



DESARROLLO DE INDICADORES PARA EL MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PROGRESO DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO A NIVEL NACIONAL

Estudio solicitado por el PNUD

INFORME FINAL

Santiago, 06 de enero de 2022



Tabla de Contenidos

Acrónimos y Abreviaturas	XVIII
Resumen ejecutivo.....	1
1. Introducción	6
2. Objetivos del estudio	7
2.1 Objetivo general.....	7
2.2 Objetivos específicos	7
3. Estructura del Estudio	9
3.1 Proceso participativo	9
3.1.1 Taller 1.....	10
3.1.2 Reuniones sectoriales.....	14
3.1.3 Taller 2.....	16
4. Evaluación y diagnóstico de indicadores disponibles	20
4.1 Revisión de aspectos conceptuales y metodológicos.....	20
4.1.1 Marco conceptual de los riesgos del cambio climático.....	20
4.1.2 Adaptación y tipo de indicadores de adaptación.....	24
4.1.3 Sectores.....	28
4.2 Evaluación de indicadores de riesgo y vulnerabilidad sectorial	31
4.3 Evaluación de indicadores de riesgo y vulnerabilidad intersectorial.....	39
4.4 Caracterización y evaluación de indicadores y su contribución a la evaluación de metas y objetivos de los instrumentos de adaptación	47
5. Levantamiento de indicadores sectoriales	53
5.1 Complemento de cadenas de impacto existentes con indicadores de capacidad de adaptación	54
5.1.1 Recursos Hídricos	56
5.1.2 Energía	59
5.1.3 Infraestructura	63
5.1.4 Zonas Costeras	65
5.1.5 Silvoagropecuario.....	68
5.1.6 Minería.....	71
5.1.7 Pesca y Acuicultura	76
5.1.8 Turismo	80



5.1.9	<i>Biodiversidad</i>	82
5.1.10	<i>Salud</i>	85
5.1.11	<i>Ciudades y Asentamientos Humanos</i>	89
5.2	Nuevos índices de riesgos climáticos propuestas	95
5.2.1	<i>Recursos Hídricos</i>	96
5.2.2	<i>Energía</i>	101
5.2.3	<i>Infraestructura</i>	106
5.2.4	<i>Zonas Costeras</i>	110
5.2.5	<i>Silvoagropecuario</i>	116
5.2.6	<i>Minería</i>	121
5.2.7	<i>Pesca y Acuicultura</i>	126
5.2.8	<i>Turismo</i>	131
5.2.9	<i>Biodiversidad</i>	135
5.2.10	<i>Salud</i>	137
5.2.11	<i>Ciudades y Asentamientos Humanos</i>	142
6.	Levantamiento de indicadores intersectoriales	148
6.1	Macro-tema 1: Ecosistemas	150
	<i>Ecosistemas Terrestres</i>	151
6.1.1	<i>Porcentaje superficie terrestre protegida, a nivel comunal</i>	151
6.1.2	<i>Porcentaje de superficie con cobertura de bosque nativo, humedales, praderas y matorrales, por comunas</i>	154
6.1.3	<i>Cambio en el número de incendios en 10 años móviles, con respecto al periodo base 1990-2000, a nivel comunal</i>	158
6.1.4	<i>Cambio superficie afectada promedio móvil de 10 años por incendios en vegetación natural, con respecto al periodo base (1990-2000), por comunas</i>	161
6.1.5	<i>Cambio superficie afectada promedio móvil de 10 años por incendios en plantaciones forestales</i>	163
6.1.6	<i>Superficie con proyecto de restauración implementado, por región</i>	166
	<i>Ecosistemas Marinos</i>	168
6.1.7	<i>Biodiversidad de especies desembarcadas, por puerto</i>	168
6.1.8	<i>Porcentaje de superficie marina protegida, a nivel nacional</i>	171
6.1.9	<i>Porcentaje de superficie de áreas marinas protegidas con plan de manejo, a nivel nacional</i>	173
6.2	Macro-tema 2: Recursos base	174



Agua	175
6.2.1 Diferencia porcentual mínima entre el mínimo caudal promedio mensual de ríos en salida de cuencas y su caudal ecológico	176
6.2.2 Índice de escasez hídrica, por regiones	179
6.2.3 Capacidad instalada de desalación de agua de mar (L/s), por región.....	181
6.2.4 Agua potable embalsada respecto de la capacidad del embalse, por embalse	184
6.2.5 Agua para riego embalsada respecto de la capacidad del embalse, por embalse	187
6.2.6 Porcentaje de Servicios Sanitarios Rurales con cortes de suministro producto de la sequía, a nivel nacional.....	190
6.2.7 Porcentaje de viviendas dependientes de camiones aljibes, por comuna	193
Suelo.....	195
6.2.8 Índice de riesgo de desertificación, degradación de las tierras y sequía	196
6.2.9 Porcentaje superficie de cobertura vegetal, por comunas.....	199
6.3 Macro-tema 3: Sociedad.....	202
Provisión de bienes y servicio	202
6.3.1 Inseguridad alimentaria, por región	203
6.3.2 Superficie de infraestructura verde, por área urbana comunal.....	205
6.3.3 Horas anuales con puertos cerrados, por puerto.....	209
7. Propuesta preliminar de perfiles para fortalecer el M&E	212
7.1 Perfil “temas transversales”	212
7.1.1 Objetivos	212
7.1.2 Fundamentos	212
7.1.3 Actividades	213
7.1.4 Cronograma	214
7.1.5 Equipo técnico necesario y costos.....	215
7.2 Perfil “Indicadores de resultado y mejora continua”	216
7.2.1 Objetivos	216
7.2.2 Fundamentos	216
7.2.3 Actividades.....	217
7.2.4 Cronograma	218
7.2.5 Equipo técnico necesario y costos.....	219
8. Marco de gobernanza	221
8.1 Mapa de actores	221



8.1.1	<i>El Sistema de Indicadores de Adaptación al Cambio Climático (SIACC)</i>	227
8.1.2	<i>Departamento de Información Ambiental (DIA)</i>	228
8.1.3	<i>Comités asesores</i>	229
8.1.4	<i>Consejo de Ministros para la Sustentabilidad</i>	229
8.1.5	<i>Proveedores de datos</i>	229
8.1.6	<i>Usuarios</i>	230
8.2	Definición de estructura, roles y orgánica de la gobernanza	231
8.2.1	<i>SIACC</i>	233
8.2.2	<i>DIA</i>	236
8.2.3	<i>Comités asesores</i>	236
8.2.4	<i>Consejo de Ministros para la Sustentabilidad</i>	237
8.2.5	<i>Proveedores de datos</i>	237
8.2.6	<i>Usuarios</i>	238
9.	Hoja de Ruta para la implementación del SIACC	240
9.1	<i>Visión</i>	240
9.2	<i>Ejes estratégicos de la Hoja de Ruta</i>	243
9.2.1	<i>Marco conceptual y panorama de indicadores de adaptación en Chile</i>	244
9.2.2	<i>Plan estratégico de trabajo de indicadores</i>	249
9.2.3	<i>Acuerdos institucionales y gobernanza</i>	259
9.2.4	<i>Requerimientos complementarios para la operacionalización del sistema de monitoreo y evaluación</i>	265
9.3	<i>Costos del sistema y financiamiento</i>	270
9.3.1	<i>Remuneración personal</i>	270
9.3.2	<i>Estudios</i>	271
9.3.3	<i>Requerimientos complementarios</i>	271
9.4	<i>Nuevas necesidades de impactos, indicadores y brechas a cerrar en trabajos posteriores</i>	272
9.4.1	<i>Resumen de indicadores expresados a nivel teórico y acciones futuras</i>	272
9.4.2	<i>Propuestas de indicadores, impactos y brechas de indicadores desarrollados recogidos durante las reuniones sectoriales y observaciones del informe de avance</i>	274
9.5	<i>Aclaraciones complementarias</i>	284
9.5.1	<i>Criterios de selección de indicadores</i>	284
9.5.2	<i>Criterios y metodología de puntuación de prioridades de adaptación</i>	285
9.5.3	<i>Indicadores agregados de implementación y sus criterios de evaluación para medir el avance y fortalecimiento de la estrategia de adaptación a nivel nacional</i>	286



9.5.4	<i>Metodología de evaluación de teorías de cambio</i>	292
10.	Conclusiones	294
	Bibliografía	297
11.	Anexos	304
11.1	Lista de asistentes a las distintas instancias participativas.....	304
11.1.1	<i>Taller 1</i>	304
11.1.2	<i>Reuniones Sectoriales</i>	306
11.1.3	<i>Taller 2</i>	309
11.2	Discusión conceptual sobre componentes de cadenas de impacto	310
11.3	Glosario	318
	<i>Componentes de la cadena de impacto</i>	318
	<i>Tipos de adaptación</i>	319
11.4	Fichas de cadenas ARClím	319
11.4.1	<i>Recursos hídricos</i>	319
11.4.2	<i>Energía</i>	327
11.4.3	<i>Infraestructura</i>	331
11.4.4	<i>Zonas costeras</i>	333
11.4.5	<i>Silvoagropecuario</i>	335
11.4.6	<i>Minería</i>	341
11.4.7	<i>Pesca y acuicultura</i>	343
11.4.8	<i>Turismo</i>	350
11.4.9	<i>Biodiversidad</i>	355
11.4.10	<i>Salud</i>	356
11.4.11	<i>Ciudades y Asentamientos Humanos</i>	358
11.5	Agua para riego embalsada respecto de la capacidad del embalse	368
11.6	Iniciativas de M&E planificadas	370
11.7	Necesidades de indicadores levantadas en el taller 1	372
11.7.1	<i>Recursos hídricos</i>	372
11.7.2	<i>Energía</i>	375
11.7.3	<i>Infraestructura</i>	378
11.7.4	<i>Zonas Costeras</i>	381
11.7.5	<i>Silvoagropecuario</i>	384
11.7.6	<i>Minería</i>	388



11.7.7	<i>Pesca y Acuicultura</i>	391
11.7.8	<i>Turismo</i>	394
11.7.9	<i>Biodiversidad</i>	395
11.7.10	<i>Salud</i>	399
11.7.11	<i>Ciudades y Asentamientos Humanos</i>	404
11.8	Ejemplo ficha completada de indicadores agregados de implementación del PPCR.....	409

Lista de Tablas

Tabla 0-1	Resumen de nuevos indicadores de capacidad de adaptación propuestos como complemento a cadenas de impacto seleccionadas de ARClím	2
Tabla 0-2	Resumen de nuevos índices de riesgos climáticos propuestos	3
Tabla 0-3	Resumen indicadores intersectoriales desarrollados	3
Tabla 3-1	Agenda del taller 1	11
Tabla 3-2	Número de asistentes al taller 1 por sector.....	12
Tabla 3-3	Número de asistentes a las reuniones sectoriales, por sector	15
Tabla 3-4	Agenda del taller 2	17
Tabla 3-5	Número de asistentes al taller 2 por mesa	17
Tabla 4-1	Definición de conceptos componentes de la vulnerabilidad.....	23
Tabla 4-2	Ejemplo de tipo de indicadores de adaptación.....	27
Tabla 4-3	Propuesta indicativa de cruces de sectores de PLMCC con sectores de ARClím.....	29
Tabla 4-4	Agrupación de capítulos sectoriales en AR5 WGII	30
Tabla 4-5	Agrupación de temas transversales en ECLP	30
Tabla 4-6	Número de cadenas ARClím asignadas a cada sector.....	32
Tabla 4-7	Detalle de cadenas de ARClím asignadas a cada sector.....	32
Tabla 4-8	Campos de información descriptivos de cadenas ARClím	34
Tabla 4-9	Clasificación de amenazas según sector	36
Tabla 4-10	Clasificación de exposición según sector	37
Tabla 4-11	Clasificación de vulnerabilidad según sector	38
Tabla 4-12	Clasificación de riesgo según sector	39
Tabla 4-13	Cadenas de impacto de ARClím en sectores con vocación de provisión	40
Tabla 4-14	Cadenas de impacto de ARClím con índices de vulnerabilidad intersectoriales	41
Tabla 4-15	Cadenas de impacto con índices de vulnerabilidad y riesgo afectados por otros sectores	42
Tabla 4-16	Plataformas de información relevante para indicadores intersectoriales.....	44
Tabla 4-17	Instrumentos seleccionados	47
Tabla 4-18	Número de indicadores de M&E identificados en instrumentos	49
Tabla 4-19	Número de indicadores por sector	50
Tabla 4-20	Indicadores de M&E según clasificación.....	51
Tabla 5-1	Resumen de nuevos indicadores de capacidad de adaptación propuestos como complemento a cadenas de impacto seleccionadas.....	54



Tabla 5-2 Campos de información para complemento de cadenas existentes con capacidad de adaptación	55
Tabla 5-3 Valor del factor k – Riesgo en el aprovechamiento de agua superficial de riego	58
Tabla 5-4 Fuente de información indicador capacidad adaptativa - Riesgo en el aprovechamiento de agua superficial de riego.....	58
Tabla 5-5 Valor del factor k – Impacto de la disminución del recurso hídrico	61
Tabla 5-6 Fuentes de información indicador capacidad adaptativa – Impacto de la disminución del recurso hídrico	61
Tabla 5-7 Valor del factor k – Inundación por desborde de ríos.....	64
Tabla 5-8 Valor del factor k – Aumento de <i>downtime</i> en puertos estatales	67
Tabla 5-9 Valor del factor k – Cambio productividad cultivo de trigo de riego	69
Tabla 5-10 Fuentes de información indicador capacidad adaptativa – Cambio productividad de cultivo de trigo de riego.....	70
Tabla 5-11 Valor del factor k – Condición de baja pluviometría.....	74
Tabla 5-12 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Condición de baja pluviometría	74
Tabla 5-13 Valor del factor k – Pérdida de desembarque pesquero artesanal	78
Tabla 5-14 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Pérdida de desembarque pesquero artesanal	78
Tabla 5-15 Valor del factor k – Pérdida de atractivo turístico en destinos de sol y playa	81
Tabla 5-16 Fuente de información indicador capacidad adaptativa - Pérdida de atractivo turístico en destinos de sol y playa	81
Tabla 5-17 Valor del factor k – Pérdida de fauna por cambios de temperatura	84
Tabla 5-18 Fuente de información indicador capacidad adaptativa - Pérdida de fauna por cambio de temperatura.....	84
Tabla 5-19 Valor del factor k – Mortalidad prematura por calor	87
Tabla 5-20 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Mortalidad prematura por calor ...	87
Tabla 5-21 Valor del factor k – Disconfort térmico ambiental	92
Tabla 5-22 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Disconfort térmico ambiental	92
Tabla 5-23 Resumen de nuevos índices de riesgos climáticos propuestos	95
Tabla 5-24 Campos de información nuevos índices de riesgo climático	96
Tabla 5-25 Ficha Riesgo en la disponibilidad de agua superficial para fines ambientales	97
Tabla 5-26 Valor del factor k – Riesgo en la disponibilidad de agua superficial para fines ambientales ...	99
Tabla 5-27 Fuente de información cálculo de indicadores– Riesgo en la disponibilidad de agua superficial para fines ambientales.....	99
Tabla 5-28 Puertos seleccionados para cadena de <i>Downtime</i> de puertos energéticos.....	101
Tabla 5-29 Ficha <i>Downtime</i> de puertos energéticos	102
Tabla 5-30 Valor del factor k – <i>Downtime</i> de puertos energéticos	104
Tabla 5-31 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – <i>Downtime</i> de puertos energéticos	104
Tabla 5-32 Ficha Anegamiento costero de la Red Vial.....	106
Tabla 5-33 Criterios de sensibilidad de la infraestructura vial.....	107
Tabla 5-34 Valor del factor k – Anegamiento costero de la Red Vial	109
Tabla 5-35 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Anegamiento costero de la Red Vial	109
Tabla 5-36 Ficha Degradación de humedales costeros.....	111



Tabla 5-37 Criterios de sensibilidad de humedales	112
Tabla 5-38 Valor del factor k – Degradación de humedales costeros	113
Tabla 5-39 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Degradación de humedales costeros	114
Tabla 5-40 Ficha Cambio de productividad cultivo de vid cepa Chardonnay	117
Tabla 5-41 Valor del factor k – Pérdida de productividad cultivo de vid	119
Tabla 5-42 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Pérdida de productividad cultivo de vid	119
Tabla 5-43 Ficha Impacto de la alta pluviometría en relaves mineros	121
Tabla 5-44 Criterios de sensibilidad de los depósitos de relaves	122
Tabla 5-45 Criterios de capacidad de adaptación de los depósitos de relaves	123
Tabla 5-46 Valor del factor k – Impacto de la alta pluviometría en relaves mineros	124
Tabla 5-47 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Impacto de la alta pluviometría en relaves mineros	124
Tabla 5-48 Ficha Reducción de las praderas de algas	127
Tabla 5-49 Criterios de sensibilidad - Reducción de las praderas de algas	128
Tabla 5-50 Valor del factor k – Reducción de las praderas de algas	128
Tabla 5-51 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Reducción de las praderas de algas	128
Tabla 5-52 Pérdida de atractivo turístico en destinos de sol y playa por marejadas	131
Tabla 5-53 Valor del factor k – Pérdida de turismo de sol y playa por marejadas	133
Tabla 5-54 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Pérdida de turismo de sol y playa por marejadas	134
Tabla 5-55 Ficha Pérdida de biodiversidad marina por cambios en la temperatura del mar	136
Tabla 5-56 Valor del factor k – Pérdida de fauna por cambios de temperatura	137
Tabla 5-57 Ficha Morbilidad por calor	138
Tabla 5-58 Valor del factor k – Morbilidad por calor	140
Tabla 5-59 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Morbilidad por calor	140
Tabla 5-60 Ficha Incendios en asentamientos urbanos	142
Tabla 5-61 Valor del factor k – Incendios en asentamientos urbanos	144
Tabla 5-62 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Incendios en asentamientos urbanos	145
Tabla 6-1 Resumen indicadores intersectoriales desarrollados	148
Tabla 6-2 Campos de información para indicadores intersectoriales	150
Tabla 6-3 Fuentes de información cálculo indicador – Distribución (%) de superficie terrestre protegida, por comuna	153
Tabla 6-4 Fuentes de información cálculo indicador - Porcentaje cobertura bosques nativos, praderas y matorrales	156
Tabla 6-5 Fuentes de información cálculo indicador – Cambio en el número de incendios por comuna (ordenadas según el cambio) en 10 años (2011-2021) con respecto a los años 1990-2000	159
Tabla 6-6 Fuentes de información cálculo indicador – Cambio superficie afectada (ha) promedio móvil de 10 años por incendios en vegetación natural, con respecto al periodo base (1990-2000)	162
Tabla 6-7 Fuentes de información cálculo indicador – Cambio en la superficie de plantaciones forestales (ha) afectada por incendios por comuna en 10 años (2011-2021) con respecto a los años 1990-2000 ..	164



Tabla 6-8 Fuentes de información cálculo indicador – Superficie con proyectos de restauración implementados por región	167
Tabla 6-9 Fuentes de información cálculo indicador - Índice de biodiversidad de desembarque	169
Tabla 6-10 Fuentes de información cálculo indicador – Porcentaje de superficie marina protegida.....	173
Tabla 6-11 Resultados indicador - Porcentaje de superficie marina protegida, a nivel nacional.....	173
Tabla 6-12 Fuentes de información cálculo indicador – Porcentaje de superficie de áreas marinas protegidas con plan de manejo	174
Tabla 6-13 Resultados indicador – Porcentaje de superficie de áreas marinas protegidas con plan de manejo	174
Tabla 6-14 Fuentes de información cálculo indicador - Cambio porcentual en el caudal promedio anual de ríos en salida de cuencas, con respecto a caudal base.....	178
Tabla 6-15 Fuentes de información cálculo indicador – Variación en la estacionalidad de caudal de ríos	180
Tabla 6-16 Fuentes de información cálculo indicador – Capacidad instalada de desalación por región .	183
Tabla 6-17 Fuentes de información cálculo indicador – Agua potable embalsada	186
Tabla 6-18 Mínima agua potable embalsada respecto de la capacidad de embalse – Agua potable embalsada.....	186
Tabla 6-19 Fuentes de información cálculo indicador – Agua embalsada para riego	188
Tabla 6-20 Fallas de SSR asociados a sequía – SSR con cortes de suministro producto de la sequía.....	191
Tabla 6-21 Fuentes de información cálculo indicador – SSR con corte de suministro producto de la sequía	192
Tabla 6-22 Fuente de información indicador – Porcentaje de viviendas que no dependen de camiones aljibes	195
Tabla 6-23 Fuentes de información cálculo indicador – Índice de riesgo de desertificación, degradación de las tierras y sequía.....	198
Tabla 6-24 Fuentes de información cálculo indicador – Porcentaje superficie de cobertura vegetal	201
Tabla 6-25 Fuente de información indicador – Inseguridad alimentaria	204
Tabla 6-26 Fuente de información indicador – Superficie de infraestructura verde	207
Tabla 7-1 Estimación del presupuesto (UF) – Perfil “temas transversales”	215
Tabla 7-2 Estimación del presupuesto (UF) – Perfil “indicadores de resultado y mejora continua”	219
Tabla 8-1 Instituciones que componen el ETICC.....	226
Tabla 8-2 Ministerios que integran el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad	227
Tabla 9-1 Ficha Actividad 1-1	244
Tabla 9-2 Ficha Actividad 1-2	244
Tabla 9-3 Ficha Actividad 1-3	245
Tabla 9-4 Ficha Actividad 1-4	246
Tabla 9-5 Ficha Actividad 1-5	246
Tabla 9-6 Ficha Actividad 1-6	247
Tabla 9-7 Ficha Actividad 1-7	247
Tabla 9-8 Ficha Actividad 1-8	248
Tabla 9-9 Ficha Actividad 1-9	248
Tabla 9-10 Ficha Actividad 1-10	248
Tabla 9-11 Ficha Actividad 1-11	249
Tabla 9-12 Ficha Actividad 2-1	250
Tabla 9-13 Ficha Actividad 2-2	250



Tabla 9-14 Ficha Actividad 2-3	251
Tabla 9-15 Ficha Actividad 2-4	252
Tabla 9-16 Ficha Actividad 2-5	253
Tabla 9-17 Ficha Actividad 2-6	253
Tabla 9-18 Ficha Actividad 2-6	254
Tabla 9-19 Ficha Actividad 2-7	254
Tabla 9-20 Ficha Actividad 2-8	255
Tabla 9-21 Ficha Actividad 2-9	255
Tabla 9-22 Ficha Actividad 2-10	255
Tabla 9-23 Ficha Actividad 2-11	256
Tabla 9-24 Ficha Actividad 2-12	256
Tabla 9-25 Ficha Actividad 2-13	256
Tabla 9-26 Ficha Actividad 2-14	257
Tabla 9-27 Ficha Actividad 2-15	257
Tabla 9-28 Ficha Actividad 2-16	258
Tabla 9-29 Ficha Actividad 2-17	258
Tabla 9-30 Ficha Actividad 3-1	259
Tabla 9-31 Ficha Actividad 3-2	260
Tabla 9-32 Ficha Actividad 3-3	260
Tabla 9-33 Ficha Actividad 3-4	261
Tabla 9-34 Ficha Actividad 3-5	262
Tabla 9-35 Ficha Actividad 3-6	263
Tabla 9-36 Ficha Actividad 3-7	263
Tabla 9-37 Ficha Actividad 3-8	263
Tabla 9-38 Ficha Actividad 3-9	264
Tabla 9-39 Ficha Actividad 3-10	264
Tabla 9-40 Ficha Actividad 3-11	265
Tabla 9-41 Ficha Actividad 4-1	266
Tabla 9-42 Ficha Actividad 4-2	266
Tabla 9-43 Ficha Actividad 4-3	267
Tabla 9-44 Ficha Actividad 4-4	267
Tabla 9-45 Ficha Actividad 4-5	267
Tabla 9-46 Ficha Actividad 4-6	267
Tabla 9-47 Ficha Actividad 4-7	268
Tabla 9-48 Ficha Actividad 4-8	268
Tabla 9-49 Ficha Actividad 4-9	268
Tabla 9-50 Ficha Actividad 4-10	269
Tabla 9-51 Ficha Actividad 4-11	269
Tabla 9-52 Estimación del presupuesto (UF)	270
Tabla 9-53 Estimación del presupuesto (UF)	271
Tabla 9-54 Estimación del presupuesto (UF)	271
Tabla 9-55 Estimación del presupuesto (UF)	272
Tabla 9-56 Resumen de indicadores expresados a nivel teórico para cadenas de ARClím seleccionadas	272
Tabla 9-57 Resumen de indicadores expresados a nivel teórico para cadenas nuevas	273



Tabla 9-58 Propuestas de indicadores, impactos y brechas sectoriales.....	274
Tabla 9-59 Propuestas de indicadores y brechas intersectoriales.....	280
Tabla 9-60 Criterios para selección de indicadores	284
Tabla 9-61 Indicadores base del PPCR	287
Tabla 11-1 Listado de asistentes taller 1.....	304
Tabla 11-2 Listado de asistentes en las reuniones sectoriales	306
Tabla 11-3 Listado de asistentes al taller 2	309
Tabla 11-4 Comparación de definiciones para conceptos claves de los riesgos del cambio climático	316
Tabla 11-5 Ficha Inundaciones en zonas urbanas.....	319
Tabla 11-6 Ficha Riesgo en el Aprovechamiento de Agua Superficial en Riego	320
Tabla 11-7 Ficha Sequías Hidrológicas	321
Tabla 11-8 Ficha Seguridad hídrica doméstica urbana	323
Tabla 11-9 Ficha Seguridad hídrica doméstica rural.....	325
Tabla 11-10 Ficha Impactos de disminución del recurso hídrico.....	327
Tabla 11-11 Ficha Impacto del aumento de temperatura sobre líneas de transmisión.....	328
Tabla 11-12 Ficha Impacto del cambio en radiación solar.....	329
Tabla 11-13 Ficha Impacto de disminución del recurso eólico.....	330
Tabla 11-14 Ficha Inundaciones por Desbordes de Ríos	331
Tabla 11-15 Ficha Aumento de <i>downtime</i> en puertos estatales	333
Tabla 11-16 Ficha Erosión de playas	334
Tabla 11-17 Ficha Cambio de Productividad Cultivo de Almendro/Cerezo/Frejol/Maíz/Manzano rojo/Nogal.....	335
Tabla 11-18 Ficha Cambio en la Capacidad de Carga de Ovinos y Bovinos de Carne/Leche y cambio de productividad de las praderas	336
Tabla 11-19 Ficha Cambio de Productividad Cultivo de Papa bajo Riego o de Secano/Trigo bajo Riego o de secano	338
Tabla 11-20 Ficha Incendios en Bosques Nativos/Plantaciones Forestales.....	339
Tabla 11-21 Ficha Verdor en Bosques Nativos/Plantaciones forestales.....	340
Tabla 11-22 Ficha Condición de alta pluviometría.....	342
Tabla 11-23 Ficha Condición de baja pluviometría.....	342
Tabla 11-24 Ficha Salmonicultura: Pérdida de producción por menor provisión de agua dulce	343
Tabla 11-25 Ficha Pérdida de biomasa de salmones por FAN.....	344
Tabla 11-26 Ficha Pérdida de biomasa de salmones por aumento de parásitos	346
Tabla 11-27 Ficha Pérdida de biomasa de mejillones en fase engorda por FAN.....	347
Tabla 11-28 Ficha Pérdida de biomasa semilla de mejillones por aumento de salinidad	348
Tabla 11-29 Ficha Pérdida de desembarque pesquero artesanal	349
Tabla 11-30 Ficha Pérdida de atractivo turístico invernal en centros de alta montaña.....	350
Tabla 11-31 Ficha Pérdidas de atractivo turístico por incendios forestales	351
Tabla 11-32 Ficha Erosión de playas	353
Tabla 11-33 Ficha Pérdida de atractivo turístico en los destinos de sol y playa.....	353
Tabla 11-34 Ficha pérdida de fauna/flora por cambio de precipitación/temperatura	355
Tabla 11-35 Ficha Mortalidad prematura neta por cambio de temperatura	356
Tabla 11-36 Ficha Mortalidad prematura por calor.....	357
Tabla 11-37 Ficha Efecto olas de calor en la salud humana	358
Tabla 11-38 Ficha Inundaciones.....	360



Tabla 11-39 Ficha Efectos de Isla de Calor Urbana	362
Tabla 11-40 Ficha Disconfort térmico ambiental.....	364
Tabla 11-41 Ficha Efecto de las heladas en las ciudades.....	365
Tabla 11-42 Ficha Anegamientos de asentamientos costeros	366
Tabla 11-43 Mínimo volumen de agua embalsada para riego para periodo entre 2015 y 2020 – Agua embalsada para riego.....	368
Tabla 11-44 Criterios para la evaluación de indicadores	370
Tabla 11-45 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Recursos Hídricos – Taller 1	372
Tabla 11-46 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Recursos Hídricos – Taller 1.....	373
Tabla 11-47 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Energía – Taller 1.....	375
Tabla 11-48 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Energía – Taller 1	376
Tabla 11-49 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Infraestructura – Taller 1	378
Tabla 11-50 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Infraestructura – Taller 1	380
Tabla 11-51 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Zonas Costeras – Taller 1	381
Tabla 11-52 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Zonas Costeras – Taller 1.....	383
Tabla 11-53 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Silvoagropecuario – Taller 1	384
Tabla 11-54 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Silvoagropecuario – Taller 1.....	386
Tabla 11-55 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Minería – Taller 1	388
Tabla 11-56 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Minería – Taller 1.....	390
Tabla 11-57 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Pesca y Acuicultura – Taller 1	391
Tabla 11-58 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Pesca y Acuicultura– Taller 1	393
Tabla 11-59 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Turismo – Taller 1....	394
Tabla 11-60 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Turismo – Taller 1.....	395
Tabla 11-61 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Biodiversidad – Taller 1	395
Tabla 11-62 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Biodiversidad – Taller 1.....	397
Tabla 11-63 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Salud – Taller 1	399
Tabla 11-64 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Salud – Taller 1	402
Tabla 11-65 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Ciudades y Asentamientos Humanos – Taller 1	404



Tabla 11-66 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Ciudades y Asentamientos Humanos – Taller 1	406
--	-----



Lista de Figuras

Figura 0-1 Roles de la gobernanza del SIACC.....	4
Figura 3-1 Mapa de actividades	9
Figura 3-2 Mesas de trabajo sectoriales según bloque de taller 1	11
Figura 3-3 Pizarra “Miro” pregunta 2, ejemplo sector biodiversidad, taller 1	13
Figura 3-4 Registro plenaria Taller 2	18
Figura 3-5 Pizarra “Miro” pregunta 2.....	19
Figura 3-6 Pizarra “Miro” pregunta 2 con registro de las respuestas entregadas en la mesa 2.....	19
Figura 4-1 Ilustración del marco conceptual de los riesgos del cambio climático.....	21
Figura 4-2 Definiciones de los componentes de las cadenas de impacto	22
Figura 4-3 Interacción de adaptación con los conceptos de riesgos del cambio climático	24
Figura 4-4 Marco conceptual de adaptación y tipo de indicadores de adaptación.....	27
Figura 4-5 Sectores considerados	28
Figura 4-6 Propuesta de agrupación de sectores	31
Figura 5-1 Indicadores capacidad adaptativa principales cuencas – Riesgo en el aprovechamiento de agua superficial de riego.....	58
Figura 5-2 Mapas de capacidad adaptativa y riesgo promedio por cuenca	59
Figura 5-3 Generación distribuida respecto del consumo comunal (%) – Impacto de la disminución del recurso hídrico	62
Figura 5-4 Mapas de capacidad adaptativa (%), riesgo y variación del riesgo (%) a nivel comunal – Impacto de la disminución del recurso hídrico	63
Figura 5-5 Mapa de riesgo a nivel comunal – Inundación por desbordes de ríos.....	65
Figura 5-6 Mapa de capacidad riesgo a nivel comunal – Aumento de <i>downtime</i> en puertos estatales....	67
Figura 5-7 Valores del índice de capacidad adaptativa – Cambio productividad de cultivos de trigo de riego	70
Figura 5-8 Mapa de capacidad adaptativa y riesgo a nivel comunal – Cambio productividad cultivo de trigo de riego	71
Figura 5-9 Participación de empresas socias del Consejo Minero– Condición de baja pluviometría	73
Figura 5-10 Extracción de agua de mar desalada y no desalada (L/s) por faenas mineras – Condición de baja pluviometría	75
Figura 5-11 Consumo de agua de mar respecto del consumo total (%) – Condición de baja pluviometría	75
Figura 5-12 Mapas de capacidad adaptativa, riesgo y variación del riesgo (%) a nivel comunal – Condición de baja pluviometría.....	76
Figura 5-13 Valores indicador capacidad adaptativa - Pérdida de desembarque pesquero artesanal.....	79
Figura 5-14 Mapas de promedio capacidad adaptativa y riesgo a nivel comunal - Pérdida de desembarque pesquero artesanal	79
Figura 5-15 Valores de capacidad adaptativa por comuna – Pérdida de atractivo turístico en destinos de sol y playa.....	82
Figura 5-16 Mapas de capacidad adaptativa promedio y riesgo a nivel comunal – Pérdida de atractivo turístico en destinos de sol y playa.....	82
Figura 5-17 Valor de capacidad adaptativa - Pérdida de fauna por cambios de temperatura.....	85



Figura 5-18 Mapas capacidad adaptativa y riesgo recalculado – Pérdida de fauna por aumento de temperatura.....	85
Figura 5-19 Jornadas de trabajo diarias completadas de médicos (jornadas cada 10.000 habs) – Mortalidad prematura por calor.....	88
Figura 5-20 Mapas de capacidad adaptativa (jornadas cada 10.000 habs), riesgo y variación en el riesgo (%) a nivel comunal – Mortalidad prematura por calor	89
Figura 5-21 Superficie de infraestructura verde (ha cada 100.000 habs) – Discomfort térmico ambiental.....	93
Figura 5-22 Superficie de plazas y parques (ha cada 100.000 habs) – Discomfort térmico ambiental.....	94
Figura 5-23 Mapas de capacidad adaptativa (ha cada 100.000 habs), riesgo y variación en el riesgo (%) a nivel comunal – Discomfort térmico ambiental	95
Figura 5-24 Mapas de amenaza (%), exposición (m ³ /s), sensibilidad (%) y capacidad adaptativa (%) a nivel de cuencas – Riesgo en la disponibilidad de agua superficial para fines ambientales.....	100
Figura 5-25 Mapas de riesgo con y sin capacidad adaptativa y la variación entre ambos – Riesgo en la disponibilidad de agua superficial para fines ambientales.....	100
Figura 5-26 Mapas de amenaza, exposición (en TJ), sensibilidad (en días) y capacidad adaptativa a nivel comunal – <i>Downtime</i> de puertos energéticos.....	105
Figura 5-27 Mapas de riesgo con y sin considerar capacidad de adaptación y la variación porcentual antes y después de incorporar la capacidad adaptativa, nivel comunal – <i>Downtime</i> de puertos energéticos .	105
Figura 5-28 Mapas de amenaza, exposición (tramos), sensibilidad y riesgo a nivel comunal – Anegamiento de la Red Vial.....	110
Figura 5-29 Existencia de figura de protección (si/no) – Degradación de humedales costeros.....	114
Figura 5-30 Mapas de amenaza, exposición (número humedales), sensibilidad y capacidad adaptativa a nivel comunal – Degradación de humedales costeros	115
Figura 5-31 Mapas de riesgo antes y después de considerar la capacidad adaptativa y de variación en el riesgo (%) a nivel comunal – Degradación de humedales costeros.....	116
Figura 5-32 Mapas de amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y riesgo a nivel comunal – Cambio en la productividad de cultivo de vid cepa Chardonnay.....	120
Figura 5-33 Mapas de amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y riesgo a nivel comunal – Cambio en la productividad de cultivo de vid cepa Chardonnay.....	120
Figura 5-34 Mapas de amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa a nivel comunal – Impacto de la alta pluviometría en relaves mineros.....	125
Figura 5-35 Mapas de riesgo antes y después de considerar la capacidad adaptativa y de variación en el riesgo (%) a nivel comunal – Impacto de la alta pluviometría en relaves mineros	126
Figura 5-36 Mapas de amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa a nivel comunal – Reducción de las praderas de algas	130
Figura 5-37 Mapas de riesgo con y sin adaptación y variación entre ambos resultados a nivel comunal – Reducción de las praderas de algas	130
Figura 5-38 Mapas de amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y riesgo a nivel comunal – Pérdida de turismo en destinos de sol y playa por marejadas	134
Figura 5-39 Mapas de riesgo con y sin adaptación y variación – Pérdida de turismo en destinos de sol y playa por marejadas.....	135
Figura 5-40 Mapas de amenaza (°C), exposición (habs), sensibilidad (casos cada 1.000 habs) y capacidad adaptativa (jornadas cada 10.000 habs) a nivel comunal – Morbilidad por calor.....	141
Figura 5-41 Mapas de riesgo antes y después de considerar la capacidad adaptativa y de variación en el riesgo (%) a nivel comunal – Morbilidad por calor	141



Figura 5-42 Valores para el indicador de capacidad de adaptación – Incendios en asentamientos urbanos	146
Figura 5-43 Mapas de amenaza, exposición (hab urbanos), sensibilidad (actos de servicio) y capacidad adaptativa a nivel comunal a nivel comunal – Incendios en asentamientos urbanos	146
Figura 5-44 Mapas de riesgo antes y después de considerar la capacidad adaptativa y de variación en el riesgo (%) a nivel comunal - Incendios en asentamientos urbanos.....	147
Figura 6-1 Porcentaje superficie terrestre protegida, por comuna – Distribución (%) de superficie terrestre protegida.....	153
Figura 6-2 Mapa indicador – Distribución (%) de superficie terrestre protegida, por comuna	154
Figura 6-3 Porcentaje cobertura bosques nativos, humedales, praderas y matorrales, por comuna	157
Figura 6-4 Mapa indicador – Porcentaje cobertura bosques nativos, humedales, praderas y matorrales, por comuna	157
Figura 6-5 Cambio en el número de incendios por comuna (ordenadas según el cambio) en 10 años (2011-2021) con respecto a los años 1990-2000	160
Figura 6-6 Mapa indicador - Cambio en el número de incendios por comuna en 10 años (2011-2021) con respecto a los años 1990-2000	160
Figura 6-7 Cambio en la superficie de vegetación natural afectada por incendios por comuna (ordenadas según los cambios) en 10 años (2011-2021) con respecto a los años 1990-2000.....	163
Figura 6-8 Mapa indicador – Cambio superficie afectada (ha) promedio móvil de 10 años por incendios en vegetación natural (2011-2021), con respecto al periodo base (1990-2000), por comunas	163
Figura 6-9 Cambio en la superficie de plantaciones forestales afectada por incendios por comuna (ordenadas según cambio) en 10 años (2011-2021) con respecto a los años 1990-2000	165
Figura 6-10 Mapa indicador – Cambio en la superficie de plantaciones forestales (ha) afectada por incendios por comuna en 10 años (2011-2021) con respecto a los años 1990-2000	165
Figura 6-11 Indicador superficie (Ha) con proyectos de restauración implementados por región.....	167
Figura 6-12 Índice de biodiversidad de desembarque por puerto	170
Figura 6-13 Mapa indicador – Índice de biodiversidad de desembarque por puerto	171
Figura 6-14 Tendencia de emisión de decretos de escasez.....	175
Figura 6-15 Cambio porcentual en el caudal promedio anual con respecto al caudal base, por cuencas	179
Figura 6-16 Gráfico indicador – Brecha Hídrica (%) por regiones.....	181
Figura 6-17 Mapa de capacidad instalada (L/s) regional – Capacidad instalada de desalación por región	183
Figura 6-18 Distribución regional de la capacidad de desalación (%) – Capacidad instalada de desalación por región.....	184
Figura 6-19 Capacidad desalación regional por uso (L/s) – Capacidad instalada de desalación por región	184
Figura 6-20 Mínima agua potable embalsada respecto de la capacidad de embalse (%) – Agua Potable Embalsada	187
Figura 6-21 Mínima agua para riego embalsada respecto de la capacidad de embalse (%) Zona Norte – Agua para Riego Embalsada.....	189
Figura 6-22 Mínima agua para riego embalsada respecto de la capacidad de embalse (%) Zona Centro Norte – Agua para Riego Embalsada.....	189
Figura 6-23 Mínima agua para riego embalsada respecto de la capacidad de embalse (%) Zona Centro Sur – Agua para Riego Embalsada.....	190



Figura 6-24 Fallas asociadas a la sequía (%) – SSR con corte de suministro producto de la sequía	193
Figura 6-25 Fallas asociadas a la sequía – SSR con corte de suministro producto de la sequía	193
Figura 6-26 Distribución de viviendas dependiente de camiones aljibe (%) – Porcentaje de viviendas que no dependen de camiones aljibes	195
Figura 6-27 Componentes Índice de Riesgo de Desertificación.....	197
Figura 6-28 Componentes Índice de Riesgo de Degradación de las Tierras	197
Figura 6-29 Mapa indicador – Índice de riesgo de desertificación, degradación de las tierras y sequía .	199
Figura 6-30 Porcentaje cobertura vegetal, por comuna.....	201
Figura 6-31 Mapa indicador - Distribución (%) de superficie con cobertura vegetal, por comunas	202
Figura 6-32 Distribución regional de inseguridad alimentaria (%) – Inseguridad alimentaria	205
Figura 6-33 Distribución comunal de infraestructura verde (Ha/100.000 habs) – Superficie de infraestructura verde.....	207
Figura 6-34 Distribución comunal de infraestructura verde (Ha/100.000 habs) – Superficie de infraestructura verde	208
Figura 6-35 Distribución comunal de áreas verdes (Ha/100.000 habs) – Superficie de áreas verdes	208
Figura 6-36 Fuente de información – Horas de cierre de puertos.....	210
Figura 6-37 Distribución comunal de horas de cierre de puerto (%) – Horas de cierre de puertos.....	210
Figura 6-38 Distribución comunal de horas de cierre de puerto (%) – Horas de cierre de puertos.....	211
Figura 8-1 Mapa de actores de la gobernanza del SIACC	223
Figura 8-2 Gobernanza Climática en Chile	224
Figura 8-3 Extracto Organigrama Ministerio del Medio Ambiente	225
Figura 8-4 Roles de la gobernanza del SIACC.....	232
Figura 9-1 Ejes estratégicos de la Hoja de Ruta	243
Figura 9-2 Puntuación de prioridades de adaptación del Comité de Adaptación (2021).....	286
Figura 9-3 Ficha de puntuación de indicador agregado de implementación 1 – Parte 1.....	288
Figura 9-4 Ficha de puntuación de indicador agregado de implementación 1 – Parte 2.....	289
Figura 9-5 Ficha de puntuación de indicador agregado de implementación 2 – Parte 1.....	290
Figura 9-6 Ficha de puntuación de indicador agregado de implementación 2 – Parte 2.....	291
Figura 9-7 Mapa conceptual de teorías de cambio para el estudio de la adaptación.....	292
Figura 9-8 Ejemplo de teoría de cambio para el mapa del sistema de suministro y demanda de agua ..	293
Figura 11-1 Ilustración del marco conceptual de los riesgos del cambio climático	311
Figura 11-2 Ejemplo de definición de criterios de puntuación de indicador agregado de implementación 1 – Parte 1	410
Figura 11-3 Ejemplo de definición de criterios de puntuación de indicador agregado de implementación 1 – Parte 2	411



Acrónimos y Abreviaturas

AR4	Cuarto Informe de Evaluación del IPCC
AR5	Quinto Informe de Evaluación del IPCC
ARClím	Atlas de Riesgos Climáticos
CBIT	Creación de Capacidades para la Transparencia (por sus siglas en inglés)
Conaf	Corporación Nacional Forestal
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CMS	Consejo de Ministros para la Sustentabilidad
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción
D.S.	Decreto Supremo
ECLP	Estrategia Climática de Largo Plazo
ENCCRV	Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales
FAN	Floración de Algas Nocivas
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático
LAC	Latinoamérica y el Caribe
M&E	Monitoreo y Evaluación
NAP	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
NDC	Contribución Nacional Determinada (por sus siglas en inglés)
OCC	Oficina de Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente
ODS	Objetivos de Desarrollo Sustentable
ONG	Organización No Gubernamental
PANCC	Plan de Acción Nacional de Cambio Climático
PARCC	Plan de Acción Regional de Cambio Climático
PLMCC	Proyecto Ley Marco de Cambio Climático
RIOCCADAPT	Informe Adaptación frente a los Riesgos del Cambio Climático en los Países Iberoamericanos
SIACC	Sistema de Indicadores de Adaptación al Cambio Climático
SIEDU	Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano
SNASPE	Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado
SSR	Servicios Sanitarios Rurales
WGII	Segundo grupo de trabajo del AR5: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad

Formato

"." separador decimal

"," separador de miles



Resumen ejecutivo

El presente informe resume el trabajo de la consultoría para el “Desarrollo de Indicadores para el Monitoreo y Evaluación del Progreso de la Adaptación al Cambio Climático a Nivel Nacional”, solicitada por el PNUD e implementada por el MMA. Este estudio tiene por objetivo desarrollar y operacionalizar una Hoja de Ruta para consolidar un sistema de Monitoreo y Evaluación (M&E) de la adaptación al cambio climático en Chile, permitiendo el levantamiento de indicadores relevantes y pertinentes para cuantificar el progreso de la adaptación en Chile en los sectores más vulnerables al cambio climático, y para fortalecer la comprensión del proceso de adaptación, a nivel nacional y subnacional, en línea con la NDC y la Estrategia Climática a Largo Plazo.

