovoltaicos Analizados para la Región del Maule. Fuente: Google Earth Pro (2022)

Por otra parte, se revisaron las Resoluciones de Consultas de Pertinencias junto a su respectiva Consulta de Pertinencia para proyectos solares fotovoltaicos que ingresaron al SEIA en 2017, 2019 y 2021, para las tres regiones con más proyectos acumulados: la Región del Libertador Bernardo O’Higgins, Maule y Valparaíso respectivamente.

Al igual que en el caso anterior se seleccionaron proyectos que abarcasen la distribución geográfica del territorio, y se analizó la permisología ambiental detrás que mencionaba tanto la Consulta de Pertinencia ingresada al sistema como su Resolución respectiva.

Se generó una tabla con cada mención a la norma, disponible en el Anexo 9 – Análisis de Consultas de Pertinencias ingresadas al SEIA en 2017, 2019 y 2021 para las regiones del Libertador Bernardo O’Higgins, Maule y Valparaíso.

A continuación se muestra una tabla resumen con información de los proyectos analizados junto a imágenes de los proyectos georreferenciados por región, superpuestos en la capa de transmisión eléctrica del CEN, imágenes extraídas desde Google Earth Pro.

Tabla 10 Resoluciones de Consultas de Pertinencias Analizadas

N.º	Región	Comuna	Fecha Ingreso a SEIA	Nombre Proyecto	Capacidad	Cantidad Hectáreas	PAC
1	VI	San Fernando	23-04-2021	Parque Fotovoltaico Parque Roma	2,99 MW	9,93 ha	No
2	VI	Litueche	02-10-2019	Proyecto Fotovoltaico Guaraná	2,99 MW	8,2 ha	No
3	VI	Requínoa	23-06-2017	Proyecto Fotovoltaico San Isidro	2,99 MW	9,24 ha	No
4	VII	Hualañé	08-05-2021	Planta Fotovoltaica La Huerta	2,98 MW 3,02 MW	5 ha	No
5	VII	Cauquenes	11-02-2019	Planta Fotovoltaica Cauquenes - 2º Presentación	2,95 MW	8,65 ha	No
6	VII	Talca	06-06-2017	Planta Fotovoltaica Panguilemo	2,98 MW	10 ha	No
7	V	Cabildo	26-01-2021	Parque Fotovoltaico Alicahue II El Peral	2,99 MW	7,77 ha	No
8	V	Llay Llay	21-06-2019	Proyecto Fotovoltaico Manao	2,96 MW	6,76 ha	No
9	V	La Ligua	12-04-2017	Proyecto Fotovoltaico Ariztía	2,99 MW	10 ha	No

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del portal web del SEA.

Para el conjunto de proyectos analizados ingresados como Consultas de Pertinencia, se puede afirmar que el ratio de hectáreas por MW generado es del orden de los 2,82 ha/MW, que en su totalidad corresponden a proyectos PMG(D) y que ninguno inicio algún proceso de participación ciudadana, verificando el bajo impacto significativo.

En el caso de la Planta Fotovoltaica La Huerta, el SEIA solicitó ingresar el proyecto mediante una DIA, dado que los cálculos de generación eléctrica desarrollados por el organismo sectorial identificó un valor de 3,02 MW.



Figura 42 Parques Fotovoltaicos Analizados para la Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Fuente: Google Earth Pro (2022)

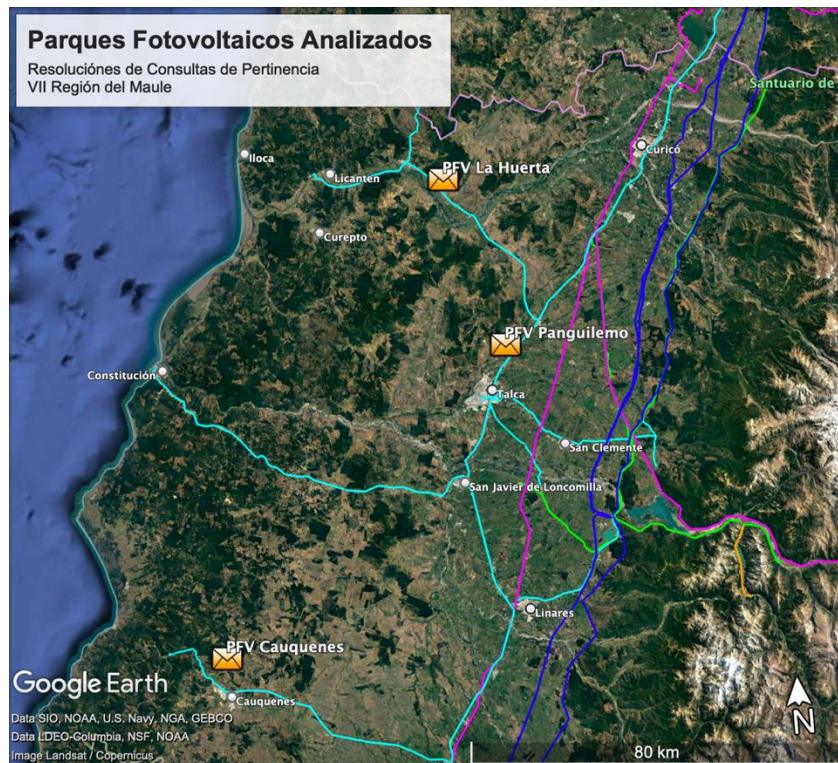


Figura 43 Parques Fotovoltaicos Analizados para la Región del Maule. Fuente: Google Earth Pro (2022)



Figura 44 Parque Fotovoltaicos Analizados para la Región de Valparaíso. Fuente: Google Earth Pro (2022)

Permisos y Pronunciamientos Ambientales Sectoriales en los Proyectos Fotovoltaicos Analizados

Como es posible visualizar en el Anexo 8, no todos los proyectos tienen las mismas exigencias explícitas dentro de las Resoluciones de Calificación Ambiental Favorables estudiadas, podríamos decir que algunas regiones son más exigentes en materia legislativa que otras (comparando por ejemplo la Región de Antofagasta y la Región del Maule en las primeras y últimas 5 filas del Anexo 8 respectivamente), pero también, que a medida que avanza el tiempo las sociedades van legislando en favor del medio ambiente y existe un mayor interés en potenciarlo, esto se ve reflejado en la normativa como tal, pero también en los compromisos ambientales voluntarios que expresan los titulares de proyectos más actuales.

Por su parte, el análisis de las Consultas de Pertinencia ingresadas y sus respectivas Resoluciones disponibles en el Anexo 9, presentan la misma tendencia, no todas contienen las mismas menciones en materia de exigencia ambiental, de hecho tiende a visualizarse que solo expresan lo necesario para justificar su no ingreso a una evaluación obligada.

Al interceptar las menciones en temática ambiental de las Consultas de Pertinencia y sus Resoluciones, se obtiene la siguiente relación:



Figura 45 Componentes Ambientales en Resoluciones y Consultas de Pertinencia de Proyectos Solares Fotovoltaicos ingresados a Consulta de ingreso a Evaluación Ambiental a través del SEIA. Fuente: Elaboración Propia.

En el caso de las Resoluciones de Calificación Ambiental para las Declaraciones de Impacto Ambiental ingresadas al SEIA, también se realizó una intersección de la legislación ambiental y legislación general vigente para estos proyectos solares fotovoltaicos estudiados, donde se han identificado 5 componentes ambientales que a su vez contienen las materias visualizadas en las Resoluciones y Consultas de Pertinencia analizadas anteriormente.

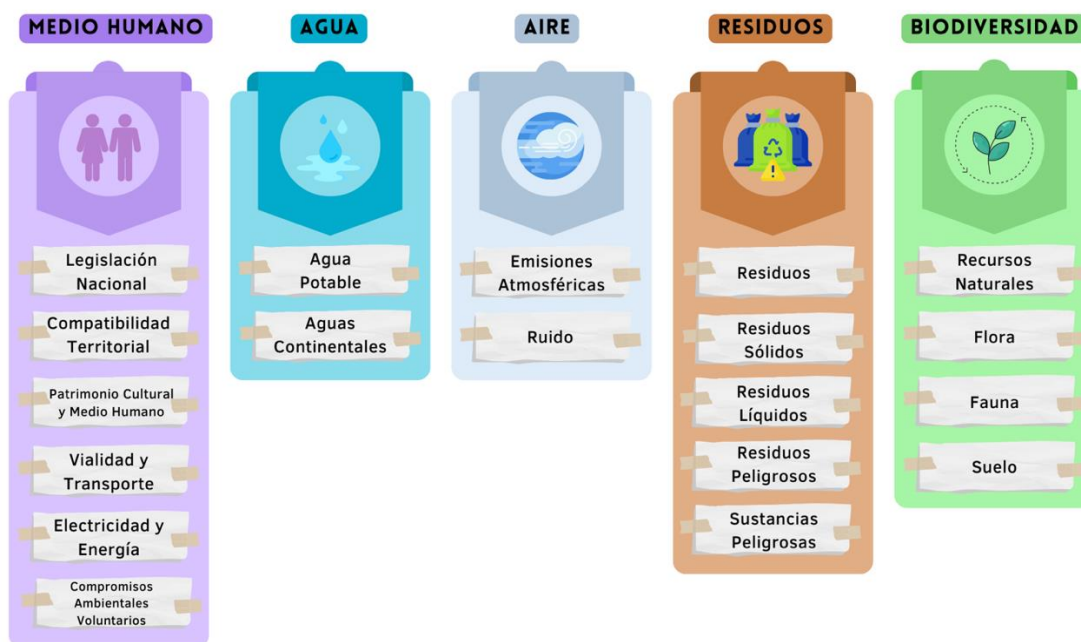


Figura 46 Componentes Ambientales en Proyectos Solares Fotovoltaicos ingresados a Evaluación Ambiental a través del SEIA. Fuente: Elaboración Propia.

Si bien el seguimiento de las exigencias ambientales es explícito en las RCA para todas las fases de los proyectos, para las RCP lo serán al momento de comenzar la construcción de las centrales fotovoltaicas, donde los permisos asociados por ejemplo al Informe Favorable de Construcción (IFC) o el permiso para acopio temporal de residuos sólidos no peligrosos y residuos peligrosos, entre otros, deberán tramitarse sectorialmente con cada seremi de la región de emplazamiento del proyecto.

Desglosando ahora cada componente ambiental de las RCA estudiadas, tenemos las diferentes materias, que a su vez están conformadas por diferentes normas y leyes, las cuales son nombradas en las Resoluciones de Calificación Ambiental estudiadas y dan la pauta del seguimiento ambiental a todas las fases del proyecto en cuestión, a continuación se presentan para cada componente y se explican los principales indicadores de cumplimiento ambiental (ICA) emanados por la autoridad.



Medio Humano

Componente Ambiental que identifica al subconjunto de materias asociadas a la humanidad y su interrelación con el medio ambiente, las materias encontradas en este grupo son las siguientes:

Legislación Nacional

Identificación de la norma relacionada		Indicador de Cumplimiento Ambiental
DS N.º 100/2005	<i>Constitución Política de la República de Chile</i>	Obtención de la Resolución de Calificación Ambiental favorable para la ejecución del proyecto, la cual identifica el cumplimiento de compromisos, obligaciones, exigencias, condiciones y medidas establecidas en el proceso de evaluación.
Ley N.º 19.300/1994	<i>Ley de Bases Generales del Medio Ambiente</i>	
DS N.º 40/2012	<i>RSEIA Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental</i>	
DS N.º 1.518/2013 Res. Ext. N.º 574/2012	<i>Obligatoriedad de Informar sobre RCA a SMA</i>	Registro de comprobante en plataforma del Servicio Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA), donde se debe subir la información correspondiente a cada fase del proyecto y cualquier cambio en la modificación de titularidad o representante legal del proyecto.
DS N.º 31/2013	Reglamento del Sistema Nacional de Información de fiscalización ambiental y de los registros	Entrega de información a la SMA según corresponda, proporcionando oportunamente los antecedentes, informaciones y datos requeridos, al ser un titular de una RCA.

DS N.º 885/2016	<i>Normas de Carácter General sobre Deberes de Reporte de Avisos, Contingencias e Incidentes a través del Sistema de Seguimiento Ambiental</i>	Obtención de usuario y contraseña en el sistema web de la SMA, y carga de la información requerida en la forma y plazos establecidos por la SMA.
DS N.º 223/2015	<i>Instrucciones generales sobre la elaboración del plan de seguimiento de variables ambientales, los informes de seguimiento ambiental y la remisión de información al sistema electrónico de seguimiento ambiental</i>	Se realiza la carga al portal web de todos los compromisos establecidos de informar a la autoridad en el marco de la RCA, así como incidentes ambientales.
DS N.º 30/2013	<i>Aprueba Reglamento sobre Programas de Cumplimiento, Autodenuncia y Planes de Reparación.</i>	Presentación de una Autodenuncia, Programa de Cumplimiento, y/o Plan de Reparación en caso de proceder.
Res. Ext. N.º 1.184/2015	<i>Dicta e Instruye Normas de Carácter General Sobre Fiscalización Ambiental y deja sin efecto las Resoluciones N°276 y 277</i>	Permitir actividades de fiscalización y entrega de información a la SMA.

Compatibilidad Territorial

Identificación de la norma relacionada		Indicador de Cumplimiento Ambiental
DFL N.º 458/1976 DS N.º 47/1992	<i>Nueva Ley General de Urbanismo y Construcciones</i>	Presentación y aprobación del PAS 160 dentro de los plazos estipulados, mediante RCA. Posterior a la evaluación ambiental del Proyecto, se solicitará sectorialmente el Informe Favorable de Construcción (IFC) para las obras de edificación que lo requieran
Planes de Ordenamiento Territorial según la ubicación de emplazamiento del proyecto		Obtención de la RCA respectiva que verifica la compatibilidad con los planes de ordenamiento territorial

Patrimonio Cultural y Medio Humano

Identificación de la norma relacionada		Indicador de Cumplimiento Ambiental
Ley N.º 17.288/1970	<i>Legisla sobre Monumentos Nacionales</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Notificación a la autoridad de hallazgos de cualquier resto de interés patrimonial detectado en las obras del proyecto - Realización de capacitaciones al personal que trabaje en el área, respecto del procedimiento a seguir en caso de descubrir un hallazgo - Registro de aviso al CMN.

		- Registro de paralización de obra, en el caso de hallazgo arqueológico y/o paleontológico**
DS N.º 484/1990	<i>Sobre excavaciones y/o prospecciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas</i>	- Notificación a la autoridad de hallazgos de cualquier resto de interés patrimonial detectado en las obras del proyecto - Registro de asistencia a charlas - Registro de permisos y autorizaciones disponibles en faena (PAS 132)

Vialidad y Transporte

Identificación de la norma relacionada		Indicador de Cumplimiento Ambiental
DS N.º 75/1987	<i>Condiciones para el Transporte de Cargas</i>	- Registro fotográfico de los camiones con carga cubierta - Fiscalización de forma previa a que el camión salga a ruta pública - Cláusulas contractuales respecto a las condiciones de carga de material que realizarán contratistas (residuos, arenas, tipio, tierra u otro) - Registro de los camiones que ingresan y salen del Proyecto. - Cubierta, en el que conste: Fecha, hora y empresa contratista.**
DFL N.º 850/1998	<i>Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N.º 15.840, de 1964 y del D.F.L. N.º 206, de 1960.</i>	El Titular cumplirá, a través de sus contratistas (en caso de aplicar), con la forma de transportar la carga por calles y caminos, de acuerdo a los contenidos del presente cuerpo legal, donde se señala entre otros, dimensiones de la carga de acuerdo al vehículo que la transporta, carga cubierta, forma de transporte de materiales, insumo o residuos que puedan escurrir, entre otras. - Registros de entrada y salida de camiones a las instalaciones de faenas. - Registro de recepción de materiales.
DS N.º 158/1980	<i>Establece Límite de Pesos por Eje y Límites de Peso Bruto Total.</i>	- Guías de despacho de la carga que será transportada, asociada al viaje en camión realizado. - Registro de recepción de materiales.** Contar con autorización para circular con sobredimensión (Otorgado por Dirección de vialidad) en caso de que sea necesario.
DS N.º 200/1993	<i>Establece pesos máximos a los vehículos para circular en las vías urbanas del país.</i>	Documento (por ejemplo, órdenes de compra o contratos de prestación de servicios) que permita evidenciar que el Titular ha exigido a las empresas involucradas en el transporte, el cumplimiento de los pesos máximos permitidos.

DS N.º 18/2001	<i>Prohíbe Circulación de Vehículos de Carga en Vías Que Indica</i>	- Se presentará una hoja de ruta de los camiones o vehículos de carga que realicen transporte hasta el área del proyecto, indicando las rutas a transitar, así como no poseer infracciones por no respetar las rutas planificadas.
DFL N.º 1/2009	<i>Texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley de Tránsito.</i>	Documentos de revisiones técnicas y mantenciones en los vehículos en obra.

Electricidad y Energía

Identificación de la norma relacionada		Indicador de Cumplimiento Ambiental
DS N.º 43/2012	<i>Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobante de carga de información al sistema RETC (una vez que el sistema esté habilitado) - Copia de certificación y/o información técnica proporcionada por el laboratorio autorizado por la SEC *y entregada a la oficina regional de la SMA* - informará la cantidad de fuentes emisoras a instalar - Reporte en la oficina regional de la SMA, en un plazo de 15 días hábiles previos a la puesta en servicio de la instalación, el formulario establecido en la misma resolución con la información sobre el proyecto, junto con antecedentes en formato pdf en soporte digital (certificados de luminarias, planos de instalación, otros) - Registro de mediciones lumínicas disponible en las oficinas del Proyecto.*
Res N.º 610/1982	<i>Prohíbe el uso de Bifenilos Policlorados (PCB) en Equipos eléctricos</i>	Ficha técnica de aceite dieléctrico requerido para los equipos del proyecto
DS N.º 327/1997	<i>Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Inscripción y registro en la SEC de Proyecto Eléctrico. - Como indicador se considera la obtención de los respectivos permisos y/o concesiones para la construcción de la Línea y el comprobante de remisión de información a la Superintendencia de Electricidad y Combustible, previo a la puesta en servicio.
DFL N.º 4/2007	<i>Fija texto refundido, coordinado y sistematizado del Decreto con Fuerza de Ley n°1, de</i>	Certificaciones de laboratorios autorizados por la SEC

	<i>Minería, de 1982, Ley General de Servicios Eléctricos, en materia de Energía Eléctrica</i>	
DS N.º 109/2017	<i>Aprueba reglamento de seguridad de las instalaciones eléctricas destinadas a la producción, transporte, prestación de servicios complementarios, sistemas de almacenamiento y distribución de energía eléctrica</i>	Se mantendrá una copia disponible del procedimiento para desmantelar instalaciones eléctricas en caso de constituir un peligro para las personas o las cosas en las oficinas del Proyecto. Copia de la comunicación a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles en caso de accidentes e incidentes, y del envío de informes requeridos.
NCh NSEC 5 71	<i>Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Corrientes Fuertes</i>	Registro de las instalaciones declaradas ante la SEC y los comprobantes de dicha declaración

Compromisos Ambientales Voluntarios o Exigencias de la Autoridad

Los Compromisos Ambientales Voluntarios (CAV) son propuestos por los titulares de los proyectos que contemplan acciones no exigidas por la autoridad, pero que aun así quedan estipuladas en las RCA para cumplirlas y hacerles seguimiento, por su parte las exigencias ambientales son impuestas por la autoridad y deben ser también obligadamente cumplidas al quedar estipuladas en la RCA.

A continuación se exponen algunos compromisos y *exigencias* que fueron visibles en los análisis de las RCA revisadas.

- Contratación Mano de Obra local
- Charlas de Capacitaciones Técnicas y Visitas guiadas al Área del Proyecto
- Reposición de insumos y deterioros de equipos a Bomberos
- Buenas prácticas para el buen vivir en el desarrollo del territorio
- Monitoreo Arqueológico permanente
- Charlas de Inducción Patrimonial
- Informe técnico de hallazgos arqueológicos
- Instalación de disuasores de vuelo
- Instalación de dispositivos aisladores eléctricos
- Charlas sobre prevención y cuidados de fauna silvestre
- Plan de Perturbación Controlada de Reptiles
- Rescate y relocalización Fauna Baja Movilidad
- Capacitaciones al personal sobre el resguardo y protección de especies de fauna

- Instalación de refugios para las poblaciones de quirópteros
- Medidas de protección de fauna silvestre.
- Monitoreo de ruido en Ecosistemas Naturales
- Franja Perimetral Arbórea en el sitio del Proyecto, con o sin uso de especies en categoría de conservación o especies nativas
- Estudio de suelo al finalizar fase de cierre del Proyecto
- Control de procedencia hormigón
- Mejora de características productivas del suelo
- Monitoreo riesgo de erosión Fase de Operación
- *Manejo vegetación e incendios - CONAF*
- *Áridos adquiridos de terceros autorizados (informe técnico favorable de la DOH o el SERNAGEOMIN y con el correspondiente permiso municipal.*
- Disposición de excedentes de movimiento de tierra y materiales de construcción en sitios autorizados.
- Reciclar los cartones y maderas provenientes de la construcción en coordinación con microempresarios de la comuna
- Registro de retiros residuos sólidos
- Poner letreros indicativos de peligro en el cierre perimetral del Proyecto con rotulación para niños
- Restricción de velocidad de circulación
- *Exigencia Emisiones Atmosféricas – Humectaciones*
- Ficha de registro aplicación de agua industrial
- Reducción del material particulado en suspensión por tránsito de vehículos
- Programa de circulación de camiones fuera de horario punta.
- Implementación de malla raschel en torno a viviendas, como medida de control de material particulado.
- Monitoreo acústico en receptores
- Difusión escolar operación proyecto ERNC
- Informe sobre proveedores autorizados de recurso hídrico
- Habilitación de mirador
- Instalación de sombrillas ribera de Río
- Instalación de la Línea Eléctrica de Bajo Impacto
- Mantenimiento de la ruta



Agua

Componente Ambiental que identifica al subconjunto de materias asociadas al recurso hídrico.

Agua Potable

Identificación de la norma relacionada		Indicador de Cumplimiento Ambiental
DFL N.º 466/2006	<i>Norma oficial NCh 409/1 of 2005 Agua Potable - NCh 409/2004 Muestreo Requisitos.</i>	- Autorización de funcionamiento del sistema de agua potable aprobado. Contrato con empresa autorizada para el suministro de dispensadores de agua potable. - Guía de despacho del agua adquirida. Además, se realizarán análisis semestrales de manera de dar cumplimiento a la normativa vigente, cuyos resultados permanecerá en las instalaciones para estar disponible ante posibles fiscalizaciones.

Aguas Continentales

Identificación de la norma relacionada		Indicador de Cumplimiento Ambiental
DFL N.º 1.122/1981	<i>Código de Aguas</i>	Se realizará un control fotográfico durante la fase de construcción a fin de comprobar la efectividad de la medida propuesta cuando existen recursos hídricos dentro del área de influencia del proyecto



Aire

Componente Ambiental que identifica al subconjunto de materias relacionadas al estado gaseoso de la materia, que se encuentra siempre presente en el entorno biofísico.

Emisiones Atmosféricas

Identificación de la norma relacionada		Indicador de Cumplimiento Ambiental
DS N.º 138/2005	<i>Obligación de Declarar Emisiones</i>	- Registro anual de declaración de emisiones - Registro de generadores utilizados
DS N.º 4/1992	<i>Establece normas de emisión de material particulado a fuentes estacionarias puntuales y grupales grupos electrógenos.</i>	- El Titular declarará las emisiones de los grupos electrógenos que utilizará. - Registro de declaración de residuos a través del RETC de forma anual.

<p>DS N.º 144/1961</p>	<p><i>Normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión técnica al día y, cuando corresponda, vehículos con convertidor catalítico, tanto propios como de contratistas, durante todas las fases del Proyecto - Registro fotográfico de camiones con carga cubierta en fase de construcción - Cumplimiento de la velocidad máxima de circulación y registro de señaléticas que restrinjan la velocidad máxima - Certificados de emisión de contaminantes de vehículos - Registro de aplicación de las medidas para control de emisión de material particulado. - Registro de instrucción a los operadores de las maquinarias sobre la detención de motores cuando no estén siendo utilizadas.** - Registro de mantenimiento de maquinaria, en el que conste: Fecha, hora y empresa contratista encargada.** - Registro de entrada y salida de camiones con carga cubierta, en el que conste: Fecha, hora y empresa contratista.** - Contrato operación humectación de caminos.*** - Registro de adquisición de agua para humectación. - Revisión y registro de cumplimiento por parte de encargado de oficina de calidad, seguridad y medio ambiente (CASEM).*** - Catastro de vehículos y fechas de respectivas revisiones técnicas y mantenciones.***
<p>DS N.º 4/1994</p>	<p><i>Normas de emisión de contaminantes aplicables a los vehículos motorizados y fija los procedimientos para su control</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión técnica al día y, cuando corresponda, vehículos con convertidor catalítico, tanto propios como de contratistas, durante todas las fases del Proyecto
<p>DS N.º 54/1994</p>	<p><i>Normas de emisión aplicables a Vehículos motorizados medianos</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Certificados de emisión de contaminantes de vehículos disponibles para fiscalización - Autoadhesivos legibles en vehículos motorizados.
<p>DS N.º 55/1994</p>	<p><i>Establece normas de emisión de contaminantes aplicables a los vehículos motorizados pesados.</i></p>	
<p>DS N.º 211/1991</p>	<p><i>Norma sobre emisiones de vehículos motorizados livianos</i></p>	
<p>DS N.º 279/1983</p>	<p><i>Reglamento para el control de emisiones de</i></p>	

	<i>contaminantes de vehículos motorizados de combustión interna</i>	
DS N.º 149/2007	<i>Establece norma de emisión de NO, HC y CO para el control del NOx en vehículos en uso, de encendido por chispa (ciclo Otto), que cumplen con las normas de emisión establecidas en el D.S. N.º 211 de 1991 y D.S. N.º 54, de 1994</i>	Registro de Mantenciones de los Vehículos
Planes de Prevención de Descontaminación Ambiental según el territorio de emplazamiento del proyecto		Indicadores de cumplimiento extras según el PPDA correspondiente

Ruido

Identificación de la norma relacionada	Indicador de Cumplimiento Ambiental
DS N.º 38/2011 <i>Norma de emisión de ruidos generados por fuentes</i>	<ul style="list-style-type: none"> - El proyecto cumplirá con los límites establecidos en esta norma de emisión en todas las fases del proyecto - Una vez que se implemente la medida de control de ruido propuesta, se llevará un registro fotográfico, el cual estará disponible en instalación de faenas. - Informe de los monitoreos mensuales a la SMA.*



Residuos

Componente Ambiental que identifica al subconjunto de materias asociadas a la generación y gestión de residuos (sólidos y líquidos) asimilables a domiciliarios (RDS), industriales no peligrosos (RSINP), residuos peligrosos (RESPEL) y sustancias peligrosas.

Residuos

Identificación de la norma relacionada	Indicador de Cumplimiento Ambiental
DS N.º 594/1999 <i>Reglamento sobre condiciones sanitarias</i>	- Se mantendrán los registros de transporte y disposición de los residuos generados, así como autorización sanitaria de los sectores de

	<i>básicas en los lugares de trabajo</i>	<p>almacenamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> - Registro de mantenciones a los baños químicos - Autorización sanitaria de empresa encargada de realizar el manejo de los baños químicos, además del retiro y manejo de los residuos provenientes de estos. - Autorización de SEREMI de Salud de las bodegas. - Contrato con empresa de transporte y disposición final. - Tramitación y aprobación del Permiso Ambiental Sectorial contenido en el artículo 140 y 142 del Reglamento del SEIA. - El 100% de los trabajadores contará con elementos de protección personal (EPP) auditivos.
DS N.º 1/2013	<i>RETC Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes</i>	Comprobante de carga de información a RETC
Res Ext N.º 1.139/2013 (derogada por Res. Ext N.º 144/2020)	<i>Aprueba Norma Básica para la implementación de modificación al Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes RETC</i>	<p>Comprobante de carga de información a RETC</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ingreso al Sistema de Ventanilla única - Obtención de identificados y contraseña, declarando las emisiones pertinentes - Registro de conste la realización de la declaración
Ley N.º 20.879/2015	<i>Sanciona el transporte de desechos hacia vertederos clandestinos</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Contrato o certificado con empresa o municipio dueño de sitio de disposición final autorizado. - Contrato o certificado con empresa autorizada de transporte de residuos. - Registros de recepción de residuos por parte de empresa encargada de disposición final.
DS N.º 6/2009	<i>Aprueba Reglamento sobre Manejo de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud (REAS)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Almacenamiento temporal de los residuos cortopunzantes en un contenedor especial para estos fines, debidamente identificado - Registro actualizado de los residuos cortopunzantes enviados a disposición final - Autorización sanitaria de la empresa que realice el retiro y manejo de los residuos de la sala de primeros auxilios

Residuos Sólidos

Identificación de la norma relacionada		Indicador de Cumplimiento Ambiental
DFL N.º 725/1967	<i>Código Sanitario</i>	- Obtención de los Permisos para la construcción y funcionamiento de los sitios destinados al almacenamiento transitorio de residuos sólidos,

		<p>tanto RSD y RSINP durante la fase de construcción, operación y cierre, otorgados por la SEREMI de Salud respectiva. (Resoluciones Sanitarias aprobadas)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Almacenamiento temporal de los residuos sólidos en los sitios habilitados para ello durante la Construcción, Operación y Cierre - Ausencia de acopios de residuos en sitios no autorizados (verificación mediante inspecciones del personal) - Autorización sanitaria de la empresa que realice el retiro y manejo de RSINP y de RSD
DFL N.º 1/1990	<i>Determina materias que requieren autorización sanitaria expresa</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Permiso para la operación de las instalaciones para los residuos sólidos asimilables a domiciliarios. - Permiso para la operación de sitios de almacenamiento de residuos industriales no peligrosos. - Permiso para los sectores de disposición temporal de residuos. - Registro de las autorizaciones sanitarias de funcionamiento de los sitios de almacenamiento temporal. - Registro de los residuos que son almacenados en las distintas fases del Proyecto. - Registro del retiro de residuos para ser transportados al sitio de disposición final por empresas con autorización sanitaria correspondiente. - Registro de la autorización sanitaria de la empresa que realizará el retiro, transporte y disposición final de los residuos. - Registros de la disposición final en sitio autorizado.
Ley N.º 20.920/2016	<i>Ley REP Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Comprobante de carga de información a RETC en la que se verificará la entrega de los residuos antes mencionados a un gestor autorizado - Comprobante de ingreso de la información a RETC - Registro de la realización de la declaración
DS N.º 12/2021	<i>Establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas a envases y embalajes</i>	El indicador de cumplimiento será el registro del retiro de los residuos por un gestor autorizado para el tratamiento de residuos.
NCh N.º 3562	<i>Gestión de residuos – Residuos de</i>	- Antecedentes de los gestores (autorizaciones de las instituciones pertinentes)

<p><i>construcción y demolición (RCD) – Clasificación y directrices para el plan de gestión</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Certificados de tratamiento de residuos (valorización y disposición final) - Plan de gestión de RCD y sus registros - Tabla resumen de la gestión de los RCD de la obra, por etapas de construcción, indicando las cantidades por tipo de residuo y su tratamiento (valorización o disposición final) - Registro de capacitación al personal sobre la gestión de RCD
---	---

Residuos Líquidos

Identificación de la norma relacionada		Indicador de Cumplimiento Ambiental
<p>DFL N.º 725/1967</p>	<p><i>Código Sanitario</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Autorización Sanitaria de empresa encargada de realizar el manejo de los baños químicos - Autorización Sanitaria de la PTAS aprobadas por la Autoridad Sanitaria - Autorización de la empresa que realice el retiro y manejo de los residuos provenientes de los baños químicos - Registro de contrato y autorización sanitaria de la empresa proveedora de baños químicos, retiro y manejo de las aguas servidas. - Registro de mantenciones de baños químicos, con respaldo de la gestión de residuos. - Antecedentes Permiso Ambiental Sectorial contenido en el artículo 138 del Reglamento del SEIA.
<p>DS N.º 90/2000</p>	<p><i>Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de monitoreo.
<p>DS N.º 46/2002</p>	<p><i>Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Infiltración de las aguas servidas tratadas mediante fosa séptica y posteriormente conducidas a un pozo absorbente.
<p>DS N.º 75/2004</p>	<p><i>Modifica DS N.º 236/1926 - Reglamento general de alcantarillados partículas, fosas sépticas, cámaras filtrantes, cámaras</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Obtención de los permisos sectoriales 138, correspondiente a la solicitud de sistema de tratamiento de aguas servidas con PTAS y fosa séptica, para la fase de operación del proyecto - Se mantendrá en obra los registros con las autorizaciones sanitarias de la empresa encargada de la mantención, retiro y disposición

<i>de contacto, cámaras absorbentes y letrinas domiciliarias</i>	final de los residuos provenientes de los baños químicos - Se mantendrá en obra los registros del retiro y la disposición final de los lodos en sitios autorizado y las autorizaciones sanitarias de funcionamiento de los sistemas particulares
--	---

Residuos Peligrosos

Identificación de la norma relacionada	Indicador de Cumplimiento Ambiental
DS N.º 148/2003 <i>Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Obtención de los Permisos para la construcción y funcionamiento sitio de almacenamiento de residuos peligroso durante la fase de construcción - Almacenamiento temporal de los residuos peligrosos en bodega habilitada para ello durante la construcción - Retiro actualizado de los residuos peligrosos almacenados y de los enviados a disposición final - Ausencia de acopios de RESPEL en sitios no autorizados (verificación mediante inspecciones del personal) - Autorización sanitaria de la empresa que realice el retiro y manejo de RESPEL - Declaración de Residuos Peligrosos (RETC) - Registro actualizado de los residuos peligrosos almacenados y de los enviados a disposición final. - Se mantendrán registros de la salida a disposición final.*** - Se mantendrá un registro de las facturas y/o guías de despacho de los residuos sólidos expedidos del Proyecto. Copias de SIDREP en caso de que aplique.***

Sustancias Peligrosas

Identificación de la norma relacionada	Indicador de Cumplimiento Ambiental
DS N.º 298/1994 <i>Reglamento de Transporte de cargas peligrosas por calles y caminos</i>	<ul style="list-style-type: none"> - El titular dará cumplimiento a los requisitos de transporte indicados en el presente decreto a las que se refiere la Norma Chilena Oficial NCh 2190.0f93, con especial atención en los puntos 5 a 9 de la norma citada. - Las etiquetas deberán ser de una longitud mínima del lado del cuadrado de 100 mm. El

	<p>etiquetado debe ser resistente a la acción del tiempo, de modo que no se decoloren aun cuando se mantengan expuestas a condiciones adversas. Con ello se espera que al momento de transportarse o ser manipuladas, estas puedan ser claramente visibles.</p>
<p>DS N.º 160/2008</p> <p><i>Aprueba Reglamento de Seguridad para las Instalaciones y Operaciones de Producción y Refinación, Transporte, Almacenamiento, Distribución y Abastecimiento de Combustibles Líquidos</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Inscripción en la SEC del estanque y camiones surtidores - Registro de abastecimiento de combustible al estanque - Registro de abastecimiento de combustible a los camiones surtidores, por parte de la empresa externa autorizada - Certificado de la SEC de los camiones tanques. - Registro de abastecimiento de combustible a los camiones cisterna, por parte de la empresa autorizada. - Libro de vida estanque de combustible. Inscripción SEC. - Dadas las características del Proyecto, se abastecerá de petróleo, a través de estaciones de combustible autorizadas.**
<p>DS N.º 43/2015</p> <p><i>Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Autorización de almacenamiento de sustancias peligrosas por parte de la autoridad sanitaria de las instalaciones que permanecerán en las oficinas a modo de respaldo en caso de posibles fiscalizaciones - Registro de transporte de sustancias peligrosas, llevados a cabo por empresas autorizadas - La bodega SUSPEL dispondrá con hojas de seguridad y plan de emergencia en caso de derrames. - Registros de transporte de sustancias peligrosas, llevados a cabo por empresas autorizadas. - Registros de almacenamiento de las sustancias peligrosas, en bodega SUSPEL cumpliendo con normativa vigente. - Procedimientos de operación de la bodega.* - Registro de capacitaciones al personal asignado.* - Plan de Emergencia (Aviso a jefe de operación y brigadas de emergencia), evacuaciones, control de eventos - Presencia de un sistema de control de derrames *** - Presencia de extintores en buen estado*** - Presencia de hojas de seguridad***

Res. Ext N.º 359/2005	<i>Aprueba Documento de Declaración de Residuos Peligrosos</i>	Documento electrónico de declaración de residuos peligrosos.
Res. Ext N.º 499/2006	<i>Aprueba Documento Electrónicos de Declaración de Residuos Peligrosos</i>	



Biodiversidad

Componente Ambiental que identifica al subconjunto de materias asociadas al recurso biológico, la biodiversidad en todas sus fases, flora, vegetación, fauna y suelo.

Recursos Naturales

Identificación de la norma relacionada		Indicador de Cumplimiento Ambiental
DS N.º 3.557/1981	<i>Establece Disposiciones sobre Protección Agrícola</i>	- Cláusula en contrato con proveedores que exija el uso de madera certificada - Se mantendrá un registro de los documentos que certifiquen las condiciones de los embalajes utilizados.
Res. Ex. N.º 133/2005	<i>Establece regulaciones cuarentenarias para el ingreso de embalajes de madera</i>	- Se contará con todas las autorizaciones asociadas al almacenamiento, retiro y disposición final de residuos que se serán generados por el Proyecto
Ley N.º 2.565/1979	<i>Sustituye Decreto Ley 701, de 1974, que somete los terrenos forestales a las disposiciones que señala</i>	Documento Plan de manejo corta y reforestación de bosques nativos para ejecutar obras civiles, para efecto del Artículo 21o, Ley 20.283; aprobado por CONAF y presentado por el propietario del predio.
DS N.º 430/1992	<i>Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la ley N°18.892, de 1989 y sus modificaciones, ley general de pesca y acuicultura</i>	Prohíben y sancionan la introducción en el mar, ríos, lagos o cualquier otro cuerpo de agua, agentes contaminantes químicos, biológicos o físicos que causen daño a los recursos hidrobiológicos. Así como la realización de actividades de introducción, investigación, introducción, investigación, cultivo o comercialización con organismos genéticamente modificados sin contar con la autorización respectiva. - Registros documentales de la capacitación realizada

Flora

Identificación de la norma relacionada		Indicador de Cumplimiento Ambiental
Ley N.º 20.283 DS N.º 93/2008 Reglamento General R.E. N.º 158/2012 CONAF	<i>Ley sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal</i>	El Titular exigirá a sus contratistas y operarios que establezcan e implementen procedimientos para la protección de la diversidad biológica. Para el cumplimiento de esto se contará con un registro de capacitaciones
DS N.º 366/1944	<i>Permiso de Explotación de Quillay y Otras Especies</i>	

Fauna

Identificación de la norma relacionada		Indicador de Cumplimiento Ambiental
DS N.º 5/1998	<i>Reglamento de la ley de caza</i>	Establecimiento de reglamento para los trabajadores del Proyecto.
Ley N.º 19.473/1996	<i>Sustituye texto de la Ley N.º 4.601, sobre Caza, y su Reglamento, contenido en el DS N.º 5/1998, modificado por el DS N.º 53/2003</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Realización de charlas sobre prevención y cuidados de fauna silvestre. - Registro de capacitaciones a todas las cuadrillas de trabajo sobre la prohibición de perturbar, cazar y recolectar especies de la fauna silvestre o nidos durante todas las fases del Proyecto - Aviso a la SMA ante ocurrencia de eventos, según indica el Plan de Contingencia y Emergencia. - Coordinar las acciones directamente con un Centro de Rescate y/o Rehabilitación inscrito en el Registro Nacional de Tenedores de Fauna Silvestre (RNTFS) - Registro de implementación de señaléticas en caminos de acceso al proyecto*** - Contratos con cláusulas especiales sobre cuidado de flora y fauna.***
DS N.º 29/2011	<i>Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación</i>	<p>Atención a la actualización de listas de especies con categorías de conservación e implementación de las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacitación relacionada con las especies incorporadas (fase de construcción). - Registro de Capacitaciones

Indicadores de cumplimiento que salieron de la revisión para la Región de Antofagasta (*), Metropolitana (**) y Maule (***)

Permisos Ambientales y Permisos Ambientales Sectoriales (PAS) involucrados en el proceso de Evaluación Ambiental de las Centrales Fotovoltaicas

Según el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, existen permisos de carácter exclusivo ambiental y permisos ambientales sectoriales mixtos que implicarán el trabajo con organismos sectoriales con competencias ambientales para su gestión. La obligación de tramitar alguno de estos permisos estará condicionado a las atribuciones propias del lugar de emplazamiento del proyecto como lo son cauces, bosque nativo, lugares de carácter patrimonial, etc. Es evidente que en los análisis realizados a las RCA del norte del país se repetía el PAS 132, como en el sur comenzaba la aparición de la evaluación del PAS 146, 148 o 156, asociados a Fauna, Flora y Cauces de agua, esto correlacionado a los atributos del territorio.

Dentro de los Permisos de carácter ambiental exclusivo que podría implicar una evaluación y posible gestión en la construcción de una central fotovoltaica son los siguientes:

Tabla 11 Permisos Ambientales de carácter Ambiental Exclusivo.

Artículo RSEIA	Contenido
Artículo 120	Permiso para iniciar trabajos de construcción, excavación, o para desarrollar actividades que pudieran alterar el estado natural de un Santuario de la Naturaleza.
Artículo 127	Permiso para la corta y destrucción del Alerce - <i>Fitzroya cupressoides</i> (Mol.) Johnston.
Artículo 128	Permiso para la corta o explotación de ejemplares vivos de la especie Pehuén - <i>Araucaria araucana</i> (Mol.) K. Koch.
Artículo 129	Permiso para la corta o explotación de Queule - <i>Gomortega keule</i> (Mol.) Baillon-, Pitao - <i>Pitavia punctata</i> (Mol.)-, Belloto del Sur - <i>Beilschmiedia berteriana</i> (Gay) Kostern-, Ruil - <i>Nothofagus alessandrii</i> Espinoza-, Belloto del Norte - <i>Beilschmiedia miersii</i> (Gay) Kostern.

Fuente: Elaborado a partir de DS N.º 40/2012.

Por otro lado, respecto a los Permisos Ambientales Sectoriales que deberán gestionarse de acuerdo a las atribuciones del polígono y territorio del proyecto serán:

Tabla 12 Permisos Ambientales Sectoriales en Proyectos Solares Fotovoltaicos

OAECA	PAS	Contenido
CMN	132	Permiso para hacer excavaciones de tipo arqueológico, antropológico y paleontológico.
SEREMI SALUD	138	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza.
SEREMI SALUD	140	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación,

		selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase.
SEREMI SALUD	142	Permiso para todo sitio destinado al almacenamiento de residuos peligrosos.
SAG	146	Permiso para la caza o captura de ejemplares de animales de especies protegidas para fines de investigación, para el establecimiento de centros de reproducción o criaderos y para la utilización sustentable del recurso.
CONAF	148	Permiso para corta de bosque nativo.
CONAF	149	Permiso para la corta de plantaciones en terrenos de aptitud preferentemente forestal.
CONAF	150	Permiso para la intervención de especies vegetales nativas clasificadas de conformidad con el artículo 37 de la Ley N.º 19.300, que formen parte de un bosque nativo, o alteración de su hábitat.
CONAF	151	Permiso para la corta, destrucción o descepado de formaciones xerofíticas.
CONAF	152	Permiso para el manejo de bosque nativo de preservación que corresponda a ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país.
CONAF	153	Permiso para la corta de árboles y/o arbustos aislados ubicados en áreas declaradas de protección.
DGA	155	Permiso para la construcción de ciertas obras hidráulicas.
DGA	156	Permiso para efectuar modificaciones de cauce.
MINVU, SAG y DOM	160	Permiso para subdividir y urbanizar terrenos rurales o para construcciones fuera de los límites urbanos.
MINVU	161	Calificación de instalaciones industriales y de bodegaje.