La consultoría se enmarca en la estrategia de adaptación al cambio climático de Chile, conforme a los acuerdos internacionales adoptados en temáticas ambientales. Particularmente al Acuerdo de París, correspondiente a un tratado legalmente vinculante sobre el cambio climático adoptado por Chile en la COP21 y promulgado a través del D.S. Nº30 del Ministerio de Relaciones Exteriores en 2017. En este contexto, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) introdujo el Artículo 13 para robustecer el marco de transparencia, donde las Partes acordaron establecer una Iniciativa para la Creación de Capacidades para la Transparencia (CBIT, por su sigla en inglés), cuyo objetivo es fortalecer las capacidades institucionales y técnicas de los países en desarrollo para cumplir con los requisitos de transparencia del Acuerdo de París. La CBIT en Chile contempla la implementación de actividades en torno a la mitigación de emisiones de GEI, la resiliencia y adaptación al cambio climático y el financiamiento climático. Dos de las actividades clave de la CBIT Chile para avanzar en el fortalecimiento del Marco de Transparencia de la NDC, son:

- El desarrollo de métricas e indicadores, y metodologías para el monitoreo de la adaptación.
- La creación de capacidades en monitoreo y evaluación de medidas de adaptación.

Por otro lado, como parte de la estrategia climática, para cumplir con estos y otros objetivos ambientales suscritos en acuerdos internacionales, Chile se encuentra tramitando el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático (PLMCC), que tiene como principal objetivo el establecimiento de un marco jurídico que permita asignar responsabilidades para la implementación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. En materias de adaptación, los Artículos 9 y 28 del PLMCC establecen la elaboración de los Planes Sectoriales de Adaptación (PSA) y la creación de la Plataforma de Vulnerabilidad Climática, respectivamente. Ambos instrumentos, servirán como herramientas para el M&E de la adaptación al cambio climático, para ello el sistema requiere el desarrollo de indicadores de adaptación que posibiliten el seguimiento del proceso de adaptación y sean insumo para el diseño de políticas públicas.

Para avanzar con lo dispuesto en los artículos mencionados, desde el MMA y a través de un trabajo multidisciplinario entre el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)², Centro de Cambio Global UC y Meteodata, se generó el proyecto Atlas de Riesgos Climáticos (ARClím) financiado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Este proyecto desarrolló 55 cadenas de impacto asociadas al cambio climático en 12 sectores vulnerables: Agricultura; Bosques Nativos; Plantaciones forestales; Acuicultura; Pesca Artesanal; Recursos Hídricos; Turismo; Biodiversidad; Salud y Bienestar Humano (Salud, Ciudades y Asentamientos Humanos); Infraestructura Costera; Energía; y Minería. Las cadenas de impacto consideran el marco conceptual de riesgo propuesto por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)



en el AR5 y GIZ & IISD (2014). El período de análisis fue para el presente (1980-2010) y futuro (2035-2065), bajo un escenario de altas emisiones de gases de efecto invernadero, RCP8.5. Los resultados se pueden encontrar en la plataforma <https://arclim.mma.gob.cl/>.

En este contexto, el riesgo climático por ARClím se aproximó como una función de la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad, esta última entendida como la predisposición del objeto de exposición de resultar afectado por la amenaza analizada. Bajo esta conceptualización, la vulnerabilidad se entiende como la combinación de la sensibilidad y la capacidad de adaptación o respuesta del sistema, sin embargo, la mayor parte de las cadenas de ARClím no incluyeron la capacidad de adaptación, sino que calcularon el riesgo como función de los indicadores de amenaza, exposición y sensibilidad.

Como una forma de enfrentar esta brecha del trabajo de ARClím, en este estudio se seleccionaron 11 cadenas de impacto desarrolladas en ARClím, las cuales fueron recalculadas considerando indicadores de capacidad de adaptación. Junto con revisar una serie de indicadores y documentos nacionales e internacionales se propuso una organización conceptual de los indicadores de adaptación: implementación, progreso y resultado que permite comprender las distintas fases del proceso de adaptación. Las cadenas de ARClím complementadas con indicadores de capacidad de adaptación y los indicadores desarrollados se resumen a continuación:

Tabla 0-1 Resumen de nuevos indicadores de capacidad de adaptación propuestos como complemento a cadenas de impacto seleccionadas de ARClím

Sector	Cadena seleccionada	Indicadores de adaptación
Recursos hídricos	Riesgo en el aprovechamiento de agua superficial en riego	Porcentaje de superficie regada con riego no tecnificado
Energía	Impactos de la disminución del recurso hídrico	Porcentaje de potencia instalada de generación distribuida respecto de la potencia consumida comunal promedio
Infraestructura	Inundación por desbordes de ríos	Porcentaje de infraestructura crítica (obras hidráulicas) nueva y existente con criterios de diseño con consideraciones de adaptación al cambio climático
Zonas Costeras	Aumento de <i>downtime</i> en puertos estatales	Porcentaje de infraestructura portuaria nueva y existente con criterios de diseño con consideraciones de adaptación al cambio climático
Silvoagropecuario	Cambios en la productividad de cultivo de trigo de riego	Índice de capacidad de adaptación que considera aspectos de: número de maquinaria, número de pozos y número de instituciones/sedes que imparten formación técnica profesional en el área agrícola, por región
Minería	Condición de baja pluviometría	Porcentaje de consumo de agua proveniente del mar respecto de la extracción total
Pesca y Acuicultura	Pérdida de desembarque pesquero artesanal	Existencia de AMERB y obras de abrigo
Turismo	Pérdida de atractivo turístico en destinos de sol y playa	Diversidad de oferta turística en la comuna
Biodiversidad	Pérdida de fauna por cambios de temperatura	Porcentaje de superficie de área protegida
Salud	Mortalidad prematura por calor	Cantidad de jornadas diarias completas de trabajo de médicos, en salud primaria, por cada 10.000 habitantes
Ciudades y Asentamientos Humanos	Disconfort térmico ambiental	Superficie de infraestructura verde cada 100.000 habitantes

Fuente: Elaboración propia



De la misma forma, 11 nuevas cadenas de impacto fueron desarrolladas considerando los componentes de amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación. Las cadenas desarrolladas y sus indicadores fueron seleccionados buscando representar las necesidades de los 11 sectores que deben realizar un PSA según lo establecido en el PLMCC, a través de un proceso de levantamiento de las visiones de los actores interesados, por medio de un taller realizado en septiembre de 2021 y reuniones sectoriales con distintos expertos y representantes de los sectores. Las cadenas e indicadores desarrollados son los siguientes:

Tabla 0-2 Resumen de nuevos índices de riesgos climáticos propuestos

Sector	Índices de riesgos climáticos
Recursos Hídricos	Riesgo en la disponibilidad de agua superficial para fines ambientales
Energía	<i>Downtime</i> de puertos de descarga de combustible
Infraestructura	Anegamiento de la red vial
Zonas Costeras	Degradación de humedales costeros
Silvoagropecuarios	Cambio de productividad cultivo de vid cepa Chardonnay
Minería	Impacto de la alta pluviometría en relaves mineros
Pesca y Acuicultura	Reducción de las praderas de algas
Turismo	Pérdida de turismo en destinos de sol y playa por aumento de marejadas
Biodiversidad	Pérdida de biodiversidad marina por cambios en la temperatura del mar
Salud	Aumento en morbilidad por aumento de temperaturas y olas de calor
Ciudades y Asentamientos Humanos	Incendios en asentamientos humanos urbanos

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se desarrollaron indicadores intersectoriales del proceso de adaptación que permitieran complementar la visión sectorial, contribuyendo a una mirada comprehensiva del desafío de la adaptación al cambio climático en Chile. Los indicadores intersectoriales propuestos corresponden a indicadores que dan cuenta del avance de proceso de adaptación que afectan a más de uno de los 11 sectores establecidos en el PLMCC. En este sentido, se seleccionaron indicadores intersectoriales asociados a recursos base, ecosistemas y sociedad (ver Tabla 0-3).

Tabla 0-3 Resumen indicadores intersectoriales desarrollados

Macro-tema	Sub-tema	Indicador
Ecosistemas	Ecosistemas Terrestres	Porcentaje de superficie terrestre protegida, por comunas
		Porcentaje de superficie con cobertura de bosque nativo, pradera y matorrales, por comuna
		Cambio en el número de incendios en 10 años móviles, con respecto al periodo base 1990-2000, por comuna
		Cambio superficie afectada promedio móvil de 10 años por incendios en vegetación natural, con respecto al periodo base (1990-2000), por comuna
		Cambio superficie afectada promedio móvil de 10 años por incendios en plantaciones forestales, por comuna
		Superficie con proyecto de restauración implementado, por región
	Ecosistemas Marinos	Biodiversidad de especies desembarcadas, por puerto
		Porcentaje de superficie marina protegida, a nivel nacional
		Porcentaje de superficie de áreas marinas protegidas con plan de manejo, a nivel nacional
Recursos Base	Agua	Diferencia porcentual mínima entre el caudal promedio mensual de ríos en salida de cuencas y su caudal ecológico, por cuenca
		Índice de escasez hídrica, por región
		Capacidad instalada de desalación de agua, por región

Macro-tema	Sub-tema	Indicador
		Agua potable embalsada respecto de la capacidad del embalse, por embalse
		Agua para riego embalsada respecto de la capacidad del embalse, por embalse
		Porcentaje de Servicios Sanitarios Rurales con cortes de suministro producto de la sequía, a nivel nacional
		Porcentaje de viviendas dependientes de camiones aljibes, por comuna
	Suelo	Índice de riesgo de desertificación, degradación de las tierras y sequía, por comuna
		Porcentaje superficie de cobertura vegetal, por comuna
Sociedad	Provisión de bienes y servicios	Inseguridad alimentaria, por región
		Superficie de infraestructura verde cada 100.000 habitantes, por área urbana comunal
		Horas anuales con puertos cerrados, por puerto

Fuente: Elaboración propia

Como segunda fase del estudio y con el objetivo de apoyar la operacionalización del sistema de M&E, se realizó una propuesta de gobernanza para un futuro Sistema de Indicadores de Adaptación al Cambio Climático (SIACC) (ver Figura 0-1). En este sistema convergería el proceso de M&E de los indicadores de adaptación propuestos y de riesgo de ARClím, interactuando con las diferentes partes interesadas. Para su operación, se considera un Equipo Técnico capacitado en el diseño y seguimiento de indicadores de adaptación y una Dirección Ejecutiva que, a partir de las necesidades de los usuarios, de los comités de asesores y el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, priorice y entregue los lineamientos de trabajo bajo una lógica de mejora continua.

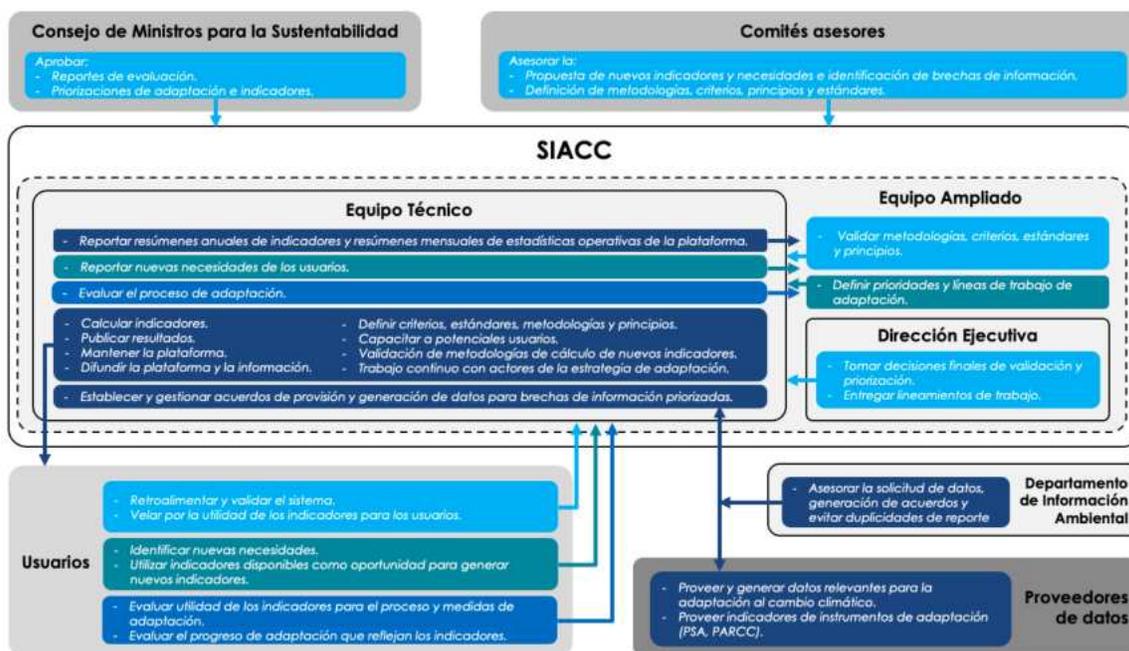


Figura 0-1 Roles de la gobernanza del SIACC

Fuente: Elaboración propia

En particular para la instalación del SIACC, así como para la continuación del trabajo en adaptación, se propone una Hoja de Ruta. Esta Hoja se inspira en una visión del SIACC para proponer las actividades, plazos y responsables necesarios para la instalación del sistema, además de esbozar



cómo sería la operación del SIACC en régimen. De esta forma, la Hoja de Ruta propone diferentes actividades a desarrollar durante los próximos tres años bajo cuatro ejes de trabajo:

1. Marco conceptual y panorama de indicadores de adaptación
2. Plan estratégico de trabajo de indicadores
3. Acuerdos institucionales y gobernanza
4. Requerimientos complementarios para la operacionalización del sistema de monitoreo y evaluación

Para la confección de este modelo de gobernanza, se realizó una consulta a distintos sectores públicos. Tanto los resultados del modelo como de la Hoja de Ruta se validaron con un segundo taller realizado en diciembre de 2021. A partir de dicho taller se rediseñó la gobernanza y Hoja de Ruta recogiendo valiosos aportes y recomendaciones. De esta forma, el SIACC propuesto permite generar una plataforma integrada en la que se podrá trabajar de manera colaborativa y generar alianzas estratégicas para el cálculo de los indicadores de adaptación propuestos y por definir. El modelo aprovecha instancias de gobernanza climática y capacidades existentes, así como sinergias entre instituciones, apuntando a uniformar criterios en el diseño de los indicadores, pero otorgando suficiente flexibilidad para acoger las diferentes realidades sectoriales y territoriales.

De esta forma, el presente trabajo es un nuevo avance en el desarrollo de métricas para medir el progreso de la adaptación en Chile, por un lado, complementando el trabajo de ARClím bajo el esquema conceptual de las cadenas de impacto y su relación con la capacidad de adaptación, y por otro, en temáticas nuevas como la intersectorialidad y cooperación en la operacionalización del sistema de M&E de los indicadores de adaptación. Aun así, múltiples desafíos persisten, tanto en cuanto a la falta de información disponible, en la conceptualización de las necesidades de adaptación, como en desafíos logísticos asociados a la implementación de un sistema de indicadores que se relacione con actores de múltiples sectores y a distintas escalas territoriales. Si bien, la Hoja de Ruta propuesta busca acortar las brechas, se destaca la relevancia de la gobernanza propuesta y su capacidad para canalizar las necesidades en M&E. Esta gobernanza considera una estructura que permite una actualización de las prioridades en el tiempo según cambios en el contexto.

Para el éxito de este sistema propuesto, es fundamental coordinar el modelo de gobernanza y la Hoja de Ruta del SIACC con las metas de adaptación que el país se proponga, considerando al SIACC como una plataforma que contribuya al M&E del proceso de adaptación, pero que también pueda entregar insumos para el diseño de las futuras metas. Para ello, es importante tener en cuenta los distintos actores y fases de la creación de una política pública de adaptación y, desde ahí, fijar y validar los indicadores de adaptación. Estos dos ciclos, el desarrollo y mejoramiento del SIACC y el desarrollo e implementación de políticas públicas de adaptación, deben dialogar de manera participativa, transversal y flexible, para asegurar una efectiva adaptación inclusiva y transformativa, y lograr avanzar hacia la resiliencia frente al cambio climático.



1. Introducción

El presente estudio se enmarca en los esfuerzos de Chile de cumplir con las exigencias de los acuerdos suscritos en materia medioambiental, en particular, el Acuerdo de París, promulgado en el país en febrero del año 2017 mediante el D.S. N°30 del Ministerio de Relaciones Exteriores.

Como parte del Acuerdo de París, las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) acordaron establecer una Iniciativa para la Creación de Capacidades para la Transparencia (CBIT, por su sigla en inglés), cuyo objetivo es fortalecer las capacidades institucionales y técnicas de los países en desarrollo para cumplir con los requisitos de transparencia del Acuerdo de París. CBIT Chile contempla la implementación de actividades en torno a la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la resiliencia y adaptación al cambio y el financiamiento climáticos. Dos de las actividades clave de CBIT Chile, para avanzar en el fortalecimiento del Marco de Transparencia de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), son:

- El desarrollo de métricas e indicadores y metodologías para el monitoreo de la adaptación
- La creación de capacidades en monitoreo y evaluación de medidas de adaptación

En este contexto nace la presente consultoría, que tiene por objetivo principal el desarrollar y operacionalizar una Hoja de Ruta para consolidar un sistema de monitoreo y evaluación (M&E) de la adaptación al cambio climático en Chile, permitiendo el levantamiento de indicadores relevantes y pertinentes para cuantificar el progreso de la adaptación en Chile en los sectores más vulnerables al cambio climático, y para fortalecer la comprensión del proceso de adaptación, a nivel nacional y local, en línea con la NDC y la ECLP.

El estudio consta de tres etapas que permiten identificar los avances a la fecha, las brechas, y las necesidades para la consolidación de un sistema de M&E de la adaptación. En la primera etapa, de ajuste metodológico, se define el trabajo y principales conceptos a utilizar a través del estudio. En la segunda, de diagnóstico y levantamiento de indicadores, se define el estado del M&E de la adaptación en Chile, se identifican las brechas y necesidades, y se proponen indicadores que permitan impulsar el sistema de indicadores que a futuro se implementará. La última etapa, guarda relación con el establecimiento de la gobernanza y la generación de una Hoja de Ruta en la que se establecerán los pasos a seguir para la consolidación del sistema de M&E.

El presente documento es parte de las entregas de la consultoría. En este se consolida y presentan las metodologías y resultados de las diferentes actividades desarrolladas en el marco del estudio.



2. Objetivos del estudio

2.1 Objetivo general

El objetivo general del proyecto es **desarrollar y operacionalizar una Hoja de Ruta** para consolidar un sistema de monitoreo y evaluación de la adaptación al cambio climático en Chile, permitiendo el **levantamiento de indicadores relevantes y pertinentes** para cuantificar el progreso de la adaptación en Chile en los sectores más vulnerables al cambio climático, y para fortalecer la comprensión del proceso de adaptación, a nivel nacional y subnacional, en línea con la NDC y la ECLP.

2.2 Objetivos específicos

A continuación, se presentan los objetivos específicos del proyecto según lo establecido en los términos de referencia:

1. **Evaluar y diagnosticar la situación actual de los indicadores de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en Chile.** Se desarrollará un trabajo participativo de revisión de los indicadores de riesgo climático desarrollados en el Atlas de Riesgo Climáticos (ARClím) y los Planes de Acción Regionales de Cambio Climático (PARCC), con especial foco en: su conceptualización y metodología de desarrollo; utilidad para la toma de decisiones de distintos usuarios y en distintas escalas espaciales cuenca, comunales, regional, nacional; el grado de completitud de las cadenas de impacto existentes e identificación de aquellas faltante; necesidades sectoriales de seguimiento de la vulnerabilidad y adaptación; entre otros elementos que emerjan del trabajo con los actores que permitan la operacionalización de los indicadores de adaptación al cambio climático.
2. **Desarrollar y levantar un set de nuevos indicadores sectoriales compuesto por 11 índices sectoriales de riesgo climático** con sus respectivos componentes de riesgo y factores subyacentes (IPCC, 2014; GIZ, 2016), que permita complementar ARClím, con foco en la capacidad de adaptación al cambio climático para los sectores definidos como aquellos más vulnerables al cambio climático en el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático (PLMCC): silvoagropecuario, biodiversidad, pesca y acuicultura, salud, Infraestructura, Ciudades y Asentamientos Humanos, energía, turismo, recursos hídricos, minería, zonas costeras. Adicionalmente, **se deberá complementar y recalcular 11 cadenas de impacto existentes del Atlas de Riesgos Climáticos (una por sector) incorporando indicadores de capacidad de adaptación.**
3. **Desarrollar un set mínimo de 21 indicadores de vulnerabilidad intersectoriales** considerando la gestión de recursos comunes como agua, suelo y ecosistemas. Identificar indicadores de capacidades y sensibilidad intersectorial. Algunas dimensiones relevantes para considerar para el levantamiento de indicadores son: 1) estado de los recursos comunes; 2) conocimiento disponible y brechas existentes; 3) transparencia; 4) financiamiento; 5) instrumentos; 6) gestión integrada de recursos; 7) gobernanza.
4. **Identificación de metodologías e información para el monitoreo y evaluación (M&E) de la adaptación al cambio climático en Chile**, que permita generar un marco consolidado de trabajo en el corto y mediano plazo. El trabajo deberá enfocarse en dos temáticas principales: avanzar en el monitoreo y evaluación de la adaptación en temas transversales intersectoriales de adaptación al cambio climático; y abordar la necesidad de contar en el



corto plazo con “indicadores de resultado”, que permitan generar evaluaciones complementarias cualitativas de la efectividad de proyectos, planes, programas, políticas e instrumentos, permitiendo establecer un proceso de mejora continua identificando lo que funciona y no funciona en los territorios; coherencia e integración de los procesos adaptación entre los niveles nacionales y subnacionales; identificación de iniciativas conducentes a mal adaptación; entre otras consideraciones que complementen el panorama de las mediciones cuantitativas existentes y que se propongan dentro de la presente consultoría.

5. **Estructurar y validar una gobernanza inclusiva para la sostenibilidad y legitimidad del trabajo de indicadores de adaptación** que considera: diagnóstico de los indicadores existentes; levantamiento de indicadores relevantes y necesidades de información; **diseño de sistema de indicadores** para el monitoreo y evaluación de la adaptación; orgánica y roles; definiciones comunes y consensos metodológicos.
6. **Diseñar una Hoja de Ruta que consolide el marco conceptual de los indicadores para el monitoreo y evaluación de la adaptación al cambio climático en Chile**, establezca un plan estratégico con acciones de corto (1-2 años) y mediano plazo (3 años) para su consolidación y que permita articular una gobernanza que de soporte a dicho trabajo.

3. Estructura del Estudio

A continuación, se proporciona el mapa de actividades definido para esta consultoría (Figura 3-1), que muestra las etapas del proyecto y las actividades incluidas en ambas etapas. Luego, se detallan las diferentes actividades comprendidas en esta consultoría (objetivo principal, productos, hitos y tareas, y fuentes). El presente documento, corresponde a las etapas 2 y 3 de la Figura 3-1.

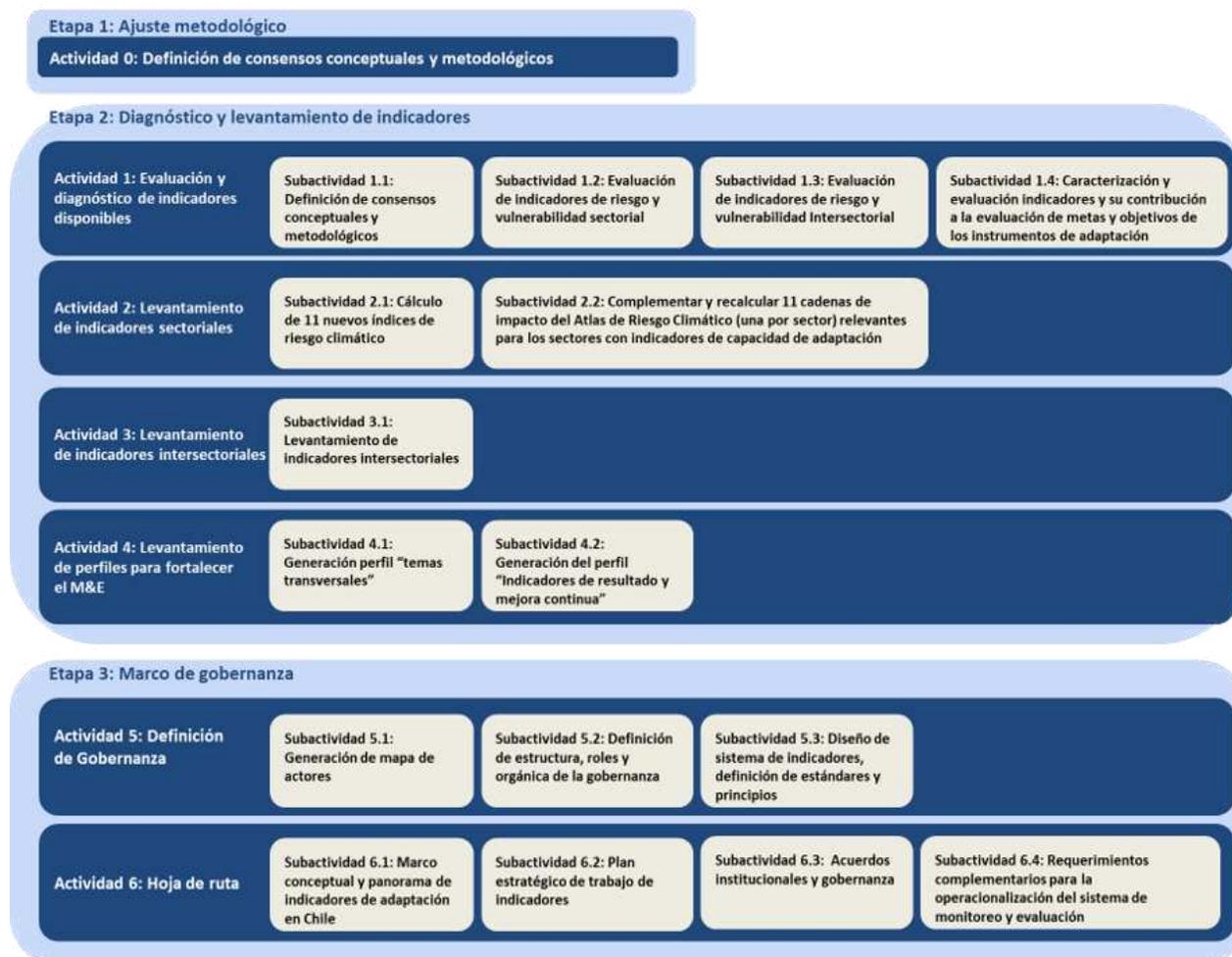


Figura 3-1 Mapa de actividades

Fuente: Elaboración propia

3.1 Proceso participativo

Dado los objetivos del estudio, se consideró relevante levantar las necesidades y expectativas de los diferentes actores, de forma de orientar los resultados del estudio en búsqueda de que sean útiles para los diferentes actores involucrados. En este marco durante el estudio se diseña y ejecuta una serie de entrevistas y talleres, que complementan las reuniones de trabajo con la contraparte, con los expertos asociados del equipo de trabajo y con otros actores relevantes, especialmente con los coordinadores de las cadenas de impacto de ARClím y actores involucrados en el desarrollo de instrumentos de adaptación nacionales.



Las minutas de cada una de las entrevistas y talleres se pueden encontrar en la carpeta de Registro del Anexo digital adjunto, además en el Anexo 11.1 se resumen los asistentes a cada una de las instancias de participación.

3.1.1 Taller 1

En el marco de la etapa 2 del estudio (ver Figura 3-1), se desarrolló un primer taller el día 3 de septiembre de 2021. El objetivo declarado de dicho taller fue realizar un: *“Levantamiento de brechas e identificación de las necesidades en materia de indicadores de adaptación sectoriales e intersectoriales. Comunicación de necesidades de indicadores por parte de los sectores y alineación de expectativas considerando las capacidades disponibles para su cálculo e implementación”*.

La lista de invitados al taller se confeccionó en un trabajo conjunto entre el equipo consultor y la contraparte técnica, para ello se consideraron actores de interés, que fueran usuarios o potenciales usuarios de ARClím y de los indicadores de adaptación de los 11 sectores definidos (Biodiversidad, Ciudades y Asentamientos Humanos, Energía, Infraestructura, Minería, Pesca y Acuicultura, Recursos Hídricos, Salud, Silvoagropecuario, Turismo y Zonas Costeras), incluyendo actores del sector público, privado, academia y de la sociedad civil. Se hicieron invitaciones sectoriales, es decir, se realizaron 11 invitaciones diferentes que se diferenciaban en el listado de invitados, así como en el material complementario enviado. El material complementario consistió en una primera versión del glosario, así como de la presentación de indicadores sectoriales asociados a la capacidad de adaptación identificados en distintos documentos y/o propuestas (Plan de Acción Nacional, Plan Sectorial de Adaptación, Plan de Acción Regional de Cambio Climático, Estrategia Climática de Largo Plazo y ARClím). En total se remitieron 461 invitaciones, las cuales fueron enviadas en dos instancias diferentes con el objetivo de fomentar la participación en el taller. Las invitaciones se diligenciaron a través del Ministerio de Medio Ambiente.

La invitación incluyó un enlace de registro, que permitió identificar el perfil de los asistentes y programar preliminarmente la actividad del taller. En el caso particular de algunos sectores que menos número de inscritos, como Turismo y Salud, se realizó un seguimiento a actores que han participado en estudios similares. Asimismo, se identificaron ciertos sectores que tenían un número de inscritos entre 30 y 40, lo que se consideraba poco idóneo para el trabajo sectorial (máximo 20, idealmente entre 5 y 12). En este caso se consideró la creación de dos mesas para el mismo sector y bloque horario, lo que permitiría mantener mesas con un número razonable de participantes para poder realizar una adecuada discusión y participación de todos los asistentes.

La modalidad consistió en dos sesiones de trabajo en la plataforma Zoom que siguieron la agenda presentada en la Tabla 3-1, la cual consistió en dos instancias: una primera instancia de presentación plenaria donde se dio una bienvenida institucional por parte del Ministerio de Medio Ambiente, luego se introdujo a los asistentes en el proyecto, así como en las definiciones y el método de trabajo, y una segunda instancia de trabajo sectorial, donde se separó los 11 sectores en 11 mesas virtuales y un experto del equipo consultor guio la discusión en base a tres actividades consecutivas que buscaron dar cumplimiento a los objetivos del taller. Este trabajo fue asistido por un secretario de mesa que apoyó la parte técnica del taller. Dado el alto número de sectores y para facilitar la participación del equipo consultor y la contraparte en las diferentes mesas sectoriales, se trabajó en dos bloques, uno en la mañana (AM) y otro en la tarde (PM) que son iguales en su estructura salvo en los sectores involucrados (ver Figura 3-2).



Tabla 3-1 Agenda del taller 1

ID	Actividad	Duración	Forma de trabajo	Responsable
1	Bienvenida	10 min	Plenaria	MMA
2	Presentación del estudio, glosario y metodología del taller	15 min		Equipo Consultor: Cristian Henríquez
B	Break	5 min	-	Equipo Consultor
3	Trabajo en mesas temáticas	85 min	Mesas de trabajo	Experto facilitador y secretario del equipo consultor
4	Cierre	5 min		

Fuente: Elaboración propia



Figura 3-2 Mesas de trabajo sectoriales según bloque de taller 1

Fuente: Elaboración propia

En total, en el bloque AM participaron 52 personas, mientras que en la tarde fueron 61. El desglose por sector se puede observar en la Tabla 3-2 donde se observa, que salvo el sector turismo todos los sectores contaron con un número de participantes dentro del rango considerado idóneo (5 a 12). El detalle de los asistentes a cada una de las mesas sectoriales se muestra en el Anexo 11.1.1.



Tabla 3-2 Número de asistentes al taller 1 por sector

Sector	Participantes	Equipo
General (1)	-	5
Biodiversidad	8	4
Ciudades y Asentamientos Humanos	7	2
Energía	5	2
Infraestructura	8	4
Minería	6	2
Pesca y Acuicultura	11	2
Recursos Hídricos	10	2
Salud	5	2
Silvoagropecuario	10	2
Turismo	1	2
Zonas Costeras	11	2
Total	82	31

(1) Miembros del equipo consultor no asignados a ninguna mesa sectorial, sino que rotaban entre las distintas mesas virtuales de Zoom.

Fuente: Elaboración propia

Para uniformar el trabajo entre los diferentes sectores cada experto del equipo sectorial que lidera las diferentes mesas contaba con una misma minuta que guiaba los tiempos, objetivos y énfasis de las diferentes partes de la actividad. Adicionalmente, se trabajó sobre pizarras virtuales en la aplicación “Miro”, la cual permitió de forma interactiva, participar en las actividades y a la vez funcionar como instrumento de registro. Como se señaló, cada mesa contó con un secretario encargado de ayudar a los participantes a interactuar con la herramienta, controlar los tiempos de trabajo y, en general, responder a diferentes dificultades que pudieran aparecer.

El trabajo se llevó a cabo en tres pizarras virtuales donde cada uno de los actores contestó las siguientes preguntas:

Pizarra 1:

- **Pregunta 1:** Respecto a los indicadores que ya existen (Ej. ARClím) o están en fase de proposición (ECLP, Plan Sectoriales, PARCC) ¿cuál considera que es el indicador más útil para **evaluar el nivel de adaptación al cambio climático del sector?** Ver anexo con listado de indicadores.

Pizarra 2:

- **Pregunta 2.a:** ¿Qué otro impacto-tema relacionado a la adaptación al cambio climático de su sector considera relevante de considerar?
- **Pregunta 2.b:** ¿Qué otros indicadores de adaptación de su sector, aparte de los existentes o propuestos, considera atingente agregar?

Pizarra 3:

- **Pregunta 3.a:** ¿Qué otro impacto-tema relacionado a la adaptación intersectorial, es decir que relacione a su sector con otros sectores, considera que es relevante y no está abordado por los indicadores existentes o propuestos?

- **Pregunta 3.b:** ¿Qué indicadores de adaptación intersectoriales, que relacione su sector con otros sectores, considera atingente agregar?

Cada pizarra virtual contó con gráficos (ver ejemplo en Figura 3-3) para ayudar a los asistentes a responder las preguntas planteadas llenando interactivamente los cuadros respectivos y luego se dio un tiempo para exponer y fundamentar las respuestas e intercambiar puntos de vistas con los otros actores. Al final se realizó una síntesis del trabajo realizado por parte del equipo consultor.