Fuente: Elaborado a partir de DS N.º 40/2012.

Relevancia de algunas Materias para Proyectos Fotovoltaicos

En la siguiente sección se profundizará en algunas materias relevantes, dada la comprobación empírica de ciertas falencias detectadas en la construcción de parques solares fotovoltaicas, ligados principalmente al nexo entre la comunidad y los titulares de proyectos, el uso de suelo y el permiso de construcción, la escasa información sobre el manejo de flora y fauna silvestre, junto a la gestión de residuos enfocando la mirada a los módulos solares fuera de uso.

Suelo

El suelo es una materia con el cual se debe ser cauteloso, vimos con anterioridad que es el principal impacto ambiental que poseen las centrales fotovoltaicas debido al uso extensivo y modificación superficial del mismo. Según la FAO (la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) el Suelo aporta diferentes servicios ecosistémicos que permiten la vida en la Tierra, entre éstos se encuentra el suministro de alimentos, fibras y combustibles, la retención del carbono, la purificación del agua, el hábitat de las especies y la reducción de contaminantes del suelo, entre muchos otros que son representados en la siguiente figura.



Figura 47 Infografía - Los Suelos aportan Servicios Ecosistémicos que permiten la Vida en la Tierra, Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2015)

Centrándonos inicialmente con que el suelo es la base para las infraestructuras humanas, para un proyecto a ubicarse a las afueras del límite urbano de la comuna, según el DS N.º 47/1992 que fija el nuevo texto de la Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), en su Artículo 2.1.19 La división de predios rústicos que se realicen de acuerdo al DL N.º 3.516/1980 y las subdivisiones, urbanizaciones y edificaciones que autoriza el artículo 55 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones, se someterán según, inciso 4º *“Para las construcciones industriales, de equipamiento, turismo y poblaciones, fuera de los límites urbanos, que no contemplen procesos de subdivisión, se solicitará la aprobación correspondiente de la Dirección de Obras Municipales, previo informe favorable de la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo respectiva y del Servicio Agrícola y Ganadero.”*

Lo anterior vincula el PAS160 con la obtención del IFC (Informe Favorable de Construcción) que lo debe emitir la DOM, previo informe favorable del MINVU y SAG.

Según la División de Desarrollo Urbano (DDU) del MINVU, en su circular general N.º 455 publicado en Enero de 2021 que Informa, recapitulativamente, sobre los pronunciamientos emitidos por la División de Desarrollo Urbano respecto del artículo 55 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones y del Decreto Ley N.º 3.516 de 1980, y complementa las instrucciones en ellos contenidas. Para que el MINVU emita un informe favorable, la SEREMI de Vivienda y Urbanismo, deberá verificar que dentro de los antecedentes del proyecto se indique la forma en que se dará cumplimiento a la condición de acceso descrita en el inciso primero artículo 2.2.4 Bis de la OGUC: *“Tratándose de proyectos aprobados en el área rural conforme al artículo 55 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones desvinculados de la vialidad existente, será obligatorio que éstos se conecten con al menos una vía pública. En estos casos los estándares mínimos de las obras de urbanización de la vía de conexión, dentro y/o fuera del predio, será pavimento en tierra debidamente estabilizado y compactado, con una solución para la evacuación de aguas lluvia. La conexión mencionada podrá ser una servidumbre de tránsito.*

Estos proyectos deberán ejecutar las mitigaciones determinadas por el respectivo Informe de Mitigación de Impacto Vial, en los casos que proceda, conforme al artículo 1.5.1. de esta Ordenanza.”

Por su parte la DOM luego de recibir el informe favorable emitido desde la SEREMI de Vivienda y Urbanismo, deberá verificar que el solicitante haya indicado la forma que dará cumplimiento a las obligaciones del inciso primero del art. 2.2.4. Bis, en los casos que corresponda, y luego, en la recepción final, verificar que se haya dado cumplimiento a dichas obligaciones. Pero para que la DOM emita el IFC aprobado, además deberá considerar el informe emitido desde el SAG.

El SAG por su parte evaluará al proyecto para ejecutar construcciones ajenas a la agricultura siempre que se cumplan las condiciones señaladas en la normativa y que no se produzcan actividades incompatibles o nocivas para la agricultura de una zona determinada. Una vez presentada la documentación ante el SAG junto a la solicitud del IFC, funcionarios del SAG concurrirán al predio en el que se pretende realizar el proyecto, procediendo a determinar la capacidad de uso del suelo a través de la evaluación de un número de calicatas previamente definido e informado al solicitante. El SAG analizará las condiciones del entorno predial, la vocación agropecuaria del predio y toda información que sea necesaria para evaluar si es factible o no realizar el proyecto de construcción en el lugar pretendido. Con estos antecedentes y la información complementaria pertinente los funcionarios elaborarán un informe técnico en forma posterior a la visita predial. Este informe considerará como suelos de alta prioridad agrícola los clasificados en las categorías I, II y III; y eventualmente IV y VI en aquellas regiones o áreas en donde tal categoría sea prioritaria. La prioridad agrícola de los suelos atiende a las mejores propiedades y aptitudes para la producción alimentaria y el desarrollo de funciones ecológicas de los suelos, de por sí, escasos (Servicio Agrícola y Ganadero, 2022). El Anexo 10 – Clases de Capacidad de Uso de Suelos en función de los Criterios de Clasificación (SAG, 2011) muestra una tabla con la clasificación de usos de suelo por la categorización y análisis de los mismos bajo criterios de aproximación, definición y especiales.

Resumiendo la obtención del Informa Favorable de Construcción (IFC), se debe realizar sectorialmente cuando el proyecto en cuestión no ingresó a evaluación de impacto ambiental (esto para proyectos menores a 3, para Consultas de Pertinencia), ya que el PAS160 que fue evaluado en la DIA, en el proceso de evaluación del SEIA ya considera el paso del trámite evaluado por los organismos sectoriales, es más, la DDU 455/2021 dice que: *“Tratándose de permisos ambientales sectoriales de contenidos únicamente ambientales, la Resolución de Calificación Ambiental favorable dispondrá su otorgamiento por parte de los órganos de la Administración del Estado con competencia ambiental, bajo las condiciones o exigencias que en la misma se expresen. Para estos efectos, bastará que el titular del proyecto o actividad exhiba la Resolución de Calificación Ambiental para que el organismo competente otorgue el permiso sin más trámite. Si la Resolución de Calificación Ambiental es desfavorable, dichos órganos quedarán obligados a denegar tales permisos”*.

El SAG solo emitirá un informe favorable en el caso de que el proyecto se ubique en suelo de categoría mayor a III, para el caso de proyectos que hayan entrado a evaluación ambiental y se encuentren en categoría menor, pueden presentarse compromisos ambientales voluntarios para “impactos no significativos por pérdida temporal de uso agrícola de suelos productivos” que posibilita generar medidas de mitigación, de restauración o de compensación que permitan mejorar las características productivas de un suelo cercano. Mediante la emisión de este Compromiso Ambiental Voluntario es posible que el SAG se pronuncie favorablemente en el proceso de evaluación ambiental, ya que según lo que dice el SAG “si el suelo es de alta productividad y vocación agrícola, y tiene una superficie de 1 ha, es altamente probable que sectorialmente se rechace” (SAG, 2020) y esto es lo que comúnmente ocurre para proyectos menores a 3 MW emplazados en suelos de categoría III o menos.

Es fundamental que en el proceso de desarrollo de ingeniería de la central fotovoltaica se considere la categoría de suelo en la que se emplazará el proyecto, inicialmente ocupando información geográfica como la disponible en la Infraestructura de Datos Espaciales del Minagri, pero realizando de todas formas pruebas en terreno para clasificar el tipo de suelo según las guías del Servicio Agrícola y Ganadero.

Flora y Vegetación.

Las autoridades administrativas en Chile para la Fauna Terrestre es el SAG, para la Flora Terrestre lo es CONAF y para la Fauna Hidrobiológica es SERNAPESCA (Servicio Agrícola Gadero, Chile, 2022).

Sin embargo, a través del SAG se pueden tramitar los permisos de Corte, explotación, descepado y traslado de Palma Chilena, y de Quillay, pero según la Guía de Evaluación Ambiental: Componente Vegetación y Flora Silvestre de Competencia del SAG (Servicio Agrícola y Ganadero, 2021) las competencias del SAG en el marco de la Evaluación Ambiental del SEIA considera los siguientes grupos del *Reino Plantae*:

- a) Briófitas: Plantas terrestres no vasculares.

- b) Pteridófitas: Plantas vasculares que dispersan las esporas.
- c) Gimnospermas: Plantas vasculares y espermatofitas, productoras de semillas.
- d) Angiospermas: plantas con flores o plantas florales, que son las plantas con semilla cuyas flores tienen verticilos o espirales ordenados de sépalos, pétalos, estambres y carpelos

En dicha guía se menciona que los titulares de proyectos deben presentar un listado con las especies que potencialmente se distribuyen en el área de influencia del proyecto, pero que esto no es obligatorio y por lo tanto no es exigido por el evaluador en el proceso de evaluación, aun así ocasionalmente se presentan aproximaciones Bibliográficas.

El orden de prioridad del estado de conservación de las especies que maneja el SAG es el siguiente:

- Listados oficiales basados en el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE).
- Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile, de 1989, CONAF (Arbustivas, Bromeliáceas).
- Boletín N°47, de 1998, del Museo Nacional de Historia Natural (Cactáceas, Bulbosas, Pteridofitas).

Por su parte CONAF, en su Guía de Evaluación Ambiental – Criterios para la participación de CONAF en el SEIA (Corporación Nacional Forestal, Chile, 2020) presenta los lineamientos técnicos y jurídicos para la elaboración y emisión de pronunciamientos fundados en el proceso de evaluación del SEIA. CONAF posee competencias ambientales para los PAS de los artículos 127, 128, 129, 148, 149, 150, 151, 152 y 153, además posee atribuciones legales asociadas a la protección de recursos forestales, formaciones xerofíticas nativas, la preservación del bosque nativo y áreas silvestres protegidas, el uso y manejo de recursos forestales y formaciones xerofíticas y/o la fiscalización del cumplimiento de las normas y condiciones en base a las cuales se dicta la resolución de calificación de un proyecto o actividad.

Los anexos de esta última guía mencionada contiene la competencia ambiental detallada de CONAF en el marco del proceso de Evaluación en el SEIA, así como los planes de medidas de mitigación, reparación y compensación ambiental, listado de áreas silvestres protegidas administradas por CONAF, listado de humedales para efectos de la Ley N.º 20.283, Humedales RAMSAR de responsabilidad de CONAF, entre otros documentos de interés.

Fauna

La Guía de Evaluación Ambiental: Componente Fauna Silvestre (Servicio Agrícola y Ganadero, Chile, 2019) menciona que los proyectos ingresados al SEIA mediante DIA o EIA deberían incluir una descripción detallada de obras, acciones y actividades del proyecto que puedan generar efectos adversos sobre el recurso natural Fauna Silvestre

en cualquiera de sus etapas, al igual que para el componente Vegetación, las Líneas Base con información previa son muy relevantes para la caracterización de los atributos del terreno de un proyecto, el fin es que mediante una aproximación bibliográfica se genere un catálogo de fauna silvestre y al igual que en el caso anterior no corresponde a un requisito obligatorio de presentación.

Algunos de los impactos ambientales sobre el componente Fauna Silvestre que presenta la guía son:

- a) Destrucción o pérdida de hábitat
- b) Fragmentación de hábitat
- c) Pérdida de fauna
- d) Introducción de especies exóticas

Uno de los siete criterios de evaluación del SAG es el ruido generado por las obras, donde se utiliza como referencia un máximo de 85 dB para no generar efectos sobre la fauna silvestre, referenciado desde el documento de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos: *"Effects of Noise on Wildlife and Other Animals"* (EPA, 1971).

El Listado oficial basado en el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación (RCE), mencionado anteriormente considera la clasificación de especies vegetales, de flora y fauna actualizado a Mayo de 2022.

Condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo

El DS N.º594/2000 es el reglamento que establece las condiciones sanitarias y ambientales básicas que deberá cumplir todo lugar de trabajo, presenta los límites permisibles de exposición ambiental a agentes químicos y físicos. En sus Títulos II y III expone sobre el saneamiento básico de los lugares de trabajo y sobre las condiciones ambientales respectivamente, condiciones fundamentales que deben llevarse a cabo en las faenas de construcción de los parques fotovoltaicos y que son fiscalizadas y controladas por el servicio de salud.

- **Provisión de Agua Potable:** Todo lugar de trabajo debe contar con agua potable destinada al consumo humano y necesidades básicas de higiene y aseo personal, toda instalación deberá cumplir con las disposiciones legales vigentes sobre la materia. El sistema de abastecimiento debe cumplir con los requisitos físicos, químicos, radiactivos y bacteriológicos reglamentados. La dotación de agua mínima es de 100 litros por persona al día, pero en algunas circunstancias la autoridad sanitaria puede autorizar una dotación de 30 litros al día por trabajador.
- **Disposición de Residuos Industriales Líquidos y Sólidos:** La acumulación, tratamiento y disposición final de residuos industriales dentro del predio industrial, local o lugar de trabajo, deberá contar con la autorización sanitaria (tramitación de PAS 140 y 142 para RCA o su símil para parques con RCP), al igual que toda empresa que realice tratamiento o disposición final de residuos industriales.

- Servicios higiénicos y Evacuación de aguas servidas: Todo lugar de trabajo estará provisto de servicios higiénicos, que dispondrán como mínimo de excusado y lavatorio, cuando la naturaleza del trabajo implique contacto con sustancias tóxicas o cauce suciedad corporal, deberá disponerse de duchas con agua fría y caliente. Es deber del empleador provisionar un buen estado de funcionamiento, disponer de jabón líquido, sistemas higiénicos desechables y papel higiénico. El artículo 23 presenta el número mínimo de artefactos por número de trabajadores, el artículo 24 menciona que en *“aquellas faenas temporales en que por su naturaleza no sea materialmente posible instalar servicios higiénicos conectados a una red de alcantarillado, el empleador deberá proveer como mínimo una letrina sanitaria o baño químico, cuyo número total se calculará dividiendo por dos la cantidad de excusados indicados en el inciso primero del artículo 23”*. Los servicios higiénicos no podrán estar a más de 75 metros del área de trabajo. Las aguas servidas de carácter doméstico deberán ser conducidas a alcantarillado público o disponerlas por medios de sistemas o plantas particulares en conformidad a los reglamentos específicos (tramitación de PAS138 en faenas de construcción de parques con RCA o su permiso similar para parques con RCP ante la autoridad sanitaria).

Tabla 13 Número mínimo de artefactos higiénicos en lugares de trabajo.

N.º de personas que laboran por turno	Excusados con taza de WC	Lavatorios	Duchas
1 - 10	1	1	1
11 - 20	2	2	2
21 - 30	2	2	3
31 - 40	3	3	4
41 - 50	3	3	5
51 - 60	4	3	6

Fuente: Adaptado del DS N.º 594/2000.

- Lo referente al almacenamiento de sustancias peligrosas se rige por el DS N.º 43/2015 MINSAL – Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas, por su parte el DS N.º 57/2021 – Aprueba el Reglamento de Clasificación, Etiquetado y Notificación de Sustancias Químicas y Mezclas Peligrosas. Entre las condiciones que se deben cumplir para el almacenamiento, son que la bodega cumpla con lo establecido en la OGUC, contar con las hojas de seguridad de los productos según lo establecido en la NCh 2245/2003, disponer de un plan de emergencia y capacitar a todo el personal que manipule estas sustancias peligrosas (SUSPEL), todo SUSPEL debe estar etiquetado según lo establecido en su reglamento. Para estanques de almacenamiento de combustibles se debe cumplir lo establecido en el DS N.º 160/2008.

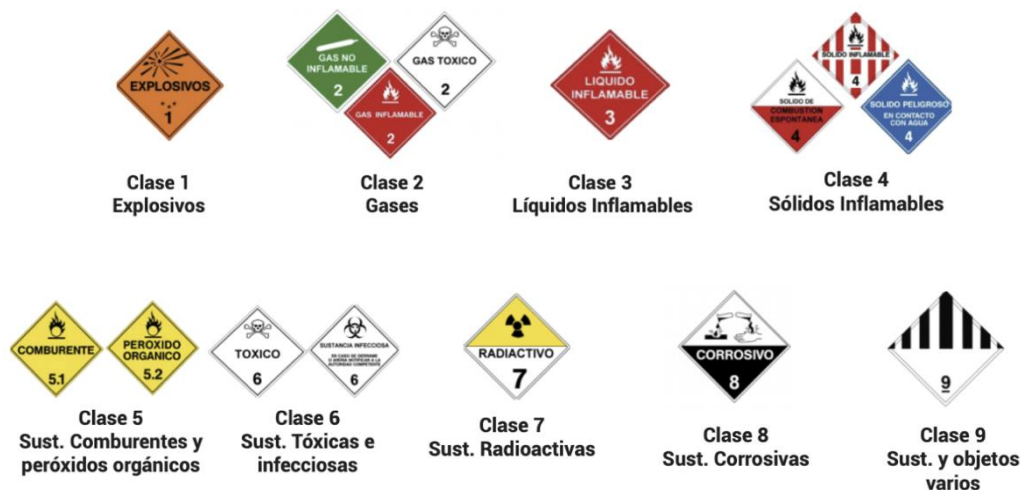


Figura 48 Clasificación de las Sustancias Peligrosas.

Todo pictograma de peligro, con su símbolo, elemento gráfico, contornos, colores que sirvan para la transmisión de información específica sobre el peligro en cuestión esta normado según la NCh N.º 2190/2003 Transporte de sustancias peligrosas – Distintivos para identificación de riesgos. Algunas de las sustancias peligrosas que suelen utilizarse en obra se despliegan a continuación:

Tabla 14 Listado de Sustancias Peligrosas comúnmente utilizadas en obras de construcción de parques fotovoltaicos.

Tipo de Sustancia	Clasificación
Impermeabilizante	Clase 3 – Líquidos Inflamables
Combustible Líquido	
Diluyente	
Pintura Líquida	
Adhesivos Varios	
Desmoldante	
Espuma Poliuretano	Clase 8 - Corrosivo
Puente Adherente	
Aceites Lubricantes	Clase 9 – Sustancias Varias

Fuente: Elaborado a partir de RCA analizadas del SEIA.

- Respecto a la exposición ultravioleta de origen solar se considera expuestos a radiación UV aquellos trabajadores que ejecutan labores sometidos a radiación solar directa en días entre el 1º de septiembre y el 31 de marzo, o un índice UV igual o mayor a 6 en cualquier época del año. Es deber del empleador realizar la gestión del riesgo a la radiación UV adoptando medidas de control, entre ellas informar respecto a la exposición y riesgos asociados, publicar diariamente en algún lugar visible el índice UV señalado por la Dirección Meteorológica de Chile, tomar entre otras medidas como lo son el diseño de ingeniería de las obras, tomar medidas administrativas y entregar los elementos de protección personal (EPP) acorde.

Residuos

Además de las condiciones para los residuos generados en obras según el DS N.º 594/2000, el código sanitario (DFL N.º 725/1967) expresa lo siguiente en su Libro III de la Higiene y Seguridad del ambiente y de los lugares de trabajo, Título II de la Higiene y Seguridad del Ambiente, Párrafo I de las Aguas y de sus Usos Sanitarios, artículo 71º respecto a las aguas *“Corresponde al Servicio Nacional de Salud aprobar los proyectos relativos a la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la provisión o purificación de agua potable de una población, y la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza y residuos industriales o mineros”,* y respecto a los residuos *“Corresponde al Servicio Nacional de Salud autorizar la instalación y vigilar el funcionamiento de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase”.* Esto vincula que los servicios de provisión de agua potable deben tener autorización sanitaria, al igual que la tercerización de retiro de aguas servidas y recolección de residuos, tanto para su transporte como su disposición final y necesariamente todo espacio destinado a acumulación temporal de residuos no peligrosos y peligrosos del proyecto también debe tener su respectiva autorización sanitaria.

En el año 2005, se aprobó la implementación del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) como una herramienta de gestión ambiental reconociendo el derecho de saber de la ciudadanía respecto a la información consagrado en el Principio 10 de la Agenda 21 de la ONU, esto también dado que las últimas décadas, el crecimiento económico del país provocó una alta contaminación ambiental principalmente en los centros urbanos (Ministerio del Medio Ambiente - Chile, 2022). El RETC normado por el DS N.º 1/2013 (el Reglamento del RETC) es una base de datos destinada a recopilar y difundir la información sobre emisiones, residuos y transferencia de contaminantes potencialmente dañinos para la salud de la población y el medio ambiente que son emitidos al entorno, generado por actividades industriales y no industriales y que son transferidos para su valorización o eliminación.

El reglamento define como un consumidor industrial a todo establecimiento que genere residuos de un Producto Prioritario (PP: definidos en la figura 24 por la Ley N.º 20.920/2016 como Aceites Lubricantes, Aparatos Eléctricos y Electrónicos, Baterías, Pilar, Envases y Embalajes, y Neumáticos.

Un Productor de Producto Prioritario (PPP) a su vez es quien enajena un producto prioritario por primera vez en el mercado nacional, quien enajena bajo marca propia un producto prioritario adquirido de un tercero que no es el primer distribuidor, o quien importa un producto prioritario para su propio uso profesional. En este último entran las centrales fotovoltaicas, cuando las importaciones para realizar las obras vienen contenidas en diferentes envases y embalajes.