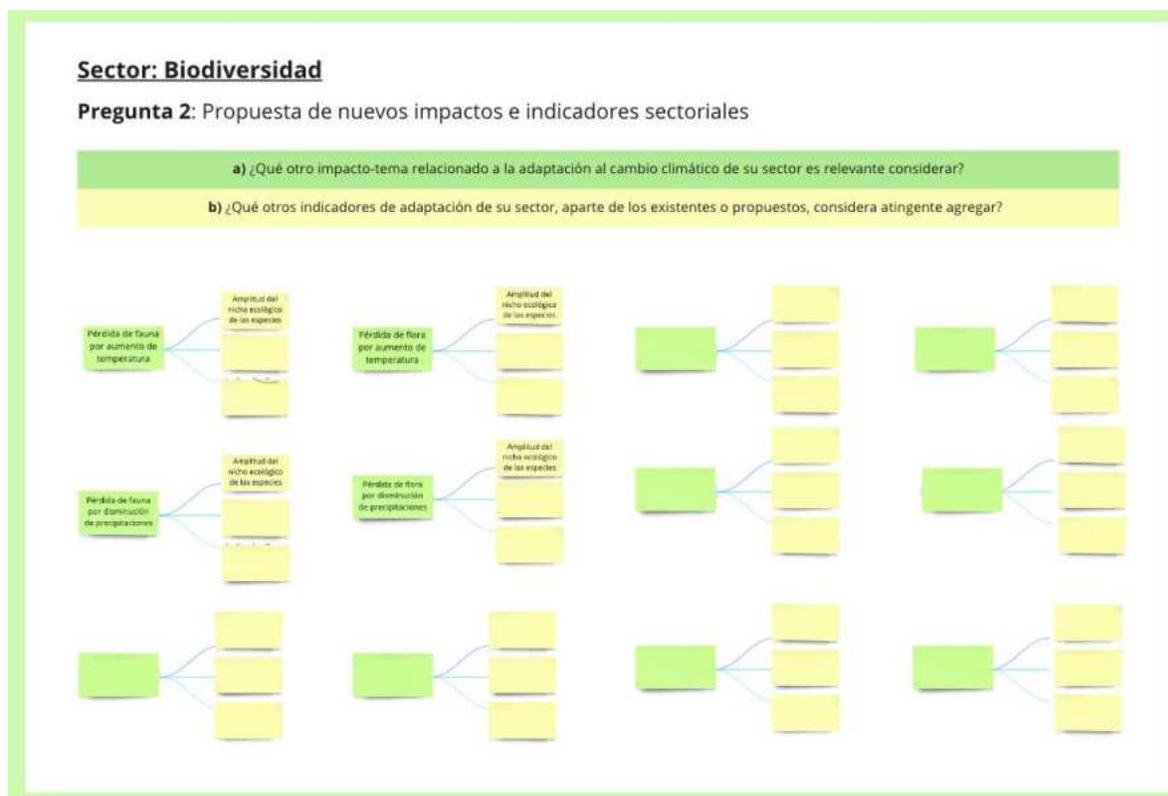


Figura 3-3 Pizarra “Miro” pregunta 2, ejemplo sector biodiversidad, taller 1

Fuente: Elaboración propia

La discusión y respuestas fueron registradas por las pizarras de Miro, por la grabación de la sesión en Zoom y, por los apuntes tomados por los secretarios y expertos. Estos insumos fueron sistematizados en minutas de cada una de las sesiones sectoriales las cuales fueron compartidas con los expertos del equipo, así como con la contraparte técnica. Estos insumos si bien son utilizados de forma transversal en el estudio fueron utilizados, por ejemplo, en la discusión sobre conceptos y definiciones presentada en el Capítulo 4.1 y Anexo 11.1, en la selección de cadenas de impacto e indicadores de capacidad de adaptación en el Capítulo 5 y en la selección de los indicadores intersectoriales presentados en el Capítulo 6.



3.1.2 Reuniones sectoriales

Posterior a la entrega del Informe de Avance se mantuvieron reuniones sectoriales con cada uno de los sectores involucrados (11 en total), entre el 25 de noviembre y 20 de enero de 2021. El objetivo de estas reuniones fue presentar y recoger las visiones de los avances a la fecha, en cuanto a los indicadores sectoriales, intersectoriales, visión estratégica de indicadores y el modelo de gobernanza.

Se invitó al taller a aquellos actores sectoriales que han estado trabajando activamente en el desarrollo de la ECLP con la contraparte técnica. En el caso de Zonas Costeras, el listado de invitados se amplió para incluir más perspectivas dado que en el taller 1 la discusión se desvió hacia problemáticas de gobernanza y no a los impactos o desafíos de la política de adaptación climática. Se realizaron 11 invitaciones sectoriales que se diferenciaban en el listado de invitados para agendar la reunión. Luego de acordar el horario de la reunión se envió el enlace de la reunión junto a un material complementario, el que consistió en una presentación resumen de los indicadores sectoriales e intersectoriales, además una primera propuesta de la gobernanza del Sistema de Indicadores de Adaptación al Cambio Climático.

La modalidad consistió en una presentación del marco conceptual de indicadores de adaptación y su rol en la disminución del riesgo climático, y la metodología de inclusión de la capacidad de adaptación en la cadena de riesgo a través del “*factor k*” (ver Capítulo 5). Luego se presentaron los indicadores sectoriales e intersectoriales y se preguntó acerca de sus apreciaciones en torno a los indicadores y la estimación del “*factor k*”. Finalmente se presentó una primera propuesta del modelo de gobernanza para retroalimentarla e identificar oportunidades de mejora. El trabajo fue guiado por el equipo consultor y asistido por secretarios que tomaron registro de la discusión para la posterior redacción de minutas.

Se mantuvo una reunión con cada uno de los 11 sectores, no obstante, en el caso de Minería se llevó a cabo una segunda reunión para complementar las observaciones levantadas en la primera sesión con otros actores relacionados al sector que permitieron validar de mejor manera los indicadores y los valores del “*factor k*”.

En total, participaron 42 personas, las que corresponden a los puntos focales de cada uno de los sectores. El desglose por sector se presenta en la Tabla 3-3. En general las reuniones fueron atendidas por la contraparte y representantes de la Oficina de Cambio Climático (OCC) del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) en el trabajo con los sectores, además del equipo consultor. No se presenta el total de participantes en estas categorías -contraparte y equipo- ya que estos asistieron a más de una reunión. El detalle de los asistentes a cada una de las reuniones sectoriales se muestra en el Anexo 11.1.2.



Tabla 3-3 Número de asistentes a las reuniones sectoriales, por sector

Sector	Participantes	Contraparte	Equipo
Biodiversidad	2	1	3
Ciudades y Asentamientos Humanos	6	-	2
Energía	2	-	3
Infraestructura	4	2	6
Minería 1 (1)	1	3	3
Minería 2 (2)	4	1	3
Pesca y Acuicultura	2	3	3
Recursos Hídricos	5	2	3
Salud	2	2	2
Silvoagropecuario	2	3	5
Turismo	1	3	6
Zonas Costeras	6	1	7
Total	38	-	-

(1) La reunión de Minería se repitió para incluir a otros actores.

Fuente: Elaboración propia

El trabajo se llevó a cabo en torno a seis preguntas, las que guiaron la discusión y que se presentan a continuación:

Cadenas existentes:

- **Pregunta 1.a:** ¿Considera útil y relevante el indicador de capacidad adaptativa propuesto? ¿Por qué?
- **Pregunta 1.b:** ¿Está de acuerdo con la valoración del “factor k” propuesta?

Cadenas nuevas:

- **Pregunta 2.a:** ¿Considera útil y relevante la nueva cadena de impacto propuesta? ¿Por qué?
- **Pregunta 2.b:** ¿Está de acuerdo con la valoración del “factor k” propuesta?

Indicadores intersectoriales:

- **Pregunta 3.a:** ¿Considera útiles y relevantes los indicadores intersectoriales propuestos? ¿Por qué?

Visión estratégica de indicadores:

- **Pregunta 4.a:** ¿Cómo se podrían mejorar las cadenas e indicadores? (tanto a corto como a largo plazo)
- **Pregunta 4.b:** ¿Cómo cree que debiese ser la implementación de estos indicadores para mantenerlos en el largo plazo? (uso de datos, agregación, etc.)

Gobernanza del Sistema de Indicadores de Adaptación al Cambio Climático:

- **Pregunta 5.a:** En relación con los roles de los distintos actores y la asignación de responsabilidades, ¿Cuál es su evaluación del mapa de actores propuesto? ¿Cómo se podría mejorar?
- **Pregunta 5.b:** ¿Cuál debiese ser el rol de su sector en la gobernanza de los indicadores sectoriales e intersectoriales propuestos?



La discusión y respuestas fueron registradas por la grabación de la sesión en Zoom y por los apuntes tomados por los secretarios y equipo consultor. Estos insumos fueron sistematizados en minutas de cada una de las reuniones sectoriales.

A partir de los registros, se ajustaron los indicadores desarrollados y los “factores *k*”, además de aportar al proceso iterativo del diseño de la gobernanza en el Capítulo 8. Los comentarios de los asistentes sobre los indicadores y los valores de los “factor *k*” fueron considerados para retroalimentar y mejorar el levantamiento de indicadores sectoriales y su incorporación en las cadenas de impacto en el Capítulo 5, y de indicadores intersectoriales en el Capítulo 6.

3.1.3 Taller 2

En el marco de la etapa 3 del estudio (ver Figura 3-1), se llevó a cabo un segundo taller el día 22 de diciembre de 2021. El objetivo declarado de dicho taller fue realizar una: “*Presentación del trabajo de desarrollo de indicadores y validación intersectorial de la Gobernanza y Hoja de Ruta para el Sistema de Indicadores de Adaptación al Cambio Climático (SIACC)*”.

La lista de invitados al taller se confeccionó en un trabajo conjunto entre el equipo consultor y la contraparte técnica, para ello se consideraron los actores sectoriales e intersectoriales que trabajaron con la OCC en el desarrollo de la ECLP, incluyendo actores del sector público, privado, academia y de la sociedad civil. A diferencia del taller 1, en este caso se realizó una única invitación, la cual fue enviada en dos instancias diferentes con el objetivo de fomentar la participación en el taller. Las invitaciones se diligenciaron a través del Ministerio de Medio Ambiente.

La invitación incluyó un *link* de registro, que permitió identificar el perfil de los asistentes confirmados y programar preliminarmente la actividad del taller. Se esperaba trabajar en grupos con un rango idóneo asistentes (entre 10 y 15) por lo que, estimando una asistencia no superior a los 45 invitados, se organizaron tres mesas de trabajo para mantener las mesas con un número razonable de participantes para poder realizar una adecuada discusión y promover la participación de los asistentes.

La modalidad consistió en sesiones de trabajo en la plataforma Zoom que siguió la agenda presentada en la Tabla 3-4, la cual consistió en dos instancias: una primera instancia de presentación plenaria donde se dio una bienvenida institucional por parte del Ministerio de Medio Ambiente, luego se introdujo a los asistentes en el proyecto, así como en los avances desarrollados a la fecha, (incluyendo la revisión de la estrategia de adaptación nacional, el marco conceptual y los indicadores levantados), y el método de trabajo. La segunda instancia de trabajo, donde los actores fueron separados aleatoriamente para asegurar un número similar de asistentes en las tres mesas, y un experto del equipo consultor guio la discusión en base a tres actividades consecutivas que buscaron dar cumplimiento a los objetivos del taller. Este trabajo fue asistido por un secretario de mesa que apoyó la parte técnica del taller.



Tabla 3-4 Agenda del taller 2

ID	Actividad	Duración	Forma de trabajo	Responsable
1	Bienvenida	10 min	Plenaria	MMA
2	Presentación del estudio, avances a la fecha y metodología del taller	30 min		Equipo Consultor: Cristian Henríquez
3	División en mesas de trabajo, presentación de participantes y explicación Miro	5 min	Mesas de trabajo	Experto facilitador y secretario del equipo consultor
4	Preguntas Visión y Gobernanza	25 min		
5	Preguntas Hoja de Ruta	40 min		
4	Cierre	5 min	Plenaria	

Fuente: Elaboración propia

En total, participaron 44 personas, el desglose por mesa se puede observar en la Tabla 3-5. Se destaca que entre las actividades de plenaria y de trabajo en mesas 6 asistentes se desconectaron, razón que explica la diferencia entre las 44 personas asistentes y las personas registradas por mesa. En la Figura 3-4 se presenta un registro de la sesión de Zoom de la plenaria del Taller 2 y en el Anexo 11.1.3 se presenta el detalle de los asistentes a cada una de las mesas del taller.

Tabla 3-5 Número de asistentes al taller 2 por mesa

Mesa	Participantes	Equipo
1	11	2
2	11	2
3	9	2
General (1)	-	1
Total	31	7

(1) Miembro del equipo consultor no asignado a ninguna mesa, sino que rotaba entre las distintas mesas virtuales de Zoom, retroalimentando a los miembros del equipo respecto a los tiempos y el estado de las demás mesas.

Fuente: Elaboración propia

Para uniformar el trabajo entre las mesas virtuales cada experto del equipo consultor que lideraba la mesa contaba con una minuta que guiaba los tiempos, objetivos y énfasis de las diferentes partes de la actividad. Al igual que en el taller 1, se trabajó sobre pizarras virtuales en la aplicación "Miro". Como se señaló, cada mesa contaba con un secretario encargado de ayudar a los participantes a interactuar con la herramienta, controlar los tiempos de trabajo y, en general, responder a diferentes dificultades que pudieran aparecer.

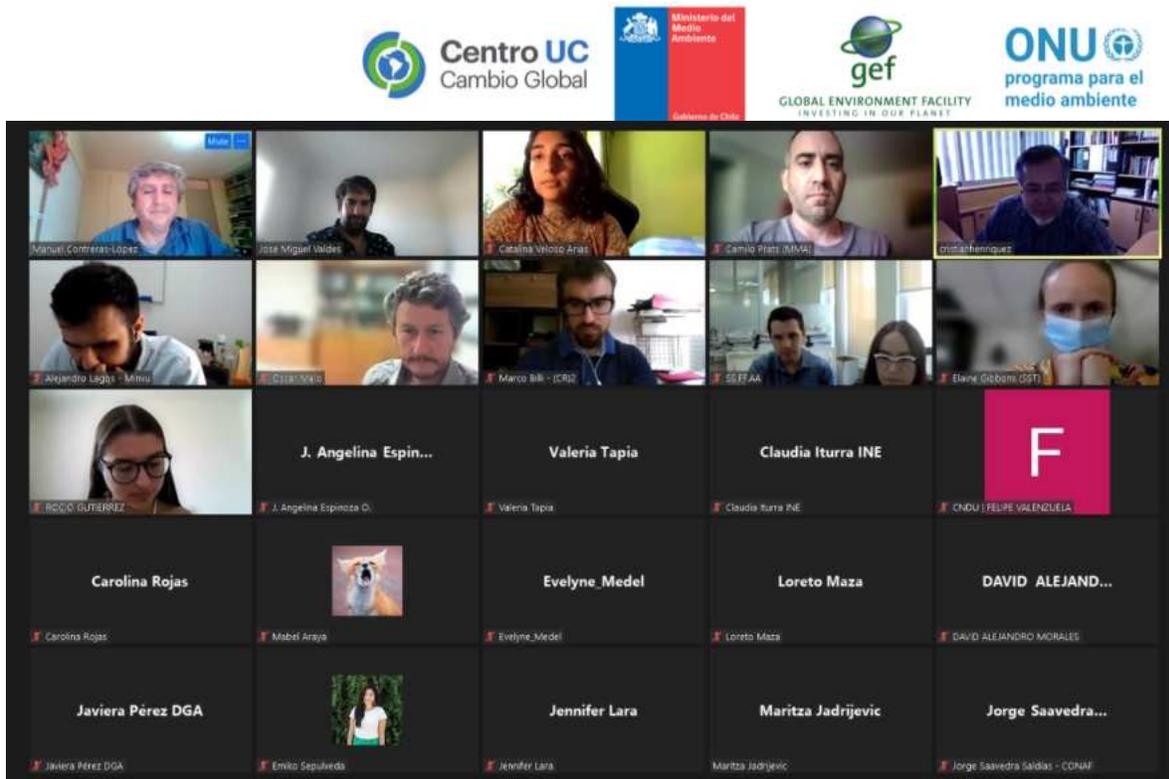


Figura 3-4 Registro plenaria Taller 2

Fuente: Elaboración propia

El trabajo se llevó a cabo en siete pizarras virtuales donde cada uno de los actores contestó las siguientes preguntas:

Pizarra 1:

- **Pregunta 1:** ¿Está de acuerdo con la visión planteada? ¿Por qué?

Pizarra 2:

- **Pregunta 2.a:** ¿Qué actores incluiría en el modelo de gobernanza? ¿Qué modificaría?

Pizarra 3:

- **Pregunta 2.b:** ¿Qué opina de la distribución de responsabilidades de la gobernanza? ¿Hay algo que falte o se deba modificar?

Pizarra 4, 5, 6 y 7:

- **Pregunta 3:** En general, ¿Está de acuerdo con las actividades asignadas y su planificación? ¿Cree que estas actividades permiten alcanzar los objetivos? ¿Qué agregaría? ¿Por qué?

Cada pizarra virtual contaba con gráficos (ver ejemplo en Figura 3-5) para ayudar a los asistentes a responder las preguntas planteadas llenando interactivamente los cuadros respectivos y luego se dio un tiempo para exponer y fundamentar las respuestas e intercambiar puntos de vistas con los otros actores.

MAPA DE ACTORES SISTEMA DE INDICADORES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Pregunta 2.a. ¿Qué actores incluiría en el modelo de gobernanza? ¿Qué modificaría? (10 min)

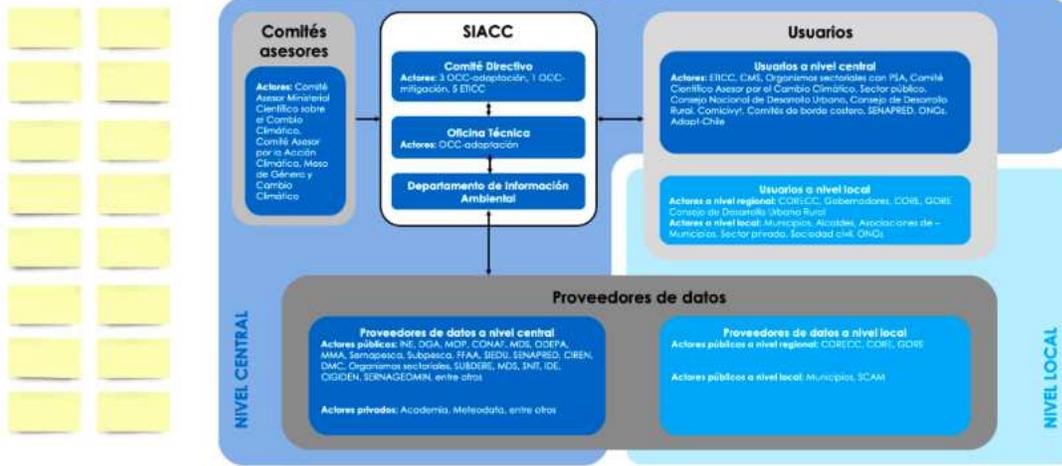


Figura 3-5 Pizarra “Miro” pregunta 2
Fuente: Elaboración propia

La discusión y respuestas fueron registradas en las pizarras de “Miro” (Ver ejemplo en Figura 3-6), por la grabación de la sesión en Zoom y, por los apuntes tomados por los secretarios y expertos. Estos insumos fueron sistematizados para facilitar el análisis de las observaciones y fueron utilizados principalmente en la definición de la estructura y roles de la gobernanza en el Capítulo 8, y en el complemento de la propuesta de la Hoja de Ruta en el Capítulo 9.

MAPA DE ACTORES SISTEMA DE INDICADORES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Pregunta 2.a. ¿Qué actores incluiría en el modelo de gobernanza? ¿Qué modificaría? (10 min)



Figura 3-6 Pizarra “Miro” pregunta 2 con registro de las respuestas entregadas en la mesa 2
Fuente: Elaboración propia



4. Evaluación y diagnóstico de indicadores disponibles

El presente apartado se enfoca en la generación de distintos insumos para el diagnóstico de la situación actual en cuanto a los indicadores asociados a la adaptación al cambio climático en Chile. Lo expuesto a continuación proviene de una revisión de diferentes documentos metodológicos: el informe del IPCC (2014c), los esfuerzos desarrollados en el marco de la ECLP, lo expuesto en la Cuarta Comunicación Nacional de Chile (MMA, 2021a), los diferentes planes sectoriales de adaptación disponibles¹, los resultados del proyecto ARCLim, así como de entrevistas realizadas a los autores de dicha iniciativa, los resultados del primer taller donde participaron diversos actores relevantes del ámbito público, privado y académico² y de la literatura revisada.

4.1 Revisión de aspectos conceptuales y metodológicos

La adaptación al cambio climático presenta una serie de desafíos en términos de conceptos y metodologías, ellos surgen de la falta de consenso respecto a las métricas, métodos, indicadores, objetivos, y en general, de un marco conceptual (Berrang-Ford et al., 2019; Craft & Fisher, 2016). Estos desafíos se combinan con los retos propios de un sistema de M&E como la disponibilidad de datos, la escala de tiempo, la incertidumbre sobre los impactos reales del cambio climático y la sinergia con otros factores que intervienen (GIZ & IISD, 2014).

En esta sección se desarrolla una propuesta conceptual de los riesgos del cambio climático, la adaptación, sus indicadores y los sectores afectados, a partir de las definiciones usadas en el proyecto ARCLim y las utilizadas por el IPCC.

4.1.1 Marco conceptual de los riesgos del cambio climático

De la definición de riesgo del IPCC (2014a) se desprende que los riesgos derivados del clima y el cambio climático surgen como consecuencia de la interacción de tres componentes: amenaza (sinónimo de peligro)³, exposición y vulnerabilidad (ver Figura 4-1). El concepto de riesgo como los de vulnerabilidad y exposición, a su vez, están influenciados por procesos socioeconómicos que influyen en los factores que inciden en el riesgo climático. Como muestra la figura, es importante destacar que los procesos de gobernanza permiten movilizar una serie de medidas y acciones para alcanzar niveles de adaptación y mitigación óptimos para lograr sociedades más resilientes y sostenibles.

¹ A la fecha, de los 11 sectores considerados en el estudio, tres no cuentan con un plan de adaptación: Recursos Hídricos, Minería y Zonas Costeras. El resto fueron publicados entre octubre 2013 (Silvoagropecuario) y diciembre 2019 (Turismo).

² Taller ejecutado en conjunto con la contraparte técnica el día 3 de septiembre 2021.

³ En el texto en inglés se refiere a “Hazard”, que en la traducción oficial se presenta como “Peligro”. Sin embargo, a nivel nacional se utiliza ampliamente el concepto “Amenaza”.

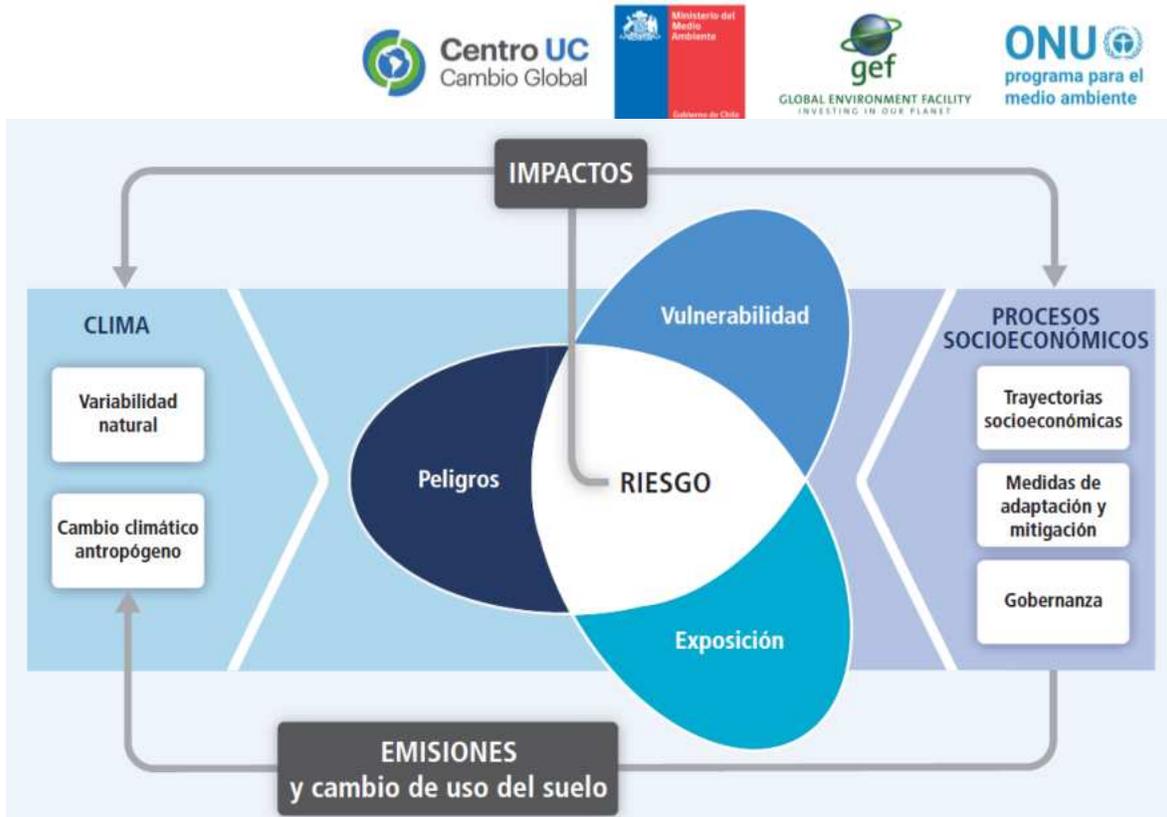


Figura 4-1 Ilustración del marco conceptual de los riesgos del cambio climático

Fuente: IPCC (2014b)

Se considera que las definiciones presentadas por el WGII del AR5 representan la mejor síntesis del consenso respecto a las definiciones de cada uno de los conceptos asociados al riesgo climático y la adaptación al cambio climático. En la Figura 4-2 se presentan las definiciones para cada uno de los componentes de las cadenas de impacto desarrolladas, las cuales también se sistematizan en el Glosario presentado en el Anexo 11.3.

Una discusión de estas definiciones, así como de las definiciones realizadas en ARClím y en otras fuentes relevantes se presenta en el Anexo 11.1. En dicha discusión se presenta una breve discusión también las definiciones de “sensibilidad” y “capacidad de adaptación”, ambos conceptos componentes de la vulnerabilidad (ver Tabla 4-1). De estos últimos conceptos, se destaca que, en el presente estudio, la capacidad de adaptación se compone tanto de los conceptos de “capacidad de respuesta” y “capacidad de adaptación” definidos por el IPCC.

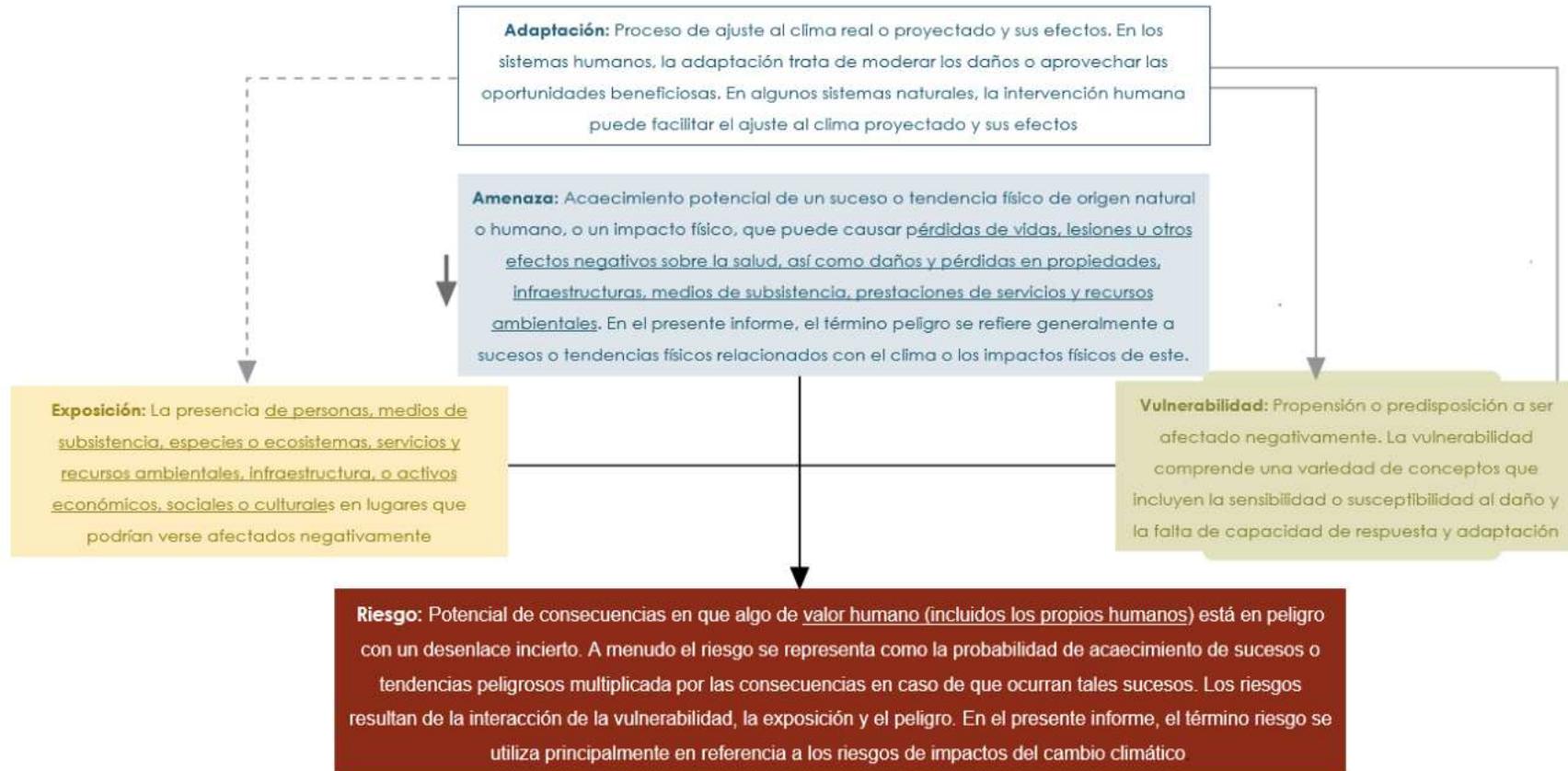


Figura 4-2 Definiciones de los componentes de las cadenas de impacto

Fuente: Elaboración propia en base a definiciones del WGII del AR5 (IPCC, 2014a)



Tabla 4-1 Definición de conceptos componentes de la vulnerabilidad

Concepto	Definición
Sensibilidad	Grado en que un sistema o especie resultan afectados, positiva o negativamente, por la variabilidad o el cambio climático. Los efectos pueden ser directos (p. ej., una variación del rendimiento de los cultivos en respuesta a una variación de la temperatura media, de los intervalos de temperatura o de la variabilidad de la temperatura) o indirectos (p. ej., los daños causados por un aumento de la frecuencia de las inundaciones costeras como consecuencia de una elevación del nivel del mar).
Capacidad Adaptación	<u>Capacidad de respuesta (1)</u> : Habilidad de personas, instituciones, organizaciones y sistema, usando aptitudes, valores, creencias, recursos y oportunidades disponibles, de atender, gestionar y superar condiciones adversas en el corto y mediano plazo. <u>Capacidad de adaptación</u> : Capacidad de los sistemas, las instituciones, los humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias.

(1) La versión en español del glosario del AR5-WGII no incluye el concepto de capacidad de respuesta, es traducido desde la versión en inglés ("coping capacity").

Fuente: Elaboración propia en base a definiciones del WGII del AR5 (IPCC, 2014a)

4.1.2 Adaptación y tipo de indicadores de adaptación

La adaptación es definida por el IPCC (2014a) como el “proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado a y sus efectos”. El proceso de adaptación se puede entender como todas aquellas acciones o actuaciones, actividades, planes o programas cuyo fin último es reducir o evitar los riesgos derivados del cambio climático y sus consecuentes impactos a través de la gestión adecuada del riesgo, así como también de aprovechar sus oportunidades.

De esta forma, la definición de adaptación en un sentido más amplio implica un concepto adicional y complementario a los conceptos revisados en la Sección 4.1.1, que corresponde a un proceso que se espera incluir en una reducción del riesgo. Al respecto se identifican tres vías por medio de las cuales la adaptación puede reducir el riesgo. La primera tiene que ver con la gestión de la exposición, mientras que las otras dos hacen referencia a la gestión de la sensibilidad y capacidad adaptativa, ambos componentes de la vulnerabilidad. Estas vías pueden ser revisadas en la Figura 4-3 y se explicitan a continuación:

- Reducir la exposición
- Reducir la vulnerabilidad mediante la reducción de la sensibilidad
- Reducir la vulnerabilidad mediante el aumento de la capacidad adaptativa

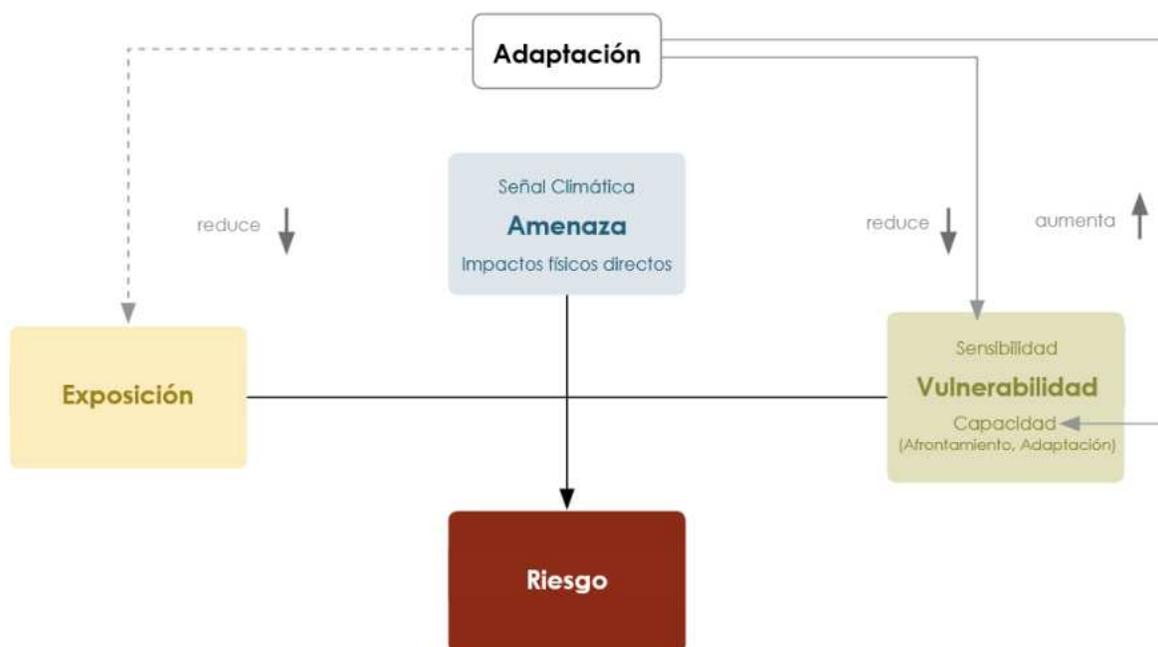


Figura 4-3 Interacción de adaptación con los conceptos de riesgos del cambio climático

Fuente: Elaboración propia en base a definiciones del WGII del AR5 (IPCC, 2014a)
adaptado de GIZ & Eurac (2017a)



A su vez, el proceso de adaptación puede ser clasificado bajo diferentes categorías según diferentes dimensiones⁴. Para los fines del presente estudio se considera la clasificación según la dimensión de planificación de la adaptación, distinguiéndose dos categorías:

- **Adaptación autónoma:** Adaptación en respuesta al clima experimentado y sus efectos sin planificar explícitamente o centrarse conscientemente en afrontar el cambio climático (IPCC, 2014a).
- **Adaptación planificada:** Adaptación resultante de procesos explícitos o consciente de diseño, implementación, revisión y modificación de medidas de adaptación.

La adaptación planificada implica el diseño e implementación de procesos conscientes, lo cual se vincula con los instrumentos de adaptación de la política pública, sin embargo, la adaptación también incluye procesos no planificados. De esta forma la distinción entre ambas categorías de adaptación es relevante conceptualmente, en la medida que no limita el proceso de adaptación sólo a los procesos planificados, por ejemplo, la política pública.

En el caso de optar por una adaptación autónoma o una adaptación planificada, existen dos tipos de medidas: medidas de adaptación «blanda» o medidas de adaptación «dura» o «gris». Las primeras se refieren a medidas institucionales (leyes, reglamentos, ordenanzas, etc.) o sociales (medidas educativas, formativas, comportamentales, etc.), mientras que las segundas corresponden a medidas estructurales o físicas, como la construcción de infraestructuras de todo tipo o aplicaciones tecnológicas (Romero et al, 2020). De esta forma, la adaptación se concibe como un proceso que se planifica frente a un escenario futuro que será diferente de la situación actual, usándose como base para el mismo distintos escenarios, sin que sea posible asignarles una probabilidad (Romero et al, 2020), por el grado de incertidumbre que conlleva.

Dado que la adaptación es un proceso, cabe la pregunta de cómo realizar el seguimiento de este, de manera que permita contar con información confiable y oportuna para gestionar los recursos, diseñar nuevas políticas, reportar a partes interesadas, definir prioridades, entre otros posibles objetivos. Ante esto, surgen los sistemas de monitoreo y evaluación (M&E) que por medio de indicadores permiten realizar el seguimiento. En este contexto, se define monitoreo y evaluación como (GIZ & IISD, 2014):

- **Monitoreo:** recolección sistemática y continua de información que permite a los actores involucrados revisar si una intervención va por el camino deseado o están alcanzando los objetivos establecidos.
- **Evaluación:** constante valoración del valor o utilidad de una intervención en un punto específico en el tiempo, por ejemplo, si una política ha sido efectiva en alcanzar los objetivos establecidos.

Cabe destacar que del esquema conceptual presentado en la Figura 4-3, ARClím se concentró el desarrollo de indicadores para la amenaza, exposición, sensibilidad y riesgo. De esta forma se observa la necesidad de generar indicadores que den cuenta de la adaptación que permitan implementar un proceso de M&E según los objetivos que se definan. Sobre estos indicadores, la literatura (CMNUCC, 2010; GIZ & IISD, 2014; Leiter, 2017) suele diferenciar dos tipos de indicadores asociados al objeto de medición (GIZ & IISD, 2014):

⁴ Para mayor detalle de esto se recomienda revisar el glosario desarrollado por el segundo grupo de trabajo del AR5 (IPCC, 2014a).



- **Indicadores de progreso:** permiten seguir el avance en la implementación de políticas, planes o intervenciones que buscan promover la adaptación y/o construir capacidades institucionales y humanas para lograrlo.
- **Indicadores de resultados:** permiten seguir los cambios que resultan de la implementación de esas políticas, planes o intervenciones.

Respecto al primer tipo de indicadores cabe destacar que, si bien son útiles para realizar el seguimiento del desarrollo de proyectos, políticas y programas de adaptación, no garantizan que la implementación exitosa resulte en un mayor nivel de adaptación (CMNUCC, 2010). Justamente la vinculación de los esfuerzos de adaptación con los resultados de adaptación representa desafíos metodológicos significativos. Existe escasos y limitados estudios que provean evidencia causal entre esfuerzos de adaptación y cambios en indicadores de resultados. Justamente esta dificultad para demostrar una atribución⁵ ha hecho que en la práctica el foco de los indicadores sea más bien en contribución⁶ (Berrang-Ford et al., 2019).

Siguiendo lo anterior, se destaca que la capacidad de atribuir variaciones en el resultado a una acción, si bien valioso, no es un requisito para definir los indicadores de adaptación. Es más, dada las dificultades metodológicas y limitación de recursos, es usual que los indicadores de adaptación se basen en indicadores de resultados de adaptación, donde su vinculación con las acciones o medidas de adaptación se basa en una cadena de cambios.

Lo anterior se suma a que, aun cuando una acción provoque cambios, estos no son necesariamente cambios directos sobre el resultado final, sino que puede tratarse de cambios intermedios. La cadena de cambios teorizada que vincula la implementación de la acción de adaptación con el resultado final usualmente considera estos resultados intermedios como una parte del progreso del proceso de adaptación, sin embargo, esta implementación puede no resultar necesariamente en el resultado de adaptación deseado. Por otro lado, los resultados y cambios en el riesgo pueden estar originados, al menos en parte, por la adaptación autónoma. Por su naturaleza no planificada, es esperable que esta adaptación no cuente con indicadores que sigan sus resultados intermedios.

Dado lo anterior, para efectos del presente trabajo se propone una clasificación de tres tipos⁷ de indicadores, los que, si bien son todos útiles para el proceso de M&E, se diferencian en el objeto del proceso de adaptación (ver Figura 4-4):

- Los **indicadores de implementación** son aquellos utilizados para medir el avance en la ejecución de los instrumentos y sus medidas. Por ejemplo: cumplimiento de metas, cumplimiento de presupuesto, plazos, tiempo de gestión, entidad que lo implementa, entre otros.
- Los **indicadores de progreso** están referidos al efecto de las medidas de adaptación sobre la reducción de la sensibilidad al cambio climático, la reducción de la exposición o el aumento de la capacidad de adaptación.

⁵ Los cambios en la adaptación se pueden atribuir directamente a una intervención en particular.

⁶ Si bien no existe evidencia que permita atribuir, existe una cadena que permita suponer una contribución, al menos parcial, de una acción particular en los resultados de adaptación.

⁷ Estos indicadores son análogos a la clasificación de indicadores propuestas en la ECLP (Gobierno de Chile, 2021), ver Sección 4.3 de dicho documento.

- Los **indicadores de resultados** no están referidos necesariamente a una medida de adaptación específica, sino que señalan cómo cambia el riesgo climático producto del proceso de adaptación.

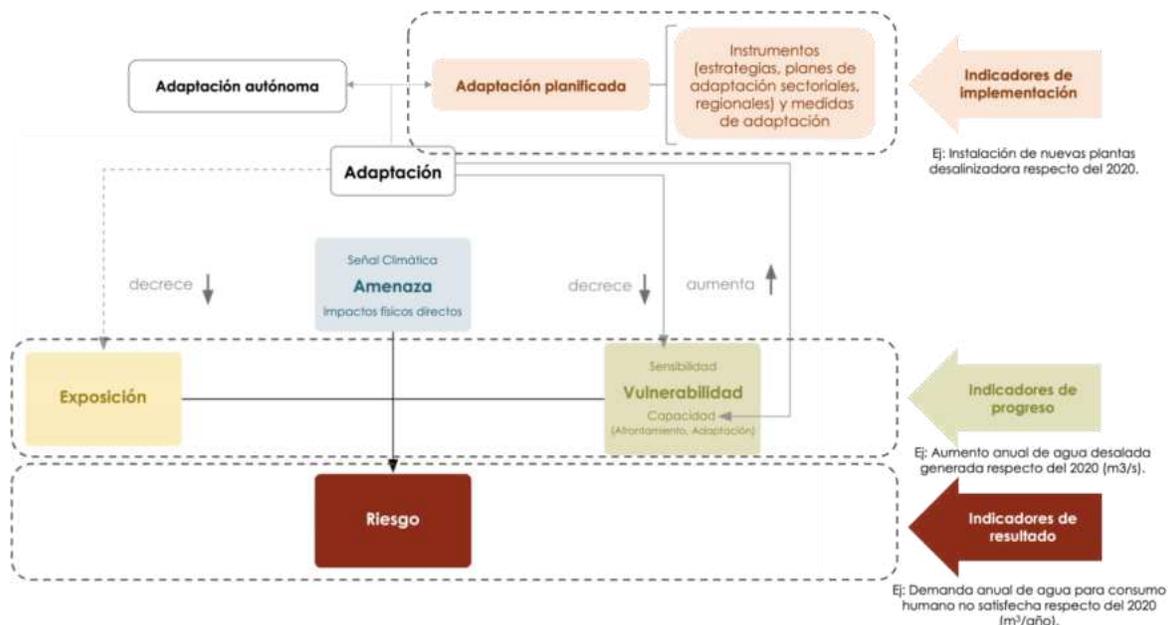


Figura 4-4 Marco conceptual de adaptación y tipo de indicadores de adaptación

Fuente: Elaboración propia, a partir de adaptación de GIZ & Eurac (2017b)

A modo de facilitar la comprensión de la clasificación de indicadores propuesta, en la Tabla 4-2 se presentan ejemplos de cada tipo de indicador de adaptación:

Tabla 4-2 Ejemplo de tipo de indicadores de adaptación

Objeto de monitoreo y evaluación	Tipo de Indicadores	Ejemplo 1	Ejemplo 2
Avance de los instrumentos y medidas	Implementación	Presupuesto dedicado a obras de protección de puertos (MM CLP anuales)	Nº de Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGH) mejorados
Proceso de adaptación: Exposición Sensibilidad Capacidad de adaptación	Progreso	Número de puertos con obras de abrigo	Variación de la huella hídrica respecto a año base
Proceso de adaptación: Cambio en el riesgo climático	Resultado	Cambio en el tiempo con actividad portuaria detenida por marejadas respecto del 2020 (días/año)	% superficie nacional sin escasez hídrica

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Sectores

Una vez definido el alcance de los conceptos principales y la categoría de indicadores a utilizar en el estudio se procede a definir los sectores para realizar la propuesta de indicadores de adaptación. La propuesta de sectores considerada en el presente informe reúne 11 sectores (ver Figura 4-5), los cuales fueron definidos en las bases técnicas del presente estudio. Estos, que se vinculan unívocamente⁸ con los sectores que de acuerdo con el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático (PLMCC) ingresado en 2020 al Congreso deberán elaborar planes sectoriales de adaptación. Estos mismos sectores, en conjunto con los sectores considerados en términos de mitigación de emisiones GEI, conforman los ámbitos en torno a los cuales se estructura las contribuciones sectoriales en la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP).

Se observa que entre los diferentes sectores existen múltiples puntos en común. Estos puntos en común se denominan temas intersectoriales, que se definen por relacionarse con más de uno de los sectores, ya sea por influir sobre la adaptación de más de un sector (por ejemplo, los temas de suelo), como por verse afectado por más de un sector (por ejemplo, temas de provisión de recursos). Es relevante observar que algunos de los sectores propuestos, tales como Recursos Hídricos o Infraestructura, por su alcance, se relacionan necesariamente con otros sectores por lo que se convierten en sectores transversales.



Figura 4-5 Sectores considerados

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que los sectores considerados en el PLMCC son diferentes a los sectores considerados en ARClím. En ARClím, las cadenas de impacto se agruparon en 12 sectores (ver Sección 4.2). La relación entre los sectores del PLMCC, utilizado en el presente estudio, y los sectores utilizados en

⁸ Salvo las siguientes diferencias en el nombre del sector: Infraestructura (PLMCC) vs Servicios de Infraestructura -según se plantea en los TDR, no obstante, por solicitud del MOP se mantuvo el nombre de Infraestructura-, Borde Costero (PLMCC) vs Zona Costera y Ciudades (PLMCC) vs Ciudades y Asentamientos Humanos.



ARClím es compleja (ver Tabla 4-3), habiendo sectores de ARClím que se desagregan en más de un sector (ejemplo, Salud y Bienestar Humano), otros que se deben agregar en un solo sector (ejemplo, Agricultura, Bosques Nativos y Plantaciones Forestales), y otros que son un subconjunto de los sectores (ejemplo, Energía Eléctrica). Si bien en la Tabla 4-3 se presenta una propuesta de cómo se cruzan los sectores de ARClím con los sectores del presente estudio, esta sólo se presenta para dar cuenta de la complejidad de relacionar ambos grupos de sectores. Una mejor asignación se puede lograr al realizar un análisis más detallado de las cadenas de impacto incluidas en los sectores de ARClím, lo cual se presenta en la Sección 4.2.

Tabla 4-3 Propuesta indicativa de cruces de sectores de PLMCC con sectores de ARClím

Sector PLMCC	Sector ARClím
Ciudades y Asentamientos Humanos	Ciudades / Salud y Bienestar Humano
Turismo	Turismo
Silvoagropecuario	Agricultura / Bosques Nativos / Plantaciones Forestales
Salud	Salud y Bienestar Humano
Energía	Energía Eléctrica
Zona Costera	Infraestructura Costera / Pesca Artesanal
Infraestructura	Infraestructura Costera
Pesca y Acuicultura	Acuicultura / Pesca Artesanal
Minería	Minería
Biodiversidad	Biodiversidad
Recursos Hídricos	Recurso Hídricos

Fuente: Elaboración propia

Durante la elaboración del taller de levantamiento de información sectorial, surgieron algunos cuestionamientos a los sectores de trabajo. En primer lugar, surgieron comentarios respecto a la **poca comparabilidad de los sectores**, es decir, no queda claro cómo estos se comparan puesto que, por ejemplo, algunos se tratan de sectores productivos (ejemplo, Minería), otros de sectores de impacto (ejemplo, Biodiversidad) y otros sectores territoriales (ejemplo, Ciudades y Asentamientos Humanos). Esta falta de comparabilidad resultó en complicaciones para los ejercicios de levantamiento de información, en la medida en que algunos actores reconocían su sector como un sector que, por ejemplo, brinda servicios para otros sectores (ejemplo, Infraestructura) y luego la adaptación tendría una lógica distinta.

Otro comentario, se refiere a que **no son sectores excluyentes**, es decir, hay puntos en común entre ellos (por ejemplo, infraestructura de riego podría ser parte del sector Silvoagropecuario, Recursos Hídricos o Infraestructura), así como también posibles objetos sujetos a riesgo que no quedan contenido en los sectores. Un ejemplo de esto que se repitió en algunas mesas corresponde a los asentamientos humanos más pequeños que ciudades (pueblos, aldeas y caseríos), razón por la cual se modificó el nombre del sector de Ciudades a “Ciudades y Asentamientos Humanos”. De esta forma, la falta de exclusión entre los sectores dificulta la comprensión de los límites de cada sector complejizando la asignación de los posibles impactos a los sectores.

Un tercer aspecto que se observó en los talleres fue la tendencia de algunos actores de asociar los sectores a Autoridades Sectoriales⁹, y en los ejercicios de levantar indicadores multisectoriales

⁹ Entendida como Ministerios, de la misma forma en que se usa en Mitigación en el PLMCC.



asociaban algunos posibles impactos a autoridades como el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones por tratarse de temas asociados a transporte, a pesar de que esto no es parte de los sectores definidos.

Respecto a los comentarios se propone la agrupación de los sectores en grupo de sectoriales, lo cual permite darles un orden no jerarquizado, facilitando la comparación entre ellos. Lo anterior tiene una ventaja no sólo comunicacional, sino que también, aunque reconociendo las particularidades de cada sector, permite identificar qué sectores son conceptualmente más cercanos, facilitando el análisis. La forma de agrupación se vincula con los énfasis que se quiera obtener de la agrupación, por ejemplo, un énfasis en los impactos finales podría agrupar los sectores según efecto final, como por ejemplo lo hace el AR5 WGII, donde los capítulos sectoriales son agrupados conceptualmente en tres grupos de sectores (ver Tabla 4-4).

Tabla 4-4 Agrupación de capítulos sectoriales en AR5 WGII

Grupo de sectores AR5 WGII	Capítulos sectoriales
Recursos y sistemas naturales y gestionados, y sus usos	Recursos de agua dulce / Ecosistemas terrestres y de agua dulce / Sistemas costeros y zonas bajas / Sistemas marinos / Seguridad alimentaria y sistemas de producción de alimentos
Asentamientos humanos, industria, e infraestructura	Zonas urbanas / Zonas rurales / Sectores y servicios económicos claves
Salud humana, bienestar, y seguridad	Salud humana / Seguridad humana / Medios de subsistencia y pobreza

Fuente: IPCC (IPCC, 2014b)

Otra alternativa es la propuesta de agrupación de la ECLP (Gobierno de Chile, 2021) donde la agrupación se realiza en base al foco de trabajo que se da a cada uno de los sectores (ver Tabla 4-5). El objetivo de mostrar las diferentes agrupaciones no es priorizar una agrupación por sobre otra, sino que dar luces sobre la diversidad de grupos que podría haber. De la misma forma, dependiendo de las agrupaciones y las consideraciones, la distribución de los sectores podría variar entre las diferentes agrupaciones. Por ejemplo, en la agrupación de la ECLP presentada en la Tabla 4-5 se podría argumentar que el tema transporte tiene un rol relevante en la carbono neutralidad y hay quienes podrían agruparlo bajo dicho grupo, sin embargo, se privilegió su relación con el entorno social para agruparlo en asentamientos humanos y vida en comunidad.

Tabla 4-5 Agrupación de temas transversales en ECLP

Grupos de sectores ECLP	Temas abarcados
Funciones ecosistémicas y soluciones basadas en la naturaleza	Biodiversidad / Recursos Hídricos / Océano
Alcanzando la carbono neutralidad y resiliencia para enfrentar los desafíos climáticos	Energía / Minería / Silvoagropecuario / Pesca y acuicultura / Residuos y economía circular
Asentamientos humanos y vida en comunidad	Edificación y ciudades / Infraestructura / Transporte / Salud / Turismo / Zona Costera

Fuente: ECLP (Gobierno de Chile, 2021)

En base a lo anterior, se presenta una propuesta de agrupación para los sectores, la cual se puede observar en la Figura 4-6. La propuesta hace énfasis entre los diferentes tipos de riesgos que se asocian los sectores y el tipo de elemento que está en amenazado.



Se advierte que los sectores que podrían estar asociados a más de un grupo se asocian a aquel grupo de sectores con un esquema conceptual más similar. Por ejemplo, si bien el sector energía también podría ser considerado como un sector de actividad económica, sus impactos principales se asocian al desabastecimiento y/o impedimentos de satisfacer la demanda energética, y no al impacto sobre la producción económica de la energía. Bajo esta lógica se relaciona más con sectores como Recursos Hídricos o los Infraestructura, que también suelen ser analizados según su capacidad de satisfacer la demanda por sus recursos y servicios.



Figura 4-6 Propuesta de agrupación de sectores

Fuente: Elaboración propia

4.2 Evaluación de indicadores de riesgo y vulnerabilidad sectorial

Actualmente ARClím representa el proyecto más completo en término de propuesta, identificación y análisis de riesgos sectoriales frente al cambio climático. En este proyecto participaron 14 grupos de trabajo los que, con ciertos matices, siguieron el marco conceptual de riesgos del cambio climático del IPCC (ver Sección 4.1.1). Este trabajo tuvo como resultado una plataforma¹⁰ donde se sistematizaron 52 cadenas de impacto del cambio climático, con información georreferenciada, distinguiendo capas de información según amenaza, exposición, vulnerabilidad/sensibilidad y riesgo (como el resultado de la interacción de las otras tres capas de información).

Las cadenas de impacto resultantes fueron agrupadas en 12 categorías las cuales no guardan relación unívoca con los sectores bajo los cuales se estructura el presente trabajo (ver Tabla 4-3). Ante esto, un primer esfuerzo fue, en base al estudio de las cadenas de impacto, distribuirlas según los sectores considerados en el presente estudio. El resultado de este proceso se puede ver resumido en la Tabla 4-6, donde se observa una distribución poco uniforme en término de número de cadenas por sector, observándose que el sector con más cadenas corresponde al Silvoagropecuario (18), mientras que el sector de Infraestructura contaría sólo con una cadena.

¹⁰ <https://arclim.mma.gob.cl/> visitado en octubre 2021



También se destaca que el sector Minería cuenta sólo con dos cadenas, clasificadas como “en revisión”, y cuyos resultados aún no han sido cargados a la plataforma de ARClím.

El proceso de asignación no fue sencillo, dado lo difuso de los límites sectoriales, así como los diferentes focos que se podría dar a las cadenas desarrolladas. Por ejemplo, la cadena “Inundaciones por desbordes de ríos”, podría haber sido asignada al sector Recursos Hídricos, Ciudades y Asentamientos Humanos o Infraestructura. Dada las definiciones de exposición (“*densidad de infraestructura crítica*”) y vulnerabilidad (“*vulnerabilidad media de las obras hidráulicas*”), se optó por imputarla al sector de Infraestructura. El ejemplo anterior ilustra cómo el proceso de asignación, lejos de ser trivial, requirió un estudio de cada una de las cadenas, para los cuales los informes sectoriales de ARClím fueron de amplia utilidad. Lo anterior resalta el carácter sistémico que tienen mucho de los elementos estudiados en las cadenas de impacto, donde los diferentes elementos interactúan entre ellos y sus efectos se ramifican a otros impactos. De esta forma, si bien el ejercicio de imputar sectores a las diferentes cadenas es útil por cuestiones de conceptualización y orden, debe ser considerado con prudencia en vista de que es esperable que las cadenas se vinculen con otros sectores. De la misma forma, es relevante destacar que los sectores no son unívocos con autoridades sectoriales, por lo que, es esperable que algunas autoridades sectoriales se vinculen con múltiples sectores.

De lo anterior se desprende que la asignación de las Cadenas de Impacto, tiene al menos una cuota de subjetividad, pudiendo asignarse a diferentes sectores según los énfasis que se hagan de las mismas. Lo anterior no invalida el proceso de asignación, que por lo demás tiene sus beneficios en término de la arquitectura conceptual del desafío de la adaptación, sino que remarca la relevancia de comprender que los sectores no son sistemas aislados, sino que interactúan entre ellos, relevando la importancia de contar con indicadores multisectoriales. El detalle de la asignación sectorial de las cadenas de impacto utilizado en el presente proyecto se presenta en la Tabla 4-7.

Tabla 4-6 Número de cadenas ARClím asignadas a cada sector

Sector	Número de cadenas ARClím asignadas
Recursos Hídricos	5
Energía	4
Infraestructura	1
Zonas Costeras	2
Silvoagropecuario	18
Minería (1)	2
Pesca y Acuicultura	7
Turismo	3
Biodiversidad	4
Salud	2
Ciudades y Asentamientos Humanos	6

(1) Cadenas calificadas como “en revisión”

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-7 Detalle de cadenas de ARClím asignadas a cada sector

Sector	Cadena
Recursos Hídricos	Inundaciones en zonas urbanas
	Riesgo en el aprovechamiento de agua superficial en riego



Sector	Cadena
	Seguridad hídrica doméstica rural (AH)
	Seguridad hídrica doméstica urbana (AH)
	Sequías hidrológicas
Energía	Impacto de disminución del recurso eólico
	Impacto del aumento de temperatura sobre líneas de transmisión
	Impacto del cambio en radiación solar
	Impactos de disminución del recurso hídrico
Infraestructura	Inundaciones por desbordes de ríos
Zonas Costeras	Aumento de <i>downtime</i> en puertos estatales
	Erosión de playas
Silvoagropecuario	Cambio de productividad cultivo de almendro
	Cambio de productividad cultivo de cerezo
	Cambio de productividad cultivo de frejol
	Cambio de productividad cultivo de maíz
	Cambio de productividad cultivo de manzano rojo
	Cambio de productividad cultivo de nogal
	Cambio de productividad cultivo de papa bajo riego
	Cambio de productividad cultivo de papa en secano
	Cambio de productividad cultivo de trigo bajo riego
	Cambio de productividad cultivo de trigo en secano
	Cambio de productividad de praderas
	Cambio en la capacidad de carga de bovinos de carne
	Cambio en la capacidad de carga de bovinos de leche
	Cambio en la capacidad de carga de ovinos
	Incendios en bosques nativos
	Incendios en plantaciones forestales
	Verdor en bosques nativos
	Verdor en plantaciones forestales
Minería	Condición de alta pluviometría (1)
	Condición de baja pluviometría (1)
Pesca y Acuicultura	Aumento de <i>downtime</i> en caletas de pescadores
	Pérdida de biomasa de mejillones en fase engorda por FAN
	Pérdida de biomasa de salmones por aumento de parásitos
	Pérdida de biomasa de salmones por FAN
	Pérdida de biomasa semilla de mejillones por aumento de salinidad
	Pérdida de desembarque pesquero artesanal
	Salmonicultura: Pérdida de producción por menor provisión de agua dulce
Turismo	Pérdida de atractivo turístico en los destinos de sol y playa
	Pérdida de atractivo turístico invernal en centros de alta montaña
	Pérdidas de atractivo turístico por incendios forestales
Biodiversidad	Pérdida de fauna por cambio de precipitación
	Pérdida de fauna por cambio de temperatura
	Pérdida de flora por cambio de precipitación
	Pérdida de flora por cambio de temperatura
Salud	Mortalidad prematura neta por cambio de temperatura (S)
	Mortalidad prematura por calor (S)
Ciudades y Asentamientos Humanos	Anegamientos de asentamientos costeros
	Disconfort térmico ambiental



Sector	Cadena
	Efecto de las heladas en las ciudades
	Efecto olas de calor en la salud humana (AH)
	Efectos de Isla de Calor Urbana
	Inundaciones (AH)

(1) Cadenas calificadas como “en revisión”

Nota: Existen cadenas con nombres similares, en estos casos se incluye sigla del grupo ARClím responsable como una forma de diferenciarlas. (AH): Asentamientos Humanos (S): Salud

Fuente: Elaboración propia

Para cada una de las cadenas, se preparó una ficha donde se caracteriza la cadena y sus componentes con 30 campos de información los cuales describen características de los componentes de la cadena y/o de la cadena agregada según los campos descritos en la Tabla 4-8.

Tabla 4-8 Campos de información descriptivos de cadenas ARClím

Nombre de la cadena	Nombre utilizado como presentación de la cadena en plataforma ARClím	
Indicadores	Amenaza	Descripción de la información utilizada como amenaza en la cadena de riesgo
	Exposición	Descripción de la información utilizada como exposición en la cadena de riesgo
	Vulnerabilidad	Descripción de la información utilizada como vulnerabilidad o sensibilidad en la cadena de riesgo
	Riesgo	Descripción de la información utilizada como riesgo en la cadena de riesgo
Uso de conceptos	Amenaza	Comentario respecto a si la información presentada como amenaza se ajusta o no al concepto según la definición descrita en la Sección 4.1.1
	Exposición	Comentario respecto a si la información presentada como exposición se ajusta o no al concepto según la definición descrita en la Sección 4.1.1
	Vulnerabilidad	Comentario respecto a si la información presentada como vulnerabilidad se ajusta o no al concepto según la definición descrita en la Sección 4.1.1
	Riesgo	Comentario respecto a si la información presentada como riesgo se ajusta o no al concepto según la definición descrita en la Sección 4.1.1
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Descripción de si los valores de amenaza son valores absolutos o relativos. En el caso de ser relativo se presenta la base de comparación
	Exposición	Descripción de si los valores de exposición son valores absolutos o relativos. En el caso de ser relativo se presenta la base de comparación
	Vulnerabilidad	Descripción de si los valores de vulnerabilidad son valores absolutos o relativos. En el caso de ser relativo se presenta la base de comparación
	Riesgo	Descripción de si los valores de riesgo son valores absolutos o relativos. En el caso de ser relativo se presenta la base de comparación
Nivel de cuantificación	Amenaza	Clasificación de si valores de amenaza son cuantitativos y/o cualitativos

	Exposición	Clasificación de si valores de exposición son cuantitativos y/o cualitativos
	Vulnerabilidad	Clasificación de si valores de vulnerabilidad son cuantitativos y/o cualitativos
	Riesgo	Clasificación de si valores de riesgo son cuantitativos y/o cualitativos
Variables involucradas	Amenaza	Identificación de variables utilizadas en la cuantificación del valor de la amenaza
	Exposición	Identificación de variables utilizadas en la cuantificación del valor de la exposición
	Vulnerabilidad	Identificación de variables utilizadas en la cuantificación del valor de la vulnerabilidad
	Riesgo	Identificación de variables utilizadas en la cuantificación del valor del riesgo
Disponibilidad datos	Exposición	Fuente de información de los datos de las variables usadas para la cuantificación de la exposición
	Vulnerabilidad	Fuente de información de los datos de las variables usadas para la cuantificación de la vulnerabilidad
Periodicidad datos	Exposición	Periodicidad con que se actualiza la información de los datos de las variables usadas para la cuantificación de la exposición
	Vulnerabilidad	Periodicidad con que se actualiza la información de los datos de las variables usadas para la cuantificación de la vulnerabilidad
Cobertura espacial datos	Exposición	Nivel de cobertura de la información de los datos de las variables usadas para la cuantificación de la exposición
	Vulnerabilidad	Nivel de cobertura de la información de los datos de las variables usadas para la cuantificación de la vulnerabilidad
Agregación geográfica		Nivel de detalle con que se presenta los resultados en la plataforma
Pertinencia		Clasificación de pertinencia
Intersectorial		Otros sectores relacionados con la cadena

Fuente: Elaboración propia

En los Anexos del presente informe (ver Sección 11.3) se presenta el detalle para cada una de las cadenas de ARClím, incluyendo las cadenas clasificadas como “en revisión”. La sistematización de esta información permite un sinnúmero de análisis posibles. A continuación, se presenta algunos de ellos que permite complementar el análisis de ARClím.

En las cadenas de ARClím se identifican 36 amenazas diferentes asociadas al cambio climático, estas amenazas pueden corresponder a una característica puntual que se espera ocurra en el escenario de cambio climático (ejemplo, “*Mayor intensidad de precipitaciones con respecto al escenario actual*”), o bien a una combinación de múltiples dimensiones que se resumen en una sola variable (ejemplo, “*Variación en la incidencia conjunta de sequías y olas de calor entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP 8.5)*”). Este último tipo de amenazas se clasifican como amenazas compuestas, mientras que el resto de las amenazas se clasifican como amenazas individuales asociadas a un elemento particular del clima.

Los resultados de este proceso se presentan en la Tabla 4-9, donde se observa que 20 de las 54 cadenas utilizan amenazas compuestas, principalmente en sector Silvoagropecuario, el cual resume



las variaciones en distintas dimensiones del cambio climático en el efecto sobre el rendimiento productivo. Por otra parte, 14 cadenas utilizan variables relacionadas a las precipitaciones, además de otras 3 cadenas que se relacionan con la sequía. Los cambios en las temperaturas se asocian a 9 cadenas, mientras que la amenaza del cambio de *set-up* en las costas (marejadas y/o nivel de mar) se relaciona con 4 cadenas de riesgo. Cabe destacar, el sector Energía como el sector con más diversidad en amenazas consideradas, así como el sector Turismo que utiliza resultados de otras cadenas de riesgo como amenaza (erosión de playas e incendios de bosque nativo).

Tabla 4-9 Clasificación de amenazas según sector

Sector	Clasificación Amenaza	Número de cadenas
Recursos Hídricos	Precipitación	2
	Sequía	3
Energía	Temperatura	1
	Precipitación	1
	Radiación solar	1
	Viento	1
Infraestructura	Precipitación	1
Zonas Costeras	Marejadas y/o Nivel del Mar	2
Silvoagropecuario	Temperatura	2
	Compuesta (1)	16
Minería	Precipitación	2
Pesca y Acuicultura	Precipitación	4
	Marejadas y/o Nivel del Mar	1
	Compuesta (1)	2
Turismo	Precipitación	1
	Derivado de otro riesgo	2
Biodiversidad	Temperatura	2
	Precipitación	2
Salud	Temperatura	2
Ciudades y Asentamientos Humanos	Temperatura	2
	Precipitación	1
	Marejadas y/o Nivel del Mar	1
	Compuesta (1)	2

(1) Amenaza compuesta asociada a más de un elemento del clima combinado en un indicador de amenaza..

Fuente: Elaboración propia

La exposición puede ser representada de diferentes formas, ya sea, como el número de individuos/especímenes/actividades presentes en la zona de riesgo, alguna métrica de los niveles de actividad de una actividad productiva que están sujetos a riesgo, la densidad de los anteriores, la superficie total y/o una combinación de diferentes aspectos que se resumen en un índice de exposición.

En ARClím, 23 cadenas utilizaron como variable de exposición métricas que daban cuenta de los niveles de actividad o producción de alguna actividad productiva, lo cual se ve influenciado por las 14 cadenas del sector agrícola que siguen esa lógica. Otras cadenas y sectores que utilizan este tipo de variables para dar cuenta de la exposición, corresponden a actividades asociadas a la producción (desembarques, producciones piscícolas, carga y descarga de puertos) y/o consumo (agua para riego, energía eléctrica, actividades de turismo). Por su parte, 18 cadenas siguieron una lógica



enfocada en la cantidad de elementos (por ejemplo, individuos, especies o actividades) expuestas, concentrado en sectores sociales (Salud, Ciudades y Asentamientos Humanos y Recursos Hídricos para consumo humano) o productivos (Pesca). Un tercer tipo de indicadores de exposición corresponde a índices donde se combinan la presencia de diferentes elementos expuestos, tales como indicadores que combinan “densidad poblacional, densidad educacional y cantidad de servicios críticos disponibles”.

Tabla 4-10 Clasificación de exposición según sector

Sector	Clasificación Exposición	Número de cadenas
Recursos Hídricos	Cantidad de elementos	3
	Nivel de actividad	1
	Combinación	1
Energía	Nivel de actividad	4
Infraestructura	Densidad individuos	1
Zonas Costeras	Nivel de actividad	1
	Superficie	1
Silvoagropecuario	Nivel de actividad	14
	Superficie	4
Minería	Cantidad de elementos	2
Pesca y Acuicultura	Cantidad de elementos	5
	Nivel de actividad	2
Turismo	Nivel de actividad	1
	Superficie	1
	Combinación	1
Biodiversidad	Combinación	4
Salud	Cantidad de elementos	2
Ciudades y Asentamientos Humanos	Cantidad de elementos	6

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la componente de vulnerabilidad hay diferentes aproximaciones con diferencias de las consideraciones a incluir dentro de la vulnerabilidad, donde se cruzan conceptos como “sensibilidad”, “susceptibilidad”, “dependencia”, “diversidad” y/o “resiliencia”. Lo anterior resulta en que la vulnerabilidad fue la componente de la cadena de riesgo en que se observa mayor dispersión conceptual de cómo estimarla. Mientras algunos grupos de trabajo se aproximaron mediante la selección de factores que influyen en la vulnerabilidad específica a un sector, otros incluyeron aspectos más amplios y transversales (ejemplo, educación, acceso a redes de protección), mientras que otros resumieron la vulnerabilidad basados en observaciones históricas que permiten identificar cuáles elementos de valor han sido más vulnerables.

La amplia mayoría (47/54) de los grupos de trabajo optaron por combinar diferentes dimensiones y resumirlas en índices de vulnerabilidad, ya sea mediante índices previamente existentes o generados ad-hoc. Lo anterior es relevante puesto que se aproxima la vulnerabilidad por medio de una combinación de diferentes factores que inciden en la vulnerabilidad resultante, sin embargo, esta podría vincularse a otros factores que por diferentes motivos no fueron incluidos en el índice o incluso el peso específico real de cada factor podría ser variable, aspectos que no son recogidos con este enfoque. En este sentido, la vulnerabilidad estimada depende de las variables consideradas para la construcción del índice, así como las escalas para cada una de las métricas consideradas dentro del índice, lo cual implica que el diseño metodológico de la aproximación de la vulnerabilidad



depende en mayor parte de los criterios de los grupos de trabajo a cargo de su desarrollo, en comparación con aquellas cadenas que se basan en estadísticas históricas. Sólo tres sectores utilizan estadísticas históricas en combinación con modelaciones y análisis epidemiológicos, para determinar una variable que dé cuenta de la vulnerabilidad: Energía, Salud y Zonas Costeras.

Tabla 4-11 Clasificación de vulnerabilidad según sector

Sector	Clasificación Vulnerabilidad	Número de cadenas
Recursos Hídricos	Índice	5
Energía	Indicador histórico y proyectado	4
Infraestructura	Índice	1
Zonas Costeras	Indicador histórico	1
	Índice	1
Silvoagropecuario	Índice	18
Minería	Índice	2
Pesca y Acuicultura	Índice	7
Turismo	Índice	3
Biodiversidad	Índice	4
Salud	Indicador histórico	2
Ciudades y Asentamientos Humanos	Índice	6

Fuente: Elaboración propia

Las diferentes cadenas agregaron las componentes de amenaza, exposición y vulnerabilidad de formas diferentes, aunque manteniendo características como la relación de que al aumentar el valor de cada una de las componentes aumenta también el valor del riesgo. En la mayor parte de las cadenas, esto resulta de la multiplicación de los valores de cada componente, aunque hubo espacios para técnicas diferentes de agregación en la medida que representarían mejor el impacto de cada componente sobre el riesgo total.

Con el objetivo de poder diferenciar entre las diferentes comunas o unidades geográficas utilizadas, algunos sectores trabajaron con valores normalizados respecto a los valores más altos y bajos obtenidos, mientras que otros mantuvieron valores absolutos. Nuevamente quedó a criterio de cada grupo de trabajo buscar la mejor forma de comunicar e interpretar los resultados.

En la Tabla 4-12 se presenta un resumen de cómo se presentaron los valores de riesgo en las diferentes cadenas asignadas a los sectores. De esta forma, 33 de las cadenas de riesgo presentaron valores relativos, en general, respecto a los resultados de las otras unidades geográficas, aunque la forma de obtener estos valores varió entre los diferentes grupos de trabajo. Lo anterior si bien tiene la ventaja de que facilita la comparación entre las diferentes unidades, dificulta estudios longitudinales que permitan ver cómo varía el riesgo en el tiempo. El caso contrario, son 21 cadenas cuyos resultados de riesgo son presentados como valores absolutos, los cuales, si bien permiten un estudio longitudinal, muchas veces se complejiza la comparación entre comunas. Por ejemplo, las estimaciones de la variación de mortalidad (métrica de riesgo) en el sector Salud, al ser influenciadas por la población proyectada de cada comuna (métrica de exposición), terminan reflejando la distribución esperada de la población dentro de las comunas que están en condiciones similares de amenaza y sensibilidad.



Tabla 4-12 Clasificación de riesgo según sector

Sector	Clasificación Riesgo (absoluto o relativo y base de comparación)	Número de cadenas
Recursos Hídricos	Absoluto	1
	Relativo, agregación difusa	2
	Relativo, en base al menor y mayor valor	2
Energía	Absoluto	4
Infraestructura	Relativo, en base al menor y mayor valor	1
Zonas Costeras	Relativo, representa el ranking entre las playas analizadas	1
	Relativo, representa el ranking entre puertos analizados	1
Silvoagropecuario	Absoluto	14
	Multiplicación de valores absolutos y relativos	2
	Relativo, multiplicación de valores normalizados	2
Minería	Relativo, ranking de los valores obtenidos	2
Pesca y Acuicultura	Relativo, en base a quintiles del factor estudiado	1
	Relativo, multiplicación de valores normalizados	5
	Relativo, representa el ranking entre caletas analizadas	1
Turismo	Relativo, en base al menor y mayor valor	1
	Relativo, multiplicación de valores normalizados	2
Biodiversidad	Relativo, en base al mayor valor	4
Salud	Absoluto	2
Ciudades y Asentamientos Humanos	Relativo, agregación difusa	2
	Relativo, normalizado en una escala de 0-1	3
	Relativo, representa el ranking entre los asentamientos analizados	1

Fuente: Elaboración propia

4.3 Evaluación de indicadores de riesgo y vulnerabilidad intersectorial

En la Sección 4.1.3 se definió intersectorial como todo aquello que se relaciona con más de un sector, en este sentido puede tratarse de recursos comunes que se relacionen con múltiples sectores (ejemplo, cobertura vegetal de suelos), procesos de adaptación enfocados en más de un sector (ejemplo, superficie de áreas protegidas) y/o impactos que se vinculen con múltiples sectores (ejemplo, incendios forestales).

De lo anterior, se desprende que la definición de los sectores redundante directamente en aquello que se entenderá como intersectorial. Sin embargo, como se discutió en la Sección 4.1.3, se recomienda una revisión de la definición actual de los sectores. Entre las razones para esta revisión destaca el hecho que los sectores tienen una comparabilidad limitada y no son excluyentes entre sí. Lo anterior resulta en límites sectoriales difusos, habiendo temáticas en que los sectores se superponen.

Respecto a los indicadores de riesgo y vulnerabilidad intersectorial, si bien el trabajo de ARClím siguió una lógica sectorial, parte de los resultados pueden ser reinterpretados bajo una visión intersectorial. En particular, se destacan los siguientes aspectos:

- Sectores con vocación de provisión a otros sectores. Algunos de los 11 sectores considerados, así como sus cadenas de impacto desarrolladas, corresponden a sectores que



proveen de servicios y/o recursos a otros. En particular, Recursos Hídricos, Infraestructura, Energía y Zonas Costeras, son sectores cuya relevancia está en la provisión para otros sectores, de esta forma sus cadenas pueden ser interpretadas como cadenas intersectoriales. En la Tabla 4-13 se presentan las cadenas asignadas a estos sectores, así como los sectores relacionados con dichas cadenas.

Tabla 4-13 Cadenas de impacto de ARClím en sectores con vocación de provisión

Sector asignado	Cadena de impacto ARClím	Sectores relacionados
Recursos Hídricos	Inundaciones en zonas urbanas	Infraestructura, Salud y Ciudades y Asentamientos Humanos
	Riesgo en el aprovechamiento de agua Superficial en riego	Infraestructura y Silvoagropecuario
	Seguridad hídrica doméstica rural (AH)	Infraestructura, Salud y Ciudades y Asentamientos Humanos
	Seguridad hídrica doméstica urbana (AH)	Infraestructura, Salud y Ciudades y Asentamientos Humanos
	Sequías hidrológicas	Infraestructura, Silvoagropecuario, Minería, Biodiversidad y Ciudades y Asentamientos Humanos
Energía	Impacto de disminución del recurso eólico	Infraestructura, Minería, Salud y Ciudades y Asentamientos Humanos
	Impacto del aumento de temperatura sobre líneas de transmisión	Infraestructura, Minería, Salud y Ciudades y Asentamientos Humanos
	Impacto del cambio en radiación solar	Infraestructura, Minería, Salud y Ciudades y Asentamientos Humanos
	Impactos de disminución del recurso hídrico	Recursos Hídricos, Infraestructura, Silvoagropecuario, Minería, Biodiversidad, Salud y Ciudades y Asentamientos Humanos
Infraestructura	Inundaciones por desbordamientos de Ríos	Recursos hídricos, Silvoagropecuario, Turismo y Ciudades y Asentamientos Humanos
Zonas Costeras	Aumento de <i>downtime</i> en puertos estatales	Infraestructura
	Erosión de playas	Recursos Hídricos, Infraestructura, Zonas costeras, Turismo, Salud y Ciudades y Asentamientos Humanos

Fuente: Elaboración propia

- Índices de vulnerabilidad intersectoriales. Otro aspecto de ARClím, relevante a considerar desde lo intersectorial, corresponde al uso de indicadores de vulnerabilidad que recogen múltiples dimensiones y que se cruzan con múltiples sectores. Ejemplos de este tipo de índice son el Índice de Vulnerabilidad Social (SoVI) utilizado en el sector Ciudades y Asentamientos Humanos, así como los índices de sensibilidad y resiliencia ad-hoc, utilizados en los sectores Ciudades y Asentamientos Humanos y Recursos hídricos. Otros índices también consideran aspectos intersectoriales tales como acceso a infraestructura, acceso a servicios de emergencias, calidad de viviendas, índice de ruralidad y diversidad de las actividades. En la Tabla 4-14 se presentan las cadenas asignadas a estos sectores, así como sus respectivos índices de vulnerabilidad y los sectores relacionados con estos.