El artículo 18 del DS N.º 1/2013, menciona cuales son los sujetos obligados a reportar e informar a través del sistema de Ventanilla Única del RETC, entre ellos están: literal *a) aquellos establecimientos que deben reportar a OAECA's información sobre emisiones, residuos y/o transferencias de contaminantes, ya sea por una Norma de Emisión, una Resolución de Calificación Ambiental, un Plan de Prevención, un Plan de Descontaminación, o por la exigencia de la normativa sectorial, literal g) los establecimientos que generen más de 12 toneladas de residuos al año, las municipalidades, y los destinatarios de residuos, literal h) los productores de productos prioritarios; sistemas de gestión; los gestores de residuos; y los comercializadores y distribuidores y los consumidores industriales, cuando corresponda, de acuerdo a lo indicado en la Ley N.º 20.920 conocida como la Ley REP.*

La Ley REP, publicada en Junio de 2016 establece el Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje (Ley 20.920/2016) que tiene como objeto disminuir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otras valorizaciones con el fin de proteger la salud de las personas y el medio ambiente. Se rige bajo once principios: El que contamina paga, Gradualismo, Inclusión, Jerarquía en el manejo de residuos, Libre competencia, Participativo, Precautorio, Preventivo, Responsabilidad del generador de un residuo, Transparencia y publicidad, y, Trazabilidad.

En su Título II, de la Gestión de los Residuos, menciona que todo residuos potencialmente valorizable deberá ser destinado a tal fin evitando su eliminación, todo generador de residuos deberá entregarlo a un gestor autorizado. El almacenamiento deberá tener autorización sanitaria y que los residuos sólidos domiciliarios y asimilables deben ser entrados a la municipalidad correspondiente o a un gestor autorizado para su manejo.

El Título III, sobre la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), menciona que los productores de productos prioritarios son responsables de la organización y financiamiento de la gestión de los residuos de los productos prioritarios; que entre otras cosas deben cumplir con inscribirse en el registro sectorial del RETC y cumplir con las metas y otras obligaciones las cuales serán establecidas mediante decretos supremo.

La Ley REP que define los 6 productos prioritarios, y que además posiciona a los diarios, periódicos y revistas como productos prioritarios no sometidos a metas, menciona los Sistemas de Gestión, donde las obligaciones establecidas en el marco de la responsabilidad extendida del productor deben cumplirse a través de un sistema de gestión individual o colectivo. Éstos sistemas a su vez deben cumplir con una fianza o garantía de cumplimiento, celebrar convenios con gestores registrados (otros gestores o con municipalidades), entregar información al RETC y proporción información adicional de ser requerida. Según el artículo 26, los sistemas de gestión serán autorizados por el MMA, presentando un plan de gestión a través del RETC.

Dentro de los Decretos Supremos que norman las metas de recolección y valorización para productos prioritarios a Junio de 2022, se encuentran:

- DS N.º 12/2021 – Establece metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas de Envases y Embalajes.
- DS N.º 8/2021 – Fija metas de recolección y valorización para Neumáticos.
- Res. Ext. N.º 1296/2020 – Anteproyecto de Decreto Supremo que establece metas de recolección y valorización y obligaciones asociadas a Aceites Lubricantes.
- Res. Ext. N.º 207/2022 – Decreto Supremo que establece metas de recolección y valorización y obligaciones asociadas a Pilas y Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

Chile cuenta a su vez con la Norma Técnica Nacional NCh 3322/2013, que presenta los colores de contenedores para identificar distintas fracciones de residuos en Chile, los cuales se resumen a continuación:



Figura 49 Norma de Colores para el Reciclaje en Chile. Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2014)

Durante los trabajos posteriores a la práctica profesional realizada por esta estudiante en una empresa constructora de proyectos solares fotovoltaicos PMG(D) se realizó un Anexo de Plan de Gestión de Residuos Industriales Sólidos (RISES) para las Actividades de Montaje de Módulos Solares, adicionalmente se incorporó a este documento la caracterización de los Residuos Sólidos Asimilables a Domiciliarios que se visualizaron en Obra.

En el siguiente listado, se encuentra enlistado el tipo de embalaje de los principales componentes de las centrales solares fotovoltaicas que se visitaron en su fase de construcción, y en donde se origina la generación de residuos industriales sólidos:

- Paneles fotovoltaicos: Módulos solares envueltos con film plástico, esquinas de seguridad asimilables a polipropileno (PP - 5), contenidos en cartón, zuncho plástico tipo PET sobre pallets de maderas.
- Trackers: cuadros de fierro, zunchos metálicos y bins de maderas

- Inversores: resguardados con poliestireno (PS – 6), polietileno de baja densidad (LDPE – 4) y cartón
- Subestación eléctrica: algunos plásticos (LDPE – 4)
- Cables: en carretes de madera, envueltos con film plástico y zunchos plásticos o metálicos
 - Materialidad de cables: cobre con estaño, envuelto en plástico tipo PVC (Cobre Aislado XLPE)
 - Líneas Aéreas: Aluminio acerado, en plásticos PVC
- Tuberías: PVC – 3 y tuberías corrugadas (tipo HDPE – 2)
- Malla faenera: plástico tipo PVC – 3
- Malla Raschel: plástico tipo PE
- Paneles Fotovoltaicos dañados*

Respecto a los residuos sólidos asimilables a domiciliarios identificados en visitas a terreno realizadas, se generó el siguiente listado de materiales con potencial a reciclar:

- Papeles
 - Polipropileno (PP – 5)
- Cartones
 - Poliestireno (PS – 6)
- Plásticos
 - Aleaciones Plásticas (Tipo 7)
- Politereftalato de etileno (PET – 1)
- Polietileno flexible (LDPE–4)
- Tetrapak
- Latas y metales
- Vidrio

A continuación se presenta una tabla comparativa con la generación de residuos sólidos industriales no peligrosos (RSINP) y Sólidos asimilables a Domiciliarios (RSD) en el proceso de construcción de las centrales fotovoltaicas

Tabla 15 Comparativa de Generación de RSINP y RSD en el proceso de construcción.

Caracterización de RSINP	Caracterización de RSD
Cartón	Cartón
Metales, Chatarra y despuntes de Cobre	Papel
Pallets, Maderas y Bins	Plásticos Blandos (N.º 4, 5, 7)
Zunchos Plásticos	Plásticos Duros (N.º 1, 2, 6 y 7)
Film Plástico	Latas
Polipropileno	Vidrios
PVC	Tetrapak
Cables	Basura Domiciliaria
Paneles Fotovoltaicos*	

*Fuente: Elaboración propia. *Paneles Fotovoltaicos se evaluarán en las siguientes páginas por ser considerado un residuo especial.*

El Artículo 18 del DS N.º 148/2004 – Reglamento Sanitario sobre manejo de Residuos Peligrosos, menciona que “los residuos incluidos en los listados de categorías se consideraran peligrosos a menos que su generador pueda demostrar ante la Autoridad Sanitaria que no presentan ninguna característica de peligrosidad. El generador podrá

proponer a la Autoridad Sanitaria los análisis de caracterización de peligrosidad a realizar sobre la base del conocimiento de sus residuos y de los procesos que los generan, sin perjuicio de lo cual, la Autoridad Sanitaria podrá exigir análisis adicionales a los propuestos conforme a lo señalado en los artículos 12 al 17". Este artículo junto a la Res. Ext. N.º 207/2022 – Decreto Supremo que establece metas de recolección y valorización y obligaciones asociadas a Pilas y Aparatos Eléctricos y Electrónicos, marcaron una ventana a la posibilidad del reciclaje o reúso de los módulos dañados en Chile, que cambió en Junio del mismo año.

La Resolución Exenta N.º 439/2022 publicada en el mes de Mayo por el Ministerio del Medio Ambiente, realizó Requerimiento de Información a los Productores de Productos Prioritarios (Aceites lubricantes, Aparatos Eléctricos y Electrónicos, Baterías, Envases y embalajes, Neumáticos, Pilas, y, Diarios, periódicos y revistas) donde la entrega de información será a través del RETC hasta el 1º de Julio de 2022, donde menciona:

- Para efectos del requerimiento, deberá entenderse por "aparatos eléctricos y electrónicos", a todos los aparatos que para funcionar correctamente, necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, así como los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos, que están destinados a utilizarse con una tensión nominal no superior a 1.000 voltios en corriente alterna y 1.500 voltios en corriente continua.
- Para efectos del requerimiento, deberá entenderse por "baterías", a toda fuente de energía eléctrica obtenida por transformación directa de energía química y constituida por uno o varios elementos, con un peso mayor a 2 kg.
- Para efectos del requerimiento, deberá entenderse por "envases y embalajes" a aquellos productos hechos de cualquier material, de cualquier naturaleza, que sean usados para contener, proteger, manipular, facilitar el consumo, almacenar, conservar, transportar, o para mejorar la presentación de las mercancías, así como los elementos auxiliares integrados o adosados a aquellos, cuando cumplen con la función de informar al consumidor o alguna de las funciones ya señaladas.

Para mayor información respecto de los Sistemas Sectoriales y cuerpos legales que rigen la subida de información de generación de diferentes residuos al RETC se recomienda revisar el Anexo 11 – Obligación de información a Sistemas Sectoriales del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes del MMA.

Módulos Solares Fuera de Uso

Los módulos solares son un residuo especial, miles de ellos son utilizados para llevar a cabo la construcción y operación de una central fotovoltaicas, algunos se estropearán en el proceso de montaje o el propio viaje de exportación y deberán ser tratados con responsabilidad y según la ley vigente.

La vida útil de los paneles solares actualmente es del orden de 25 a 30 años, dos tercios de los paneles fotovoltaicos manufacturados a nivel mundial son de sílice cristalina; están generalmente compuestos de más de 90% de vidrio, polímeros y aluminio, que no constituyen residuos peligrosos por sí mismos, no obstante, los módulos también incluyen trazas de algunos materiales como plata, estaño y plomo, con características de peligrosidad. Los paneles de film delgado contiene un 98% de los materiales no peligrosos mencionados, combinados con alrededor de 2% de zinc (potencialmente peligroso) y semiconductores u otros materiales con características de peligrosidad (por contener indio, galio, selenio, cadmio, telurio y plomo, típicos de los residuos de electrónica) (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Argentina, 2019).

En el marco de la Ley REP N.º 20.920/2016, la Res. Ext. N.º 207/2022 – Decreto Supremo que establece metas de recolección y valorización y obligaciones asociadas a Pilas y Aparatos Eléctricos y Electrónicos, incorpora a los Paneles Fotovoltaicos como Aparatos Grandes, dentro de la categoría de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE). La resolución emplaza a que los *“comercializadores de dicha categoría deberán retirar obligatoriamente una cantidad de residuos de Aparatos Grandes equivalente a la de Aparatos Grandes nuevos que estos hayan adquirido y que el comercializador le haya despachado”*.

Durante Diciembre de 2019 la Subsecretaría de Energía del Ministerio de Energía, licitó en mercado público con ID 1068244-7-LE19 el proyecto *“Alternativas de tratamiento de módulos fotovoltaicos luego de su Vida Útil”*, las empresas In-Data junto a Rigk Chile, se adjudicaron la licitación y respondieron con informes. Algunos datos relevantes se presentan a continuación:

- Caracterizaron la materialidad de los módulos fotovoltaicos por diferentes tecnología (Silicio Cristalino y Módulos de Capa Fina de Cadmio-Telurio) y presentaron su composición proporcional y másico, esta información se presenta en la Tabla 3 de esta tesis.
- Hasta datos de 2020, en Chile hay instalados 12.508.000 de módulos solares fotovoltaicos, debido a que la vida útil estimada para este tipo de centrales es del orden de 30 años, no será hasta 2042 cuando comience el desmantelamiento de las centrales y el decomisionamiento de las instalaciones, será progresivo, y se tendrá que tener planes de manejo de estos residuos. Aun así la mayoría de los proveedores de módulos solares garantizan una vida útil de 25 años, de respetar este tiempo, el decomisionamiento y gestión de paneles comenzaría en 2038.

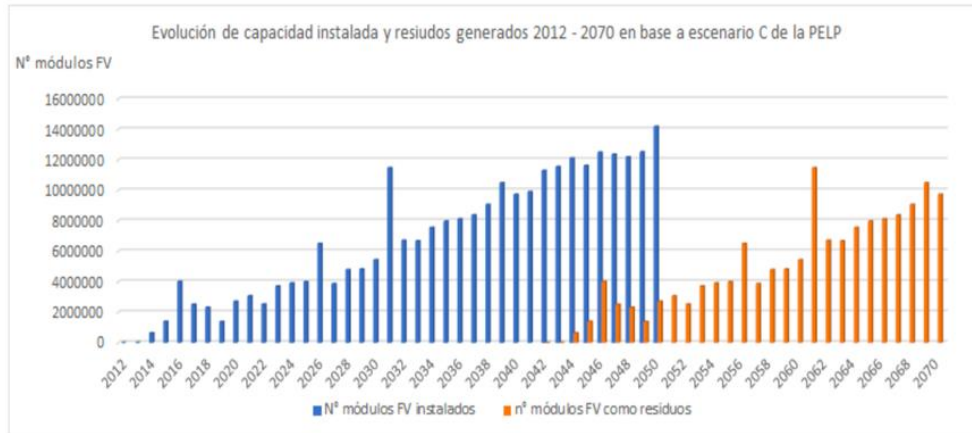


Figura 50 Número de Módulos Solares Fotovoltaicos estimados por capacidad instalada proyectada y generación de residuos asociados hasta 2070. Fuente: Extraído de Informe 3 – Alternativas de tratamiento de módulos fotovoltaicos luego de su vida útil, In-Data & Rigk Chile (2020)

El informe de In-Data & Rigk Chile, fue tomado en consideración por el Ministerio de Salud, y en Junio de 2022 el Subsecretario de Salud Pública emitió una Ordenanza (ORD. B32/2516) a las secretarías regionales ministeriales de salud del país, donde especifica que el manejo de paneles fuera de uso debe ser considerado como residuo peligroso a menos que el generador realice una caracterización de estos residuos a través de un laboratorio autorizado demostrando que no presentan ninguna de las características de peligrosidad estipuladas en el DS N.º 148/2004. Mientras aquello no ocurra el almacenamiento, transporte, valorización o eliminación debe ser acorde a lo que estipula la ley sobre residuos peligrosos.

Resulta imperativo detenerse un momento en este punto, si realizamos una regresión lineal sobre los datos de la figura 50, y modelamos 3 líneas de tiempo considerando la vida útil de los módulos en 25, 30 y 50 años, calculando las toneladas de residuos peligrosos a generar por la salida de estos paneles en el cierre de los proyectos, tomando en consideración un peso promedio de 20 kg por panel, obtenemos la siguiente gráfica aproximada:

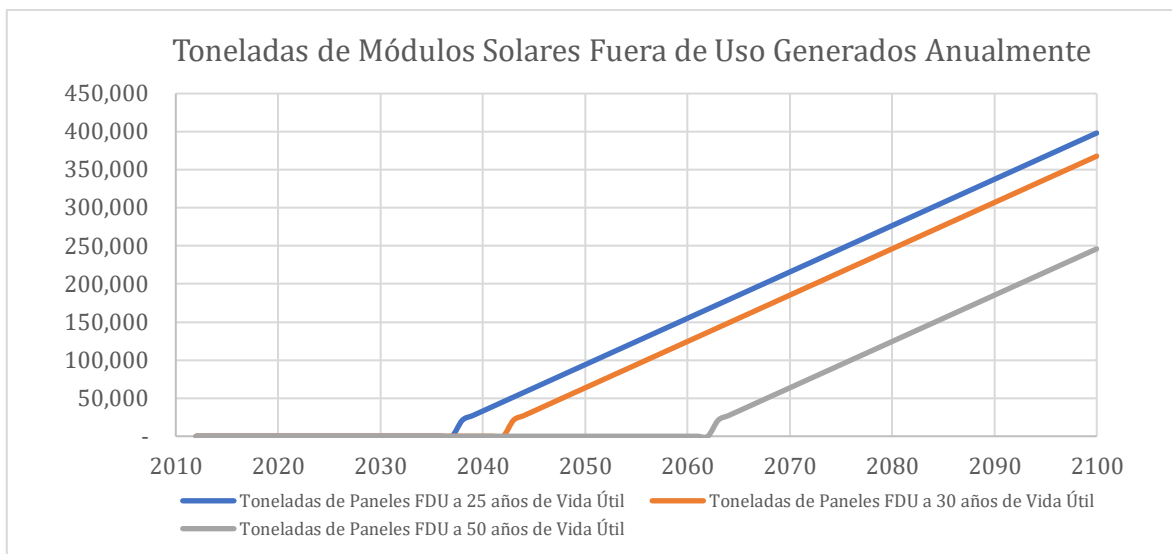


Figura 51 Modelación de toneladas de módulos solares generados por en decomisionamiento por el cierre de plantas solare, considerando un peso promedio de 20 kg por módulo solar en tres escenarios temporales (25, 30 y 50 años).
Fuente: Elaboración propia

El gráfico anterior considera la salida de módulos fuera de uso según los datos del número de módulos que serán comisionados en las centrales solares cada año según la Planificación Energética a Largo Plazo (PELP), sin embargo, éstos módulos que se irán acumulando en el tiempo de la siguiente manera:

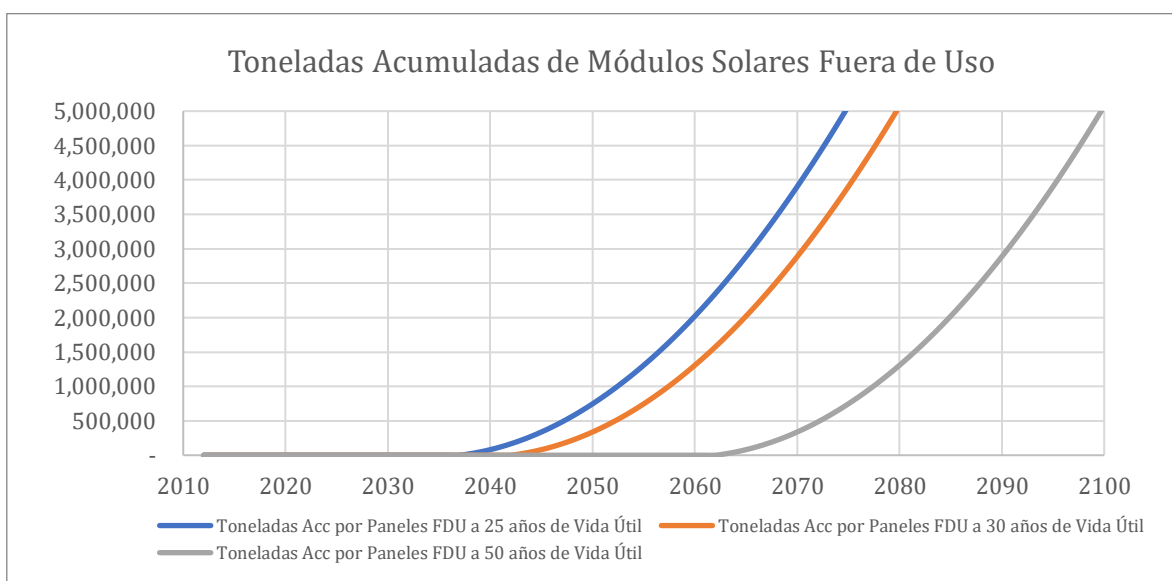


Figura 52 Modelación de toneladas acumuladas de módulos solares por decomisionamiento en el cierre de plantas solare, considerando un peso promedio de 20 kg por módulo solar en tres escenarios temporales (25, 30 y 50 años).
Fuente: Elaboración propia

La cantidad de residuos peligrosos generados irá aumentando de manera progresiva por el decomisionamiento de los módulos solares debido al cierre de las centrales fotovoltaicas, si en 2020 según el REMA-2021 el sector energético (generación, transmisión y distribución) producía cerca de 10.000 toneladas de RESPEL, ubicándose en último lugar (se recomienda visualizar figura 23), dos años más tarde luego de que

parta el decomisionamiento de éstos módulos, se generará 4 veces más toneladas de residuos peligrosos que en 2020, solo 7 años más tarde del decomisionamiento, el sector se posicionará como el mayor productor de residuos peligrosos superando a la gran minería.

Un punto al que hay que ponerle atención dado que menos del 1% de la composición porcentual de los módulos corresponde a material categorizado como peligroso según el reglamento Sanitario sobre manejo de Residuos Peligrosos del Ministerio de Salud DS N.º 148/2004. Existe un alto potencial innovativo para generar procesos amigables con el medio ambiente y responsable con la salud de la población para que estos módulos se reprocesen de algún modo, trabajando colaborativamente entre el sector público, privado y la academia.

Dimensión Ambiental en el Ciclo de Vida de un Proyecto Fotovoltaico en Chile

Tras definir las fases del ciclo de vida de un proyecto solar fotovoltaico, analizar e identificar las componentes ambientales involucradas en todas las etapas y profundizar en ciertas materias, se puede definir la siguiente figura que pretende reflejar la dimensión ambiental en el ciclo de vida de un proyecto fotovoltaico en Chile.