Tabla 4-14 Cadenas de impacto de ARClím con índices de vulnerabilidad intersectoriales

Sector asignado	Cadena de impacto ARClím	Índice de vulnerabilidad	Sectores relacionados
Recursos Hídricos	Inundaciones en zonas urbanas	Índice de calidad de viviendas y de los servicios públicos/críticos (bomberos, carabineros, servicios de salud y educación)	Infraestructura, Ciudades y Asentamientos Humanos, salud
	Riesgo en el aprovechamiento de agua superficial en riego	Sensibilidad climática del sistema y la capacidad de ejercer la extracción deseada de recursos hídricos superficiales	Infraestructura
	Seguridad hídrica doméstica rural/urbana (AH)	Índice compuesto por: - Índice de sensibilidad: condiciones demográficas, socioeconómicas y de infraestructura hídrica. - Índice de resiliencia genérica: capacidad para responder y adaptarse a las amenazas climáticas a las que están expuestos	Ciudades y Asentamientos Humanos, Salud e Infraestructura
	Sequías hidrológicas	Susceptibilidad de las personas, debido a las condiciones demográficas, socioeconómicas y a la presencia de infraestructura hídrica	Ciudades y Asentamientos Humanos, Salud e Infraestructura.
Energía	Impactos de disminución del recurso hídrico	Susceptibilidad de la comuna a sufrir impactos adversos debido a una menor disponibilidad de los recursos hídricos en el sistema	Ciudades y Asentamientos Humanos y Recursos hídricos
Silvoagropecuario	Cambio de productividad cultivo/capacidad de carga	Promedio de: índice de ruralidad, índice de balance riego-secano, índice de diversificación, índice de embalses, índice de las pequeñas y medianas explotaciones, índice INDAP y un índice de infraestructura	Infraestructura y Ciudades y Asentamientos Humanos
Ciudades y Asentamientos Humanos	Anegamiento de asentamiento costeros	Promedio entre densidad poblacional, densidad de vivienda, fracción de tipos de vivienda (casa, departamento en edificio o precaria)	Infraestructura y Zonas costeras
	Disconfort térmico ambiental/Efecto isla de calor urbana /Efecto de las heladas en Ciudades y Asentamientos Humanos	Índice SoVI	Salud, Infraestructura, Recursos Hídricos

Fuente: Elaboración propia



- Indicadores de riesgo y vulnerabilidad que se ven afectados por otros sectores. Además de los índices de vulnerabilidad intersectoriales, existen indicadores de vulnerabilidad y de riesgo que se ven afectados por otros sectores. En general, dada las limitaciones metodológicas las cadenas de riesgo siguen una lógica donde se estima la contribución de una combinación de un conjunto de amenaza-exposición-vulnerabilidad sobre el riesgo, pero donde también pueden interactuar otros sectores. Por ejemplo, indicadores como la “mortalidad prematura neta” y “pérdida de diversidad de especie”, si bien se relacionan directamente con los sectores Salud y Biodiversidad, también se ven influenciados por otros sectores como “Silvoagropecuario”, “Recursos Hídricos” o “Infraestructura”. De esta forma, estos indicadores son también indicadores intersectoriales. En la Tabla 4-15 se presentan las cadenas asignadas a estos sectores, así como sus respectivos índices de vulnerabilidad o riesgo y los sectores relacionados con estos.

Tabla 4-15 Cadenas de impacto con índices de vulnerabilidad y riesgo afectados por otros sectores

Sector asignado	Cadena de impacto ARCLim	Índice de vulnerabilidad/riesgo	Sectores relacionados
Recursos Hídricos	Sequías hidrológicas	Índice de condiciones de sensibilidad territorial	Silvoagropecuario, Minería, Energía
Energía	Impactos de disminución del recurso hídrico	Susceptibilidad de la comuna a sufrir impactos adversos debido a una menor disponibilidad de los recursos hídricos en el sistema	Recursos hídricos, Silvoagropecuario, Ciudades y Asentamientos Humanos, Minería
Silvoagropecuario	Cambio de productividad cultivo/capacidad de carga	Promedio de: índice de ruralidad, índice de balance riego-secano, índice de diversificación, índice de embalses, índice de las pequeñas y medianas explotaciones, índice INDAP y un índice de infraestructura	Infraestructura y Ciudades y Asentamientos Humanos
Biodiversidad	Pérdida de flora/fauna por cambio de precipitación /temperatura	Riesgo a la pérdida de la diversidad de especies	Silvoagropecuario, Minería, Energía, Ciudades y Asentamientos Humanos, Infraestructura
Salud	Mortalidad prematura neta por cambio de temperatura/calor	Mortalidad base comunal	Silvoagropecuario, Recursos Hídricos, Ciudades y Asentamientos Humanos

Fuente: Elaboración propia

Si bien, los aspectos recién mencionados permiten una primera aproximación hacia contar con indicadores de vulnerabilidad y riesgo del cambio climático, lo cierto es que no fueron desarrollados bajo dicha lógica y, por lo tanto, no son idóneos para hacer seguimiento del proceso de adaptación desde un punto de vista intersectorial. Por lo demás, dada las limitaciones metodológicas y su desarrollo en un contexto de cadenas de riesgo, muchos de los indicadores son desarrollados de



forma específica para formar parte de la cadena y no con el objetivo de permitir el proceso de M&E de indicadores intersectoriales. Esta limitación en la reinterpretación de los actuales indicadores como indicadores intersectoriales es relevante de considerar al momento en que se quieran utilizar para el proceso de adaptación planificada, en la medida que la información, el detalle en que se presenta y la interpretación de los resultados, está limitada por el diseño original.

Lo anterior resalta la relevancia del presente proyecto, no sólo desde una propuesta de indicadores intersectorial, sino que también en términos de un proceso de adaptación planificada que sea orientado por una hoja de ruta y que desarrolle una gobernanza adecuada. En este sentido los indicadores ya existentes, deben ser considerados como parte de un conjunto de herramienta e información disponible que funciona como insumo para el diseño, implementación, monitoreo y evaluación de los procesos de adaptación planificada. Otras herramientas e información relevante corresponden a los estudios y antecedentes que se han desarrollado de forma centralizada en el marco de los esfuerzos de adaptación del país, a los cuales se suman los esfuerzos, antecedentes y contribuciones que puedan realizar los diferentes actores sectoriales.

Además del trabajo realizado específicamente en el marco de los esfuerzos de adaptación al cambio climático del país, se observa que existen una serie de plataformas de información existentes relevantes para el trabajo intersectorial y que alimentan los indicadores intersectoriales. Estas plataformas usualmente se construyen en torno a temáticas específicas, concentrando las estadísticas disponibles para estos temas. En la Tabla 4-16 se presenta una selección de plataformas de información relevante para el diseño y construcción de indicadores intersectoriales.



Tabla 4-16 Plataformas de información relevante para indicadores intersectoriales

Plataforma	Tema	Quien administra	Descripción
SINCA	Calidad del Aire	MMA	El Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA) del Ministerio de Medio Ambiente pone a disposición información de calidad de aire de todo el país, buscando mejorar gradualmente el conocimiento, la vigilancia y la gestión de la calidad del aire que respiramos
RETC	Emisiones Ambientales	MMA	El Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), es una base de datos accesible al público, destinada a capturar, recopilar, sistematizar, conservar, analizar y difundir la información sobre emisiones, residuos y transferencias de contaminantes potencialmente dañinos para la salud y el medio ambiente que son emitidos al entorno, generados en actividades industriales o no industriales o transferidos para su valorización o eliminación
INE	Económicas; Sociales	INE	El Instituto Nacional de Estadísticas, INE, es el organismo encargado de producir las estadísticas oficiales del país. Además, es el encargado de realizar los censos en Chile
DMC	Meteorología	DGAC	Proporcionar la información meteorológica básica y procesada que requiere la Aeronáutica, y proveer servicios meteorológicos y climatológicos a las diferentes actividades socioeconómicas que requiere el país para su desarrollo. Además, realizar investigación meteorológica, en coordinación con organismos nacionales e internacionales, y administrar el Banco Nacional de Datos Meteorológicos
Coordinador Eléctrico Nacional	Mercado eléctrico	Ente independiente	El Coordinador Eléctrico Nacional es un organismo técnico e independiente, encargado de la coordinación de la operación del conjunto de instalaciones del Sistema Eléctrico Nacional que operen interconectadas entre sí
CNE	Energía/Mercado eléctrico	Ministerio de Energía	La Comisión será un organismo técnico 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
EnergíaAbierta	Energía	CNE	Energía Abierta es una iniciativa desarrollada por la Comisión Nacional de Energía, la cual consiste en un portal web multifuncional, que fue desarrollado para atender una amplia variedad de intereses y necesidades asociados al sector energético, enfocándose en reducir asimetrías de información, aumentar la transparencia y fomentar la participación ciudadana, mediante soluciones innovadoras
Datos.gob	Varios	MINSEGPRES	DatosGob es el repositorio de datos abiertos del Estado, en el cual las instituciones publican sus datos de manera sencilla y transparente, en formatos abiertos, bajo la lógica de un catálogo centralizado y ordenado, de rápida búsqueda y fácil uso
Subtel	Telecomunicaciones	SUBTEL	Las estadísticas sectoriales se obtienen desde el año 2006 mediante el Sistema de Transferencia de Información amparada en la Resolución N° 159/2006, que a la fecha está compuesto de 16 Anexos o solicitudes específicas de información a los operadores de telecomunicaciones del sector dentro de un calendario de entregas con distinta periodicidad



Plataforma	Tema	Quien administra	Descripción
SNIFA	Fiscalización Ambiental	SMA	El sitio proporciona información a la ciudadanía sobre los procesos de fiscalización y sancionatorios realizados por la SMA, bajo un enfoque territorial, junto a dictámenes, sentencias y resoluciones de autoridades, relacionadas con materias ambientales. Además, incluye acceso a los registros públicos de instrumentos de carácter ambiental y de sanciones
DEIS	Salud	Subsecretaría de Salud Pública; División planificación sanitaria	DEIS busca ser responsable activo del proceso de gobernanza de datos, que permita facilitar la toma de decisión sanitaria y contribuir al desarrollo oportuno, mediante la consideración de la tecnología e información, la armonía del sistema sanitario a las modificaciones de la realidad social para mejorar la salud de las poblaciones
RENAM	Meteorología y Acústica	Fundación Chile	Generar y disponer de una base de información pública, útil y permanente, al tiempo que apoye la toma de decisiones del Estado y de los actores interesados en torno a mejorar la calidad de vida de las personas que habitan las edificaciones del país, y prestar el apoyo necesario para impulsar las distintas tecnologías y servicios en torno a las ciudades inteligentes
SERNAPESCA	Acuicultura	Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura	Repositorios de estadísticas de pesca (artesanal e industrial) y acuicultura en el país. Contiene además información de procesamiento, comercialización y elaboración industrial de productos relacionados
SINIA	Indicadores Ambientales	MMA	Plataforma que engloba varias otras plataformas de MMA, lo que permite buscar la información de forma más rápida
SIMBIO	Información y monitoreo de biodiversidad	MMA	El Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad tiene como propósito brindar acceso libre a información sobre la diversidad biológica del territorio nacional para la construcción de una sociedad sostenible. Busca facilitar y apoyar el acceso a la información de biodiversidad de forma oportuna y eficiente la gestión integral de la biodiversidad en Chile.
CONAF	Bosques y biodiversidad	Ministerio de Agricultura	Información forestal en general
ODEPA	Información Hortofrutícola	Ministerio de Agricultura; Oficina de Estudios y Políticas Agrarias	Prestar servicios de información gratuitos de interés sobre la actividad agropecuaria, a través de publicaciones, estadísticas, informes, estudios, noticias, entre otros
SAG	Información Agrícola	Servicio Agrícola Ganadero	Información relacionada a producción orgánica
AGROMET	Información Agroclimática	Minagri	Agromet es un portal de información agroclimática unificada, para que una mayor cantidad de agricultores pueda acceder en forma inmediata, abierta, gratuita y permanente a la información climática relevante y confiable para su área.
COCHILCO	Información Minera en general	Ministerio de Minería; Comisión Chilena del Cobre	Información respecto a la industria minera en Chile, especialmente en el cobre
Minería Abierta	Información Minera	Ministerio de Minería	Plataforma Open Data con mapas interactivos de información territorial minera
SERNAGEOMIN	Información geológica	Ministerio de Minería	Organismo técnico responsable de generar, mantener y divulgar información de geología básica y de recursos y peligros geológicos del territorio nacional, para el bienestar de la comunidad y al servicio del país, y de regular y/o fiscalizar el cumplimiento de normativas mineras.



Plataforma	Tema	Quien administra	Descripción
SONAMI	Información Minera en general	Ente independiente	Información proveniente de Cochilco y Sernageomin
DGA	Recursos Hídricos	Ministerio de Obras Públicas; Dirección general de agua	Información de los recursos hídricos del país
Subturismo	Turismo	Subsecretaria de Turismo	Parte de la información proviene del SERNATUR; Esta plataforma contiene toda la información relacionada al turismo nacional, con estadísticas asociadas a empleos, rubros asociados, cantidad de turistas, ingresos por turismo, entre otros.
SIEDU	Desarrollo Urbano	CNDU	Mide los atributos de calidad de vida para reducir las desigualdades y también la efectividad de las acciones del Estado en materia de ciudad.

Fuente: Elaboración propia

4.4 Caracterización y evaluación de indicadores y su contribución a la evaluación de metas y objetivos de los instrumentos de adaptación

En Chile se han diseñado diferentes instrumentos de adaptación, con diferentes alcances sectoriales y territoriales. De esta forma, existen instrumentos con alcance nacional, tales como el proyecto de LMCC, la ECLP o el PANCC, que reconociendo las diferencias territoriales entregan lineamientos para la adaptación a nivel nacional cubriendo todos los sectores o un subconjunto de ellos. Por otra parte, hay instrumentos de planificación territorial que tienen un alcance territorial más acotado, pero que crecientemente están incluyendo consideraciones de cambio climático en su elaboración e implementación. El presente estudio se centra en aquellos instrumentos cuyo foco principal incluye la adaptación al cambio climático (ver Tabla 4-17).

Cabe destacar que los instrumentos seleccionados se encuentran en distintas fases, mientras algunos ya han sido aprobados por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS)¹¹ y están en etapa de implementación, e incluso de actualización, otros instrumentos se encuentran en etapas previas. Para el fin de caracterizar y evaluar los indicadores de M&E de estos instrumentos no se considera una distinción según su fase, de forma de enriquecer el trabajo con aquellos instrumentos que aún están en etapa de diseño.

Tabla 4-17 Instrumentos seleccionados

Clasificación	Siglas instrumento	Documento	Alcance territorial
Plan de acción nacional	PANCC	"Plan de acción nacional de cambio climático 2017 – 2022" (MMA, 2017)	Nacional
Plan nacional de adaptación	NAP	"Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (MMA, 2015)"	
Plan sectorial de adaptación	PSA – Silvoagropecuario	"Plan de adaptación al cambio climático del sector silvoagropecuario" (MMA & Ministerio de Agricultura, 2013)	
	PSA – Biodiversidad	"Plan de adaptación al cambio climático en biodiversidad" (MMA, 2014)	
	PSA – Pesca y acuicultura	"Plan de adaptación al cambio climático para el sector pesca y acuicultura" (Ministerio de Economía Fomento y Turismo & Ministerio de Medio Ambiente, 2015)	
	PSA - Salud	"Plan adaptación al cambio climático sector salud" (MINSAL & MMA, 2017)	
	PSA – Infraestructura	"Plan de Acción de los Infraestructura al Cambio Climático" (MOP, 2017)	
	PSA - Ciudades	"Plan adaptación al cambio climático para ciudades" (Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2018)	
	PSA - Energía	"Plan de adaptación al cambio climático sector energía" (Ministerio de Energía, 2018)	

¹¹ El proyecto de LMCC propone reemplazar por Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y Cambio Climático.

Clasificación	Siglas instrumento	Documento	Alcance territorial
	PSA - Turismo	"Plan de Adaptación al cambio climático del sector Turismo en Chile" (SERNATUR, 2019)	
Plan de acción regional de cambio climático (1)	PARCC – Los Lagos	"Borrador - Anteproyecto Plan de Acción Regional de Cambio Climático- Región de Los Lagos" (MMA & CORECC Región de Los Lagos, 2021)	Regional
	PARCC – Los Ríos	"Borrador - Anteproyecto Plan de Acción Regional de Cambio Climático- Región de Los Lagos" (MMA & CORECC Región de Los Ríos, 2021)	
	PARCC - Atacama	"Anteproyecto Plan de Acción Regional de Cambio Climático – Región de Atacama" (MMA & CORECC Región de Atacama, 2021)	
	PARCC – O'Higgins	"Anteproyecto Plan de Acción Regional de Cambio Climático – Región de O'Higgins" (MMA & CORECC Región de O'Higgins, 2021)	
Estrategia Climática de Largo Plazo (2)	ECLP	"Propuesta Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile " (MMA, 2021c), además de información complementaria provista por la contraparte	Nacional
Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales	ENCCRV	"Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025" (Minagri, 2016)	Nacional

(1) Instrumentos en su versión no definitiva

(2) La revisión de este instrumento se realizó con la versión no definitiva, previa a la presentación de la versión final del documento en noviembre 2021 frente a la CMNUCC

Fuente: Elaboración propia

Cada uno de los instrumentos seleccionados fue revisado, sistematizando una base de datos de los indicadores propuestos. La estructura de los instrumentos es variable, considerando una combinación de ejes, líneas estratégicas, objetivos y metas, que dificulta la comparación entre instrumentos. En general, los indicadores se asocian a los objetivos definidos por cada uno de los instrumentos.

En total se identificaron un total de 524 indicadores¹² para el proceso de M&E de adaptación. De estos, 225 indicadores se han propuesto en el marco del diseño de la ECLP, la cual si bien no explícita los indicadores en el texto son indicadores relacionados con los objetivos y metas de la ECLP. Por otra parte, en los PSA, sólo se encontraron indicadores de M&E en PSA – Energía (41 indicadores), PSA Infraestructura (25 indicadores), PSA Silvoagropecuario (4), PSA Turismo (37).

¹² Valor único de instrumento-sector-indicador. Es decir, si un mismo indicador se encuentra en más de un plan se contabiliza múltiples veces.

Otro aspecto relevante es que los documentos borradores de los PARCC de Los Ríos y Los Lagos, los cuales aún están en desarrollo, actualmente¹³ no incluyen indicadores de M&E de las acciones del plan, sólo incluyendo los seis indicadores transversales a los cuatro PARCC:

- Gasto público per cápita en salud.
- Gasto público per cápita en educación.
- Gasto público per cápita en asistencia social.
- Existencia de planes de gestión de riesgos.
- Certificación ambiental SCAM.
- Estado de instrumentos de planificación territorial.

A pesar de esto, los PARCC sí incluyen indicadores de riesgos al cambio climático y sus componentes (A, E, V) de los sectores clasificados como relevantes: Turismo, Pesca y Acuicultura, Ciudades y Asentamientos Humanos, Forestal y Agropecuario.

Por último, en la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) incluye 30 indicadores de M&E de la adaptación.

En la Tabla 4-18 se presenta el número indicadores identificados.

Tabla 4-18 Número de indicadores de M&E identificados en instrumentos

Clasificación instrumento	Siglas instrumento	Número de indicadores
PANCC	PANCC	19
NAP	NAP	0
PSA	PSA – Energía	41
	PSA – Infraestructura	25
	PSA – Silvoagropecuario	4
	PSA – Turismo	37
PARCC	PARCC – Atacama	75
	PARCC – O'Higgins	56
	PARCC – Los Ríos	6
	PARCC – Los Lagos	6
ECLP	ECLP	225
ENCCRV	ENCCRV	30
Total		524

Fuente: Elaboración propia con información de cada instrumento.

La desagregación de los indicadores por sector se presenta en la Tabla 4-19, donde se observa que los sectores con más indicadores corresponden al sector Silvoagropecuario (85), Turismo (71) y Recursos Hídricos (66). En el caso del sector Silvoagropecuario el 35% de los indicadores corresponden a los propuestos en la ENCCRV (Minagri, 2016), para el sector de Recursos Hídricos, la mayoría de los indicadores propuestos provienen de la ECLP, pero en el caso de Turismo la mayoría provienen del reciente PSA (SERNATUR, 2019). Justamente el PSA – Turismo explícita múltiples indicadores para cada una de las medidas propuestas.

¹³ Se espera que se expliciten indicadores asociados a cada medida en fases posteriores del diseño del instrumento

Por su parte, los sectores con menor número de indicadores propuestos corresponden a los sectores Salud (14) y Zonas Costeras (15). Respecto al caso del sector Salud, el PSA – Salud (MINSAL & MMA, 2017) establece medidas, objetivos y resultados esperados, sin embargo, no define indicadores que permitan hacer el monitoreo y evaluación de las mismas. Por su parte, en el caso del sector Zonas Costeras se combinan dos motivos: 1) la ausencia de un plan sectorial específico implica que no hay indicadores específicos, y 2) lo difuso de los límites sectoriales, en este caso entre el sector Pesca y Acuicultura con Zonas Costeras, resulta en medidas que pueden estar relacionadas con ambos sectores. Por ejemplo, el PARCC de Atacama (MMA & CORECC Región de Atacama, 2021) incluye la medida “Crear y potenciar Áreas Marinas protegidas para enfrentar los impactos del cambio climático”, que en este caso se clasificó como del sector Pesca y Acuicultura por incluir una serie de indicadores relacionados explícitamente con el sector, tales como:

- Cantidad de personas que se dedican a la pesca artesanal
- Cantidad de productos extraídos (toneladas)
- Extracción de recursos por AM Protegida

Tabla 4-19 Número de indicadores por sector

Sector	PANCC	NAP	PSA	PARCC	ECLP	ENCCRIV	Total
Recursos Hídricos				20	46		66
Energía			41	3	7		51
Infraestructura			25	9	10		44
Zonas Costeras					15		15
Minería				12	8		20
Silvoagropecuario			4	17	34	30	85
Pesca y Acuicultura				11	19		30
Turismo			37	14	20		71
Biodiversidad				21	28		49
Salud				4	10		14
Ciudades y Asentamientos Humanos				8	28		36
Transversal	19			24			43
Total	19	0	107	143	225	30	524

Fuente: Elaboración propia

De forma transversal a los instrumentos, se observa que los indicadores de M&E de las medidas son principalmente indicadores de implementación, en la medida en que se basan en el seguimiento de actos administrativos, desarrollo de actividades, elaboración de estudios, levantamiento de información, entre otros. Lo anterior guarda relación con la definición que se hace de este tipo de indicadores donde se explicita que *son aquellos indicadores utilizados para medir el avance en la ejecución de los instrumentos y sus medidas* (ver Sección 4.1.2). Es decir, estos indicadores tienen varias ventajas para el monitoreo, evaluación y reporte del avance los instrumentos, entre ellas:

- Son indicadores sencillos de estimar, escasamente requieren de supuestos adicionales y son poco intensos en recursos para su proceso de M&E.
- Son indicadores fiables, son fácilmente verificables por las partes interesadas, permitiendo una mejor supervisión de la implementación de los instrumentos.
- Son de fácil comprensión, el uso de indicadores basado en actos administrativos, ejecución presupuestaria y similares, son usuales en el sector público, encargado del diseño e implementación de los diferentes instrumentos.



De forma adicional, en el país aún se están instalando estos instrumentos, y con ellos un sistema M&E de estos. El proceso de aprendizaje que se da de la instalación y operación en estos sistemas, permite avanzar gradualmente hacia indicadores más complejos (GIZ & IISD, 2014; Leiter et al., 2019).

Las razones anteriores explican los motivos de por qué la gran mayoría de los indicadores identificados son clasificados como indicadores de implementación (ver Tabla 4-20). Mientras que sólo una fracción corresponde a indicadores de progreso, referidos al efecto de las medidas sobre la vulnerabilidad y la exposición, y aún menos son indicadores de resultados, que dan cuenta de variaciones en los riesgos del cambio climático. Estos tipos de indicadores son progresivamente más complejos, en la medida que requieren supuestos y estimaciones más sofisticadas. Por ejemplo, el monitoreo del indicador de implementación “Número de talleres o instancias de capacitación respecto a los impactos en la salud debido al cambio climático”, del PSA – Salud (MINSAL & MMA, 2017), requiere esfuerzos menores que un indicador de resultado como el propuesto en el trabajo de la contraparte para el desarrollo de la ECLP para el sector Salud “Tasa de morbilidad en Chile al año provocado por las olas de calor” que requiere definir supuestos para establecer relaciones de causalidad entre las olas de calor y los casos de morbilidad, además del desarrollo de capacidades para la identificación y monitoreo del indicador.

Por lo demás, atribuir el efecto de medidas de adaptación sobre los cambios en el riesgo es un ejercicio metodológico complejo, en general, prefiriéndose una aproximación bajo una lógica de contribución.

Tabla 4-20 Indicadores de M&E según clasificación

Clasificación instrumento	Implementación	Progreso	Resultado	Total
PANCC	19			19
PSA	107			107
PARCC	118	14	11	143
ECLP	178	36	11	225
ENCCRV	18		12	30
Total	440	50	34	524

Fuente: Elaboración propia

En el “Informe de seguimiento 2019 del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017 – 2022” (MMA, 2020b) se presenta un ejercicio de monitoreo y evaluación del avance del PANCC. Para ellos se evalúa cada uno de los indicadores según su nivel de cumplimiento actual respecto de la meta 2022. Posteriormente se agrega el resultado de cada uno de los indicadores formando indicadores agregados de avance a distintos niveles (por ejemplo, por medida, eje adaptación o del PANCC en general). Las conclusiones en base a estos indicadores dicen:

“En el eje de adaptación destacan los progresos respecto al objetivo de evaluar la vulnerabilidad de sistema humanos y naturales y en el objetivo de adaptarse al cambio climático a través de los distintos planes sectoriales. En menor grado se ha avanzado respecto a monitorear y reportar periódicamente el avance de la adaptación en el país. Se cuenta con 2 medidas consideradas cumplidas y cerradas, lo que equivale a un 12% del eje; 8 medidas (47%) tienen un grado de implementación mayor o igual al 50%; y siete (41%) medidas con un grado de avance menor al 30%, de cuales solo una no registra avance” (MMA, 2020b).



Estas conclusiones evidencian que el foco está en el monitoreo de la implementación de las medidas de adaptación, y no en la evaluación de los resultados de estas medidas. Lo anterior responde a los indicadores definidos en el diseño de los instrumentos, y a los objetivos que se buscan que estos indicadores aporten. De esta forma, este tipo de M&E de los instrumentos, si bien es útil en términos de reporte y control de avance de las medidas, no permite comprender ni evaluar si el instrumento y sus medidas están contribuyendo al proceso de adaptación. Lo anterior puede ser interpretado como una brecha o no, dependiendo de los objetivos que se siguen del sistema de M&E (GIZ, 2016; GIZ & IISD, 2014; Leiter, 2017; Leiter et al., 2019).

En sus recomendaciones para la implementación de un sistema de M&E, Leiter (2017) plantea que, ante los múltiples desafíos de los indicadores de resultado, una sugerencia es enfocarse inicialmente en indicadores de implementación y gradualmente avanzar hacia indicadores de resultados. Esta recomendación coincide con el foco en que se han diseñado e implementado los indicadores a la fecha, lo cual ha permitido desarrollar capacidades para la implementación de un sistema M&E más complejo. Al respecto, es relevante que, si bien aun cuando existan una serie de indicadores, parte del proceso de evaluación de los mismos es cuestionar los indicadores apuntando a su refinación, generación de nuevos indicadores complementarios y transitar hacia una mejor caracterización del proceso de adaptación (Harley et al., 2008).

5. Levantamiento de indicadores sectoriales

El presente apartado, enfocado en los indicadores de riesgo climático, se divide en dos partes de acuerdo con el segundo objetivo específico del estudio (ver Sección 2.2). En una primera parte, se seleccionan cadenas de impacto ya desarrolladas en ARClím, las cuales son recalculadas a partir de la incorporación de indicadores de la capacidad de adaptación en la fórmula de cálculo. Por su parte, en una segunda etapa se estiman nuevas cadenas de impacto - incluyendo estimaciones de sus componentes de amenaza, exposición, vulnerabilidad (con capacidad adaptativa) – para cada uno de los sectores.

En la definición de riesgo (ver Sección 4.1.1) se explicita que éste resulta de la interacción entre las componentes de amenaza, exposición y vulnerabilidad. Para su estimación, se opta por calcular un indicador de riesgo que considera la multiplicación de sus componentes, lo cual refleja la proporcionalidad que existe entre el riesgo y sus componentes. Siguiendo esta lógica, se propone calcular el riesgo para las cadenas actuales, complementando con indicadores de capacidad de adaptación, usando las siguientes ecuaciones:

$$R = A \cdot E \cdot V$$

$$V = S \cdot (1 - k \cdot CA), \text{ con } 0 \leq k \leq 1$$

Donde R corresponde al riesgo, A representa al indicador de amenaza, E al de exposición y V al de vulnerabilidad. A su vez, este último se calcula en base a la sensibilidad (S) y la capacidad adaptativa (CA), ponderada por un “factor k ”, que varía entre 0 y 1. Bajo esta aproximación, $k = 0$ representa la situación extrema en que el riesgo es independiente de la capacidad adaptativa; mientras que $k = 1$, representa la situación opuesta en que la capacidad adaptativa podría disminuir el riesgo a 0. Normalmente se espera que el valor de k este entre ambas situaciones extremas descritas, lo cual dependerá de las características de la cadena de impacto, así como del indicador de capacidad adaptativa seleccionado.

Esta definición busca reflejar una relación inversa entre el riesgo y la capacidad adaptativa, pero también el hecho de que la capacidad adaptativa puede tener un efecto limitado sobre el riesgo, pudiendo ser imposible reducirlo en su totalidad. De este modo, el peso del indicador CA se ajusta según el “factor k ”, el cual debe ser definido para cada combinación de cadena de impacto y capacidad de adaptación estudiada. Inicialmente los valores del “factor k ” fueron definidos por medio de criterio experto del equipo consultor, en base al posible efecto que podría tener el indicador de capacidad adaptativa en la reducción del riesgo estudiado. Luego, en las reuniones sectoriales, estos valores fueron validados por los actores y ajustados en base a sus observaciones para precisar el efecto de la capacidad de adaptación en la reducción de la vulnerabilidad, y en consecuencia en la reducción del riesgo.

La definición del “factor k ” se basó en la relación entre el indicador de capacidad de adaptación y su potencial en la reducción del riesgo, sin embargo, la estimación tanto del CA estuvo condicionada por las limitaciones metodológicas; brechas del diseño; disponibilidad de información; completitud; y consideraciones de mala adaptación. Esto busca reflejar las limitaciones de los indicadores en el contexto de las cadenas de impacto considerando que los indicadores representan un primer avance en el desarrollo de indicadores para el M&E de la adaptación a nivel nacional. En este contexto, la



mejora de los indicadores desarrollados para abordar diferentes aspectos de la capacidad de adaptación en la reducción del riesgo estudiado llevaría al aumento de los valores asignados al “factor k ” definido para la cadena y en consecuencia su impacto en la reducción del riesgo. Es decir, contar con indicadores CA más completos, comprensivos y adecuados para el riesgo evaluado, se espera que resulte en valores del “factor k ” mayores.

Con el objetivo de incluir la capacidad de adaptación en el cálculo del riesgo y observar su efecto en su reducción el riesgo sin capacidad de adaptación, entendido como el producto entre la amenaza, la exposición y la sensibilidad, fue normalizado por el mayor valor para obtener riesgos entre 0 y 1. Luego, a este valor se incorporó la componente de adaptación, $(1 - k \cdot CA)$. Esto tiene la ventaja de entregar el riesgo en valores comparables territorialmente dentro de la misma cadena, sin embargo, limita la comparabilidad con otras cadenas y muchas veces implica desvincular el sentido físico del riesgo, como sucede en las cadenas de ARClím de Recursos Hídricos, Energía y Salud, en las Secciones 5.1.1, 5.1.2 y 5.1.10, respectivamente.

Las formulaciones de las cadenas de impacto representan un modelo de los procesos complejos observados en la realidad y, como toda modelación, es una simplificación de la interacción compleja que ocurre en la realidad. De esta forma, el riesgo estudiado está acotada por limitaciones metodológicas y la disponibilidad para generar indicadores idóneos por lo que muchas veces esto se abordó por *proxys*. Esta observación implica que la lectura e interpretación del riesgo debe estar acotada por los datos utilizados, las metodologías, las brechas, las limitaciones, las oportunidades de mejora y el contexto en el que fueron desarrolladas. Se enfatiza que el riesgo calculado es una simplificación y no debe interpretarse como un riesgo absoluto.

5.1 Complemento de cadenas de impacto existentes con indicadores de capacidad de adaptación

A continuación, se presentan los resultados respecto a la estimación de indicadores de capacidad de adaptación para las cadenas de impacto seleccionadas desarrolladas en ARClím, así como el recálculo del riesgo. Las cadenas seleccionadas y los indicadores de adaptación se resumen en la Tabla 5-1.

Las cadenas de impacto y los indicadores de capacidad de adaptación a desarrollar fueron seleccionados a partir de las necesidades levantadas en la discusión de las mesas sectoriales del taller 1, y teniendo en consideración la información disponible y avances de los sectores en la generación de los datos para calcularlo. Existe una amplia diversidad de indicadores que podrían ser desarrollados para las cadenas seleccionadas, sin embargo, la disponibilidad de información se presentó como la principal limitante para el desarrollo de estos indicadores. La Sección 9.4 incluye un resumen de las principales brechas identificadas en cada uno de los sectores para el desarrollo de los indicadores, al tiempo que reúne necesidades de indicadores e impactos levantados en las instancias participativas y observaciones del informe pero que no pudieron ser abordados.

Tabla 5-1 Resumen de nuevos indicadores de capacidad de adaptación propuestos como complemento a cadenas de impacto seleccionadas

Sector	Cadena seleccionada	Indicador de adaptación
Recursos hídricos	Riesgo en el aprovechamiento de agua superficial en riego	Porcentaje de superficie regada con riego no tecnificado
Energía	Impactos de la disminución del recurso hídrico	Porcentaje de potencia instalada de generación distribuida respecto de la potencia consumida comunal promedio
Infraestructura	Inundación por desbordes de ríos	Porcentaje de infraestructura crítica (obras hidráulicas) nueva y existente con criterios de diseño con consideraciones de adaptación al cambio climático
Zonas Costeras	Aumento de <i>downtime</i> en puertos estatales	Porcentaje de infraestructura portuaria nueva y existente con criterios de diseño con consideraciones de adaptación al cambio climático
Silvoagropecuario	Cambios en la productividad de cultivo de trigo de riego	Índice de capacidad de adaptación que considera aspectos de: número de maquinaria, número de pozos y número de instituciones/sedes que imparten formación técnica profesional en el área agrícola, por región
Minería	Condición de baja pluviometría	Porcentaje de consumo de agua proveniente del mar respecto de la extracción total
Pesca y Acuicultura	Pérdida de desembarque pesquero artesanal	Existencia de AMERB y obras de abrigo
Turismo	Pérdida de atractivo turístico en destinos de sol y playa	Diversidad de oferta turística en la comuna
Biodiversidad	Pérdida de fauna por cambios de temperatura	Porcentaje de superficie de área protegida
Salud	Mortalidad prematura por calor	Cantidad de jornadas diarias completas de trabajo de médicos, en salud primaria, por cada 10.000 habitantes
Ciudades y Asentamientos Humanos	Disconfort térmico ambiental	Superficie de infraestructura verde cada 100.000 habitantes

Fuente: Elaboración propia

En las secciones 5.1.1 a 5.1.11 se reúnen las cadenas seleccionadas para los 11 sectores y los indicadores de capacidad de adaptación desarrollados para cada uno. La información se presenta en 7 campos de información, los que se describen en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2 Campos de información para complemento de cadenas existentes con capacidad de adaptación

Campo de información	Descripción
Cadena seleccionada	Se declara la cadena existente seleccionada
Justificación de la cadena seleccionada	Se detallan las necesidades levantadas en el taller que orientaron a la elección de la cadena y las necesidades propias de las cadenas desarrolladas en ARClím
Indicador de la capacidad de adaptación	Se enuncia el indicador desarrollado

Campo de información	Descripción
Justificación del indicador	Se precisan las necesidades de elección del indicador, en base a las necesidades sectoriales levantadas en el taller y/o la experiencia internacional en adaptación al cambio climático
Mala adaptación	Se recalcan consideraciones que debiesen tomarse en cuenta para evitar que las medidas se conviertan en mala adaptación, cuando aplique
Brechas del indicador	Se detallan las brechas de la formulación del indicador de capacidad de adaptación que se espera que sean cerradas en un futuro para fortalecerlo
Metodología de cálculo del indicador	Se enuncia la metodología de cálculo del indicador
Fuentes de datos utilizadas	Se resumen los datos necesarios para el cálculo del indicador, junto a las fuentes de información, frecuencia de actualización y alcance del dato
Resultados	Se presentan los resultados del indicador

Fuente: Elaboración propia

5.1.1 Recursos Hídricos

Cadena seleccionada:

Riesgo en el aprovechamiento de agua superficial en riego.

Justificación de la cadena seleccionada:

En esta cadena, el indicador de sensibilidad se calculó en base a la sensibilidad frente a variables climáticas y de la infraestructura de aprovechamiento de agua superficial, por lo que es la cadena que tiene mayor potencial de incorporación de indicadores de capacidad adaptativa que estén relacionados con el uso del recurso hídrico.

Indicador capacidad de adaptación:

Porcentaje superficie regada con riego no tecnificado.

Justificación del indicador:

El uso eficiente del recurso hídrico es una importante medida de adaptación frente a su disminución, ya que es así como se puede mantener la producción agropecuaria sin poner en peligro el uso de agua superficial para otros fines o mantención del caudal ecológico. De este modo, se considera que la superficie regada con riego no tecnificado indica la capacidad de adaptación ya que exhibe la posibilidad de los agricultores de adaptarse a través del cambio de sus sistemas de riego a uno tecnificado, de modo de disminuir sus requerimientos hídricos.

Mala adaptación:

Cabe destacar que cambiarse a un sistema de riego tecnificado podría no tener el objetivo de disminuir el consumo, sino que de aumentar la superficie regada o de permitir la presencia de ciertos cultivos que anteriormente no se podían cultivar en esa zona, lo que podría incluso incrementar la demanda hídrica sobre la cuenca, por lo que este indicador podría tender a la mala adaptación.

Brechas del indicador:

Durante la reunión sectorial, se mencionó que este indicador podría ser más útil para cuencas con agricultura incipiente o pequeña, de modo de evitar medir la mala adaptación, por lo que se podría



instaurar esta diferenciación al hacer la valoración del indicador o del factor k. Adicionalmente, también se podría construir un indicador relacionado con la adecuación del cultivo para la realidad climática de la zona.

Metodología de cálculo del indicador:

Para el cálculo del indicador, se utilizaron los datos por comunas de la superficie regada según tipo de riego, considerándose como riego tecnificado los métodos “por aspersión tradicional”, “por carrete o pivote”, “por goteo o cinta” y por “microaspersión y microjet”. Ya que los datos son por comunas y la agregación geográfica de la cadena de ARClím es por zonas de riego y cuencas, el indicador se determinó a nivel de cuencas, sumando todas las áreas regadas de las comunas de cada cuenca (en ha).

$$CA_j = \frac{\sum_i (Sup\ riego\ tec_{ij} [ha])}{Sup\ riego_j [ha]}$$

Donde

i: Tipos de riego tecnificado (por aspersión tradicional, por carrete o pivote, por goteo o cinta y por microaspersión y microjet).

j: Zona de riego.

Sup riego tec_{ij}: Superficie regada con el tipo de riego tecnificado *i* en la zona de riego *j*, en ha.

Sup riego_j: Superficie regada total en la zona de riego *j*, en ha.

Ya que los resultados originales de riesgo calculados en ARClím estaban medidos en m³/s fue necesario expresarlos en términos relativos (de 0 a 1) para mantener la consistencia entre indicadores. De esta manera, se normalizó el riesgo calculado originalmente por el mayor valor (10,7 m³/s), de modo de poder integrar la capacidad adaptativa al índice de riesgo, según se muestra en la ecuación a continuación.

$$R_j = \frac{R_j^{ARClím}}{\max(R_1^{ARClím}, \dots, R_j^{ARClím})} (1 - k \cdot CA_j)$$

Donde

R_j: Riesgo recalculado para la zona de riego *j*.

R_j^{ARClím}: Riesgo para la zona de riego *j* calculado en ARClím.

Factor k:

Para la determinar el valor del factor k, hubo consenso entre los miembros del equipo consultor en que la capacidad de adaptación tiene un efecto potencial medio sobre el riesgo, ya que, si bien tiene el potencial de reducirlo, no es capaz de reducir la vulnerabilidad completamente. En consecuencia, se asignó un valor de 0,5 al factor k (ver Tabla 5-3). Los actores en la reunión sectorial se demostraron conformes con el valor asignado puesto que el indicador representa el margen de tecnificación.

Tabla 5-3 Valor del factor k – Riesgo en el aprovechamiento de agua superficial de riego

Factor	Valor
k	0,5

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 5-4 Fuente de información indicador capacidad adaptativa - Riesgo en el aprovechamiento de agua superficial de riego.

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance regional
Superficie por tipo de riego	Censo Agropecuario	Última actualización 2007	Todas las regiones

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

A continuación, en la Figura 5-1 se presentan los resultados del indicador de capacidad adaptativa para las siete cuencas consideradas en el cálculo de la cadena en ARClím. Además, en la Figura 5-2 se presenta un mapa con los indicadores calculados de capacidad adaptativa y un promedio por cuenca del índice de riesgo con y sin considerar capacidad adaptativa, donde se observa una reducción de hasta un 43%.

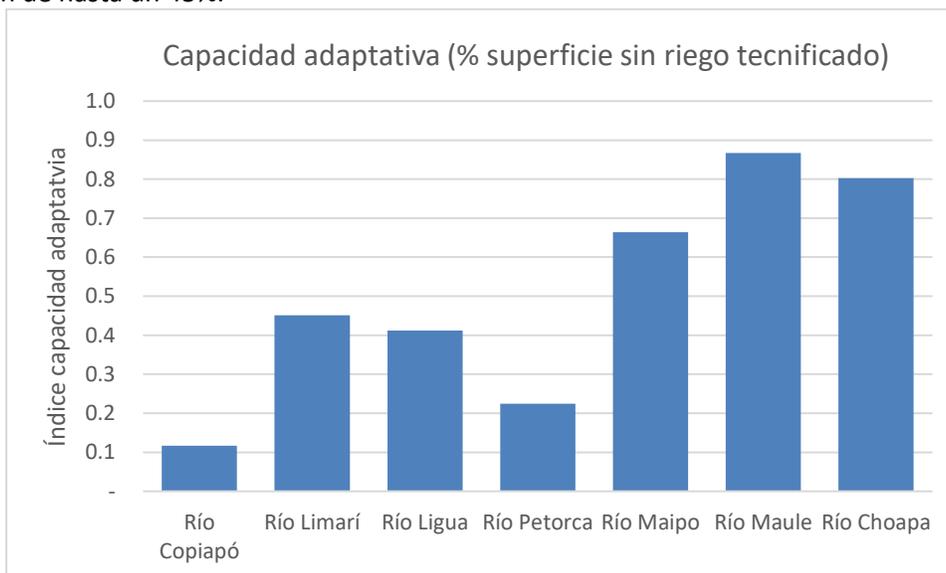


Figura 5-1 Indicadores capacidad adaptativa principales cuencas – Riesgo en el aprovechamiento de agua superficial de riego

Fuente: Elaboración Propia en base a datos y metodología descrita en el texto

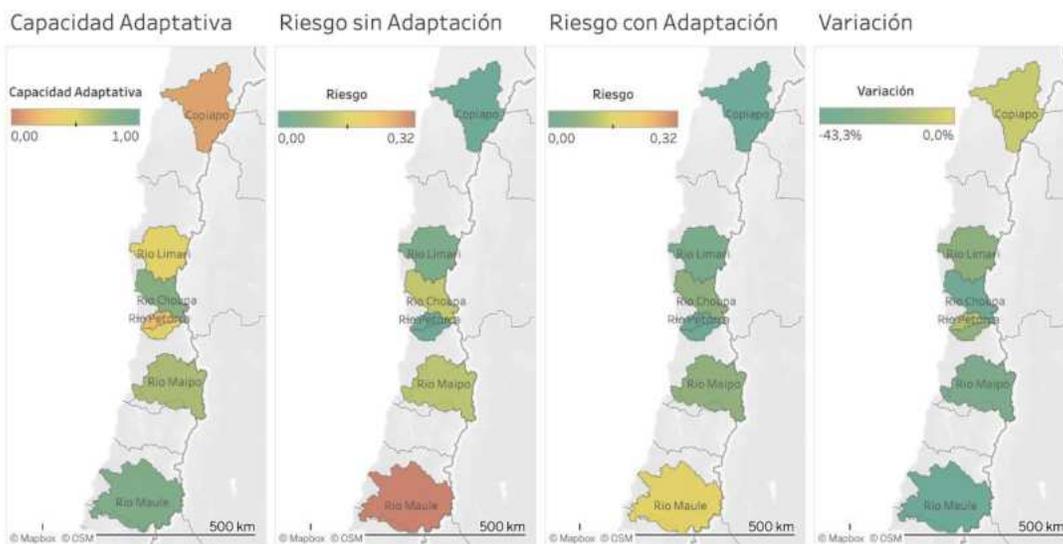


Figura 5-2 Mapas de capacidad adaptativa y riesgo promedio por cuenca

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

5.1.2 Energía

Cadena seleccionada:

Impactos de la disminución del recurso hídrico.

Justificación de la cadena seleccionada:

En ARClím se desarrollaron tres cadenas de impacto relacionadas con la generación eléctrica y cuyo impacto se centró en la demanda comunal. Las cadenas consideran la generación hidroeléctrica, eólica y solar. Durante el taller, el principal interés en la generación de indicadores para cadenas existentes se centró en la cadena del recurso hídrico, sin embargo, debido a la similitud entre las tres cadenas de impacto este indicador podría ser implementado en las otras dos.

Indicador de capacidad de adaptación:

Porcentaje de potencia instalada de generación distribuida respecto de la potencia consumida comunal anual promedio.

Justificación del indicador:

En la Ley 20571 la generación distribuida se define como sistemas que permiten la autogeneración de energía a base de Energías Renovables No Convencionales y cogeneración eficiente (2012). Este tipo de generación se presenta como una medida de adaptación al cambio climático al disminuir la dependencia de la matriz eléctrica (Cox et al., 2016) y está considerada tanto en la Planificación Energética de Largo Plazo (PELP) 2018-2022, como en el informe preliminar de la PELP 2023-2027 (Ministerio de Energía, 2021) y en el plan de adaptación sectorial. Un indicador similar a este fue propuesto en el trabajo de la contraparte técnica en el marco de desarrollo de la ECLP. A partir de esta primera propuesta, y en base a los cambios indicados por los asistentes del taller y la información disponible, se definió el presente indicador.



Adicionalmente en el plan de adaptación de Indonesia se propone un indicador con el mismo objetivo, el cual mide el "aumento del porcentaje de hogares en áreas fuera de la red usando sistemas de energía renovable" y "el aumento del número de sistemas de energías renovables descentralizados construidos" (OECD, 2015). Estos indicadores representan una forma de incorporar la generación distribuida al M&E de la adaptación en temas energéticos.

En particular, la potencia instalada regional se divide por el consumo eléctrico comunal para hacer comparable los valores de potencia instalada con el consumo y la capacidad comunal de solventar este consumo. Adicionalmente, esta división hace posible la incorporación del indicador en términos relativos a la cadena seleccionada.

El aumento de la generación distribuida introduce nuevas oportunidades y desafíos que deberán ser considerados en la implementación de las medidas nacionales, entre ellos la generación de la infraestructura necesaria y su resiliencia frente al cambio climático.

Brechas del indicador:

Si bien la cadena fue desarrollada a nivel comunal con foco en el cambio del costo marginal de la energía producto de la amenaza climática, el sistema eléctrico tiene sentido a una escala territorial mayor, como provincia o región, por lo que el indicador podría ampliarse a estas escalas. Sin embargo, las limitaciones metodológicas de la cadena requerirán una reformulación tanto del indicador como de la cadena para incorporar el indicador a una escala mayor. Si bien el indicador no puede ser incorporado a esta escala en la cadena con su formulación actual, una versión a escala regional se presenta en el archivo de Excel de la cadena.

Adicionalmente, bajo la formulación actual el indicador captura únicamente una fracción de la independencia energética por lo que esta debería ampliarse a una concepción más amplia que permita capturar de manera general la capacidad de adaptación frente a la amenaza.

Cabe destacar que durante la realización de la reunión sectorial se propuso un nuevo indicador de capacidad adaptativa, relacionado con el almacenamiento de energía eléctrica, en baterías o hidrógeno verde, que permita hacer una gestión de esta en el caso de disminución de la generación. Sin embargo, actualmente no se cuenta con información suficiente que permita calcular este indicador, por lo que esta debiese ser generada a futuro.

Metodología de cálculo del indicador:

La potencia instalada de generación distribuida considera la suma de la potencia instalada en las instalaciones de generación residencial inscritas ante la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC) mediante el trámite TE4¹⁴ y de los proyectos del programa "Techos Solares Públicos" del Ministerio de Energía (*PI T Sol*). La potencia instalada se divide por el consumo comunal promedio para evaluar la satisfacción de la demanda. Para cada comuna, el indicador se calcula siguiendo la fórmula que se muestra a continuación:

¹⁴ TE4 corresponde a la declaración de puesta en servicio de generadoras residenciales

$$CA_j = \frac{\sum PI GRes_j[kW] + \sum PI TSol_j[kW]}{\frac{Consumo_j[kWh]}{8760 [h]}} \cdot 100$$

Donde

j : Comuna.

$PI GRes_j$: Potencia instalada de generación residencial en la comuna j , en kW.

$PI TSol_j$: Potencia instalada en programa de techos solares públicos en la comuna j , en kW.

$Consumo_j$: Consumo anual de la comuna j , en kWh.

8760: Horas en un año para obtener el consumo promedio horario de electricidad.

Debido a la disponibilidad de datos se considera la potencia instalada al 2019 y el consumo comunal del mismo año, para clientes residenciales y no residenciales.

Factor k:

Hubo consenso entre los miembros del equipo consultor en que la capacidad de adaptación tiene un efecto potencial medio sobre el riesgo, en la medida que, si bien contribuye a la reducción del riesgo, no es capaz de reducir la vulnerabilidad completamente. En consecuencia, se asignó un valor de 0,5 al factor k. No obstante, en la reunión sectorial, se comentó el hecho de que, ya que la potencia de generación distribuida sería de tipo solar y el indicador no considera el almacenamiento de energía, entonces es muy poco gestionable, por lo que esta no necesariamente estaría disponible dónde y cuándo se requiera, por lo que se sugirió cambiar el valor del factor k a 0,2 (ver Tabla 5-5).

Tabla 5-5 Valor del factor k – Impacto de la disminución del recurso hídrico

Factor	Valor
k	0,2

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 5-6 Fuentes de información indicador capacidad adaptativa – Impacto de la disminución del recurso hídrico

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Potencia instalada de generación residencial	Energía Abierta	Mensual	273 comunas en las que se ha inscrito el TE4
Potencia instalada en programa de Techos Solares Públicos	Energía Abierta	Anual	44 comunas con proyectos del Programa “Techos Solares Públicos”
Demanda comunal	Energía Abierta	Anual	Todas las comunas

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

La Figura 5-3 muestra los valores del indicador de capacidad adaptativa para todas las comunas, de las cuales, solo para 273 se poseen datos de potencia instalada de generación distribuida. Marchihue es la comuna con mayor proporción de generación distribuida respecto de su consumo promedio, alcanzando el 50%.



Figura 5-3 Generación distribuida respecto del consumo comunal (%) – Impacto de la disminución del recurso hídrico

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología del texto

Además, la Figura 5-4 presenta los mapas, a escala comunal, del indicador de capacidad adaptativa, riesgo sin considerar la capacidad de adaptación, riesgo recalculado considerando la capacidad de adaptación y de la variación porcentual del riesgo. Se observa una reducción del riesgo de hasta un 13% al incorporar la capacidad de adaptación. Las comunas con mayor variación son las comunas de Marchihue (10,1%), Santa María (9,2%), Curepto (7,9%), Lolol (5,8%) y Diego de Almagro (5,1%). Las principales variaciones se concentran en la zona centro norte.

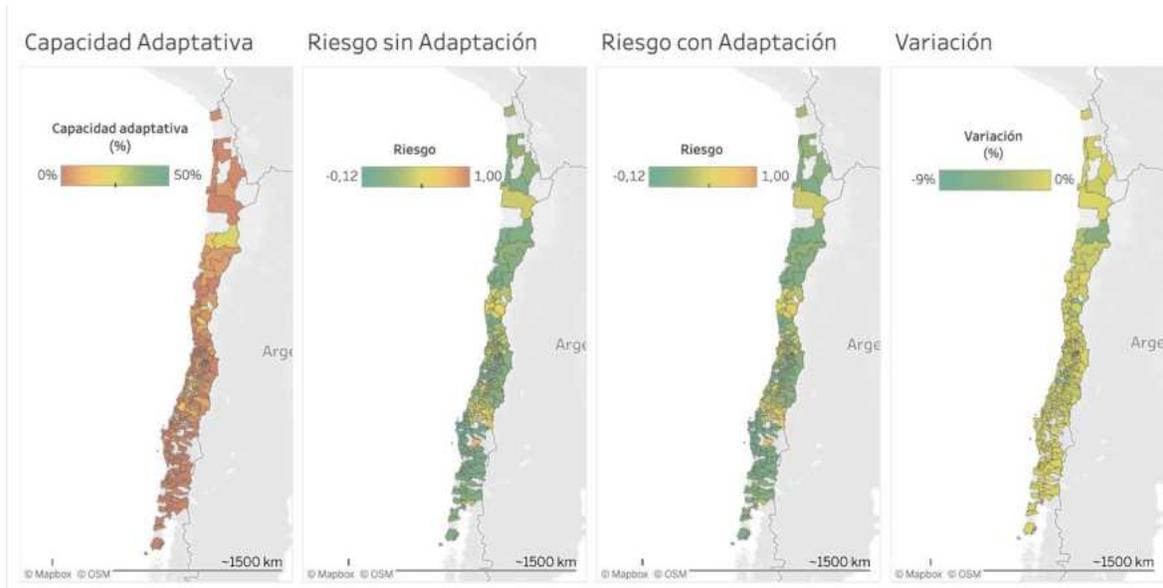


Figura 5-4 Mapas de capacidad adaptativa (%), riesgo y variación del riesgo (%) a nivel comunal – Impacto de la disminución del recurso hídrico

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología del texto

5.1.3 Infraestructura

Cadena seleccionada:

Inundación por desbordes de ríos.

Justificación de la cadena seleccionada:

El sector de Infraestructura no fue desarrollado en ARClím, por lo que para efectos de la presente consultoría se asignaron dos cadenas desarrolladas por el equipo de Hidrología de ARClím (Inundaciones por desbordes de ríos e Inundaciones en zonas urbanas). Las cadenas se diferencian en el objeto de exposición frente a las inundaciones, en la primera el impacto es analizado sobre la infraestructura crítica y en la segunda este se analiza sobre la población comunal. Esta distinción representa el rol infraestructura en la adaptación al cambio climático y también fue discutida durante el taller.

En el contexto de adaptación al cambio climático, la infraestructura puede ser analizada desde dos perspectivas, por un lado, la adaptación de la propia infraestructura frente a los impactos del cambio climático, y, por otro lado, la infraestructura como medio de adaptación de otros sectores frente al cambio climático. Para este estudio se seleccionó la cadena de Inundaciones por desbordes de ríos para incluir la capacidad de adaptación de la infraestructura. Sin embargo, se podría desarrollar un indicador similar para la cadena de inundaciones en zonas urbanas.

Indicador de capacidad de adaptación:

Porcentaje de infraestructura crítica (obras hidráulicas) nueva y existente con criterios de diseño con consideraciones de adaptación al cambio climático.



Justificación del indicador:

El riesgo determinado en ARClím (Vargas et al., 2020) para la infraestructura crítica levanta la necesidad de diseñar la infraestructura con criterios de diseño de cambio climático, este aspecto es considerado en el plan sectorial de los Infraestructura. En él, se presenta como línea de acción del eje de Adaptación la incorporación de “*cambios metodológicos para incorporar la gestión del riesgo hidroclimático futuro en la evaluación, diseño y planificación de Infraestructura*” (MOP, 2017).

Brechas del indicador:

Se requiere establecer los criterios que serán considerados y sistematizar la información a una determinada escala territorial para que el indicador sea útil para la cadena de impacto. Desde el Ministerio de Obras Públicas se indica que los indicadores propuestos requieren refinación y deben ser construidos en un trabajo conjunto con el sector para representar la realidad del diseño y desarrollo de las obras, en línea con la estrategia sectorial.

Además de aspectos de diseño se deberán considerar aspectos de planificación y monitoreo que permitan formular un indicador fortalecido.

Metodología de cálculo del indicador:

Al momento de esta consultoría los criterios mencionados no han sido desarrollados por lo que tampoco se han implementado a la infraestructura existente (MOP, 2020), sin embargo, se espera que a futuro estos criterios sean desarrollados. Por esta razón, el indicador calculado presenta valores nulos para cada comuna analizada.

Cabe destacar que actualmente ya existen obras fluviales que han sido construidas considerando el cambio climático, esto es, contemplando un caudal de diseño mayor, que corresponda a un caudal de diseño de 100 años de periodo de retorno -estándar fijado por el Ministerio de Obras Públicas- según las proyecciones de caudal para escenarios futuros. Sin embargo, esta información no se encuentra sistematizada a nivel nacional, por lo que no se puede incluir en este estudio.

Factor k:

En primera instancia, el equipo determinó un valor de factor k de 0,4, debido a diferencias de opinión en el equipo con respecto a que, si bien se consideró que los criterios de cambio climático tienen un potencial medio de reducir el riesgo, no se tiene claridad de si el desarrollo de estas obras tenga una correcta ejecución ya que se trata de un indicador de implementación. Sin embargo, los representantes de la Dirección de Obras Hidráulicas entrevistados en la reunión sectorial señalaron que los nuevos caudales de diseño reducen considerablemente la ocurrencia de inundaciones, pero en ningún caso podría llegar a ser 0, por lo que sugirieron un valor de factor k de 0,7-0,8; sin embargo, debido a las limitaciones con las cuales realizan las proyecciones -en base a tendencias anuales, pero que no consideran variaciones diarias o mensuales-, se determinó que el factor k tomase un valor de 0,6 (ver Tabla 5-7).

Tabla 5-7 Valor del factor k – Inundación por desborde de ríos

Factor	Valor
k	0,6

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

Como fue detallado en la metodología de cálculo, no se cuenta con información reportada para el indicador de capacidad adaptativa. Los criterios de diseño de infraestructura que consideren el cambio climático están siendo desarrollados en una consultoría en curso (MOP, 2020). Por lo que se espera que, a futuro, estos sean considerados en el diseño y construcción de la infraestructura y que además se realice seguimiento a la implementación de los criterios, con el objeto de monitorear y evaluar la adaptación del sector al cambio climático.

La Figura 5-5 presenta el mapa, a escala comunal, del riesgo obtenido en ARClím. La cadena fue calculada para 253 “centros poblacionales”, los que incluyen villorrios, caseríos, aldeas, pueblos y ciudades, extendiendo el análisis tanto a sectores urbanos como rurales. La selección de los centros poblacionales se realizó a partir de la intersección de los 95 puntos de aforo de modelados para la actualización del Balance Hídrico Nacional y la base de datos de los centros poblacionales de todo Chile de la Biblioteca del Congreso Nacional. De esta forma, se analizaron las ciudades que se encuentran parcial o totalmente dentro de un “Buffer” de 2 km desde la red de drenaje declarada en la Biblioteca del Congreso Nacional. Para más detalle revisar (Vargas et al., 2020)

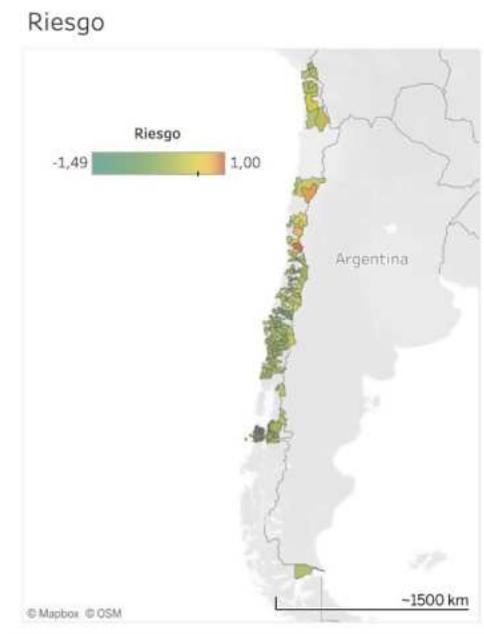


Figura 5-5 Mapa de riesgo a nivel comunal – Inundación por desbordamientos de ríos

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ARClím

5.1.4 Zonas Costeras

Cadena seleccionada:

Aumento de *downtime* en puertos estatales.

Justificación de la cadena seleccionada:



En los talleres de los sectores de Energía, Minería y Zonas Costeras se levantó la necesidad de monitorear y adaptarse a los impactos de las marejadas y el aumento del nivel del mar en el cierre de puertos debido a su importancia en el comercio exterior e interior, como el abastecimiento energético y el desarrollo nacional en general.

Indicador de capacidad de adaptación:

Porcentaje de infraestructura portuaria nueva y existente con criterios de diseño con consideraciones de adaptación al cambio climático.

Justificación del indicador:

El riesgo determinado en ARClím (Winckler et al., 2020) para el tiempo de no operación de los puertos estatales levanta la necesidad de diseñar la infraestructura portuaria con criterios de diseño de cambio climático, este aspecto es considerado en el plan sectorial de los Infraestructura. En él, se presenta como línea de acción del eje de Adaptación la incorporación de “*cambios metodológicos para incorporar la gestión del riesgo hidrológico futuro en la evaluación, diseño y planificación de Infraestructura*” para el cual se propone la medida de “Incorporación de cambios metodológicos en la etapa de desarrollo de obras de infraestructura en zonas costeras” (MOP, 2017).

Por una parte, en el plan de adaptación de Kenia se propone un indicador con el objetivo de monitorear el número de instalaciones portuarias nuevas y existentes con diseños para afrontar el aumento del nivel del mar (OECD, 2015). Por otra parte, en el plan de adaptación de Alemania se propone un indicador de inversión de obras de defensa costera contra amenazas climáticas (Schönthaler & von Andrian-Werburg, 2015).

Brechas del indicador:

Al igual que en la Sección 5.1.3 este indicador podría complementarse con aspectos de planificación y monitoreo que permitan fortalecer la formulación de los indicadores. Además, se requiere establecer los criterios que serán considerados y sistematizar la información a una escala territorial determinada escala territorial para que el indicador sea útil en el contexto de la cadena de impacto. Desde el Ministerio de Obras Públicas se indica que los indicadores propuestos requieren refinación y deben ser construidos en un trabajo conjunto con el sector para representar la realidad del diseño y desarrollo de las obras, en línea con la estrategia sectorial.

Desde la Dirección de Obras Portuarias indican que un indicador complementario estaría relacionado con protección de borde costero debido a la amenaza de oleaje e inundaciones.

Metodología de cálculo del indicador:

Al momento de esta consultoría los criterios mencionados no han sido desarrollados por lo que tampoco se han implementado a la infraestructura existente (MOP, 2020), sin embargo, se espera que a futuro estos criterios sean desarrollados. Por esta razón, el indicador calculado presenta valores nulos para cada puerto analizado.

Factor k:

De manera similar al valor k desarrollado para la cadena de Infraestructura (ver Sección 5.1.3) el valor asignado para la presente cadena considera que la infraestructura implementada correctamente tendría un impacto potencial medio, sin embargo, al incluir la incertidumbre de su desarrollo se define un valor de 0,4 para el factor k (ver Tabla 5-8). Los invitados de la reunión

sectorial señalaron que no manejaban este tema lo suficiente como para entregar una opinión con respecto al valor del factor k, por lo que el valor propuesto se mantiene por el momento.

Tabla 5-8 Valor del factor k – Aumento de *downtime* en puertos estatales

Factor	Valor
k	0,4

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

Como fue detallado en la metodología de cálculo, no se cuenta con información reportada para el indicador de capacidad adaptativa. Los criterios de diseño de infraestructura portuaria que consideren el cambio climático serán desarrollados en el cumplimiento del plan sectorial de Infraestructura (MOP, 2017). Por lo que se espera que, a futuro, estos sean considerados en el diseño y construcción de la nueva infraestructura portuaria y que además se realice seguimiento a la implementación de los criterios, con el objeto de monitorear y evaluar la adaptación del sector al cambio climático.

La Figura 5-6 presenta el mapa, a escala comunal, del riesgo, la cadena fue calculada a escala de puertos estatales (8 para todo el país), sin embargo, por temas de visualización la información se presenta a escala comunal. El puerto de San Antonio presenta mayor riesgo por cambio en el régimen de marejadas, mientras que Talcahuano presenta la mayor reducción en el riesgo.

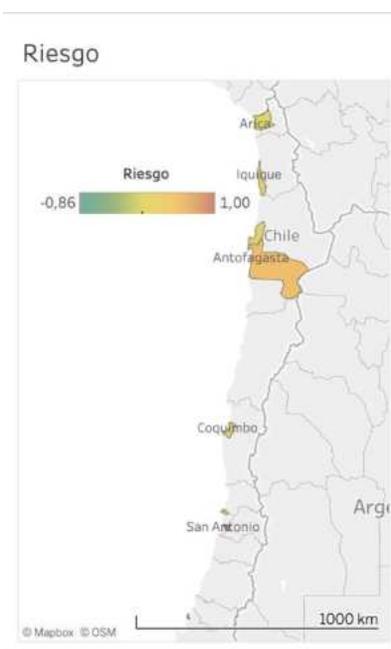


Figura 5-6 Mapa de capacidad riesgo a nivel comunal – Aumento de *downtime* en puertos estatales

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ARClim



5.1.5 Silvoagropecuario

Cadena seleccionada:

Cambios en la productividad de cultivo de trigo de riego.

Justificación de la cadena seleccionada:

Ya que todas las cadenas del sector Agricultura de ARClím están calculadas utilizando la misma metodología, y que la sensibilidad es la misma para todas, la capacidad adaptativa puede ser incorporada a cualquiera de estas cadenas. Se escogió incorporarla a las cadenas de cultivo de trigo de riego debido a la importancia de este cultivo para la alimentación y al hecho de que los resultados entregaron altos valores de riesgo.

Indicador de capacidad de adaptación:

Índice de capacidad de adaptación que considera:

- Índice número de maquinaria
- Índice número de pozos
- Índice número de instituciones/sedes que imparten formación técnica profesional en el área agrícola, por región

Justificación del indicador:

El indicador corresponde a una adaptación del índice de capacidad adaptativa propuesto para las cadenas de agricultura de ARClím, el cual fue calculado, pero no incorporado a las cadenas. Para la elección de los indicadores a utilizar, se empleó como referencia a (GIZ et al., 2014), donde se señalan 3 dimensiones de capacidad adaptativa: recursos y tecnología, disponibilidad de información, e instituciones y gobernanza.

Los índices de número de maquinaria y número de pozos corresponden a la dimensión de recursos y tecnología, y el índice de número de instituciones/sedes que imparten formación técnico profesional agrícola, corresponde al eje de instituciones y gobernabilidad, razón por la cual se consideraron como los más representativos de la capacidad adaptativa.

Mala adaptación

Para el caso del indicador de número de pozos, por un lado, este representa la disponibilidad de infraestructura para extraer agua, pero por otro un mayor número de pozos puede también conllevar una sobreexplotación de los acuíferos, por lo que podría transformarse en un indicador de mala adaptación. No obstante, ya que este indicador busca representar la disponibilidad de recursos y tecnología y debido a la dificultad que supone determinar desde qué número de pozos deja de ser algo benéfico para la agricultura de la comuna, este alcance no puede ser abordado por el indicador.

Metodología de cálculo del indicador:

Índice Pozos: Índice normalizado, donde se le asignó un valor de 1 a las comunas con el mayor número de pozos.

$$I_i^{pозos} = \frac{Pozos_i}{Max(Pozos_1, \dots, Pozos_i)}$$

Donde

$Pozos_i$: Número de pozos de la comuna i



Índice Maquinaria: Índice normalizado, donde se le asignó un valor de 1 a las comunas con el mayor número de maquinaria agrícola.

$$I_i^{maquinaria} = \frac{Maquinaria_i}{\text{Max}(Maquinaria_1, \dots, Maquinaria_i)}$$

Donde

$Maquinaria_i$: Número de maquinaria de la comuna i .

Índice Instituciones/sedes agrícolas: Índice normalizado, donde se le asignó un valor de 1 a la región con el mayor número de Instituciones/sedes que imparten formación técnica-profesional en el área agrícola, por región.

$$I_j^{instituciones} = \frac{Instituciones_j}{\text{Max}(Instituciones_1, \dots, Instituciones_j)}$$

Donde

j : regiones en las que se encuentran comunas donde se cultiva trigo de riego.

$Instituciones_j$: Número de instituciones/sedes que imparten formación agrícola de la región j .

Ya que el indicador se calcula a nivel de región, para todas las comunas i que pertenezcan a la misma región j , el indicador será el mismo.

El índice de capacidad adaptativa se calculó como el promedio de estos tres indicadores:

$$CA_{i,j} = \frac{1}{3} (I_i^{pozos} + I_i^{maquinaria} + I_j^{instituciones})$$

Factor k:

La discusión de la definición del valor k ponderó diferentes valoraciones de la capacidad de adaptación. Por un lado, se destacó la inclusión de aspectos que tuvieran relación con el acceso a recursos y conocimientos, no obstante, existen muchos otros factores que pueden ser determinantes de la capacidad de adaptación, por lo que el indicador por sí solo no asegura la reducción de la vulnerabilidad. En consecuencia, se asignó un valor de 0,2 al factor k (ver Tabla 5-9).

Tabla 5-9 Valor del factor k – Cambio productividad cultivo de trigo de riego

Factor	Valor
k	0,2

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

A continuación, se presentan las fuentes de información utilizadas para el cálculo del indicador. Cabe destacar que la información obtenida a partir del Censo Agropecuario fue calculada utilizando

la última actualización disponible que corresponde a la del 2007, pero debe ser recalculada con los datos del censo del 2021 cuando estos resultados sean publicados.

Tabla 5-10 Fuentes de información indicador capacidad adaptativa – Cambio productividad de cultivo de trigo de riego

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Número de pozos	DGA	Desconocida	Nacional
Número de maquinaria	Censo Agropecuario	Última actualización año 2007	Nacional
Instituciones/sedes agrícolas por región	Información levantada de fuentes primarias por equipo de trabajo de ARClim (Meza et al., 2020)	Estudio puntual	Nacional

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

La Figura 5-7 muestra los valores del indicador de capacidad adaptativa para las 345 comunas (ordenadas de menor a mayor valor del indicador), mientras que Figura 5-8 muestra los mapas de la capacidad adaptativa, para todas las comunas, y los resultados de riesgo recalculados, los cuales se muestran solo para las comunas con registros de superficie de cultivo de trigo de riego (88 comunas en total).

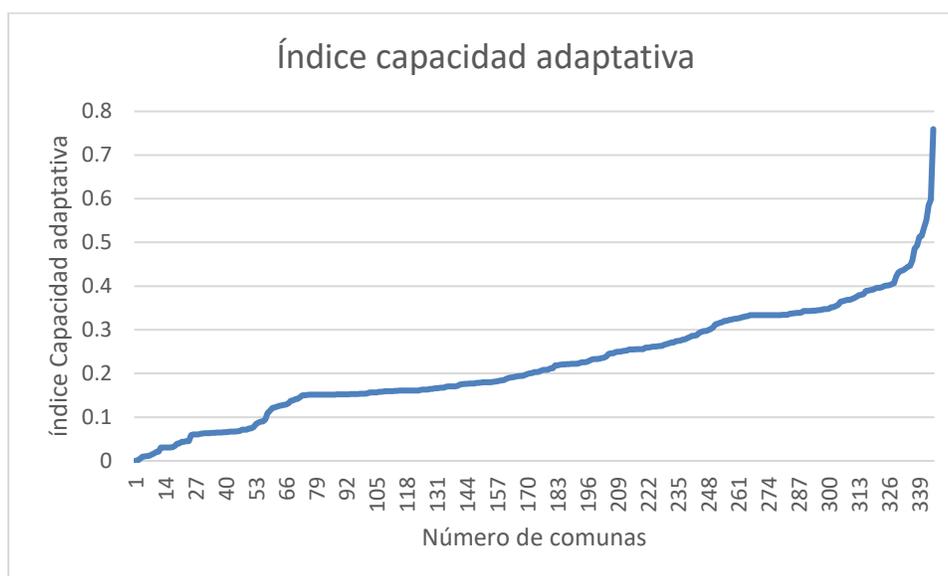


Figura 5-7 Valores del índice de capacidad adaptativa – Cambio productividad de cultivos de trigo de riego

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

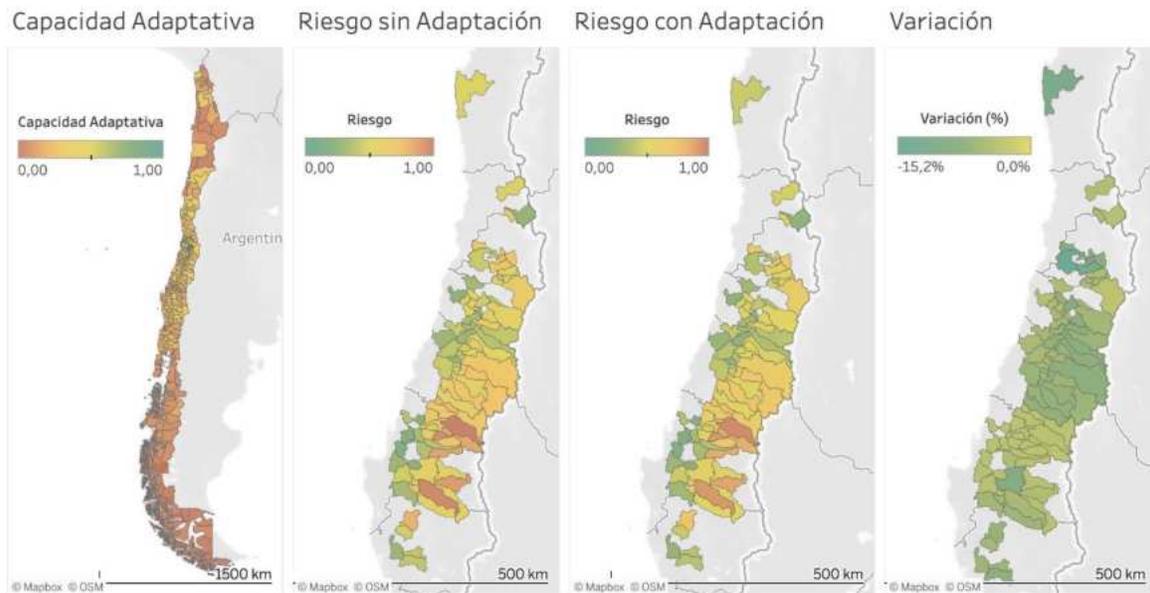


Figura 5-8 Mapa de capacidad adaptativa y riesgo a nivel comunal – Cambio productividad cultivo de trigo de riego

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

5.1.6 Minería

Cadena seleccionada:

Condición de baja pluviometría.

Justificación de la cadena seleccionada:

La escasez hídrica futura será determinante en la disponibilidad hídrica para distintos procesos productivos, entre ellos la minería, por lo que la adaptación frente a una disminución de la disponibilidad es fundamental. Esta adaptación puede ser abordada de distintas formas, un primer acercamiento es la reducción de la demanda de agua continental o fresca reemplazándola por otras menos intensivas, por ejemplo, la reutilización de aguas servidas. Un segundo enfoque es mejorar la eficiencia en el uso de agua, a través de la mejora de los niveles de recirculación dentro de los procesos de producción. En particular, durante el taller 1, en la mesa de Minería se levantó el interés de generar indicadores de adaptación relacionados con el consumo de agua de mar, sin embargo, desde Cochilco, en la reunión sectorial se levantó la necesidad de complementar el indicador con las dos áreas mencionadas anteriormente.

Indicador de capacidad de adaptación:

Porcentaje de consumo de agua proveniente del mar respecto de la extracción total.

Justificación del indicador:

Este indicador fue generado a partir de las recomendaciones de los asistentes del taller sobre un indicador similar propuesto en el trabajo de la contraparte técnica en el marco de desarrollo de la ECLP. La extracción de agua desde fuentes no tradicionales se presenta como una alternativa de



adaptación frente a la disminución del recurso hídrico, en particular el consumo de agua de mar desalada o no, ha sido implementado en distintas faenas mineras (SONAMI, 2018) y se espera que el uso de agua de mar contribuya considerablemente en la demanda de agua al 2030 (Alvez et al., 2020).

Mala adaptación:

Cabe destacar que la extracción desregulada podría traer consecuencias en la zona costera, por ejemplo, en las comunidades costeras, los ecosistemas, la biodiversidad o los servicios ecosistémicos (Alvez et al., 2020). Además, al ser una actividad energéticamente intensiva, de utilizarse energía de origen fósil para su producción podría promoverse la emisión de gases de efecto invernadero. Estos aspectos se discuten también en la Sección 6.2.3. Para complementar el indicador se espera que a futuro este sea acompañado por indicadores complementarios que permitan evitar la mala adaptación.

La variabilidad climática del país podría requerir que este indicador sea diferenciado territorialmente para evitar que el indicador lleve a la mala adaptación lo que podría ser abordado con factores k diferenciados a para las distintas macrozonas o alturas, ya que para una faena alejada de la costa podría ser infactible incluir agua de mar en su proceso productivo.

Brechas del indicador:

El desarrollo del indicador de capacidad de adaptación presenta desafíos metodológicos y de disponibilidad de datos importantes que limitaron su incorporación a la cadena. Se utilizaron los datos de extracción de agua propuestos por Cochilco que están disponibles únicamente para la gran minería, como se explicita en la metodología de cálculo del indicador. En este sentido la coordinación con el sector será fundamental para aumentar la disponibilidad de información que permita fortalecer el indicador desarrollado y complementar con otros de reutilización de aguas residuales o recirculación.

Metodología de cálculo del indicador:

El porcentaje de consumo de agua de mar corresponde a la suma de la extracción de agua de mar desalada y no desalada respecto del total reportado por el Consejo Minero, luego el valor se divide por el número de faenas mineras de la comuna, como se muestra a continuación:

$$CA_j = \frac{\sum_k \left(\frac{\sum_i \text{Extracción Agua}_{i \in M, jk}}{\sum_i \text{Extracción Agua}_{ijk}} \right)}{\text{Número de faenas}_j} \cdot 100$$

Donde

i : Tipo de agua extraída con M el subconjunto de extracciones de agua de mar, desalada y no desalada.

j : Comuna.

k : Faena minera.

*Extracción Agua*_{ijk}: Flujo de agua extraída del tipo de extracción i , para la comuna j y la faena k , en $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$.

Número de faenas _{j} : Número de faenas de la comuna j .

Esto último se realiza para homogeneizar los datos porque se dispone de la extracción de agua para 27 faenas mineras y el catastro de minas provisto por el Ministerio de Minería, actualizado el 2020, considera 6673 faenas mineras. Las 27 faenas mineras consideran corresponden a las 18 empresas socias del consejo minero, cada una de las cuales produce 50 kton de cobre fino al año o el equivalente de otros metales. La participación de las empresas socias en la producción de los 5 metales considerados se muestra en la Figura 5-9.