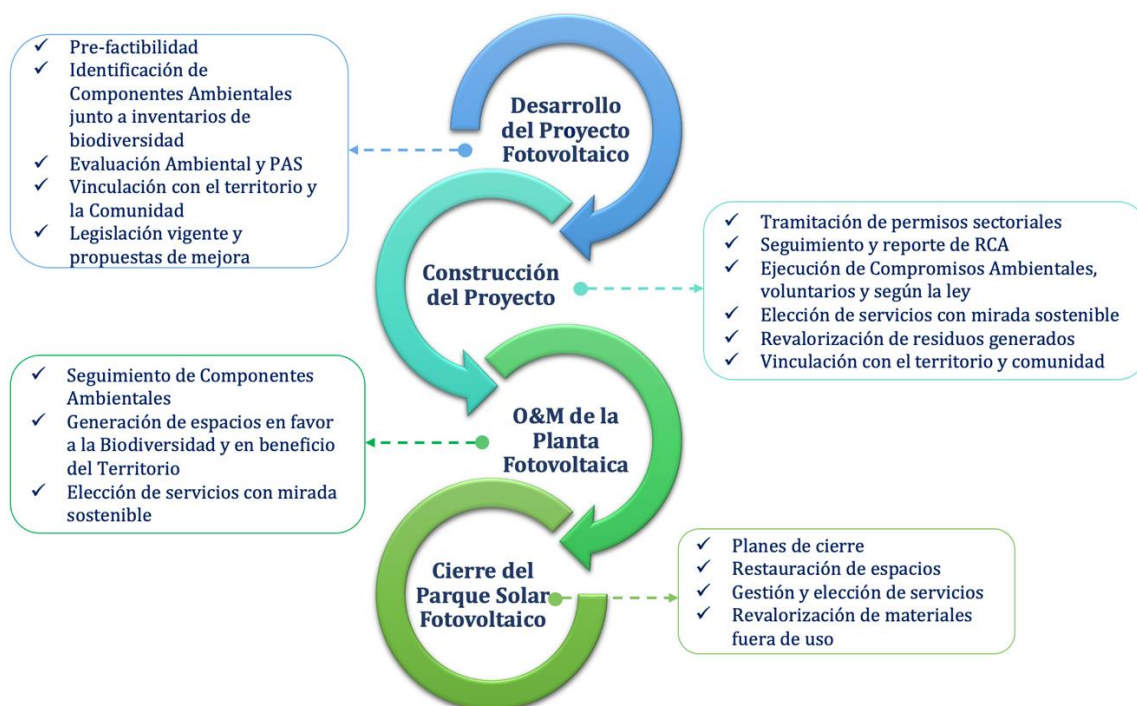


Figura 53 Dimensión Ambiental en el Ciclo de Vida de un Proyecto Fotovoltaico en Chile. Fuente: Elaboración propia.

X. Propuestas de mejora

Existe un alto potencial de mejoras en el ciclo de vida de los proyectos fotovoltaicos en Chile, tanto para falencias detectadas empíricamente en el proceso de construcción, como teóricamente dado los datos e información revisada. Mejoras centradas en las componentes ambientales identificadas para este tipo de proyectos: Medio Humano, Aire, Agua, Residuos y Biodiversidad, componentes que por sí solas o en combinación están alineadas a las políticas prioritarias en materia ambiental para el actual Gobierno de Chile y que también se engloban bajo la Agenda 2030 de la ONU sobre el Desarrollo Sostenible, donde Chile ha identificado dos pilares de trabajo: Crecimiento Sostenible y Acción por el Clima, junto a que Las Personas están en el Centro del Desarrollo.

Tabla 16 Propuestas de mejora para el ciclo de vida de los proyectos solares fotovoltaicos en Chile.

Propuestas de Mejora	Descripción
Participación Ciudadana Vinculante	Considerar una participación ciudadana preventiva, desde el desarrollo de los proyectos, con el fin de que ésta sea vinculante en todo ciclo de vida del proyecto fotovoltaico, aprovechando los saberes de la comunidad sobre su territorio para potenciar los Compromisos Ambientales Voluntarios y generar impactos positivos sobre la economía local, la cultura y fortalecer los lazos entre la sociedad y los cambiantes titulares de los proyectos fotovoltaicos. Tomando como base la <i>Guía de Estándares de Participación para el Desarrollo de Proyectos de Energía</i> , del Ministerio de Energía
Modificación al Reglamento del SEIA	<p>Generar modificaciones para permitir una participación ciudadana (PAC) preventiva y vinculante.</p> <p>Redefinir las características de entrada a Evaluación obligada por potencia generada hacia una diferenciación por tipos de energía, utilización de espacio suelo u otra característica significativa y relevante.</p> <p>Definir la obligación de presentar mapas de sensibilidad o inventarios de la biodiversidad presente en los territorios de emplazamiento de los proyectos.</p>
Cálculo de Huellas Ambientales (Carbono e Hídrica)	Debido a que la información de emisiones atmosféricas y consumo de agua, deben tener seguimiento y ser declaradas en plataformas ante la autoridad, se propone el cálculo de huellas ambientales con el fin de categorizar las centrales fotovoltaicas respecto al consumo de recursos.
Replanteamiento de Módulos Fotovoltaicos fuera de uso categorizados	Trabajar entre los sectores público, privado y la academia para generar procesos de tratamiento o remanufacturado de módulos fotovoltaicos fuera de uso, con el fin de potenciar su revalorización o reúso, previniendo los impactos relacionados a su decomisionamiento y eventual acumulación excesiva como residuos peligrosos (RESPEL).

actualmente como RESPEL	
Incentivar la revalorización y reciclaje de residuos no peligrosos en la cadena de valor	Preferir el tratamiento y revalorización de residuos no peligrosos (Industriales o Asimilables a Domiciliarios) dentro del territorio de emplazamiento de los proyectos, eligiendo servicios de la zona, trabajando con municipalidades, empresas y recicladores base del sector.
Potenciar la Biodiversidad en el territorio de emplazamiento	Trabajar con mapas de sensibilidad o inventarios de biodiversidad, asociada a las diversas especies presentes en los territorios con el fin de manejar de manera responsable la flora y fauna, permitiendo generar espacios de refugio, polinización, herbáceas, manejo de pastizales con ovinos u otras soluciones basadas en la naturaleza, que no influyan de manera negativa a las diferentes actividades dentro del ciclo de vida de los proyectos fotovoltaicos.
Instalaciones de faenas sostenibles	Optar por instalaciones de faenas eficientes en términos energéticos y términos, que permita el desarrollo de actividades como reúso de aguas grises para supresión de polvo en caminos de tránsito, compostaje de materiales orgánicos, generación de espacios de educación ambiental tanto para los colaboradores y personal involucrado en las diferentes tareas como la comunidad local de emplazamiento del proyecto.
Incidencia del profesional de ciencias ambientales en la toma de decisiones	Dado que la toma de decisiones en todos los niveles jerárquicos delimitan las acciones en favor o no del medio ambiente, es necesario que éstas sean llevadas a cabo con una mirada sostenible y resiliente, tendiendo a la regeneración de los ecosistemas y a la colaboración con el territorio local, un profesional que integre esta mirada, que participe e influya dentro de la toma de decisiones tanto en construcción como desarrollo de estos proyectos resulta fundamental.

Fuente: Elaboración propia.

Se recomienda la realización de investigaciones sobre el aumento en la eficiencia de la generación eléctrica fotovoltaica con la utilización de superficies reflectantes para módulos solares bifaciales con diferentes materiales y sus impactos al suelo, estudios de los costos/beneficio sobre la utilización de estas superficies reflectantes versus el potenciar con biodiversidad, o ligar otros estudios (dado el seguimiento solar del string) al manejo de aguas superficiales por escorrentía en eventos climatológicos.

Se sugiere también realizar análisis similares con los datos públicos de información ambiental para otros tipos de generadoras energéticas, con la posibilidad de reconocer la dimensión ambiental en esos tipos de energía y comparar las inversiones con enfoque en los compromisos ambientales voluntarios de proyectos a ejecutarse que pretenden beneficiar al desarrollo sostenible.

XI. Conclusiones

Luego de la revisión bibliográfica y análisis de datos públicos del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en Chile, se detectaron 1158 proyectos evaluados ambientalmente favorable dentro del territorio nacional, los cuales se concentran mayoritariamente en la zona central del país.

La normativa legal que influye dentro de la evaluación ambiental de los proyectos fotovoltaicos en sus diferentes etapas tiene un carácter multisectorial, donde se presenta diversa normativa que se puede categorizar bajo el alero de las componentes ambientales identificadas como Medio Humano, Aire, Agua, Residuos y Biodiversidad, y que a su vez, consideran múltiples indicadores de cumplimiento ambiental para las diferentes fases de su ciclo de vida y las diferentes materias encapsuladas en las componentes definidas.

A pesar de encontrarse múltiples indicadores de cumplimiento, Chile no cuenta con una base estándar de evaluación para centrales solares, que unifique ciertos criterios de evaluación para esta tipología de proyecto y que considere los temas actuales más preocupantes para el sector: la revalorización o reciclaje de módulos solares fuera de uso, inventarios de biodiversidad, fiscalización o incentivo al manejo integral de los residuos de diferentes categorías o que vincule a la población y al territorio de emplazamiento de estos proyectos.

Resulta fundamental que los proyectos fotovoltaicos sean evaluados según los atributos propios del territorio, y que los actores principales e influyentes (titulares de proyecto, desarrolladores, constructoras, la población y otros) tengan conocimiento respecto a la legislación vigente y de las obligaciones de cumplimiento que deben respetarse en términos ambientales sobre las obras y diseños de estas centrales solares. Esto no pretende imponerse como una barrera más a la construcción de estos parques, sino más bien trabajar de la mano con el territorio para potenciar su biodiversidad, el desarrollo y la economía local, aportando a la población con conocimientos, energía sostenible y sentimiento de pertenencia, apuntando hacia el concepto de la “Ecovoltaica”: el desarrollo sostenible de las centrales solares fotovoltaicas.

Las propuestas de mejoras anhelan articular los sectores involucrados, la academia jugará un rol esencial para proponer nuevos tratamientos de residuos, el estado y las instituciones reglamentando con voluntad política para seguir legislando a favor de la sociedad y el medio ambiente, y el privado, deberá ser resiliente al cambio, ser parte y colaborar para integrar un propósito mayor que solo generar energía limpia. Solo la voluntad y articulación de los sectores, generará un triple impacto positivo en el sector energético de nuestro país, y nos llevará a una sociedad más justa, equitativa y responsable con el medio ambiente.

XII. Referencias Bibliográficas

- Ministerio de Energía. (s.f.). *¿Qué son las Energías Renovables?* Obtenido de Ministerio de Energía, Gobierno de Chile: <https://energia.gob.cl/educacion/que-son-las-energias-renovables>
- Generadoras de Chile. (2021). *Generadoras de Chile*. Obtenido de Generación Eléctrica en Chile: <http://generadoras.cl/generacion-electrica-en-chile>
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2018). *Marco Jurídico de las Municipalidades*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/25833/1/GRID_Marco_Juridico_Municipalidades_GD_Def.pdf
- Contraloría General de la República. (2019). *Ministerios*. Obtenido de contraloría.cl: https://www.contraloria.cl/documents/451102/2942603/imagen/a3b841d4-4ae6-6307-8325-50a5f95763a4?fbclid=IwAR36OyiYM3kbbj20mDdyFENYybotJSyG1x-Tr6WEj4kHat7vxL2_pCkbzHw
- Revista Energía. (2014). *Nuevo Centro para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (CIFES) reemplaza al Centro de Energías Renovables*. Obtenido de Revista Energía: <https://www.revistaenergia.com/2688/>
- Agencia de Sostenibilidad Energética. (2018). *Quiénes Somos - Agencia de Sostenibilidad Energética*. Obtenido de Agencia SE: <https://www.agenciase.org/quienes-somos/>
- Panel de Expertos. (s.f.). *Resolución de discrepancias en materia energética*. Obtenido de Panel de Expertos - Ley General de Sericios Eléctricos: <https://www.panelexpertos.cl/>
- Ministerio de Energía. (2021). *Mapa del Sector Energético*. Obtenido de Ministerio de Energía: <https://energia.gob.cl/mapa-del-sector-energetico>
- La tercera. (Enero de 2021). *Hidroeléctricas, termoeléctricas y energías renovables: La historia de las tecnologías que han iluminado a Chile*. Obtenido de La tercera: <https://www.latercera.com/laboratoriodecontenidos/noticia/hidroelectricas-termoelectricas-y-energias-renovables-la-historia-de-las-tecnologias-que-han-iluminado-a-chile/RD7SSSA4J5HKPG5L7V62QGHQTY/>
- Comisión Nacional de Energía. (2019). *Comisión Nacional de Energía*. Obtenido de Norma Técnica de Conexión y Operación de PMGD en Instalaciones de Medio Tensión: <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2019/07/NTCO-PMGD-Julio-2019.pdf>
- Chaves Palacios, J. (2004). Desarrollo tecnológico en la primera Revolución Industrial. *Norba. Revista de Historia*, 93-109.
- National Geographic. (2010). *El primer vuelo espacial tripulado*. Obtenido de National Geographic: <https://www.nationalgeographic.es/espacio/el-primer-vuelo-espacial-tripulado>
- El País. (2021). *Rachel Carson: Primavera Silenciosa*. Obtenido de El País: <https://elpais.com/ciencia/el-hacha-de-piedra/2021-11-18/primavera-silenciosa.html>
- Meadows, D. L. (1972). Los límites del crecimiento: Informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad. *Fondo de Cultura Económica*.
- Bourgeois-Pichat, J. (1990). *Del siglo XX al siglo XXI: Europa y su población después del año 2000*. Obtenido de Repositorio CEPAL: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/12921/NP49-01_es.pdf
- Organización de las Naciones Unidas. (1992). *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas: <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm>
- Organización de las Naciones Unidas. (1998). *Protocolo de Kyoto de la Concención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- Gobierno de España. (2019). *COP25*. Obtenido de Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: <https://www.miteco.gob.es/es/cop25/cop25/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20>

- el%20Protocolo%20de%20Kioto%3F&text=El%20Protocolo%20de%20Kioto%2C%20que,con%20un%20calendario%20de%20cumplimiento.
- CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2002). *Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de CEPAL: <https://www.cepal.org/es/eventos/cumbre-mundial-desarrollo-sostenible>
- Oficina de coordinación, Agencia del Sistema de las Naciones Unidas, México. (s.f.). *ONU México*. Obtenido de <https://padletuploads.blob.core.windows.net/prod/23587270/6eb2f86e8be24527a8f2436ffc3033c6/odm.jpg>
- CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Obtenido de CEPAL: <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>
- Vega, V., & Paschuan, A. (2004). *La Evolución del Derecho Ambiental en Chile, 1810-1990*. Obtenido de Revista de Historia y Geografía UCSH: <http://revistadehistoriaygeografia.ucsh.cl/index.php/numeros-anteriores/23-numero-18/51-la-evolucion-del-derecho-ambiental-en-chile-1810-1990.html>
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia (Chile). (2005). *Decreto 100 - FIJA EL TEXTO REFUNDIDO, COORDINADO Y SISTEMATIZADO DE LA CONSTITUCION POLITICA DE LA REPUBLICA DE CHILE*.
- ACESOL - Asociación Chilena de Energía Solar. (2021). *ACESOL*. Obtenido de SEC publica Proceso de Conexión de PMGD DS88: <https://acesol.cl/noticias/item/1561-sec-publica-proceso-de-conexi%C3%B3n-de-pmgd-ds88.html>
- Ministerio del Medio Ambiente, Chile. (2022). *Estructura Organizacional MMA*. Obtenido de Ministerio del Medio Ambiente, Chile: <https://mma.gob.cl/estructura-organizacional/>
- The Global Biodiversity Information Facility. (2021). *What is GBIF?* Obtenido de [gbif.org](https://www.gbif.org/what-is-gbif): <https://www.gbif.org/what-is-gbif>
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2022). *SEA Chile*. Obtenido de [sea.gob.cl](https://www.sea.gob.cl/sea/que-es-seia): <https://www.sea.gob.cl/sea/que-es-seia>
- Superintendencia del Medio Ambiente. (2022). *¿Qué es la SMA?* Obtenido de Superintendencia del Medio Ambiente, Gobierno de Chile: <https://portal.sma.gob.cl/index.php/que-es-la-sma/>
- Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental. (2022). *SNIFA - Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental*. Obtenido de [snifa.sma.gob](https://snifa.sma.gob.cl/Home/PreguntasFrecuentes): <https://snifa.sma.gob.cl/Home/PreguntasFrecuentes>
- Tribunal Ambiental . (2022). *Quiénes Somos - Tribunal Ambiental*. Obtenido de tribunalambiental.cl: <https://tribunalambiental.cl/quienes-somos/>
- Ministerio del Medio Ambiente. (Junio de 2012). Ley 20600 - Crea los Tribunales Ambientales. *Biblioteca del Congreso Nacional - Ley Chile*, pág. Art. 5.
- Registro Nacional de Entidades Técnicas de la SMA. (Abril de 2022). *Sistema Terceros*. Obtenido de entidadestecnicas.sma.gob.cl: <https://entidadestecnicas.sma.gob.cl/Home/RegistroPublico>
- Red Nacional de Fiscalización Ambiental - Superintendencia del Medio Ambiente. (2016). *Estructura Orgánica RENFA*. Obtenido de renfa.sma.gob.cl: <https://renfa.sma.gob.cl/index.php/download/estructura-organica-renfa-4/>
- Superintendencia del Medio Ambiente. (Enero de 2022). *MMA: Reporte del Estado del Medio Ambiente 2021 Actualizó Cifras Sobre Desempeño Ambiental de Chile*. Obtenido de Portal de la Superintendencia del Medio Ambiente, Chile: <https://portal.sma.gob.cl/index.php/2022/01/17/mma-reporte-del-estado-del-medio-ambiente-2021-actualizo-cifras-sobre-desempeno-ambiental-de-chile/>
- Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente. (2021). *Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente*. Obtenido de SINIA: <https://sinia.mma.gob.cl/index.php/rema-2021/>

- Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente. (2021). *Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente 2021*. Obtenido de SINIA del MMA: <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/04/REMA2021-comprimido.pdf>
- Poder Ambiental. (2021). *Consejo de Ministros para la Sustentabilidad*. Obtenido de Poder Ambiental: <https://poderambiental.cl/otros-recursos/consejo-de-ministros-para-la-sustentabilidad/>
- Informe del Estado del Medio Ambiente. (2020). *Informe del Estado del Medio Ambiente 2020*. Obtenido de SINIA: https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/10/IEMA-2020_consolidado_final-comprimido.pdf
- Senado - República de Chile. (9 de Marzo de 2022). *Despachada Ley Marco Climático*. Obtenido de senado.cl: <https://www.senado.cl/despachada-ley-marco-de-cambio-climatico>
- Senado - República de Chile. (2022). *Senado - Tramitación de Proyectos*. Obtenido de Senado.cl: http://www.senado.cl/appsenado/templates/tramitacion/index.php?boletin_ini=13191-12
- Proyecto de Ley Marco para el Cambio Climático. (2022). *Proyecto de Ley Marco para el Cambio Climático*. Obtenido de leycambioclimatico.cl: https://leycambioclimatico.cl/wp-content/uploads/2020/07/ProyectoLeyCC_13012020.pdf
- Gobierno de Chile. (30 de Marzo de 2022). *Artículo: Proyecto de ley que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas toma fuerza como otra de las prioridades del gobierno*. Obtenido de Gob.cl: <https://www.gob.cl/noticias/proyecto-de-ley-que-crea-el-servicio-de-biodiversidad-y-areas-prottegidas-toma-fuerza-como-otra-de-las-prioridades-del-gobierno/>
- Senado de la República de Chile. (25 de Abril de 2022). *Tramitación Boletín 9404-12*. Obtenido de Senado.cl: https://www.senado.cl/appsenado/templates/tramitacion/index.php?boletin_ini=9404-12
- Ministerio del Medio Ambiente. (Abril de 2022). *PPDA: Planes de Prevención y/o Descontaminación Atmosférica*. Obtenido de Planes de Descontaminación Atmosférica: <https://ppda.mma.gob.cl/>
- Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire. (Abril de 2022). *Norma Aplicable - SINCA - Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire*. Obtenido de sinca.mma.gob.cl: <https://sinca.mma.gob.cl/index.php/pagina/index/id/norma#:~:text=Norma%20Primaria%20de%20Calidad%20Ambiental,carencia%20en%20el%20ambiente%20pueda>
- Agenda 2030 Chile. (7 de Marzo de 2022). *Chile Agenda 2030*. Obtenido de Chile Agenda 2030 - Gobierno de Chile: <http://www.chileagenda2030.gob.cl/noticias/6454>
- Sustainable Development Report. (2021). *Sustainable Development Report - Chile Profile*. Obtenido de Sustainable Development Report: <https://dashboards.sdgindex.org/profiles/chile>
- Memoria Chilena - Biblioteca Nacional de Chile. (2022). *Los primeros años de la electricidad en Chile (1883-1930)*. Obtenido de Memoria Chilena: <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-683.html>
- Ministerio de Energía. (2022). *Sobre el Ministerio*. Obtenido de Ministerio de Energía: <https://energia.gob.cl/sobre-el-ministerio>
- Ministerio de Energía. (2020). *Sistemas de Almacenamiento con Energía Solar Fotovoltaica en Chile*. Alemania: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
- Techno Sun. (2021). *Listado Tier-1 Paneles Solares*. Obtenido de Techno Sun: <https://www.technosun.com/es/tag/paneles-solares-tier-1/>
- Soltec. (Marzo de 2019). *Cómo funcionan los paneles fotovoltaicos bifaciales*. Obtenido de youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=byYsXUVGrPY>
- National Renewable Energy Laboratory. (2022). *Best Research-Cell Efficiencies: Crystalline Silicon Cells*. Obtenido de nrel.gov: <https://www.nrel.gov/pv/assets/pdfs/cell-pv-eff-crysi-rev211214.pdf>