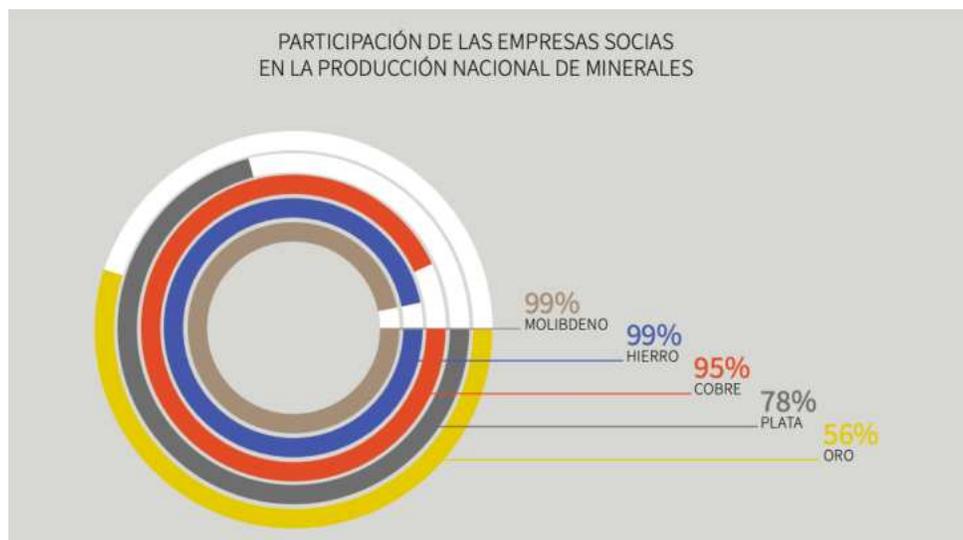


Figura 5-9 Participación de empresas socias del Consejo Minero– Condición de baja pluviometría
Fuente: Consejo Minero (2020)

Como se mencionó en la Sección 4.2, las cadenas de minería se encuentran en revisión y no están disponibles públicamente, el equipo consultor dispuso de los archivos *raster* para el cálculo del indicador, de los que fue posible obtener la amenaza y sensibilidad a nivel comunal, sin embargo, para el caso de la exposición no fue posible obtener un dato representativo a nivel comunal debido a que los datos se encontraban normalizados y el promedio de estos hizo que los datos perdieran representatividad. Por lo tanto, se consideró la información provista por el Ministerio de Minería sobre faenas mineras en Chile y se calcularon las faenas mineras por comuna, valor que fue normalizado por el mayor valor para obtener el indicador de exposición.

Factor k:

En primera instancia se argumentó que el porcentaje de consumo de agua de mar corresponde a un buen indicador de capacidad de adaptación al considerar la reducción del estrés de aguas continentales, no obstante, como se ha discutido anteriormente, otros miembros del equipo expusieron que el uso desregulado de agua de mar para satisfacer la demanda hídrica de la minería podría traer impactos considerables a los ecosistemas y asentamientos costeros. La conjugación de ambas visiones resultó en un valor k de 0,8.

Durante la reunión sectorial se hizo notar que la formulación del indicador presentó desafíos metodológicos para la su incorporación en la cadena de impacto, razón por la cual se dividió por el número de faenas de la comuna. Además, se levantó la necesidad de incorporar otras formas de reducir el consumo de agua continental como la utilización de aguas servidas o una mejora de la

eficiencia al incrementar la recirculación de agua dentro de los procesos llevados a cabo. Teniendo en cuenta todas estas consideraciones y oportunidades de mejora se concluye que el indicador de capacidad de adaptación, bajo la configuración propuesta, tendría un efecto medio bajo en la reducción del riesgo por lo que el valor del factor k se define como 0,4, como se puede ver en la Tabla 5-11.

Tabla 5-11 Valor del factor k – Condición de baja pluviometría

Factor	Valor
k	0,4

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 5-12 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Condición de baja pluviometría

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance regional
Extracción de agua por tipo de fuente	Consejo Minero	Anual	Faenas mineras parte del Consejo minero
Número de faenas mineras por comuna	Ministerio de Minería	Anual	Nacional

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

A continuación, se muestran los resultados de capacidad adaptativa para las 28 faenas mineras para las cuales poseen datos. Solo 5 de las 28 faenas, en 4 comunas, reportan utilizar agua de mar para sus instalaciones, alcanzando el 100% en un caso. La Figura 5-10 y la Figura 5-11 muestran los valores obtenidos ordenados en forma ascendente, y la Figura 5-12 presenta un mapa con la representación espacial de los resultados del indicador de capacidad adaptativa.

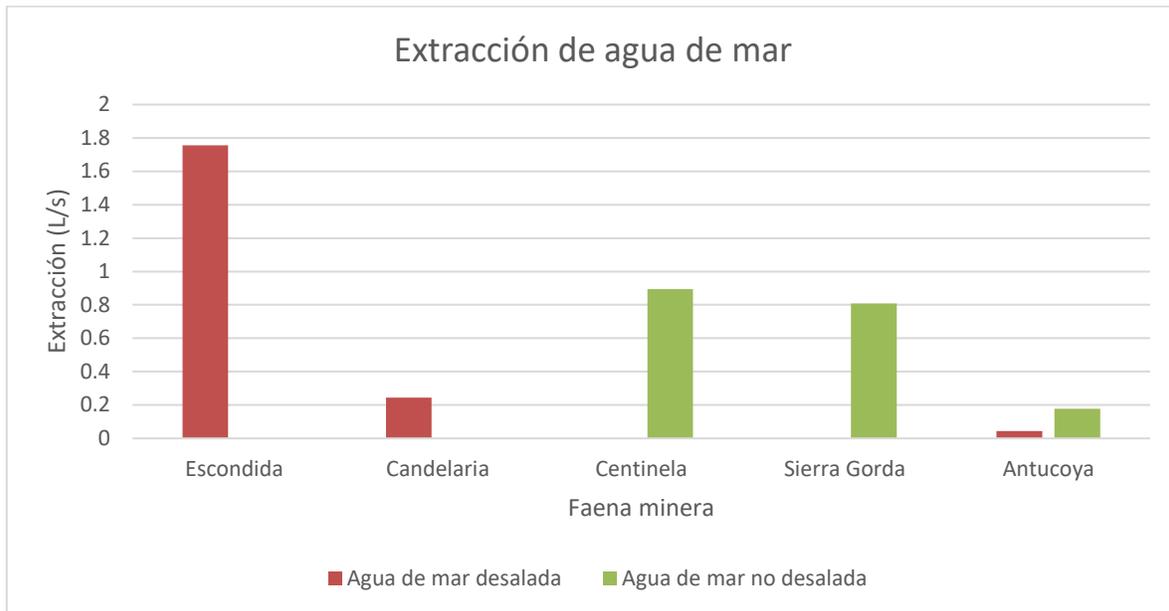


Figura 5-10 Extracción de agua de mar desalada y no desalada (L/s) por faenas mineras – Condición de baja pluviometría

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología del texto

Se espera que el indicador de capacidad de adaptación sea acompañado por indicadores complementarios sobre la implementación y de regulación de operación y generación de residuos para monitorear la mala adaptación de la medida.



Figura 5-11 Consumo de agua de mar respecto del consumo total (%) – Condición de baja pluviometría

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología del texto

Además, la Figura 5-12 presenta los mapas, a escala comunal, del indicador de capacidad adaptativa, riesgo sin considerar la capacidad de adaptación, riesgo recalculado considerando la capacidad de adaptación y de la variación porcentual del riesgo. Se observa una reducción del riesgo de hasta un 40% en la comuna de María Elena, donde se encuentra una mina que reporta utilizar únicamente agua de mar.

Cabe destacar que en gran parte de los mapas de riesgo se observa valores cercanos a cero, esto ocurre porque la amenaza en estas zonas es baja debido a la reducida magnitud de la variación entre el clima proyectado y el histórico, puesto que se trata de una zona, en general, de baja pluviometría.

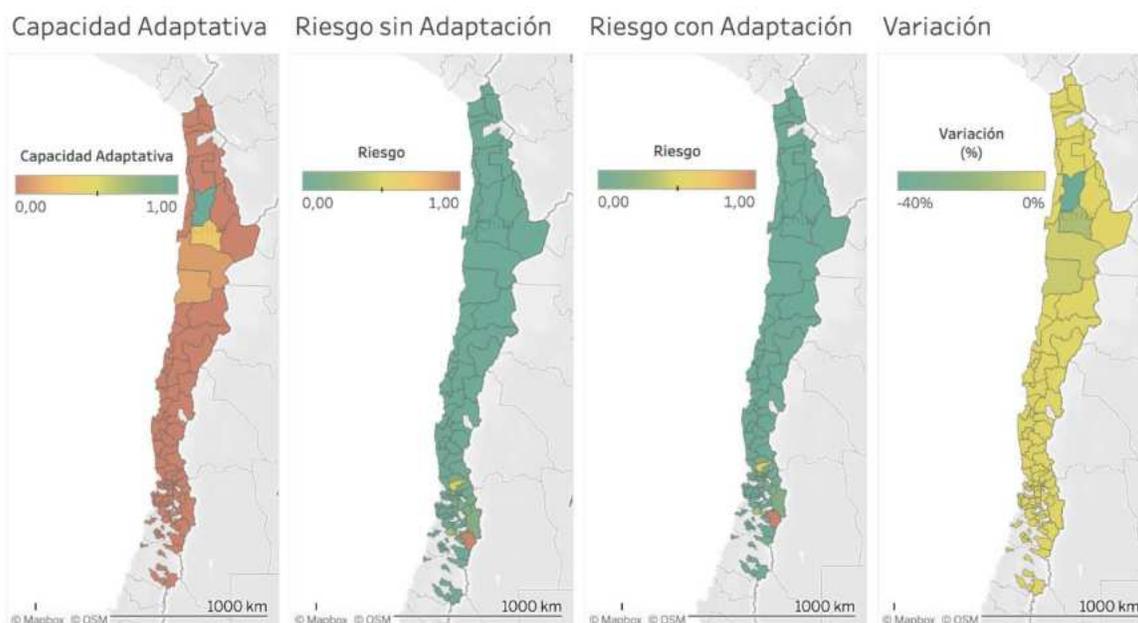


Figura 5-12 Mapas de capacidad adaptativa, riesgo y variación del riesgo (%) a nivel comunal – Condición de baja pluviometría

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología del texto

5.1.7 Pesca y Acuicultura

Cadena seleccionada:

Pérdida de desembarque pesquero artesanal.

Justificación de la cadena seleccionada:

Se seleccionó la cadena debido a su importancia para el sector, la que también se vio reflejada en el taller, por las discusiones que se generaron en torno a la adaptación y la capacidad adaptativa en la pesca artesanal.

Indicador capacidad de adaptación:

Existencia de obras de abrigo y tiempo de existencia de AMERB (Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos).

Justificación del indicador:

Se definió la capacidad adaptativa de las caletas en base a su capacidad de gestión y manejo de recursos por un lado y, por otro, la existencia de obras de abrigo. De este modo, la existencia de AMERB es un indicador de su capacidad de gestión ya que requieren formar organizaciones para poder solicitar una y establecer reglas de organización propias, y la presencia de obras de abrigo refleja la adaptación de la caleta mediante obras de infraestructura para mejorar la seguridad en las operaciones de embarque y desembarque (las caletas típicamente se emplazan en lugares que ofrecen un abrigo natural con las condiciones históricas de oleaje y la necesidad de estas infraestructura de abrigo nuevo responde a las nuevas condiciones del clima de oleaje propiciadas por el cambio climático).

Además de la existencia de AMERB, es relevante el estado de su gestión, de forma de procurar la conservación de los ecosistemas marinos de los cuales depende la pesca. Una aproximación para medir esto corresponde al tiempo que tiene el área de manejo, ya que mientras mayor sea este, más consolidada estaría su gestión. Esta sugerencia surgió a partir de la reunión sectorial, en la cual se señaló que a partir de 10-15 años se alcanzaría un buen grado de implementación del área de manejo. Para el cálculo del indicador, se considera que el estado de gestión aumenta de forma lineal hasta los 15 años, en los que estaría completamente consolidado.

Brechas del indicador:

El indicador cubre solo una parte de la gestión del recurso pesquero, por lo que a futuro que se debería complementar con otros indicadores, tales como la existencia e implementación de Planes de Manejo –tanto para AMERB como para zonas de libre acceso, ya que estas últimas tienen una mayor importancia en ciertas regiones-, que se complementan con las áreas de manejo y también con la ley de caletas, mediante la cual se otorga la administración de la caleta a los pescadores, lo que significa la posibilidad de hacer inversiones, por ejemplo, en obras de abrigo, infraestructura u otros servicios.

Metodología de cálculo del indicador:

El cálculo del índice se realiza promediando los indicadores de tiempo de desarrollo de AMERB (CA_j^1), calculado según el promedio del tiempo transcurrido desde la resolución del Plan de Manejo (en años), y de existencia de obras de abrigo (CA_j^2), como se muestra a continuación:

$$CA_j^1 = \begin{cases} 1 & \text{si la caleta } j \text{ posee AMERB desde hace 15 años o más} \\ \frac{\text{tiempo AMERB}_j \text{ [años]}}{15} & \text{si posee AMERB desde hace menos de 15 años} \\ 0 & \text{si no posee AMERB} \end{cases}$$

$$CA_j^2 = \begin{cases} 0 & \text{si la caleta } j \text{ posee obras de abrigo} \\ 1 & \text{si no posee obras de abrigo} \end{cases}$$

$$CA = \frac{(CA_j^1 + CA_j^2)}{2}$$

Donde
j: caletas

tiempo AMERB_j: Tiempo transcurrido desde la resolución del plan de manejo de la AMERB de la caleta *j*, en años.

Factor k:

En la definición del factor *k*, se ponderó la importancia de las AMERB en la pesca artesanal para la buena administración del recurso y las obras de abrigo para reducir los *downtime*, sin embargo, también se considera que estos indicadores solo tienen una capacidad media de disminuir el riesgo, ya que no se considera el tipo de obras de abrigo, al ser solo un indicador binario, y el tiempo de implementación de las AMERB es solo una aproximación al nivel de gestión de estas. En consecuencia y en base a los comentarios de la reunión sectorial, se le asignó un valor de 0,5 al factor *k* (ver Tabla 5-13).

Tabla 5-13 Valor del factor k – Pérdida de desembarque pesquero artesanal

Factor	Valor
k	0,5

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 5-14 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Pérdida de desembarque pesquero artesanal

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance regional
Fecha de resolución de plan de manejo de AMERB	SUBPESCA	Mensual	Todas las regiones
Presencia de obras de abrigo	MMA, 2019b a través de ARClím	Estudio puntual	Todas las regiones

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

A continuación, se muestran los resultados de capacidad adaptativa para las 370 caletas para las cuales se poseen datos:

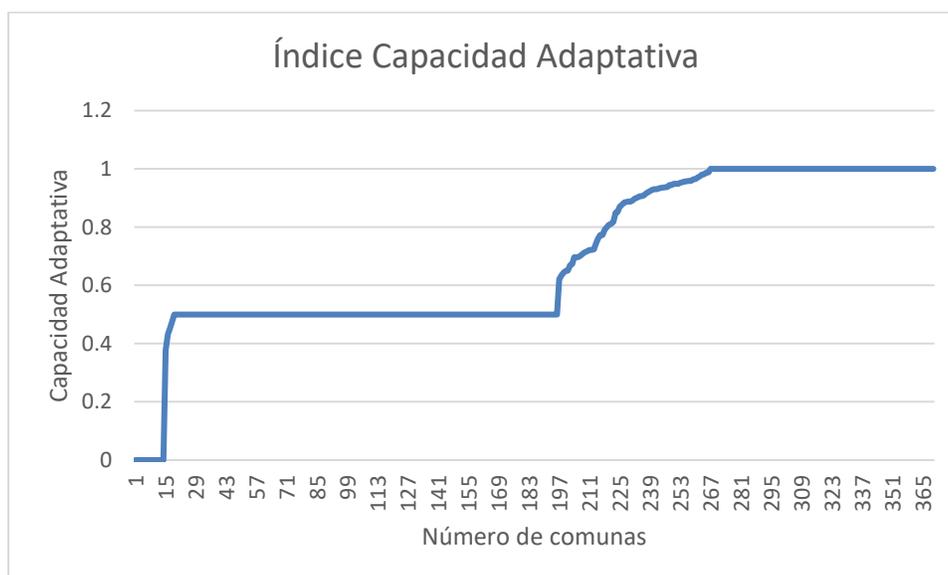


Figura 5-13 Valores indicador capacidad adaptativa - Pérdida de desembarque pesquero artesanal

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

Además, se presentan los siguientes mapas con los promedios de capacidad adaptativa comunal y del riesgo recalculado para las comunas costeras con caletas para las cuales se tienen datos (97 comunas en total).

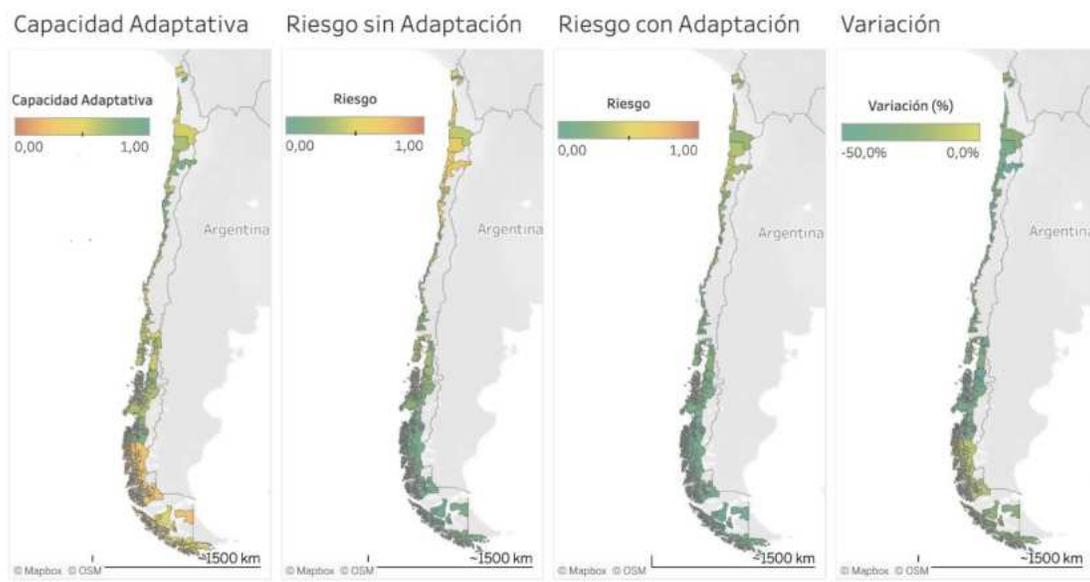


Figura 5-14 Mapas de promedio capacidad adaptativa y riesgo a nivel comunal - Pérdida de desembarque pesquero artesanal

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto



5.1.8 Turismo

Cadena seleccionada:

Pérdida de atractivo turístico en destinos de sol y playa.

Justificación de la elección:

Las tres cadenas del sector tienen una vulnerabilidad similar en términos de cómo estas fueron calculadas, se escogió la presente cadena puesto que fue la que evidenció un mayor interés durante la realización del taller 1 -a pesar de la baja participación-, a modo de ejemplo de cómo se puede incorporar el cálculo de la capacidad adaptativa en el sector.

Indicador capacidad de adaptación:

Diversidad de atractivos turísticos en la región.

Justificación del indicador:

En el cálculo original de la cadena en ARClím, la sensibilidad se define como el promedio de dos indicadores: presencia de otros atractivos turísticos (distintos al tipo litoral) y demanda en temporada baja. Si bien esta última corresponde a un indicador de sensibilidad pues muestra la dependencia de la comuna a la demanda causada por el atractivo turístico, al incluir aspectos tales como la llegada de pasajeros con otros fines, turísticos y no turísticos, la diversidad de atractivos turísticos es en realidad un indicador de capacidad adaptativa, ya que muestra la posibilidad que tiene la oferta turística de adecuarse a ofrecer otros servicios asociados a atractivos turísticos que pueden estar menos amenazados por el cambio climático, por lo que se recalcula la vulnerabilidad manteniendo el indicador de demanda en temporada baja para la sensibilidad y considerando la presencia de otros atractivos turísticos como capacidad adaptativa. Durante las reuniones sectoriales se confirmó que la adaptación al cambio climático se está abordando desde el punto de vista de la diversificación, por lo que, si bien pueden existir otros, la propuesta de indicador de capacidad adaptativa se ajusta a las necesidades del sector.

Brechas del indicador:

El indicador se calculó a escala de región por falta de disponibilidad de datos sistematizados de atractivos turísticos por comuna, por lo que, para trabajos futuros, se recomienda desarrollar un indicador a escala comunal siguiendo la misma metodología, pero utilizando la diversidad de atractivos turísticos por comuna en vez de los destinos turísticos por región, de modo de adecuarse mejor a los requerimientos del turismo local. Este último punto fue destacado como prioritario durante la reunión sectorial.

Metodología de cálculo:

El indicador se definió como la fracción de destinos turísticos distintos al tipo "litoral" del total de destinos turísticos de la región (se calculó un valor por región), para esto se consideraron los 89 destinos turísticos definidos por SERNATUR. Cabe destacar que los destinos turísticos con dos o más tipologías fueron contados según el número de estas que posee, por ejemplo, si la tipología de un destino es "rural y de naturaleza", este fue considerado dos veces para el cálculo del total.

$$CA_i = \frac{\text{Diversidad destinos}_i}{\text{Total destinos}_i}$$

Donde

i : regiones

$Diversidad\ destinos_i$: N° destinos turísticos con tipologías distintas al tipo "litoral", en la región i .

$Total\ destinos_i$: N° total tipologías destinos turísticos, en la región i .

Factor k:

En general, hubo concordancia entre los miembros del equipo en que la capacidad de adaptación tiene una influencia media en el riesgo. No obstante, también se argumentó que dada la forma en que está calculado el indicador -por región y no por comuna, como se propone debería realizarse en caso de contar con los datos-, la relevancia de este disminuye, por lo que se le otorgó finalmente un valor de 0,4 al factor k (ver Tabla 5-15). Esta valoración fue aceptada en la reunión sectorial.

Tabla 5-15 Valor del factor k – Pérdida de atractivo turístico en destinos de sol y playa

Factor	Valor
k	0,4

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 5-16 Fuente de información indicador capacidad adaptativa - Pérdida de atractivo turístico en destinos de sol y playa

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance regional
Clasificación 89 destinos turísticos	SERNATUR	Anual	Todas las regiones

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

A continuación, se muestra un gráfico con los resultados del cálculo del indicador de capacidad adaptativa para las playas consideradas en ARClím (Figura 5-15) (con los valores obtenidos ordenados en forma ascendente, y un mapa con la representación espacial de los resultados del indicador de capacidad adaptativa y el índice de riesgo recalculado, el cual si bien fue calculado a nivel de playas, se muestra en el gráfico como promedio comunal (Figura 5-16). Cabe destacar que, ya que el indicador de capacidad adaptativa se calculó a nivel regional, los resultados presentan poca variabilidad.

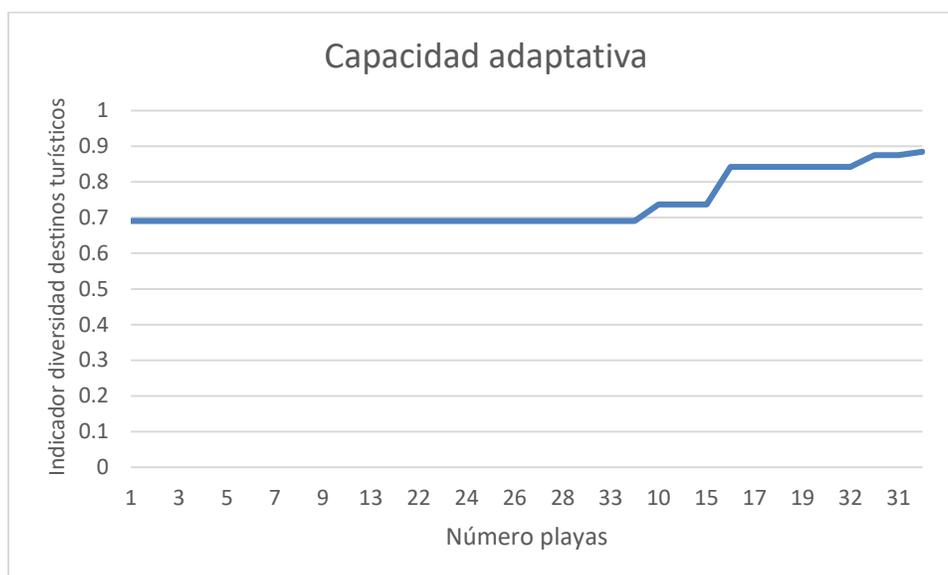


Figura 5-15 Valores de capacidad adaptativa por comuna – Pérdida de atractivo turístico en destinos de sol y playa

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

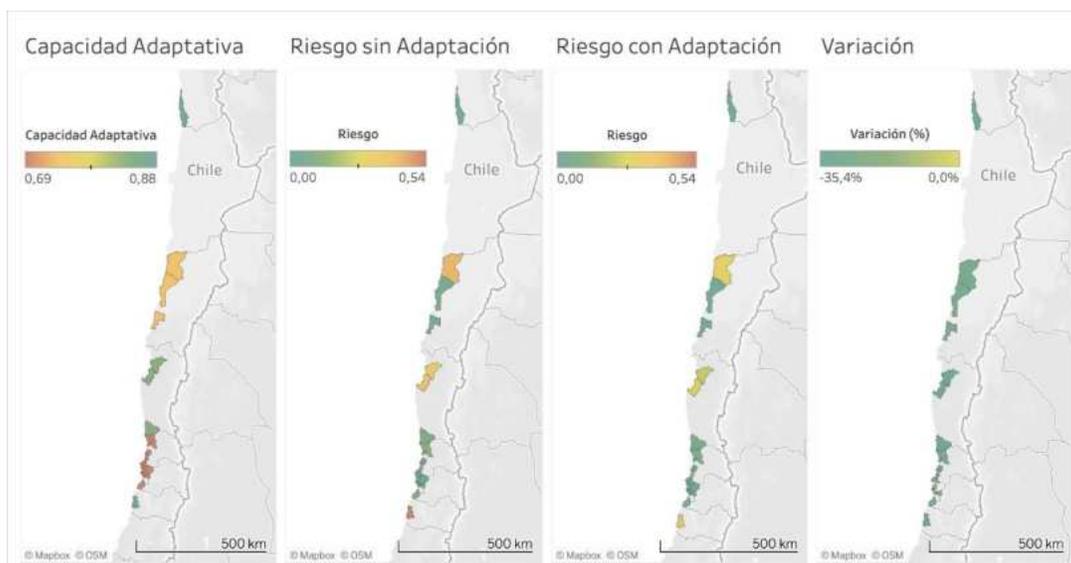


Figura 5-16 Mapas de capacidad adaptativa promedio y riesgo a nivel comunal – Pérdida de atractivo turístico en destinos de sol y playa.

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

5.1.9 Biodiversidad

Cadena seleccionada:

Pérdida de fauna por cambio de temperatura.

Justificación de la cadena seleccionada:



Se eligió la cadena de pérdida de fauna por cambio de temperatura solo a modo de ejemplo, ya que las 4 cadenas propuestas por ARClim presentan impactos que son sinérgicos entre ellos, debido a que tanto la flora como la fauna conviven en el mismo entorno, lo que permiten que todos estos sean abarcados por una misma capacidad adaptativa de los sistemas.

Indicador capacidad de adaptación:

Porcentaje superficie de área protegida.

Justificación del indicador:

Contar con más áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), las cuales cumplen con los objetivos de “conservar el patrimonio ambiental, tutelar la preservación de la naturaleza y asegurar la diversidad biológica” (CONAF, n.d.-b), permite otorgar recursos para proteger a estos ecosistemas tanto de las amenazas del cambio climático como de otras presiones de origen antrópico que podrían exacerbar los efectos del cambio climático, por lo que se escoge el porcentaje de la superficie disponible que ha sido declarada como área protegida como indicador de capacidad de adaptación.

Brechas del indicador:

Este indicador tiene las limitaciones que, por un lado, al dividir por la superficie total de la comuna el indicador no alcanzará el valor unitario debido a que habrá áreas no protegidas en todas las comunas, por lo que es probable que el indicador se estanque en el tiempo y, por otro, el hecho de que no necesariamente un área protegida se mantiene en buen estado, por lo que se debe complementar a futuro con indicadores de la existencia de planes de manejo y planes de restauración, entre muchos otros posibles, además de indicadores del estado de estas áreas protegidas, los cuales no fueron incluidos en este estudio por falta de datos sistematizados. Lo mismo ocurre con otras figuras de protección que no pudieron ser incorporadas en este estudio, tales como Santuarios de la Naturaleza y Humedales Urbanos, pero se debe trabajar para incorporarlas más adelante.

Metodología de cálculo del indicador:

Para determinar el porcentaje de superficie de área protegida, se utilizaron los mapas cartográficos del SNASPE, administrado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), los que presentan la superficie de áreas protegidas, lo que incluye parques, reservas y monumentos. Para determinar el porcentaje de superficie protegida por comuna, se superpone la capa con una de las comunas y luego eso se divide por la superficie total comunal.

$$CA_j = \frac{\text{superficie } AP_j \text{ [ha]}}{\text{superficie total}_j \text{ [ha]}}$$

Donde:

j : comuna

superficie AP: superficie de áreas protegidas en la comuna j , en ha.

superficie total_j: superficie total de la comuna j , en ha.

Factor k:

La discusión para la determinación del factor k estuvo enfocada en las diferencias que puede existir en cuanto a la gestión de las áreas protegidas, su capacidad de reducir impactos antropogénicos y

contrarrestar los asociados al cambio climático y a factores como si tienen plan de manejo o no, los que no son recogidos por este indicador. Por lo tanto, se concluyó que el porcentaje de superficie de áreas protegidas tiene una influencia media baja, otorgándosele un valor de 0,3 al factor k (ver Tabla 5-17). En la reunión sectorial, este valor fue calificado como razonable, ya que, si bien la influencia de la figura de protección sobre el riesgo está determinada por la gestión del área protegida, el solo hecho de que estar definida el área ya entrega cierta protección.

Tabla 5-17 Valor del factor k – Pérdida de fauna por cambios de temperatura

Factor	Valor
k	0,3

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 5-18 Fuente de información indicador capacidad adaptativa - Pérdida de fauna por cambio de temperatura.

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance regional
Superficie de áreas protegidas	CONAF	Última actualización año 2016	Todas las regiones
División política administrativa	SUBDERE	Última actualización año 2020.	Todas las regiones

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

En la Figura 5-17 se presenta un gráfico de los porcentajes de superficie de área protegida por comuna ordenados de menor a mayor y en la Figura 5-18 se presenta el mapa de la capacidad adaptativa y el riesgo recalculado de la cadena pérdida de fauna por aumento de temperatura.

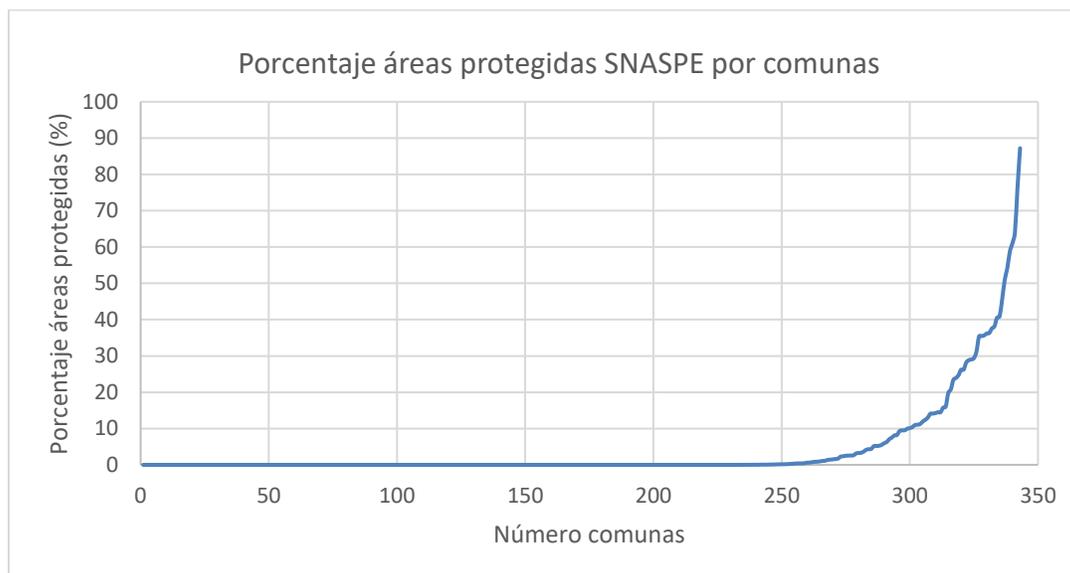


Figura 5-17 Valor de capacidad adaptativa - Pérdida de fauna por cambios de temperatura

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

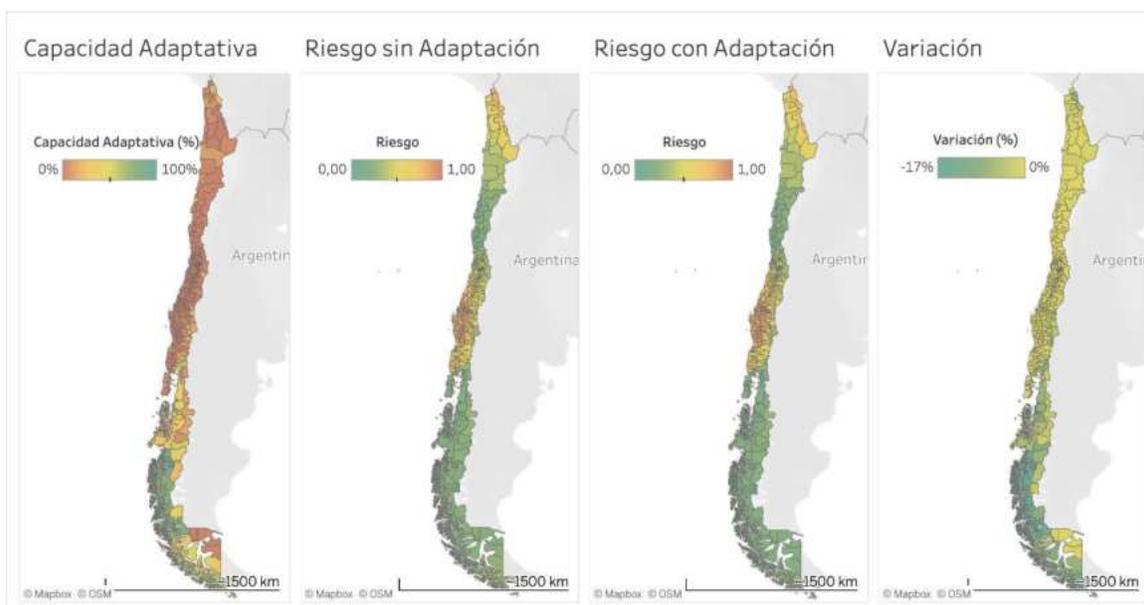


Figura 5-18 Mapas capacidad adaptativa y riesgo recalculado – Pérdida de fauna por aumento de temperatura

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

5.1.10 Salud

Cadena seleccionada:

Mortalidad prematura por calor.



Justificación de la cadena seleccionada:

Se espera que el aumento de la temperatura por efecto del cambio climático tenga impactos negativos en la salud de la población, provocando morbilidad o incluso la muerte. Para efecto de esta actividad se seleccionó la cadena que considera únicamente los efectos del calor, sin embargo, el indicador también podría ser aplicado a la cadena de “Mortalidad prematura neta por cambio de temperatura” que considera también la variación en los casos de muerte por bajas temperaturas.

Indicador de capacidad de adaptación:

Cantidad de jornadas diarias completas de trabajo de médicos, en salud primaria, por cada 10.000 habitantes.

Justificación del indicador:

El interés del sector en la generación de indicadores de capacidad de adaptación radica en la propia capacidad de responder a esta amenaza, de manera que se propusieron indicadores relacionados con la capacidad de atención, disponibilidad de camas o cantidad de profesionales capacitados. Según estos intereses y la disponibilidad de datos se determinó que la capacidad adaptativa para esta cadena se mediría como la cantidad de jornadas completadas ya que permite visualizar la capacidad de respuesta general del sistema primario de salud.

Brechas del indicador:

En términos de brechas, el indicador podría considerar las jornadas completadas de más personal, como enfermeros y técnicos de enfermería, sin embargo, la disponibilidad de datos limitó el cálculo del indicador a las jornadas completadas de médicos. Asimismo, en la reunión sectorial se indicó que otra forma de abordar la capacidad de adaptación del sector sería considerar el número de personal capacitado para enfrentar los efectos producidos por olas de calor, sin embargo, la disponibilidad de datos limitó nuevamente el desarrollo de un indicador de este tipo. El PSA – Salud presenta indicadores de número de capacitaciones realizadas sobre el cambio climático, sin embargo, no detalla capacitaciones sobre cómo abordar las olas de calor de manera particular, por lo que la utilización de estos datos no lograría reflejar los intereses del sector de la manera esperada.

En la mesa sectorial también se propusieron indicadores de presupuesto o inversión que serían de utilidad para hacer seguimiento a las medidas implementadas y, durante la entrevista sectorial, se propusieron otros relacionados con la preparación institucional frente a estos eventos, por ejemplo, municipios o servicios de salud que hayan formulado sus planes de emergencia donde se han incluido las olas de calor como amenaza climática. Sin embargo, se priorizó el desarrollo de indicadores de proceso y resultado, en lugar de indicadores de implementación.

Metodología de cálculo del indicador:

El Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (SIEDU) presenta una propuesta de este indicador para 117 comunas, la cual fue utilizada esta consultoría. El indicador se calcula como se muestra en la siguiente ecuación:

$$CA_j = \frac{\sum \text{Jornadas completadas}_{ij}}{\sum \text{Población comunal}_j} \cdot 10.000 \text{ habitantes}$$

Donde

i : Tipo de médico.

j : Comuna.

$Jornadas completadas_{ij}$: Jornadas completadas.

$Población comunal_j$: Población de la comuna j .

Debido a la disponibilidad de datos el indicador se presenta para el año 2018 a partir de datos del Ministerio de Salud, los que no se han dispuesto en versiones futuras para realizar una actualización del indicador.

Factor k:

Hubo consenso entre los miembros del equipo consultor en que la capacidad de adaptación tiene un efecto potencial bajo sobre el riesgo, ya que el indicador representa un *proxy* de la capacidad de respuesta del sistema de salud frente a la amenaza, por lo que el indicador por sí solo no logra reducir la vulnerabilidad de manera considerable. En consecuencia, se asignó un valor de 0,1 al factor k (ver Tabla 5-19). Se espera que a futuro el indicador sea fortalecido con otros indicadores que aborden el riesgo de manera menos tangencial. El desafío reside en la disponibilidad de datos para el cálculo de un indicador de estas características.

Este último punto se relaciona directamente con las opiniones entregadas durante la reunión sectorial, donde se señaló que el indicador es muy general, ya que no se puede saber cuántas de esas jornadas de trabajos de médicos estarían dedicadas a responder frente a olas de calor, por lo que se estuvo de acuerdo con que el valor fuera bajo.

Tabla 5-19 Valor del factor k – Mortalidad prematura por calor

Factor	Valor
k	0,1

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 5-20 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Mortalidad prematura por calor

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Indicador de Cantidad de Jornadas completadas	SIEDU – MINSAL (DEIS)	Anual	117 comunas consideradas por el SIEDU

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

La Figura 5-19 muestra los valores del indicador de capacidad adaptativa para las 345 comunas, de las cuales, solo para 107 se poseen datos del indicador. Tierra Amarilla es la comuna con mayor cantidad de jornadas completadas cada 10.000 habitantes, alcanzando las 40 jornadas cada 10.000 habitantes.