- Ministerio de Energía. (Enero de 2015). *Compromiso de Diálogo. Guía de Estándares de Participación para el Desarrollo de Proyectos de Energía*. Obtenido de Biblioteca Digital del Gobierno de Chile: <https://biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/582>
- Ministerio de Energía. (2022). *Iniciativas - Ministerio de Energía*. Obtenido de Ministerio de Energía: <https://energia.gob.cl/iniciativas>
- Comisión Nacional de Energía. (2022). *Quiénes somos - Comisión Nacional de energía*. Obtenido de CNE - Comisión Nacional de Energía: <https://www.cne.cl/quienes-somos/>
- Chile Atiende. (2022). *Chile Atiende - Superintendencia de Electricidad y Combustibles*. Obtenido de ChileAtiende: <https://www.chileatiende.gob.cl/instituciones/AU004>
- ACESOL - Asociación Chilena de Energía Solar. (2022). *Información Técnica*. Obtenido de ACESOL: <https://acesol.cl/info-t%C3%A9cnica.html>
- ONU Organización de las Naciones Unidas. (2022). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano*. Obtenido de ONU Organización de las Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/conferences/environment/stockholm1972>
- CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2022). *El Protocolo De Montreal Relativo a las Sustancias que agotan la Capa de Ozono*. Obtenido de Observatorio Cepal: <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratados/protocolo-montreal-relativo-sustancias-que-agotan-la-capa-ozono>
- World Energy Council. (2022). *Acerca del Consejo Mundial de Energía*. Obtenido de World Energy Council: <https://www.worldenergy.org/about-us>
- Resolución ONU 65/151. (2011). *65/151. Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos*. Obtenido de ONU: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N10/521/63/PDF/N1052163.pdf?OpenElement>
- Camacho Parejo, M. (2012). *El Trilema Energético*. Madrid: Club Español de la Energía.
- World Energy Council. (2021). *World Energy Trilemma Index*. Obtenido de World Energy Council Chile: https://www.wec-chile.cl/wp-content/uploads/2021/11/WE_Trilemma_Index_2021.pdf
- García Bernal, N. (Septiembre de 2021). *Matriz Energética y Eléctrica en Chile*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32492/1/BCN_Matriz_energetica_electrica_en_Chile.pdf
- Comisión Nacional de Energía. (2020). *Balance Energético Nacional*. Obtenido de Energía Abierta: <http://energiaabierta.cl/visualizaciones/balance-de-energia/>
- National Geographic. (Febrero de 2022). *El Sol*. Obtenido de National Geographic: <https://www.nationalgeographic.es/espacio/el-sol-0>
- Sarmiento, P. (1995). *Energía Solar: Aplicaciones e Ingeniería*. Valparaíso: Ediciones Universitarias de Valparaíso de la Universidad Católica de Valparaíso.
- Lorenzo, E., Araujo, G., Cuevas, A., Egido, M., Miñano, J., & Zilles, R. (1994). *Electricidad Solar: Ingeniería de los Sistemas Fotovoltaicos*. Madrid: ProgenSA.
- Global Solar Atlas. (2020). *Global Photovoltaic Power Potential by Country*. Obtenido de Global Solar Atlas: <https://globalsolaratlas.info/global-pv-potential-study>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Gobierno de España. (2022). *Guía para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental de Proyectos de Plantas Solares Fotovoltaicas y sus Infraestructuras de Evacuación*. Gobierno de España.
- Lammerant, J., Laureysens, I., & Driesen, K. (2020). *Potential Impact of Solar, Geothermal and Ocean Energy on Habitats and Species Protected Under the Birds and Habitat Directives*. Brussels: European Commission.
- National Renewable Energy Laboratory. (2017). *Native Vegetation Performance under a Solar PV Array at the National Wind Technology Center*. National Renewable Energy Laboratory.
- FAO. (2015). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Los suelos aportan servicios ecosistémicos que permiten la vida en Tierra - Infografía: <https://www.fao.org/documents/card/es/c/0a7cfcb0-e14e-4b18-a06c-856af6ff046e/>

- Servicio Agrícola y Ganadero. (2022). *Informe de Factibilidad para Construcciones Ajenas a la Agricultura en Área Rural (IFC)*. Obtenido de SAG: <https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/informe-de-factibilidad-para-construcciones-ajenas-la-agricultura-en-area-rural-ifc>
- SAG. (2011). *PAUTA PARA ESTUDIO DE SUELOS*. Obtenido de SAG: <https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/pauta-para-estudio-de-suelos--mod-2016.pdf>
- SAG. (2020). *LINEAMIENTOS ACERCA DE COMPROMISOS VOLUNTARIOS PARA PROYECTOS FOTOVOLTAICOS QUE INGRESAN AL SEIA*. Obtenido de Servicio Agrícola y Ganadero: https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/2._sag_lineamientos_compromisos_vol_m.ahumada.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente - Chile. (2022). *RETC*. Obtenido de ¿Qué es el RETC?: <https://retc.mma.gob.cl/que-es-el-retc/>
- RETC. (2022). *Portal Ventanilla Única del Ministerio del Medio Ambiente*. Obtenido de Fechas límites de declaración para cada sistema sectorial: <https://portalvu.mma.gob.cl/sistemas-sectoriales/>
- Servicio Agrícola Ganadero, Chile. (2022). *Convención CITES*. Obtenido de Servicio Agrícola Ganadero - Gobierno de Chile: <https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/convencion-cites>
- MMA. (2014). *Esta es la imagen oficial del MMA de la nueva norma de colores para el reciclaje*. Obtenido de Twitter: <https://twitter.com/mmachile/status/477517755118546944>
- Servicio Agrícola y Ganadero. (2021). *Servicio Agrícola Ganadero, Chile*. Obtenido de DOCUMENTO GENERAL GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL: COMPONENTE VEGETACIÓN Y FLORA SILVESTRE DE COMPETENCIA DEL SAG: http://www.sag.cl/sites/default/files/guia_flora_1.pdf
- Servicio Agrícola y Ganadero, Chile. (2019). *Servicio Agrícola y Ganadero*. Obtenido de GUÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL COMPONENTE FAUNA SILVESTRE: http://www.sag.cl/sites/default/files/guia_de_evaluacion_ambiental_componente_fauna_silvestre.pdf
- EPA. (1971). *Environmental Protection Agency*. Obtenido de Effects of Noise on Wildlife and Other Animals: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/9101NNCV.txt?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=Prior%20to%201976&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&UseQField=&IntQFieldOp=0&ExtQField>
- Corporación Nacional Forestal, Chile. (2020). *Corporación Nacional Forestal*. Obtenido de Criterios para la participación de CONAF en el SEIA: https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1605211809Guia_Evaluacion_Ambiental_CONAF2020.pdf
- DFL N.º 1 - 19.653/2001. (Diciembre de 2001). *Biblioteca Del Congreso Nacional - Chile*. Obtenido de DFL 1-19653 FIJA TEXTO REFUNDIDO, COORDINADO Y SISTEMATIZADO DE LA LEY N.º 18.575, ORGANICA CONSTITUCIONAL DE BASES GENERALES DE LA ADMINISTRACION DEL ESTADO: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=191865>
- DS N.º 88/2020. (Septiembre de 2020). *Decreto 88 Aprueba reglamento para medios de generación de pequeña escala*. Obtenido de Ley Chile: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1150437&idParte=0>
- Ley N.º 19.300/1994. (Marzo de 1994). *Biblioteca del Congreso Nacional*. Obtenido de LEY 19300 APRUEBA LEY SOBRE BASES GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667&idParte=9705635&idVersion=2021-08-13>
- DS N.º 38/2013. (2013). DS 38/2013 Aprueba Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión. En M. d. Ambiente, *DS 38/2013 Aprueba Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión* (pág. Art. 2º). Santiago: Biblioteca del Congreso Nacional.

- DS N.º 100/2005. (2005). *Decreto 100 Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la constitución política de la república de Chile*.
- C. Finat, C. (2022). *La Fortaleza de la Generación Distribuida*. Obtenido de Guía Chile Energía: <https://www.guiachileenergia.cl/la-fortaleza-de-la-generacion-distribuida/>
- EPA. (2021). *Los orígenes de la EPA*. Obtenido de EPA Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos: <https://www.epa.gov/history/origins-epa>
- Ley N.º 20.417/2010. (2010). *Ley 20417 Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente*. Biblioteca del Congreso Nacional.
- DS N.º 38/2013 MMA. (2013). *DS 38/2012 Aprueba Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión*. Obtenido de Ley Chile: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1053036>
- DS N.º 67/2019 MINREL. (Mayo de 2019). *DS 67/2019 Ministerio de Relaciones Exteriores*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1138981&idParte=10070238&idVersion=2019-11-22>
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Argentina. (2019). *Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental de proyectos de energías renovables*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- ACESOL. (2022). *Balance Solar - 2ª Edición*. Santiago, Chile: Asociación Chilena de Energía Solar.
- Cepeda, J., & Sierra, A. (2017). *Aspectos que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos y sus potenciales soluciones*. Bogotá, Colombia: Facultad de Ingeniería Mecánica - Universidad Santo Tomas.
- CNE. (05 de Julio de 2022). *Capacidad Total Instalada en Chile*. Obtenido de Energía Abierta: <http://energiaabierta.cl/visualizaciones/capacidad-instalada/>
- Ministerio del Medio Ambiente. (13 de Junio de 2022). *Ministerio del Medio Ambiente - Gobierno de Chile*. Obtenido de Ministerio del Medio Ambiente publica la Ley Marco de Cambio Climático en el Diario Oficial: <https://mma.gob.cl/ministerio-del-medio-ambiente-publica-la-ley-marco-de-cambio-climatico-en-el-diario-oficial/>
- Universidad de O'Higgins. (2022). *[Clase Magistral] Ministerio del Medio Ambiente: Ley Marco de Cambio Climático*. Obtenido de Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=mhjhQ5S0OnI&ab_channel=UniversidaddeO%27Higgins
- Ley N.º 21.455/2022. (13 de Junio de 2022). *Ley Marco de Cambio Climático*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: <http://bcn.cl/32l0z>
- NCh-ISO 14.040/1999. (Enero de 1999).
- Ley N.º 20.417/2010. (2010). *Ley 20417 Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente*. *Biblioteca del Congreso Nacional - Ley Chile*, pág. art. 32.
- EPA. (1979). *La tragedia de Love Canal*. Obtenido de EPA Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos: <https://archive.epa.gov/epa/aboutepa/love-canal-tragedy.html>

Anexo 2 –Evolución de la Legislación sobre Energía Renovable.

- Nov/1962 [Decreto 2060](#): Fija Texto Refundido de la Ley General de Servicios Eléctricos
- Ene/2000 [Ley 19657](#) : Sobre concesiones de energía geotérmica
- Jun/2000 [Decreto 142](#): Reglamento especial que identifica fuentes probables de energía geotérmica
- Abr/2002 [Decreto 15](#): Promulga el acuerdo con el programa de las Naciones Unidas para el desarrollo sobre el proyecto denominado “Chile: Remoción de barreras para la electrificación rural con energías renovables”
- Mar/2004 [Ley 19940](#): Regula Sistemas de Transporte de Energía Eléctrica, establece un nuevo régimen de tarifas para sistemas eléctricos medianos e introduce las adecuaciones que indica a la Ley General de Servicios Eléctricos
- Sept/2005 [Decreto 244](#): Aprueba Reglamento para Medios de Generación No Convencionales y Pequeños Medios de Generación establecidos en la Ley General de Servicios Eléctricos
- Feb/2006 [Decreto 262](#): Promulga el memorándum de entendimiento con el Reino de Dinamarca en materia de iniciativas sobre el cambio climático
- Feb/2008 [Decreto 267](#): Promulga el convenio con Alemania sobre cooperación financiera 2007 “Programa energías renovables y eficiencia energética”
- Mar/2008 [Ley 20257](#): Introduce modificaciones a la Ley General de Servicios Eléctricos respecto de la generación de la Energía Eléctrica con fuentes de Energías Renovables No Convencionales
- Ago/2009 [Ley 20365](#) :Establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos
- Sept/2009 [Decreto 84](#): Promulga el acuerdo entre el gobierno de la República de Chile y el gobierno de la República Federal de Alemania sobre el proyecto de energías renovables y eficiencia energética IV
- Abr/2010 [Decreto 58](#): Promulga el acuerdo entre la república de Chile y la república Federal de Alemania sobre el proyecto “Estrategia de expansión de las energías renovables en los sistemas eléctricos interconectados (con estudios sobre redes)”
- May/2010 [Decreto 331](#): Aprueba el reglamento de la Ley N.º 20365 que establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos
- Jul/2010 [Decreto 85](#): Promulga el memorándum de entendimiento entre el gobierno de la república de Chile y el gobierno de la república de Trinidad y Tobago sobre cooperación en el área del desarrollo de los intereses del sector energético
- Setp/2010 [Resolución 30 AFECTA](#): Deroga resolución N.º 30 afecta de 15 de Diciembre de 2003 del ministerio de minería que deroga resolución N.º 13 y aprueba nuevas bases generales que fijan los requisitos condiciones y modalidades de las licitaciones públicas para el otorgamiento de concesiones de exploración o explotación de energía geotérmica de fuente probable o no probable
- Mar/2012 [Ley 20571](#): Regula el Pago de las Tarifas Eléctricas de las Generadoras Residenciales

Mar/2013 [Decreto 114](#): Aprueba nuevo reglamento para la aplicación de la Ley N.º 19657 sobre concesiones de energía geotérmica y deroga decreto N.º 32 del 2004 del Ministerio de minería

Oct/2013 [Ley 20698](#) : Propicia la ampliación de la matriz energética mediante fuentes renovables no convencionales

Setp/2014 [Decreto 71](#): Aprueba Reglamento de la Ley N.º 20.571, que regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales

Dic/2014 [Decreto 29](#): Aprueba reglamento de licitaciones para la provisión de bloques anuales de energía provenientes de medios de generación de energía renovable no convencional

Ago/2015 [Decreto 20](#): Aprueba reglamento que fija el procedimiento para la determinación de otros medios de generación renovables no convencionales establecidos en el número 7) del literal AA) del artículo 225 de la ley general de servicios eléctricos

Ene/2017 [Decreto 103](#): Modifica Decreto Supremo N.º 71 de 2014, del Ministerio de Energía, que Aprueba el Reglamento de la Ley N.º 20.571, que regula el pago de las tarifas eléctricas de las Generadoras Residenciales

Ene/2017 [Decreto 134](#): Aprueba reglamento de planificación energética de largo plazo

Nov/2018 [Ley 21118](#): Modifica la Ley General de Servicios Eléctricos, con el fin de incentivar el desarrollo de las Generadoras Residenciales

Jul/2019 [NTCO-MT](#): Norma Técnica de Conexión y Operación de PMGD en instalaciones de Media Tensión

Dic/2019 [Decreto 125](#): Aprueba reglamento de la coordinación y operación del sistema eléctrico nacional

Ene/2020 [Resolución 367](#): Ejecuta acuerdos de consejo N.º 2537 y N.º 2572 ambos de 2009 y aprueba texto de reglamento de cobertura a préstamos destinados a financiar proyectos de inversión en energías renovables no convencionales (ERNC)

Sept/2020 [Decreto 57](#): Aprueba Reglamento de Generación Distribuida para Autoconsumo

Oct/2020 [Decreto 88](#) : Aprueba reglamento para medios de generación de pequeña escala

Anexo 3 – Avance Normativo Ambiental de 1810 a 1990

Vega y Paschuán en su publicación *“La Evolución del Derecho Ambiental en Chile, 1810 – 1990”* dentro de la revista Historia y Geografía N18, definen cuatro diferentes épocas para mostrar la evolución de la legislación ambiental chilena de acuerdo al desarrollo político e institucional del país. Previo a la independencia de Chile, toma énfasis la normativa comercial, se destaca la creación de normativa en los sectores de los recursos -que incluye los naturales-, la planificación urbana y territorial, instituciones fiscalizadoras y de fomento.

Durante el Segundo periodo (Estado Constitucional previo a 1925) se desarrolla la economía agrícola y minera de exportación. El país comienza a crecer mediante una economía abierta basada en la producción del trigo, la explotación de la plata y el cobre, utilizando carbón como fuente de energía y salitre como producto secundario. La legislación ambiental sigue enfocada en el sector de los recursos, en planificación urbana y territorial, en las instituciones fiscalizadoras y fomento, sumándose la constitución de la época y algunos artículos que protegen al medio ambiente, enfocadas principalmente en el entorno físico y en la salud de la población, esto permite el avance de otras normativas mucho más específicas como en las áreas de agua potable, bosques, la orgánica municipal, la ley de alcantarillados y la creación del código sanitario.

Durante el tercer periodo previo a 1980, comienzan los cuestionamientos al modelo económico -al mercado, el lucro, la propiedad privada, la inversión extranjera y otros componentes del capitalismo- en el siguiente gobierno se politiza la economía influyendo en su estructura y funcionamiento lo que desploma el orden económico, se desata la lucha de clases, se impone la Dictadura Militar, que sin oposición, refundaron el Estado con principios autoritarios y neoliberales que fueron plasmados en la Constitución de la República Chilena de 1980. La evolución de normativa ambiental de este periodo se caracteriza por la creación del Servicio Agrícola Ganadero (SAG), avance en legislación en materia de recursos en específico al carbón y al suelo (como el código de minería, normativa respecto al salitre, el yodo y abonos para la agricultura con énfasis en la fruticultura), se caracteriza también por el desarrollo de la normativa ambiental generada a partir de la ratificación chilena a variados convenios internacionales -como convenciones- sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre, prevención de la contaminación en el mar, el tratado antártico que protegió con decretos a diferentes especies.

El cuarto periodo definido por Vega y Paschuán hasta 1990, contempla el retorno institucional a la democracia, en marzo de 1990 se instalaron autoridades elegidas por votación popular. Durante el gobierno de Aylwin (1990 – 1994) comenzaron las preocupaciones por el desarrollo económico y la justicia social, es impetuoso también recordar que durante estos años comienzan a abordarse temáticas medioambientales en las asambleas y encuentros internaciones llevados a cabo por la Organización de las Naciones Unidas. Respecto al avance de normativa ambiental, destaca el desarrollo legislativo respecto a los recursos: agua (Código de Aguas), suelo (Código de Minería), Ley de Pesca, y, la creación del Ministerio de Bienes.

A continuación se detalla la evolución de la normativa para éste periodo de tiempo, junto a información complementada con la ratificación de Chile a convenios y tratados internacionales de materia ambiental.

Primer Periodo: Tiempos previos a la independencia de Chile (1833):

Feb/1811 Ley de Comercio y Navegación – Ordenanza de aduanas
Nov/1823 Ley de caminos públicos
Ene/1824 Ley de mercados de abastos – Reglamento y Ley (principio de higiene pública y ordenación, su objetivo proteger la vida y la salud de la población)
Abr/1824 Ley sobre industria nacional
Oct/1832 Ley de cáñamo y linos cosechados en el país

Segundo Periodo: Estado Constitucional de 1833 a 1925:

May/1833 Constitución Política de Chile (Art 128: Corresponde a las municipalidades en su territorio: 1º Cuidar de la policía de salubridad, comodidad, ornato y recreo, 2º Promover la educación, la agricultura, la industria y el comercio ... 5º Cuidar de la construcción y reparación de los caminos, calzadas, puentes y de todas las obras que se costeen con fondos municipales.)
Jul/1834 Ley sobre minerales de cobre
Sept/1835 Ley sobre caminos, puentes y canales
Oct/1835 Exportación. Ley sobre la materia.
Nov/1838 Director General del OOPP. Se crea este empleo.
Dic/1840 Ley de impuesto a la exportación de cobre que servirá exclusivamente para fondos municipales de los departamentos en que se hayan explotado los minerales.
Oct/1842 Guaneras de Coquimbo, Atacama e islas adyacentes (declaradas propiedad nacional)
Sept/1847 Estadísticas. Creación de esta oficina.
Ago/1849 Agua potable. Establecimiento de una contribución municipal para dotar de este servicio a todas las poblaciones.
Nov/1852 Ley sobre plata y cobre. Derechos de exportación sobre estos metales. Autorización al Ejecutivo para que pueda destinar una parte de estos derechos a favor de las municipalidades y de los gremios de minería.
Ago/1866 Ley para el establecimiento de mataderos públicos y derechos que deben cobrarse en ellos.
Sept/1887 Ley Sobre Organización y Atribuciones Municipales.
Jul/1872 Ley sobre Bosques
Ene/1888 Ley Orgánica de Obras Públicas.
Sept/1888 Ley que entrega fondos para dotar de agua potable a: San Bernardo, Los Ángeles, Puerto Montt, Cauquenes, Angol, Coronel; para mejorar el servicio en: San Felipe, Curicó, Rengo y Viña del Mar; se auxilia a Santiago y Valparaíso para extender y mejorar el servicio.
Dic/1891 Ley de Municipalidades.

Sept/1892 Ley del Consejo Superior De Higiene Pública e Instituto de Higiene.

Ago/1893 Ley N.º 83 Caza o pesca de focas, de lobos marinos, nutrias y chungungos

Feb/1896 Ley N.º 342. Servicio obligatorio de desagües por medio de alcantarillados. Aplicada a todas las poblaciones que excedan de los 5 mil habitantes.

Mar/1897 Ley N.º 916. Se autoriza a municipalidades de Santiago, San Bernardo y Ñuñoa para que puedan conceder el uso de sus calles caminos y plazas para alumbrado público y servicio de FFCC urbano eléctrico o mecánico.

Ene/1898 Ley N.º 1005 Derechos de regalía (se da los compradores de guano que destinen esta sustancia a la agricultura)

Jul/1898 Ley N.º 1050. Pesca con dinamita. Se prohíbe.

Feb/1899 Ley N.º 1197. Enfermedades infecciosas. Obligaciones de los médicos con respecto a los consejos de higienes y municipalidades.

Ago/1903 Ley N.º 1607 Liberación de derechos de internación de las sales potásicas destinadas a abonos agrícolas

Sept/1916 Ley N.º 3131 Se prohíbe la caza de la chinchilla como así mismo la venta y exportación de su piel por el término de cinco años

Ago/1914 Ley N.º 2914. Por facultad del Presidente de la Republica para los últimos meses de 1914 suspender la exportación de ganado, artículos alimenticios y de carbón piedra, y de reducir o suspender los derechos de internación de los artículos alimenticios.

Ago/1914 Ley N.º 2918. Préstamo a las salitreras con motivo de la guerra europea.

Mar/1916 Ley N.º 3072. Se declara obligatoria la instalación de arranques domiciliarios de agua.

Mar/1918 Ley N.º 3438. Fondos para comprar carbón para la armada y extraer este articulo de las bahías de Coronel y Lota

Abr/1918 Ley N.º 3364. Instituto Agrícola e Industria de Lechería y Escuelas de Veterinaria y Prácticas de Agricultura. Fondos para construir el edificio de aquél y para el ensanche de éstas.

Jul/1918 Ley N.º 3385 Código Sanitario.

Oct/1924 Decreto Ley N.º 43. Crea Ministerio de Agricultura, Industria y Colonización.

Oct/1924 Decreto Ley N.º 44. Crea Departamento de Higiene, Asistencia y Previsión Social.

Nov/1924 Decreto Ley N.º 98 Reglamento de venta de abonos

Ene/1925 Decreto Ley N.º 177. Se considerarán plagas vegetales, y serán objeto de medidas sanitarias, las malezas, los animales perjudiciales y, en general, las enfermedades de origen animal.

Ene/1925 Decreto Ley N.º 198. Crea Dirección General de Tierras, Bosques y Pesca.

Mar/1925 Decreto Ley N.º 288. Se concede una prima a las embarcaciones de bandera nacional que se ocupen exclusivamente de la pesquería.

Mar/1925 Decreto Ley N.º 355. Defensa de la raza. Lucha contra la sífilis, tuberculosis, enfermedades venéreas, prostitución y toda condición sociales y práctica profesional que favorezca la difusión de aquellas enfermedades.

May/1925 Decreto Ley N.º 178. Organización y funcionamiento de los servicios de enseñanza y fomento agrícolas a cargo del Estado.

Jun/1925 Decreto Fuerza de Ley 2920: Prohíbe en Santiago el funcionamiento de Vegas particulares y establece Vegas Municipales; autoriza contratar un empréstito y la venta del Mercado Central.

Sept/1925 Decreto Ley N° 514. Ley Orgánica de la Dirección de Obras Públicas.

Oct/1925 Decreto Ley N°602. Código Sanitario.

Oct/1925 Decreto Ley N° 656. Legislación sobre bosques.

Oct/1925 Decreto Ley N° 567. Ley Orgánica Dirección Alcantarillado y Pavimentación de Santiago.

Nov/1925 Decreto Ley N°685. Protección a la pesquería.

Dic/1925 Decreto Ley N°740. Sobre Elección, Organización y Atribuciones de las Municipalidades.

Tercer Periodo: República de 1925 a 1980:

Jul/1927 Ley N° 4144. Crea Superintendencia de Salitre y Yodo.

Ago/1927 Ley N° 4155. Adquisición de terrenos en Elqui para estación frutícola experimental.

Mar/1928 Ley N°4248. Crea Consejo de Fomento Carbonero y fija atribuciones.

Nov/1928 Ley N° 4458. Fomento a la fruticultura. Se crean estaciones experimentales.

Jul/1929 Ley N° 4601. Establece las disposiciones por las que se regirá la caza en el territorio de la Republica.

Mar/1930 Ley 4851. Ley de Caminos.

May/1930 Ley N° 4796. Aprueba el Código de Minería.

Jul/1930 Ley N° 4863. Formación de la Compañía Salitrera de Chile.

Mar/1931 Decreto con Fuerza de Ley N° 34. Industria pesquera y sus derivados.

Jun/1931 Decreto N° 4363. Fija texto definitivo Ley de Bosques.

Abr/1939 Ley N° 6334. Crea la Corporación de Fomento de la Producción.

Oct/1948 Ley N° 9006. Normas para la protección de las plantas y sus productos.

Jun/1950 Ley N° 9618. Declara propiedad absoluta, inalienable e imprescriptible del Estado todos los yacimientos petrolíferos que se encuentran en territorio nacional; crea la Empresa Nacional del Petróleo, encargada de la exploración y explotación de dichos yacimientos.

Nov/1964 Ley N° 15840. Crea Dirección General de Obras Públicas.

Jul/1967 Ley N° 16640. Crea el Servicio Agrícola y Ganadero.

Jul/1967 Ley N° 16635. Crea Oficina de Planificación Nacional.

Ene/1968 Decreto con Fuerza de Ley N° 725. Código Sanitario.

Jul/1971 Ley N° 17450. Nacionalización de la minería.

Oct/1974 Decreto Ley N°701. Fija régimen legal de terrenos forestales aptos para la forestación y establece normas de fomento sobre la materia.

Ene/1975 Decreto Ley N°873. Aprueba la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres, celebrada en Washington D.C. el 3/3/1973.

Abr/1976 Decreto Fuerza de Ley N° 458. Fija el texto de la Ley General de Urbanismo y Construcciones.

Oct/1977 Decreto Ley N° 1808. Aprueba el Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil por Daños Causados por la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos.
Oct/1977 Decreto Ley N° 1809 Aprueba el Convenio Internacional sobre Prevención de la contaminación de Mar por Vertimiento de Desechos.
Dic/1977 Decreto Ley N° 2050. Crea el Servicio Nacional de Obras Sanitarias.

Información Adicional de Ratificación a Tratados Internacionales:

1954 Convención Internacional para prevenir la contaminación de las aguas de mar por Hidrocarburos
1961 Tratado Antártico
1972 Convenio sobre la protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural suscrita en UNESCO 1945
DS 555/1965 Promulga convenio de Proscripción de pruebas nucleares
1971 Convención de Humedales (RAMSAR)
DS 141/1975 Convención sobre comercio Internacional de especies amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES)
DS 475/1977 Promulga el convenio Internacional sobre responsabilidad civil por daños causados por la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos son su anexo al año 1969
DS 476/1977 Promulga el convenio sobre prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias con sus anexos I II y III del año 1972.
MARPOL 73/78 Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques y sus Anexos desarrollados
DS 489/1979 Aprueba Convención Internacional para la regulación del a Caza de Ballenas

Cuarto Periodo: Chile entre 1980 a 1990

Oct/1981 Decreto con Fuerza de Ley 1122. Fija el texto de Código de Aguas.
May/1982 Ley N° 18122. Crea Servicio de Salud del Ambiente de la Región Metropolitana de Santiago.
Oct/1983 Ley N° 18248. Código de Minería.
Oct/1984 Ley N° 18348. Crea Corporación Nacional Forestal y de Protección de Recursos Naturales Renovables.
Dic/1984 Ley N° 18362. Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.
Dic/1989 Ley N° 18892. Ley General de Pesca y Acuicultura.
Jun/1990 Decreto N° 240 del Ministerio de Bienes Nacionales. Crea Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Información Adicional de Ratificación a Tratados Internacionales:

DS 191/1980 Aprueba convenio sobre la conservación de Focas Antárticas.
DS 212/1981 Promulga convenio para la Conservación y Manejo de la Vicuña

DS 662/1981 Promulga convención sobre la conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos

DS 771/1981 Promulga la convención relativa a zonas Húmedas de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas suscritas en RAMSAR

DS 868/1981 Promulga convenio sobre la conservación de especies migratorias de la Fauna Salvaje y sus anexos

DS 296/1986 Promulga convenio para la protección del Medio Ambiente y la zona costera del pacífico sudeste

DS 295/1986 Promulga protocolo para la Protección del pacífico sudeste contra la contaminación provenientes de fuentes terrestres y sus anexos

DS 425/1986 Promulga el Acuerdo sobre Cooperación Regional para el Combate contra la Contaminación del Pacífico Sudeste por Hidrocarburos y otras sustancias nocivas en caso de emergencia

DS 656/1986 Promulga protocolo complementario del Acuerdo contra la contaminación del pacífico sudeste por hidrocarburos y otras sustancias nocivas

DS 719/1990 Promulga convención de Viena para la protección de la capa de Ozono y sus Anexos I y II

DS 238/1990 Promulga el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de Ozono

DS 18/1990 Aprueba la convención de Viena sobre responsabilidad civil por daños nucleares

DS 685/1992 Promulga el convenio de Basilea sobre el control de movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y su eliminación

Anexo 4 – Legislación Ambiental Actual (a Abril de 2022)

Contaminación (39)

- Dic/1983 [Decreto 279](#) Aprueba reglamento para el control de la emisión de contaminantes de vehículos motorizados de combustión interna
- May/1990 [Decreto 32](#) Reglamento de funcionamiento de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos que indica en situaciones de emergencia de contaminación atmosférica
- Dic/1991 [Decreto 211](#) Normas sobre emisiones de vehículos motorizados livianos
- Ene/1992 [Decreto 185](#) Reglamenta funcionamiento de establecimientos emisiones de Anhídrido Sulfuroso Material Particulado y Arsénico en todo el territorio de la República
- Mar/1992 [Decreto 4](#) Establece norma de emisión de Material Particulado a fuentes estacionarias puntales y grupales
- Jun/1993 [Decreto 82](#) Establece normas de emisión a vehículos y motores que indica
- Ene/1994 [Decreto 4](#) Establece normas de emisión de contaminantes aplicables a los vehículos motorizados y fija los procedimientos para su control
- Feb/1994 [Decreto 2467](#) Aprueba reglamento de laboratorios de medición y análisis de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes estacionarias
- Mar/1994 [Ley 19.300](#) Aprueba Ley sobre bases generales del medio ambiente
- Abr/1994 [Decreto 55](#) Establece normas de emisión aplicables a vehículos motorizados pesados que indica
- May/1994 [Decreto 54](#) Establece normas de emisión aplicables a vehículos motorizados medianos que indica
- Mar/1995 [Decreto 812](#) Complementa procedimiento de compensación de emisiones para fuentes estacionarias puntales que indica
- May/1998 [Decreto 59](#) Establece norma de calidad primaria para Material Particulado respirable MP10 en especial de los valores que definen situaciones de emergencia
- Jun/1999 [Decreto 165](#) Establece norma de emisión para la regulación del contaminante arsénico emitido al aire
- Abr/2000 [Resolución 752 EXENTA](#) Aprueba normas técnicas sobre metodologías de medición y análisis de emisiones de fuentes estacionarias
- Sep/2000 [Decreto 103](#) establece norma de emisión de hidrocarburos no metánicos para vehículos livianos y medianos
- Sep/2000 [Decreto 104](#) Establece normas de emisión para motocicletas
- Mar/2001 [Resolución 431 EXENTA](#) Establece características de distintivos de control de emisión de contaminantes y de revisión técnica
- Mar/2002 [Decreto 130](#) Establece normas de emisión de Monóxido de carbono (CO) Hidrocarburos Totales (HCT) Hidrocarburos No Metánicos (HCNM) Metano (CH₄) Óxidos de nitrógeno (NOX) y Material Particulado (MP) para motores de buses de locomoción colectiva de la ciudad de Santiago
- Feb/2003 [Decreto 129](#) Establece norma de emisión de ruidos para buses de locomoción colectiva urbana y rural

Ene/2004 [Decreto 58](#) Reformula y actualiza plan de prevención y descontaminación atmosférica para la región metropolitana (PPDA)

Ago/2004 [Decreto 65](#) Disposiciones sobre certificación de sistemas de post tratamiento de emisiones para vehículos que indica

Feb/2005 [Resolución 2063](#) Establece fuentes estacionarias a las que les son aplicables las normas de emisión de Monóxido de Carbono (CO) y Dióxido de Azufre (SO₂)

May/2011 [Decreto 12](#) Establece norma primaria de calidad ambiental para material particulado fino respirable MP 2,5

Jun/2012 [Decreto 38](#) Establece normas de emisión de ruidos generados por fuentes que indica elaborada a partir de la revisión del Decreto N.º 146 de 1997 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia

May/2013 [Decreto 43](#) Establece Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica elaborada a partir de la revisión del Decreto N.º 686 de 1998 del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción

Jul/2013 [Decreto 38](#) Aprueba reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y emisión

Nov/2017 [Decreto 31](#) Establece Plan de Prevención y Descontaminación atmosférica para la región Metropolitana de Santiago

Ago/2018 [Ley 21.100](#) Prohíbe la entrega de bolsas plásticas de comercio en todo el territorio nacional

Dic/2018 [Ley 21.123](#) Modifica el código penal y tipifica como falta el ensuciar arrojar o abandonas basura materiales o desechos de cualquier índole en platas riberas de ríos o de lagos parques nacionales reservas nacionales monumentos naturales o en otras áreas de conservación de la biodiversidad declaradas bajo protección oficial

Abr/2019 [Resolución 2775 EXENTA](#) Prohíbe la circulación de vehículos motorizados en las condiciones que indica

May/2019 [Decreto 104](#) Establece norma primaria de calidad de aire para Dióxido de Azufre (SO₂)

Dic/2020 [Resolución 2475 EXENTA](#) Deroga Resolución N.º 475 de 2016 de la Superintendencia del Medio Ambiente, dicta instrucciones generales sobre deberes de remisión de información para fuentes emisoras reguladas por la norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica Decreto Supremo N.º 43 de 2012 del Ministerio del Medio Ambiente; y Aprueba nueva modalidad de reporte

Abr/2021 [Resolución 1664 EXENTA](#) Prohíbe funcionamiento de fuentes fijas que usen como combustible leña u otro dendroenergético en las comunas que indica

May/2021 [Resolución 743 EXENTA](#) Aprueba “Protocolo de Conexión de variables operaciones de motores de combustión eléctrica de indica”

Ago/2021 [Ley 21.368](#) Regula la Entrega de plásticos de un solo uso y las botellas plásticas y modifica los cuerpos legales que indica

Oct/2021 [Decreto 39](#) Establece norma de emisiones para maquinarias móviles

Dic/2021 [Resolución 2547 EXENTA](#) Establece instrucciones generales sobre deberes de remisión de información para fuentes reguladas por normas de emisión de contaminantes a la atmósfera y planes de prevención y/o descontaminación atmosférica en sistema de seguimiento atmosférico (SISAT) de la SMA y revoca Resolución Exenta N.º 1.227/2015

Mar/2022 [Resolución 368 EXENTA](#) Establece instrucción de carácter general sobre deber de informar de los titulares de un gras establecimiento en marco del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la región Metropolitana de Santiago

Normativa General Sobre Medio Ambiente (33)

Mar/1994 [Ley 19.300](#) Aprueba Ley sobre bases generales del medio ambiente
Ene/2010 [Ley 20417](#) Crea el Ministerio el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente
Oct/2011 [Decreto 25](#) Aprueba reglamento del Consejo Consultivo del Ministerio del Medio Ambiente y los Consejeros Consultivos Regionales del Medio Ambiente
Abr/2012 [Decreto 29](#) Aprueba reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres según Estados de Conservación
Jun/2012 [Ley 20600](#) Crea los Tribunales Ambientales
May/2013 [Decreto 1](#) Aprueba el Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes RETC
Jul/2013 [Decreto 14](#) Aprueba el Reglamento para la determinación del Caudal Ecológico Mínimo
Jul/2013 [Decreto 38](#) Aprueba reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y emisión
Jul/2013 [Decreto 39](#) Aprueba reglamento para la dictación de Planes de Prevención y de Descontaminación
Ago/2013 [Decreto 40](#) Aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
Dic/2014 [Ley 20793](#) Instauro el Día Nacional del Medio Ambiente
Mar/2015 [Decreto 62](#) Aprueba nuevo reglamento orgánico del Ministerio del Medio Ambiente y deja sin efecto el Decreto N.º 8 de 2012 de la misma institución
Nov/2015 [Decreto 32](#) Aprueba Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica
Nov/2015 [Ley 20879](#) Sanciona el transporte de desechos hacia vertederos clandestinos
Jun/2016 [Ley 20930](#) Establece el derecho real de Conservación Medioambiental
Dic/2016 [Decreto 18](#) Aprueba Reglamento que fija las obligaciones y procedimientos relativos a la identificación de los contribuyentes afectos que establece los procedimientos administrativos necesarios para la aplicación del impuesto que grava las emisiones al aire de Material Particulado Óxidos de Nitrógeno Dióxido de Azufre y Dióxido de Carbono conforme lo dispuesto en el artículo 8º de la Ley N.º 20.780
Oct/2017 [Decreto 7](#) Reglamento del Fondo para el Reciclaje
Nov/2017 [Decreto 31](#) Establece Plan de Prevención y Descontaminación atmosférica para la región Metropolitana de Santiago
Ene/2018 [Decreto 52](#) Crea Comisión Asesora Presidencial permanente del Cambio Climático
Mar/2018 [Decreto 35](#) Modifica DS N.º 149 de 2006 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones que establece la norma de emisión de NO HC y CO para el control del NOX en vehículos en uso de encendido por chispa (Ciclo OTTO)

Jun/2018 [Decreto 14](#) Aprueba Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030

Ago/2018 [Ley 21.100](#) Prohíbe la entrega de bolsas plásticas de comercio en todo el territorio nacional

Oct/2018 [Decreto 1](#) Establece la actualización de los apéndices de la convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna silvestre

Abr/2019 [Ley 21157](#) Establece el financiamiento regula la ejecución y dicta otras normas para la implementación de la conferencia internacional para el cambio climático denominada COP25

May/2019 [Decreto 104](#) Establece norma primaria de calidad de aire para Dióxido de Azufre (SO₂)

Ene/2020 [Decreto 3](#) Reglamento que establece normas aplicables a las importaciones y exportaciones de las sustancias controladas por el protocolo de Montreal y sus enmiendas los volúmenes máximos de importación y los criterios para su distribución

Ene/2020 [Ley 21202](#) Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos

Nov/2020 [Decreto 15](#) Establece reglamento de la Ley N.º 21.202 que modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos

Dic/2020 [Resolución 2452 EXENTA](#) Aprueba “Protocolo de Conexión y Reporte de Variables Operacionales para la Verificación de Compromisos Ambientales” y deja sin efecto la Resolución N.º 2051 Exenta de fecha 13 de Octubre de 2020 de la Superintendencia del Medio Ambiente

Feb/2021 [Resolución 62 EXENTA](#) Da inicio al Proceso de Declaración de Oficio por el Ministerio del Medio Ambiente de los Humedales Urbanos que indica

Mar/2021 [Resolución 431 EXENTA](#) Aprueba “Instrucción de carácter específico para la remisión de reportes de datos operacionales y ambientales para unidades fiscalizables de disposición final de residuos sólidos domiciliarios y asimilables (Rellenos Sanitarios y Vertederos)

Ago/2021 [Ley 21.368](#) Regula la Entrega de plásticos de un solo uso y las botellas plásticas y modifica los cuerpos legales que indica

Mar/2022 [Decreto 13](#) Aprueba Nuevo Reglamento orgánico del Ministerio del Medio Ambiente y deja sin efecto el Decreto N.º 62 de 2014 de la misma institución

Abril/2022 [Resolución 343 EXENTA](#) Dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento ambiental del componente ambiental Biodiversidad para los proyectos que cuentan con Resolución de Calificación Ambiental

Jun/2022 [Ley 21.455](#) Ley Marco de Cambio Climático*

Cambio Climático (30)

Mar/1983 [Decreto 42 EXENTO](#) Autoriza funcionamiento de Centro de Formación Técnica que indica

Mar/1994 [Ley 19.300](#) Aprueba Ley sobre bases generales del medio ambiente

Abr/1995 [Decreto 123](#) Promulga la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Ene/1995 [Decreto 1686](#) Promulga el acuerdo para la creación del Instituto Interamericano para la investigación del Cambio Global

Jul/1997 [Decreto 659](#) Promulga acuerdo con el programa de las Naciones Unidas para el desarrollo sobre proyecto denominado “Capacitación de Chile para cumplir sus compromisos con la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”

Feb/1998 [Decreto 2065](#) Promulga la convención de las Naciones Unidas de la lucha contra la desertificación en los países afectados por la sequía grave o desertificación en particular en África

Jun/2001 [Decreto 378](#) Promulga las rectificaciones al texto de la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Feb/2005 [Decreto 349](#) Promulga el protocolo de Kyoto de la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y sus Anexos A y B

Feb/2006 [Decreto 262](#) Memorándum de entendimiento con el reino de Dinamarca en materia sobre Cambio Climático

Feb/2006 [Decreto 263](#) Acuerdo de cooperación bilateral en materia de Cambio Climático con la república Francesa

Mar/2006 [Ley 20096](#) Establece Mecanismos de control aplicables a las sustancias agotadoras de la capa de ozono

Abr/2006 [Decreto 159](#) Acuerdo con el programa de las Naciones Unidas para el desarrollo sobre el proyecto del gobierno de Chile denominado “Chile: Actividad habilitante de Cambio Climático (Ejercicio de Autoevaluación)”

Jun/2009 [Decreto 87](#) Crea consejo asesor de cambio climático y agricultura

Ene/2010 [Ley 20417](#) Crea el Ministerio el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente

Ene/2010 [Decreto 180](#) Aprueba las medidas de conservación y las resoluciones adoptadas por la comisión de la convención para la conservación de los recursos vivos marinos antárticos en su XXVIII reunión de 2009

May/2013 [Resolución 197 EXENTA](#) Constituye comité asesor sobre Cambio Climático

Ago/2013 [Decreto 20](#) Promulga el acuerdo con el programa de las Naciones Unidas para el desarrollo sobre el proyecto: “Maps-Chile: Opciones de mitigación para enfrentar el Cambio Climático”

Jul/2014 [Decreto 68](#) Promulga el acuerdo relativo a la revisión sustantiva del acuerdo con el programa de las Naciones Unidas para el desarrollo sobre el proyecto: “Maps-Chile: Opciones de mitigación para enfrentar el Cambio Climático”

May/2017 [Decreto 30](#) Acuerdo de París adoptado en la vigésimo primera reunión de la conferencia de las partes de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Dic/2017 [Decreto 175](#) Promulga el acuerdo con el programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO) y el programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD) sobre el proyecto “Apoyo a la estrategia nacional de cambio climático y recursos vegetacionales (ENCCRV) de Chile”

Ene/2018 [Decreto 52](#) Crea Comisión Asesora Presidencial permanente del Cambio Climático

Abr/2018 [Decreto 32](#) Promulga la enmienda al protocolo de Montreal de 1987 relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono adoptada el 15 de Octubre de 2016

Nov/2018 [Decreto 42](#) Aprueba plan de recuperación, conservación y gestión del Ruil (*Nothofagus Alessandrii*)

Nov/2018 [Decreto 43](#) Aprueba plan de recuperación, conservación y gestión del Lucumillo (*Myrcianthes Coquimbensis*)

Abr/2019 [Ley 21157](#) Establece el financiamiento regula la ejecución y dicta otras normas para la implementación de la conferencia internacional para el cambio climático denominada COP25

Oct/2021 [Decreto 175](#) Promulga el acuerdo con la secretaría de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático, el protocolo de Kioto y el acuerdo de París en relación con el vigesimoquinto período de sesiones de la conferencia de las partes en la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático, el decimoquinto período de sesiones de la conferencia de las partes que actúa como reunión de las partes en el protocolo de Kioto, el segundo período de sesiones de la conferencia de las partes que actúa como reunión de las partes en el acuerdo de París y las sesiones de los órganos subsidiarios

Ene/2022 [Decreto 19](#) Crea Comisión asesora presidencial para la observación del Cambio Climático

Mar/2022 [Resolución 998 EXENTA](#) Aprueba Plan Nacional de Fomento a la producción de Hidrógeno Verde en territorio fiscal

Residuos (25)

Ene/1968 [Decreto con Fuerza de Ley 725](#) Código Sanitario

Feb/1981 [Decreto Ley 3557](#) Establece disposiciones sobre protección agrícola

Ene/1990 [Ley 18902](#) Crea la Superintendencia de Servicio Sanitarios

Feb/1990 [Decreto con Fuerza de Ley 1](#) Determina materias que requieren autorización sanitaria expresa

Mar/1994 [Ley 19.300](#) Aprueba Ley sobre bases generales del medio ambiente

Nov/1996 [Decreto 2385](#) Fija texto refundido y sistematizado del decreto Ley Num. 3.063 de 1979 sobre rentas municipales

Jul/1998 [Decreto 609](#) Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillados

Mar/2001 [Decreto 90](#) Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales

Ene/2003 [Decreto 46](#) Establece norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas

Abr/2004 [Decreto 45](#) Promulga el acuerdo con Alemania sobre el proyecto “Gestión de residuos peligrosos en Chile”

Jun/2004 [Decreto 148](#) Aprueba Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos

Oct/2005 [Decreto 190](#) Sustancias cancerígenas manejo de residuos peligrosos

Ene/2006 [Decreto 173](#) Aprueba reglamento de laboratorios privados de salud publica de caracterización de residuos peligrosos

Mar/2006 [Decreto 209](#) Fija valores de toxicidad de las sustancias para efectos del reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos

Jul/2006 [Decreto con Fuerza de Ley 1](#) Fija el texto refundido coordinado y sistematizado de la Ley N.º 18.695 orgánica constitucional de municipalidades

Ene/2008 [Decreto 189](#) Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios

Dic/2009 [Decreto 6](#) Aprueba reglamento sobre manejo de residuos de establecimientos de atención de salud (REAS)

Ene/2010 [Ley 20417](#) Crea el Ministerio el servicio de evaluación ambiental y la superintendencia del medio ambiente

Jul/2010 [Decreto 2](#) Regula autorización de movimientos transfronterizos de residuos peligrosos consistentes en baterías de plomo usadas

Jun/2012 [Ley 20600](#) Crea los Tribunales Ambientales

Nov/2015 [Ley 20879](#) Sanciona el transporte de desechos hacia vertederos clandestinos

Jun/2016 [Ley 20920](#) Establece Marco para la gestión de residuos la responsabilidad extendida del productos y fomento al reciclaje

May/2019 [Ley 21161](#) Modifica la ley de tránsito para precisar las autorizaciones requeridas para transportar desechos

Mar/2021 [Decreto 64](#) Aprueba el reglamento que establece condiciones sobre tratamiento y disposición final de desechos provenientes de actividades de acuicultura

Ene/2022 [Resolución 31 EXENTA](#) Aprueba “Instrucción general para la vigilancia ambiental del componente agua en relación a depósitos de relaves”

Emisión de Olores (13)

Oct/1947 [Decreto 4740](#) Reglamento sobre normas sanitarias mínimas municipales

May/1961 [Decreto 144](#) Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza

Jul/1987 [Decreto 75](#) Establece condiciones para el transporte de cargas que indica

Dic/1992 [Resolución 3997](#) Prohíbe crianza permanencia alimentación y mantención de cerdos en lugares que constituyan focos de insalubridad

Mar/1994 [Ley 19.300](#) Aprueba Ley sobre bases generales del medio ambiente

Abr/2000 [Decreto 167](#) Establece norma de emisión para olores molestos (Compuestos sulfuro de hidrogeno y mercaptanos: Gases TRS) asociados a la fabricación de pulpa sulfatada

Ene/2008 [Decreto 189](#) Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios

Oct/2009 [Decreto 4](#) Reglamento para el manejo de lodos generados en plantas de tratamientos de aguas servidas

Ene/2011 [Resolución 231](#) Anteproyecto de la revisión de la norma de emisión para olores molestos (Compuestos sulfuro de hidrógeno y mercaptanos: Gases TRS) asociados a la fabricación de pulpa sulfatada DS N.º 167/1999 MINSEGPRES

May/2012 [Decreto 3](#) Reglamento para el manejo de lodos provenientes de plantas de tratamiento de efluentes de la industria procesadora de frutas y hortalizas

Mar/2013 [Decreto 37](#) Establece norma de emisión de compuestos TRS generadores de olor asociados a la fabricación de pulpa kraft o al sulfato elaborada a partir de la revisión del decreto N.º 167 de 1999 MINSEGPRES que establece norma de emisión para olores molestos (Compuestos sulfuro de hidrógeno y mercaptanos: Gases TRS) asociados a la fabricación de pulpa sulfatada

May/2013 [Decreto 1](#) Reglamento del registro de emisiones y transferencias de contaminantes RETC

Jul/2013 [Decreto 38](#) Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión

Bosques (3)

Jul/2008 [Ley 20283](#) Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal

Oct/2009 [Decreto 95](#) Reglamento del fondo de conservación , recuperación y manejo sustentable del bosque nativo

Mar/2022 [Resolución 76 EXENTA](#) Aprueba criterios sobre priorización de terrenos, focalización, asignación de bonificaciones y evaluación técnica y ambiental para concursos 2022 del fondo de conservación recuperación o manejo sustentable del bosque nativo

Anexo 5 – Ejes temáticos del Ministerio del Medio Ambiente Chile 2022.

Aire:

Ruido Ambiental
Contaminación Lumínica
Olores
PPDA – Planes de Prevención y/o
Descontaminación Atmosférica
Aire Chile

SINCA – Sistema Nacional de
Calidad de Aire
Registro de Calefactores
Calefacción Sustentable
Planes y Normas
Red Meteorológica para Calidad
del Aire en la RM

Biodiversidad:

Clasificación de Especies
iNaturalist
SIMBIO – Sistema de
Información y Monitoreo de
Biodiversidad
Ecosistemas acuáticos
continentales y costeros
Especies Exóticas Invasoras
GBIF
GBIF Chile
GEF
Inventario Nacional de Especies
de Chile

Estrategia Nacional de
Biodiversidad
Planes de recuperación,
conservación y gestión de
especies
Restauración Ecológica
Ruta para la Conservación
Marina en Chile
Registro Nacional de Áreas
Protegidas
Servicio de Biodiversidad y
Áreas Protegidas

Cambio Climático:

Proyecto de Ley de Cambio Climático
Sitio Cambio Climático
Unidad Ozono
Maps Chile – Mitigación del
Cambio Climático y Desarrollo
bajo en Carbono
SIN Chile – Sistema Nacional de
Inventarios de Gases de Efecto
Invernadero de Chile

Huella Chile
Plan nacional de Adaptación al
Cambio Climático y Planes
Sectoriales
Llamados Públicos y Subsidios
Comités Regionales de Cambio
Climático (CORECC)

Información y Economía Ambiental:

SINIA – Sistema Nacional de
Información Ambiental
RETC – Registro de Emisiones &
Transferencia de Contaminantes
Ventanilla Única – Portal del
RETC

IDE Servicios de Mapas
Servicios Ecosistémicos
Comité de consumo y producción
sustentable

Evaluación Ambiental Estratégica:

EAE – Sistema de Información de Evaluación Ambiental Estratégica

Educación Ambiental:

Portal de Educación Ambiental
Academia Adriana Hoffman
Redes Ambientales
SNCAE
SCAM – Sistema de Certificación Ambiental Municipal
Forjadores Ambientales
Nuevos materiales de Educación Ambiental

Eco Biblioteca
Estado Verde
Fondo de Protección Ambiental
PRAS – Programa para la Recuperación Ambiental y Social
Consulta Indígena
GEF Comunidades

Economía Circular:

Chile Circular Sin Basura
Chile Recicla
Fondo para el Reciclaje
Santiago Recicla
Elijo Reciclar
Recicla En Casa

Chao Bolsas Plásticas
Chao Bombillas
Chao Colillas
Programa Reciclo Orgánicos
Residuos de Construcción y Demolición

Asuntos Internacionales:

Estrategia Nacional para la Gestión de Residuos Marinos y Microplásticos
Democracia Ambiental
Observatorio del Principio 10 en América Latina y el Caribe
Agenda sobre el Desarrollo Sostenible (ODS)

El Fondo para el Medio Ambiente Mundial – GEF
Cooperación Internacional
Acuerdo de Cooperación Ambiental Chile – Canadá
Relaciones Institucionales Internacionales

Atención Ciudadana:

Centro de Documentación
Estadísticas Medioambientales
INE

Plataforma Ley del Lobby
Info Lobby

Anexo 6 – Ubicación Geográfica de Proyectos Fotovoltaicos Ingresados al SEA como DIA o EIA

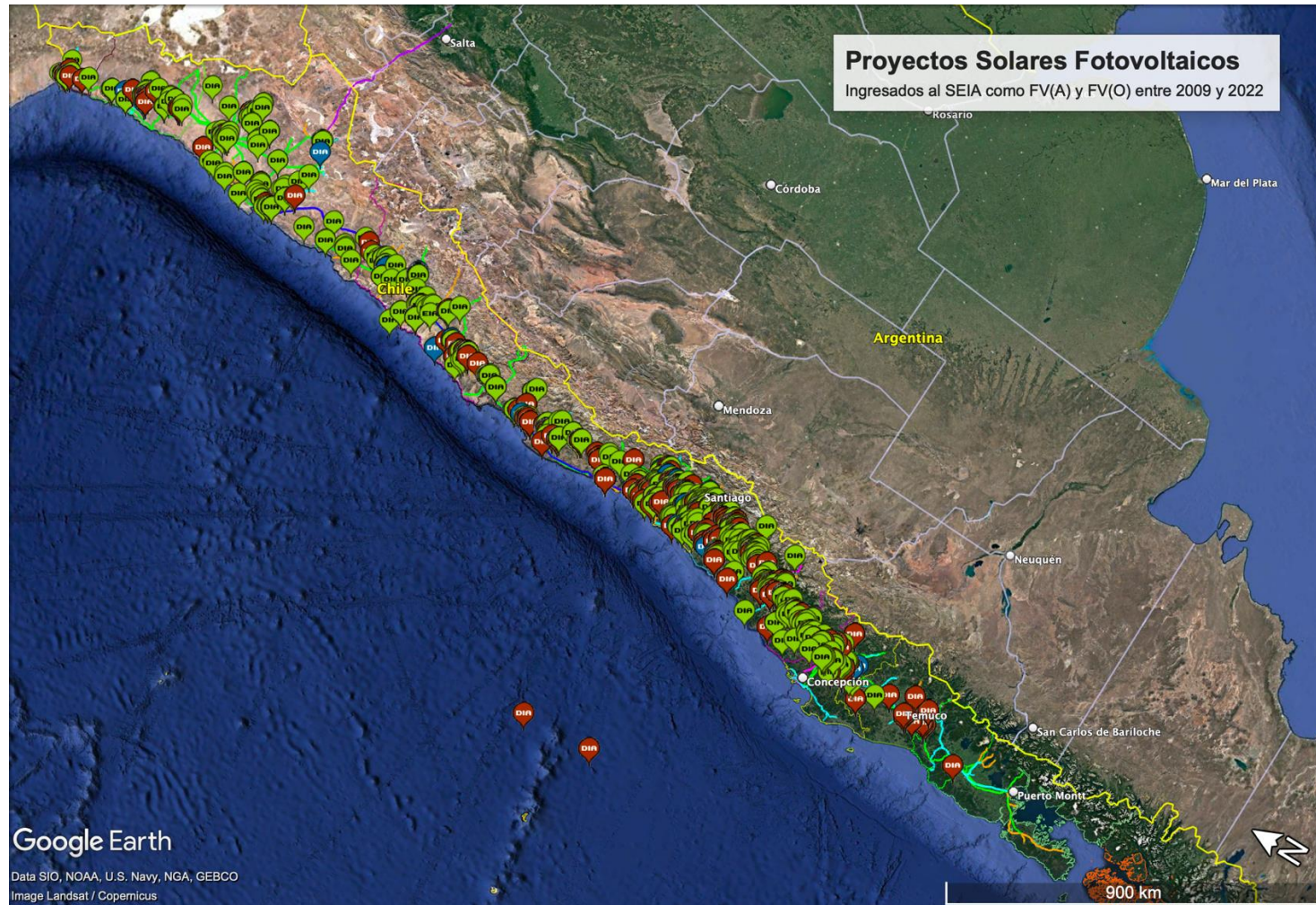


Figura 54 Imagen de la capa con información geográfica en Google Earth Pro con proyectos ingresados el SEIA mediante DIA o EIA desde 2011, superpuesta a la capa de líneas de transmisión eléctrica del Coordinador Eléctrico Nacional, en colores celeste-66kV, rosado-154kV, naranja-110kV, verde-220kV, morado-345kV, azul-500kV. Fuente: Adaptado de datos del portal web del SEIA (2022) y del Coordinador Eléctrico Nacional (2021).

Anexo 7 – Compendio Cartográfico de proyectos e instalaciones de Generación Eléctrica Fotovoltaica en Chile

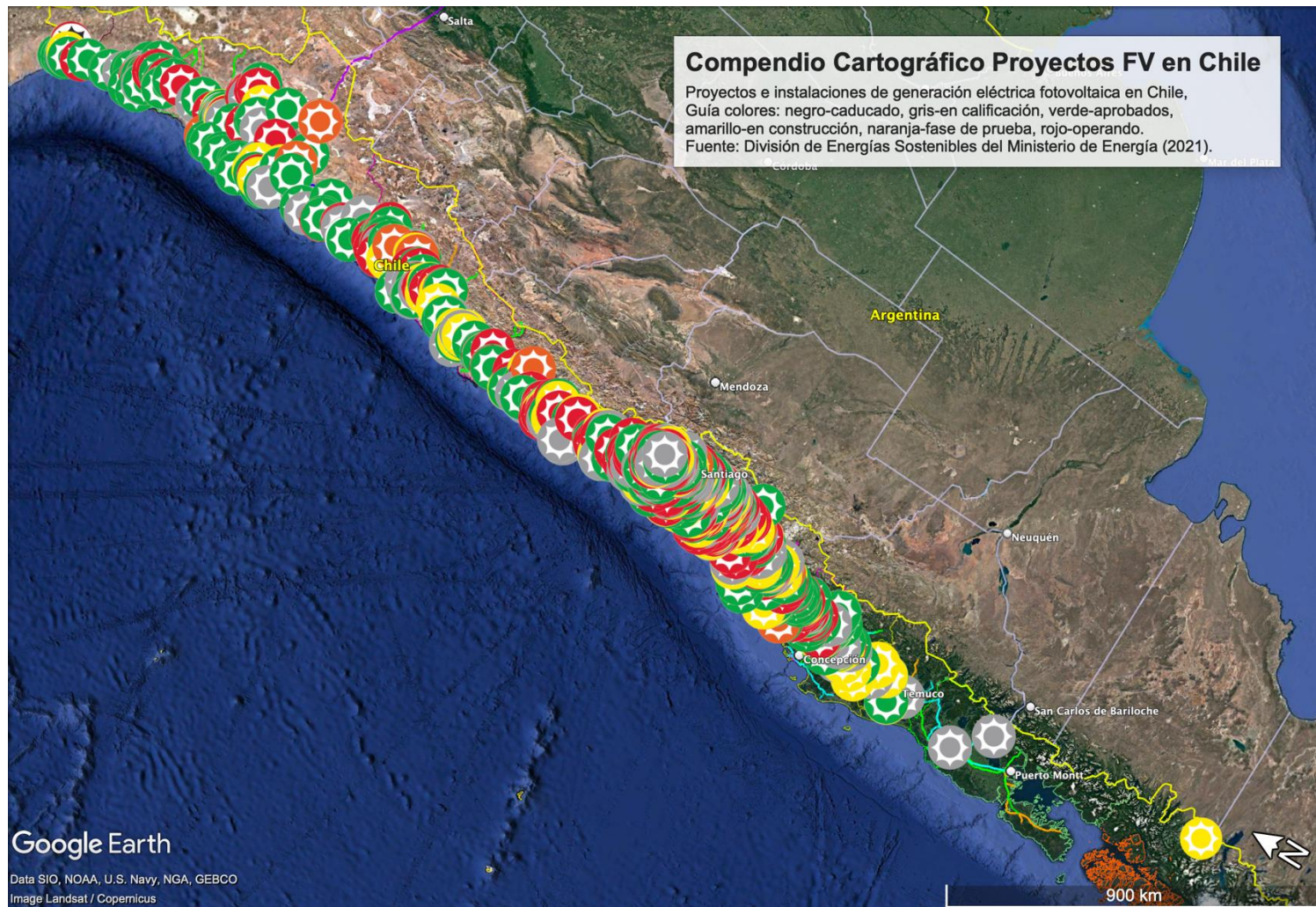


Figura 55 Imagen de la capa con información geográfica de Google Earth Pro con el compendio cartográfico de proyectos e instalaciones de generación eléctrica fotovoltaica en Chile, en colores negro-caducado, gris-en calificación, verde-aprobados, amarillo-en construcción, naranja-fase de prueba, rojo-operando . Fuente: Adaptado de la División de Energías Sostenibles del Ministerio de Energía (2021).

Anexo 10 – Clases de Capacidad de Uso de Suelos en función de los Criterios de Clasificación (SAG, 2011).

CLASE	CRITERIOS DE APROXIMACIÓN						CRITERIOS DE DEFINICIÓN						CRITERIOS ESPECIALES			
	Profundidad	Pendiente		Pedregosidad Superficial (%)		Drenaje	Textura	Agua Aprovechable (cm c.a.)	Pedregosidad (%)	Erosión	Clima		Inundación	Salinidad (dS/m)	Sodicidad RAS (%)	Alcalinidad (%)
		Simple	Completa	Gravas (2,0-7,5 cm diam)	Piedras (>7,5 cm diam)				Subsuperficial (>2,0 cm diam)		Días Libre de Heladas	Vientos				
I	>90	<1	<3	<10	<5	Bien Drenado	Fa _{mf} -FAL	18 o más	<5	No aparente	150 o más	Ausente a Moderado	Ninguna	<2	<5	0
II	>70	<5	<5	<10	<5	Bien Drenado a Drenaje Moderado	aF-A	12 a < 18	<15	No aparente a Ligera	≥ 100	Ausente a Moderado	Ninguna	<2	<5	0
III	>40	<8	<8	<20	<15	Bien Drenado a Drenaje Imperfecto	a _r -A	9,5 a <12	<35	No aparente a Moderada	≥ 80	Ausente a Moderado	Ninguna a Frecuente	<4	<13	< 2
IV	>20	<15	<15	<40	<35	Bien Drenado a Pobrememente Drenado	a _p -A	5 a < 9,5	<35	No aparente a Moderada	≥ 50	Ausente a Moderado	Ninguna a Frecuente	<8	<18	2 a 10
V	Cualquiera	<1	<3	Cualquiera	Cualquiera	Pobrememente Drenado a muy Pobrememente Drenado	a _p -A	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	≥ 50	Cualquiera	Muy Frecuente	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
VI	>20	<45	<45	≤ 85	≤ 50	Drenaje imperfecto a Excesivamente Drenado	a _p -A	Cualquiera	<60	No aparente a Severa	≥ 50	Cualquiera	Ninguna a Muy Frecuente	<12	<28	Cualquiera
VII	Cualquiera	<60	<60	Cualquiera	Cualquiera	Drenaje imperfecto a Excesivamente Drenado	a _p -A	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Ninguna a Muy Frecuente	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
VIII	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera

Figura 59 Clases de Capacidad de Uso de Suelos en función de los Criterios de Clasificación. Fuente: Pauta para Estudios de Suelos. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2011)

Anexo 11 – Obligación de información a Sistemas Sectoriales del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes del MMA.

Tabla 17 Límites de declaración para Sistemas Sectoriales involucrados en obras de Construcción de Parques Fotovoltaicos.

Sistema Sectorial	Materia	Cuerpo Legal	Umbral	Fecha de Declaración
SIDERP Generador	Generación RESPEL	DS N.º 148/2004 (Título III y VII)	Obligatorio > 12 kg de residuos tóxicos agudos o 12 ton de residuos peligrosos anuales > voluntario	Al momento del despacho y recepción en destino final
SINADER Generados Industrial	Generación de Residuos No Peligrosos	DS N.º 1/2013 (Art. 25)	Obligatorio > 12 ton de residuos no sometido a reglamento específico	10 primeros días del mes siguiente (mensual), 30 de marzo (anual)
DASUSPEL	Almacenamiento de Sustancias Peligrosas	DS N.º 43/2016 (Art. 5)	Varía según la sustancia	20 de Junio y 20 de Diciembre
REP PPP	Producción de Productos Prioritarios afectos a la Ley REP	Ley 20.920/2016 (Art. 10) / DS N.º 12/2021 (Art. 9)	Varía según Producto Prioritario	Según Resolución Vigente
Huella Chile	Huella de Carbono	-	Voluntario	-
RUEA	Registro Único de Emisiones Atmosféricas . Cuantificación	DS N.º 138/2005 (Art. 2)	La presencia de uno o más equipos indicados (Equipos Electrónicos)	30 de Abril
Fiscalización RILES	Norma de Emisión para regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquido a aguas marinas y continentales superficiales	DS N.º 90/2001	-	Todos los Meses
DAE	Desempeño Ambiental Empresarial	Res. Ext. N.º 144/2020	Estarán exentos los establecimientos con sistemas voluntarios y que no estén obligados por ley a declarar en VU	1º al 30 de Junio
DJA	Declaración Jurada Anual	Res. Ext. N.º 144/2020	RUEA, SIDREP, SINADER	1º al 30 de Octubre

Fuente: Elaborado a partir de información de Ventanilla Única (RETC, 2022)