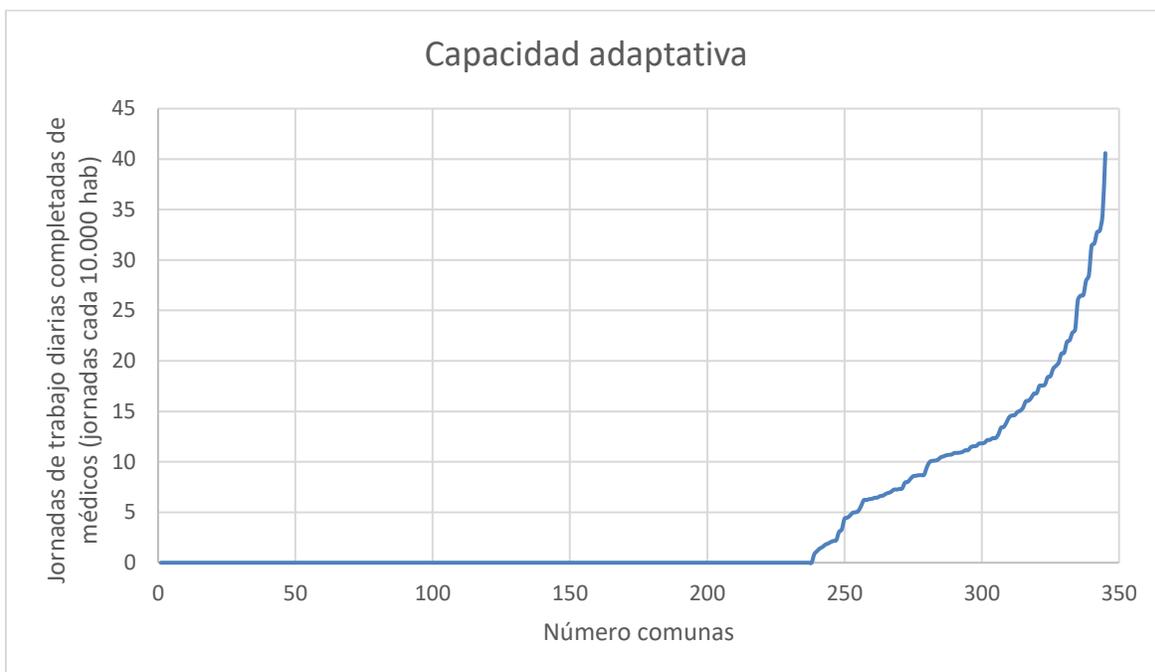


Figura 5-19 Jornadas de trabajo diarias completadas de médicos (jornadas cada 10.000 hab) – Mortalidad prematura por calor

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología del texto

Además, la Figura 5-20 presenta los mapas, a escala comunal, del indicador de capacidad adaptativa, riesgo sin considerar la capacidad de adaptación, riesgo recalculado considerando la capacidad de adaptación y de la variación porcentual del riesgo. Se observa que un 30% de las comunas presentan una reducción del riesgo de hasta un 10% al incorporar la capacidad de adaptación, principalmente en la zona norte, lo que coincide con la distribución de la capacidad de adaptación.

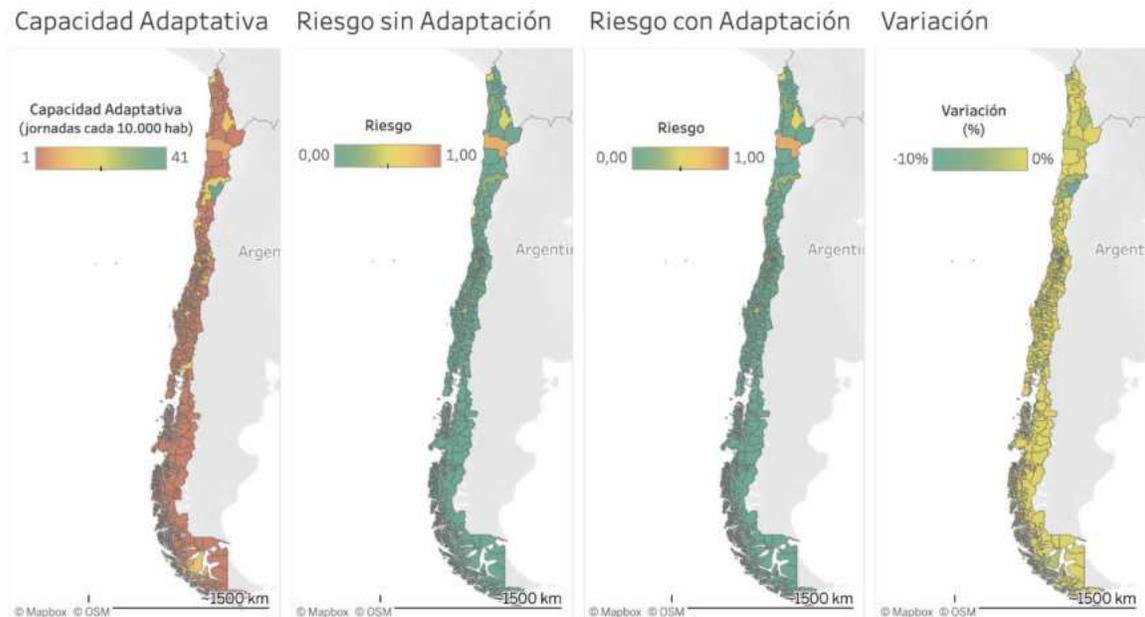


Figura 5-20 Mapas de capacidad adaptativa (jornadas cada 10.000 hab), riesgo y variación en el riesgo (%) a nivel comunal – Mortalidad prematura por calor

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología del texto

5.1.11 Ciudades y Asentamientos Humanos

Cadena seleccionada:

Disconfort térmico ambiental.

Justificación de la cadena seleccionada:

Las cadenas desarrolladas en ARClím para el sector Ciudades y Asentamientos Humanos consideran impactos relacionados con los cambios de temperatura e inundaciones. Algunas cadenas (Inundaciones y Efectos de Olas de Calor) presentaban indicadores de resiliencia que consideran la capacidad adaptativa, por lo que se priorizó incorporar indicadores de capacidad de adaptación a las cadenas que no la consideraban, sin embargo, el ejercicio podría ser realizado para las otras cadenas existentes. Durante el taller se reconoció el impacto del aumento de la temperatura en la población y se destacó el potencial de las ciudades para hacer frente a la amenaza mediante el desarrollo de infraestructura verde urbana, razón por la cual la cadena de Disconfort Térmico Ambiental fue recalculada con indicadores de capacidad adaptativa.

Indicador de capacidad de adaptación:

Superficie de infraestructura verde cada 100.000 habitantes.

Justificación del indicador:

La infraestructura verde urbana se presenta como una medida sustentable para fortalecer la resiliencia de las ciudades frente al cambio climático, esta se entiende como una red interconectada de espacios verdes que conservan funciones y valores de ecosistemas naturales, brindan una mejora en la calidad de vida mediante servicios ecosistémicos y promueven el uso sustentable y planificado del suelo en zonas urbanas (Benedict & McMahon, 2002; Foster et al., 2011; MMA, 2020a).



Los componentes de la infraestructura verde son variados y se pueden presentar a distintas escalas territoriales, estas se enuncian a continuación (Vásquez, 2016):

- **Escala de barrio:** calles arboladas; techos y paredes verdes; plazas de barrio; jardines privados; estanques y arroyos; paseos peatonales y ciclo vías; huertos; y patios de escuelas.
- **Escala ciudad:** ríos y llanuras; bosques urbanos; parques naturales; plazas municipales; cerros; y tierras agrícolas.
- **Escala regional:** Áreas silvestres protegidas; parques nacionales; y campo abierto.

Todos estos componentes aportarían al objetivo de adaptar los centros urbanos al aumento de la temperatura. Sin embargo, la disponibilidad de información limitó el desarrollo del indicador a los datos disponibles, es decir, áreas verdes urbana y humedales asociados a límites urbanos.

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) define las áreas verdes urbanas como un uso de suelo, los que corresponden a normas urbanísticas y comprenden: bandejones centrales; humedales no declarados; lugares bordes; sitios eriazos; y proyectos de jardines, plazas, arborizaciones; entre otros. La definición textual de infraestructura verde de acuerdo a la OGUC se presenta a continuación:

Terrenos definidos en los instrumentos de planificación territorial (IPT) como parques, plazas y áreas libres destinadas a áreas verdes, que no son Bienes Nacionales de Uso Público, cualquiera sea su propietario, ya sea una persona natural o jurídica, pública o privada (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2019, p. 1).

Los datos de áreas verdes urbanas se obtuvieron del catastro de áreas verdes del INE que incluye plazas y parques urbanos, estos se definen en la fuente de datos como:

- **Plaza:** espacio de uso público con mantenimiento, de superficie menor a 2 hectáreas, ubicado al interior o contiguo a los límites urbanos de una ciudad.
- **Parque urbano:** espacio público, en donde predominan los elementos paisajísticos y naturales con una superficie desde 2 hectáreas y más.

En el caso de los humedales, se consideraron aquellos clasificados como “humedal asociado a límites urbanos” en el Inventario Nacional de Humedales 2020. El registro incluye 4500 humedales de esta clasificación, en 280 comunas.

Como fue mencionado más arriba este indicador es versátil y podría ser implementado en otras cadenas del sector. Adicionalmente, la infraestructura verde presenta externalidades positivas en el ambiente urbano por lo que su desarrollo y conservación no solo permitiría adaptar el territorio al cambio climático, sino que también ofrecer una mejor calidad a sus habitantes.

Brechas del indicador:

El indicador representa una sobre simplificación de la infraestructura verde debido a la disponibilidad de datos sistematizados, por lo que estos será fundamental recoger datos de otros componentes de la infraestructura verde que complementen el indicador actual para fortalecer su aporte a la reducción del riesgo y toma de decisiones en política pública. En este sentido existen



múltiples indicadores que podrían ser desarrollados, por ejemplo, el número de árboles o techos verdes en los centros urbanos.

Además, cabe destacar que las plazas y parques consideradas como áreas verdes no necesariamente son espacios verdes, puede haber plazas, zócalos y parques con multicanchas, en este caso se trataría de intervenciones que no necesariamente son coberturas verdes, por lo que el indicador debe ser fortalecido para reflejar las necesidades del sector. En el catastro del INE se han desarrollado indicadores de calidad de plazas y parques urbanos, los que podrían ser incluidos en un futuro para complementar el indicador desarrollado.

Cabe destacar que la infraestructura verde es especialmente dependiente del clima, lo que es relevante para el país por la amplia variabilidad de zonas climáticas. Esto podría lograrse al cruzar la información del indicador con imágenes satelitales o incluir un indicador de evapotranspiración potencial que permitiría incluir la variable del clima. Otra opción podría ser determinar el NDVI (Índice de diferencia de vegetación normalizada, por sus siglas en inglés) urbano, de áreas públicas y privadas, a partir de imágenes satelitales que podrían ser obtenidas en un trabajo conjunto con el Servicio Aerofotogramétrico (SAF). Esto último también aportaría a cerrar la brecha descrita anteriormente sobre la diversidad de estados de áreas verdes.

Desde el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano (CNDU) se indica que el INE calculará un indicador de porcentaje superficie de cobertura vegetal, en el marco del SIEDU para las ciudades con más de 50.000 habitantes a partir de metodología NDVI. Se recomienda que futuras versiones de este indicador sea complementada con estos avances, siempre teniendo en cuenta la diferencia de escalas territoriales. Además, el contraste de este indicador con la metodología del NDVI permitirá evaluar la calidad del indicador.

Además, de manera complementaria para que el indicador incluya la cobertura de infraestructura verde se recomienda incorporar indicadores de compacidad para estimar su distribución urbana.

Por último, desde el MINVU se recomienda incluir indicadores de permeabilidad del suelo, como una variable a considerar en futuros estudios, lo que podría reflejar el potencial para aportar a la reducción del confort térmico.

Mala adaptación:

Por último, es necesario considerar la variabilidad climática del país y la disponibilidad hídrica para mantener las áreas verdes en condiciones adecuadas para evitar la mala adaptación, por ejemplo, el desarrollo de áreas verdes con altos requerimientos hídricos en el norte o zonas con problemas críticos podría implicar una sobreexplotación de un recurso que no se encuentra disponible por lo que debería evitarse.

Metodología de cálculo del indicador:

Para el desarrollo del indicador se consideró la superficie de áreas verdes (plazas y parques) reportadas en el Catastro Nacional de Áreas Verdes y la superficie de los humedales asociados a límites urbanos del Inventario Nacional de Humedales 2020. El Catastro de Áreas Verdes del INE comenzó en 2015 con 172 comunas y alcanzó 337 en 2018. Los últimos datos disponibles son los datos de 2019, sin embargo, la base de datos presenta 326 comunas y los datos presentan inconsistencias con años anteriores por lo que se consideraron los datos de 2018 para el cálculo del

indicador. En el caso del inventario de humedales, se considera la última versión, de 2020. El indicador se calcula como se muestra en la siguiente ecuación:

$$CA_j = \frac{\sum \text{Superficie Parques y Plazas}_j + \sum \text{Superficie Humedales}_j}{\sum \text{Población urbana}_j} \cdot 100.000 \text{ habitantes}$$

Donde

j : Ciudad.

Superficie Parques y Plazas_j: Superficie de parques y plazas en la ciudad j , en ha.

Superficie Humedales_j: Superficie de humedales dentro de los límites urbanos en la ciudad j , en ha.

Población urbana_j: Población urbana de la ciudad j , en habitantes.

Además, debido a la gran diferencia del indicador que existe entre las comunas consideradas para cada una de las ciudades, principalmente influenciada por la superficie de humedales, este indicador fue normalizado en escala logarítmica en base a la ciudad con mayor valor para incorporarlo en la cadena de impacto.

Factor k:

La discusión de la definición del valor k ponderó diferentes valoraciones de la capacidad de adaptación. Se destacó el aporte de las áreas verdes a la regulación de la temperatura en centros urbanos, no obstante, la calidad de las áreas verdes debe ser considerada en la ecuación por lo que el indicador por sí solo no asegura la reducción de la vulnerabilidad. En consecuencia, se asignó un valor de 0,2 al factor k (ver Tabla 5-21). En la reunión sectorial se mostraron de acuerdo con la asignación del valor, a pesar de que hubo cuestionamientos sobre la falta de información sobre el real peso de este indicador.

Tabla 5-21 Valor del factor k – Disconfort térmico ambiental

Factor	Valor
k	0,2

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 5-22 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Disconfort térmico ambiental

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Superficie de Áreas Verdes Urbanas	INE – Catastro de áreas verdes	Anual	337 comunas, depende de la actualización
Superficie de humedales asociados a límites urbanos	SINIA - Inventario Nacional de Humedales 2020	Cada 5 años	Nacional

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

La Figura 5-21 muestra los valores del indicador de capacidad adaptativa para las 34 ciudades consideradas en la cadena. Se tienen datos para 33 de las 34 ciudades, Hanga Roa es la única ciudad para la cual no se presentan datos. Las comunas con mayores valores del indicador son Valdivia, Melipilla, Coyhaique y Buin, con 9992, 4007, 2233 y 2204 ha cada 100.000 habitantes, respectivamente.

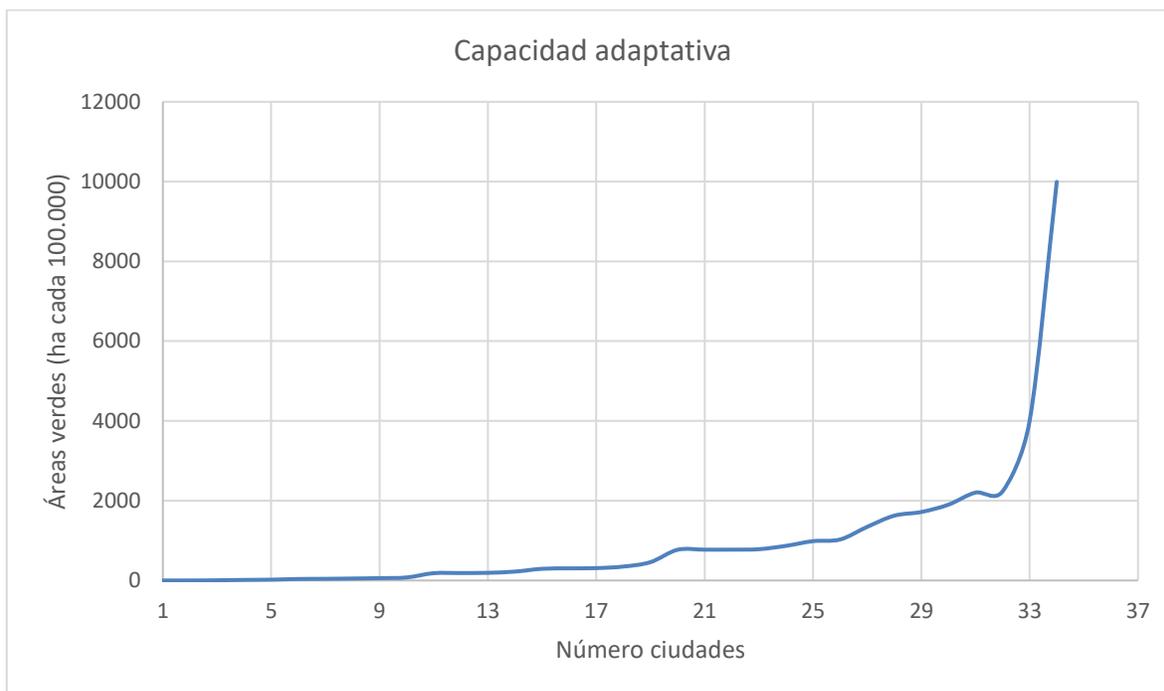


Figura 5-21 Superficie de infraestructura verde (ha cada 100.000 habs) – Disconfort térmico ambiental

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología del texto

La Figura 5-22 muestra el indicador si se consideraran únicamente las plazas y parques, en este caso, Puerto Montt es la comuna con mayor valor del indicador, alcanzando las 154 ha cada 100.000 habitantes.

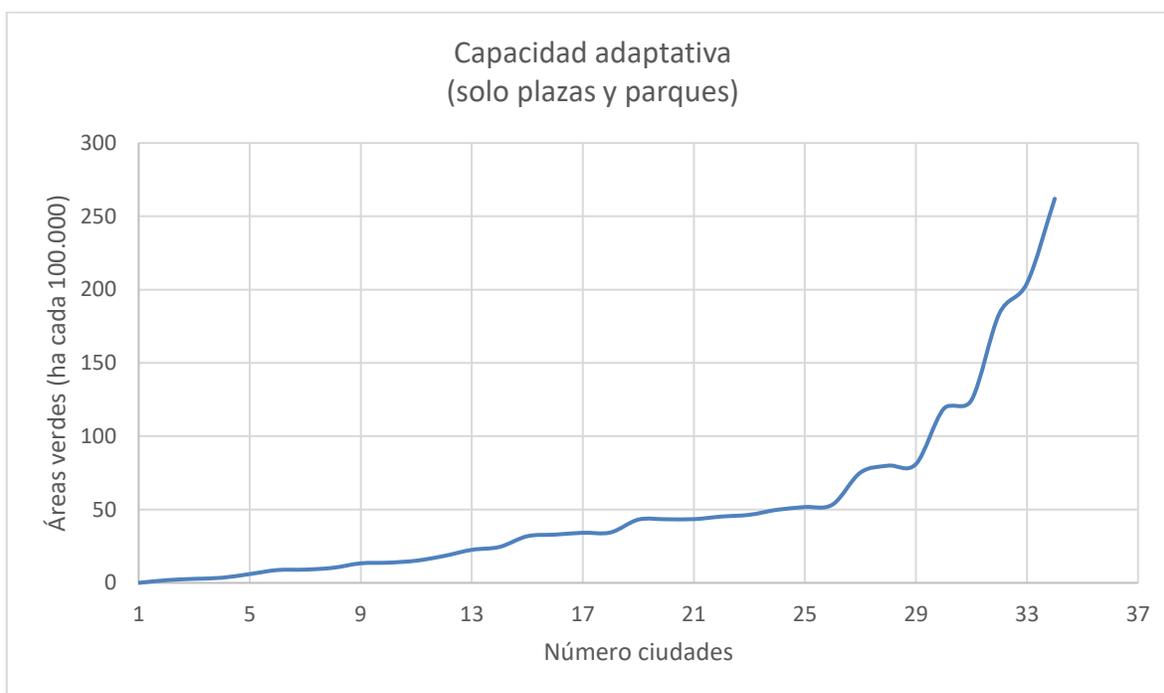


Figura 5-22 Superficie de plazas y parques (ha cada 100.000 hab) – Disconfort térmico ambiental

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología del texto

Además, la Figura 5-23 presenta los mapas, a escala comunal, del indicador de capacidad adaptativa, riesgo sin considerar la capacidad de adaptación, riesgo recalculado considerando la capacidad de adaptación y de la variación porcentual del riesgo. Si bien los valores fueron calculados para las 34 ciudades, por razones de visualización estos se muestran por comuna, donde cada comuna muestra el valor del indicador obtenido para la ciudad en la que está considerada.

La inclusión de la capacidad de adaptación lleva a una reducción del riesgo en la zona centro y centro-sur, de hasta un 18%. Esto coincide con zonas con climas templados que promueven el crecimiento de la vegetación en parques y plazas.

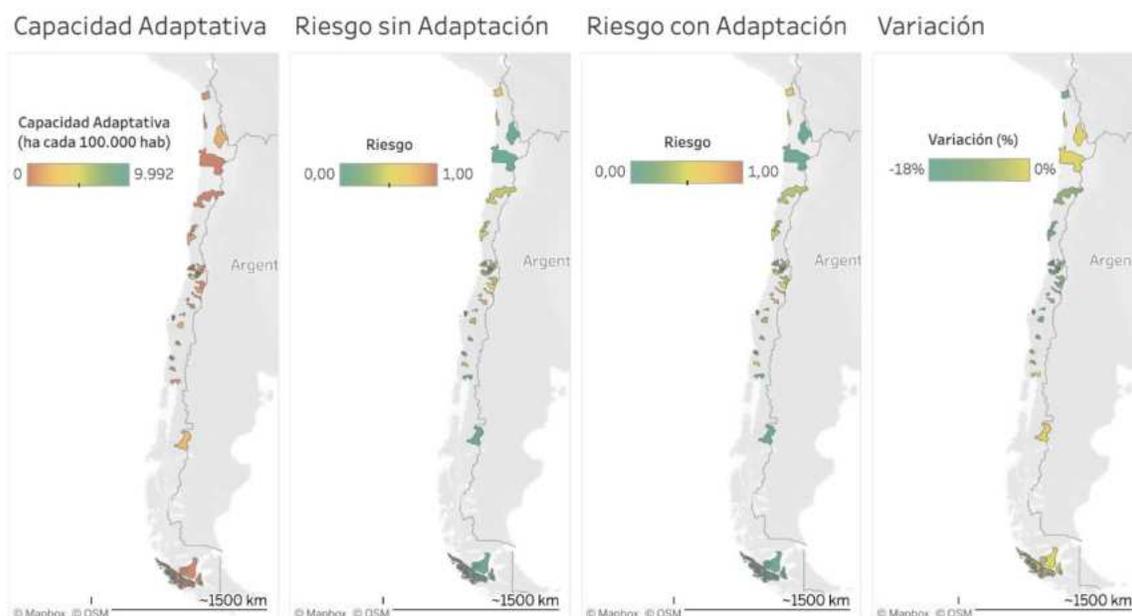


Figura 5-23 Mapas de capacidad adaptativa (ha cada 100.000 hab), riesgo y variación en el riesgo (%) a nivel comunal – Disconfort térmico ambiental

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología del texto

5.2 Nuevos índices de riesgos climáticos propuestas

En la presente sección se presenta la propuesta y cálculo de 11 nuevos índices de riesgos climáticos los cuales se resumen en la Tabla 5-23. Las cadenas fueron desarrolladas a partir de las necesidades de los actores, levantadas en el taller, sin embargo, al igual que en la Sección 5.1 el desarrollo de las cadenas y los indicadores presentó limitaciones por la disponibilidad de información y los avances de los sectores en sus estrategias de adaptación. La Sección 9.4 incluye un resumen de las principales brechas identificadas en cada uno de los sectores para el desarrollo de los indicadores, al tiempo que reúne necesidades de indicadores e impactos levantados en las instancias participativas y observaciones del informe pero que no pudieron ser abordados.

Tabla 5-23 Resumen de nuevos índices de riesgos climáticos propuestos

Sector	Índices de riesgos climáticos
Recursos Hídricos	Riesgo en la disponibilidad de agua superficial para fines ambientales
Energía	<i>Downtime</i> de puertos de descarga de combustible
Infraestructura	Anegamiento de la red vial
Zonas Costeras	Degradación de humedales costeros
Silvoagropecuarios	Cambio de productividad cultivo de vid cepa Chardonnay
Minería	Impacto de la alta pluviometría en relaves mineros
Pesca y Acuicultura	Reducción de las praderas de algas
Turismo	Pérdida de turismo en destinos de sol y playa por aumento de marejadas

Sector	Índices de riesgos climáticos
Biodiversidad	Pérdida de biodiversidad marina por cambios en la temperatura del mar (1)
Salud	Aumento en morbilidad por aumento de temperaturas y olas de calor
Ciudades y Asentamientos Humanos	Incendios en asentamientos humanos urbanos

(1) La cadena quedó expresada a nivel teórico

Fuente: Elaboración propia

En las secciones 5.2.1 a 5.2.11 se reúnen las nuevas cadenas desarrolladas para los 11 sectores, los indicadores de amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación y riesgo para cada una de las cadenas. La información se presenta en 10 campos de información, los que se describen en la Tabla 5-24.

Tabla 5-24 Campos de información nuevos índices de riesgo climático

Campo de información	Descripción
Cadena desarrollada	Se declara la nueva cadena desarrollada
Justificación de la cadena seleccionada	Se detallan las necesidades levantadas en el taller que orientaron a la elección de la cadena
Definición de la cadena seleccionada	Se definen los componentes de la nueva cadena: amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación y riesgo
Mala adaptación	Se recalcan consideraciones que debiesen tomarse en cuenta para evitar que las medidas se conviertan en mala adaptación, cuando aplique
Brecha de la cadena	Se detallan las brechas de la formulación de los indicadores de los componentes de la cadena de impacto que se espera que sean cerradas en un futuro para fortalecerla
Metodología de cálculo del indicador de amenaza	Se enuncia la metodología de cálculo del indicador
Metodología de cálculo del indicador de exposición	Se enuncia la metodología de cálculo del indicador
Metodología de cálculo del indicador de sensibilidad	Se enuncia la metodología de cálculo del indicador
Metodología de cálculo del indicador de capacidad de adaptación	Se enuncia la metodología de cálculo del indicador
Factor k	Se indica el valor del factor k asignado a la dupla <i>cadena de impacto - indicador</i> , además de una justificación del proceso de asignación
Fuentes de datos utilizadas	Se resumen los datos necesarios para el cálculo del indicador, junto a las fuentes de información, frecuencia de actualización y alcance del dato
Resultados	Se presentan los resultados del indicador

Fuente: Elaboración propia

5.2.1 Recursos Hídricos

Cadena desarrollada:

Riesgo en la disponibilidad de agua superficial para fines ambientales

Justificación de la cadena desarrollada:

Las cadenas de impacto actualmente disponibles en ARClím estiman los riesgos para la disponibilidad de agua para usos humanos, pero no consideran criterios ambientales de disponibilidad de agua. De esta forma se debe considerar el mantenimiento de un margen de caudal en los cursos de agua superficial que permitan preservar las condiciones ambientales y ecológicas, como lo es el caudal ecológico. De esta forma, esta cadena busca aproximarse a este riesgo para entender así el posible nivel de riesgo al que estarían expuestos los ecosistemas que dependen de estos recursos.

Definición de la cadena desarrollada:

En la Tabla 5-25 se muestra la amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación, riesgo y agregación geográfica definidos para el desarrollo de la cadena.

Tabla 5-25 Ficha Riesgo en la disponibilidad de agua superficial para fines ambientales

Nombre de la cadena	Riesgo en la disponibilidad de agua superficial para fines ambientales
Amenaza	Cambio en los caudales medidos en diferentes puntos de las cuencas. El cambio es la diferencia entre los caudales medio mensuales y anuales (en m ³ /s), del clima futuro (2035 – 2064) e histórico (1980 – 2009).
Exposición	Caudal histórico en los tramos de los ríos analizados
Sensibilidad	Fracción de tiempo (%) en que el caudal es inferior al caudal ecológico
Capacidad de adaptación	Existencia de caudal ecológico definido administrativamente para las distintas fuentes
Riesgo	Riesgo en la disponibilidad de agua superficial para fines ambientales
Agregación geográfica	A nivel de cuencas

Fuente: Elaboración propia

Metodología de cálculo del indicador de amenaza:

La amenaza considera el cambio porcentual en los caudales medios evaluados en diferentes puntos de los ríos principales de cada cuenca. Es decir, la diferencia entre los caudales medios mensuales y anuales, entre el clima futuro (2035 – 2064) e histórico (1980 – 2009), presentado en porcentaje. Los caudales serán estimados utilizando las herramientas de modelación hidrológicas WEAP y MODFLOW. Estos utilizan, a su vez, información de las forzantes climáticas, las cuales deben ser estimadas en base a modelos generales de circulación.

$$A = \frac{Q_f \left[\frac{m^3}{s} \right] - Q_h \left[\frac{m^3}{s} \right]}{Q_h \left[\frac{m^3}{s} \right]}$$

Donde

Q_f : Caudal futuro en el tramo de río, en m³/s.

Q_h : Caudal histórico en el tramo de río, en m³/s.

Metodología de cálculo del indicador de exposición:

La exposición se determina usando la medición de caudal histórico en las estaciones de los tramos de río analizados, para lo cual se considera el periodo de 1980 a 2009, el cual luego es normalizado según el mayor caudal como se muestra a continuación:

$$E = \frac{\ln\left(Q_h \left[\frac{m^3}{s}\right]\right)}{\ln\left(\max\left(Q_h \left[\frac{m^3}{s}\right]\right)\right)}$$

Metodología de cálculo del indicador de sensibilidad:

Para el cálculo de la sensibilidad, se calcula primero el caudal ecológico en base a lo establecido en el Decreto N°14 del Ministerio de Medio Ambiente, en su actualización del año 2015 (Decreto 71), para los nuevos derechos en aquellos cauces donde no existe derechos con caudal ecológico mínimo. Es decir, el caudal ecológico por mes corresponde al mínimo valor entre el cincuenta por ciento del caudal con noventa y cinco por ciento de probabilidad de excedencia, para cada mes, o el veinte por ciento del caudal medio anual. Este caudal ecológico se obtiene para el periodo histórico de cada escenario de modelación (según el modelo de circulación general analizado).

Luego, se determinan los caudales de los ríos en escenarios futuros, los cuales fueron estimados utilizando las herramientas de modelación hidrológicas WEAP y MODFLOW. Estos utilizan, a su vez, información de las forzantes climáticas, las cuales deben ser estimadas en base a modelos generales de circulación.

Con esto, la sensibilidad estaría dada por el porcentaje de tiempo en que ese caudal es superado en escenarios futuros, siendo menor la sensibilidad mientras mayor sea el tiempo durante el cual se supera.

$$S = 1 - \text{tiempo } C.E. [\%]$$

Donde:

tiempo C.E.: corresponde al porcentaje (%) de tiempo en que se supera el caudal ecológico

Metodología de cálculo del indicador de capacidad de adaptación:

La capacidad de adaptación se determina a partir de la existencia de un caudal ecológico determinado administrativamente previo al otorgamiento de los derechos de aprovechamiento de agua (DAA), de manera de que se asegura que no existe un sobre otorgamiento de estos. El indicador se calcula como el porcentaje de DAA que fueron asignados con consideración de caudal ecológico (en L/s), con respecto del total asignado en los distintos puntos de captación de los tramos de río.

$$CA = \frac{DAA \text{ con } C.E. \left[\frac{m^3}{s}\right] \text{ Caudal otorgado considerando caudal ecológico}}{DAA \text{ totales} \left[\frac{m^3}{s}\right] \text{ Caudal total otorgado}}$$

Donde:

DAA con C.E.: caudal total asignado en los DAA considerando caudal ecológico, en m³/s.

DAA totales: caudal total asignado en los DAA, en m³/s.

Factor k:

Algunos miembros del equipo argumentaron que la capacidad adaptativa en caso de implementarse de forma correcta tiene un potencial medio de reducir el riesgo, no obstante, la amenaza de

reducción de caudales puede ser tal que no permita que se respete el caudal ecológico a pesar de estar considerado en la otorgación de estos. Por lo tanto, se le otorgó un valor de 0,5 al factor k (ver Tabla 5-26).

Tabla 5-26 Valor del factor k – Riesgo en la disponibilidad de agua superficial para fines ambientales

Factor	Valor
k	0,5

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

A continuación, se muestran las fuentes de datos propuestas para el cálculo de los indicadores.

Tabla 5-27 Fuente de información cálculo de indicadores– Riesgo en la disponibilidad de agua superficial para fines ambientales

Componente	Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Amenaza	Disminución de caudales	Modelos del PEGH (1)	Estudios puntuales	10 cuencas
Exposición	Caudales medios mensuales	DGA	Diaria	Nacional
Sensibilidad	Variables climáticas	Modelos del PEGH (1)	Estudios puntuales	10 cuencas
Capacidad de Adaptación	Derechos de aprovechamiento de aguas concedidos	DGA	Desconocida	Nacional

(1) PEGH: Plan Estratégico de Gestión Hídrica

Fuente: Elaboración propia

Resultados

En las Figura 5-24 y Figura 5-25 se presentan los mapas con los resultados de amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa, y los de riesgo con y sin adaptación y la diferencia porcentual entre ambos resultados de riesgo, respectivamente. En estos mapas se puede observar que la cuenca con mayor riesgo corresponde a la cuenca del río Limarí, la que además posee una baja capacidad adaptativa, por lo que su riesgo se reduce solo un 6% en promedio cuando se considera esta.

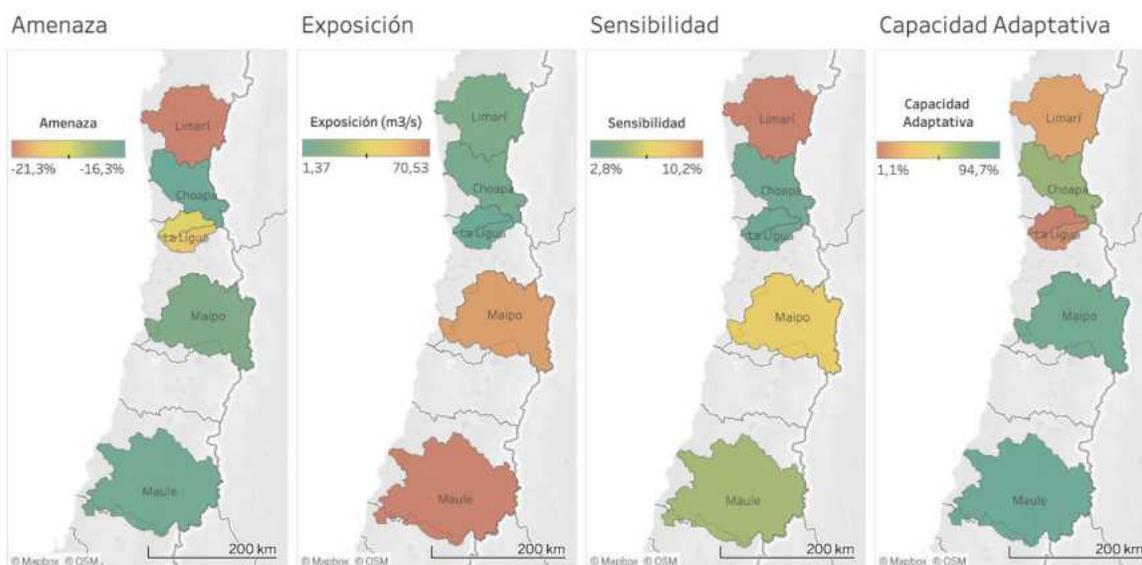


Figura 5-24 Mapas de amenaza (%), exposición (m³/s), sensibilidad (%) y capacidad adaptativa (%) a nivel de cuencas – Riesgo en la disponibilidad de agua superficial para fines ambientales.

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

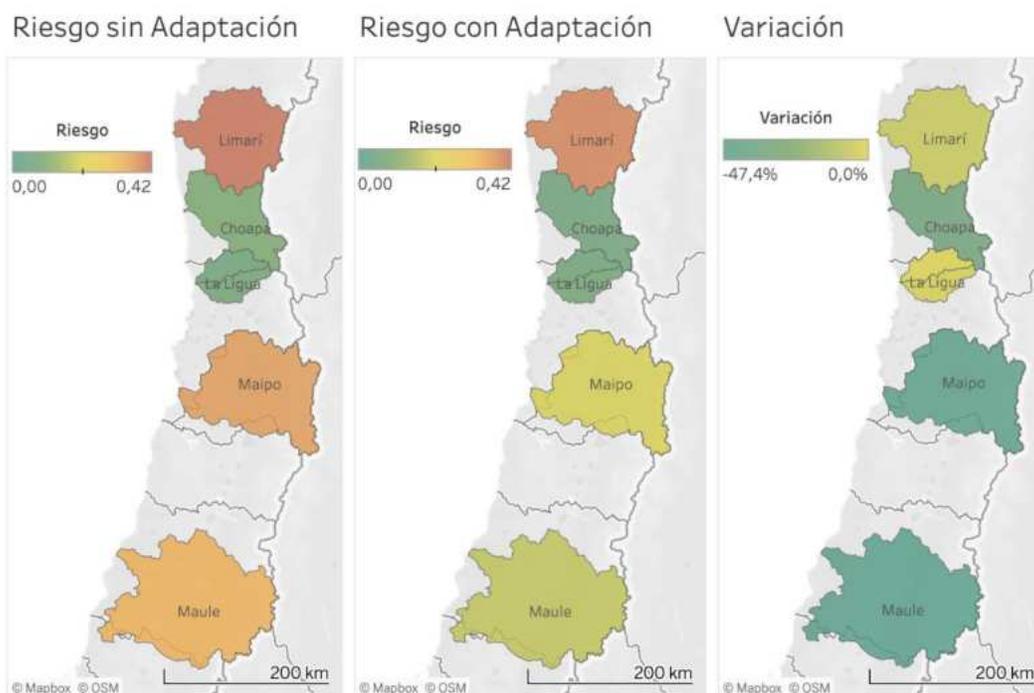


Figura 5-25 Mapas de riesgo con y sin capacidad adaptativa y la variación entre ambos – Riesgo en la disponibilidad de agua superficial para fines ambientales.

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

5.2.2 Energía

Cadena desarrollada:

Downtime de puertos de descarga de combustible.

Justificación de la cadena desarrollada:

En las mesas sectoriales de Energía, Minería y Zonas Costeras del taller se levantó la necesidad de considerar el impacto del cambio de las marejadas en el suministro energético, según los asistentes del taller esta es una problemática existente y se espera que se vea exacerbada frente al cambio climático.

La cadena existente que aborda el *downtime* de puertos se centra en puertos estatales que transfieren cualquier tipo de carga, por lo que se desarrolló la presente cadena de impacto para responder a la necesidad de los sectores respecto a la interrupción de la importación de combustibles.

Con el objetivo de determinar los puertos a considerar en esta cadena se revisaron las importaciones de combustibles que ingresan al país por vía marítima, fluvial y lacustre. Se seleccionaron aquellos puertos que importaron más de un 5% del total de los 5 energéticos considerados (petróleo crudo, gas natural licuado, gasolina vehículos terrestres, petróleo diésel y carbón bituminoso). Los 9 puertos que cumplieron con el criterio de selección pueden ser revisados en la Tabla 5-28, los 2 puertos estatales fueron desarrollados en ARClím y los 7 puertos privados fueron agregados en la consultoría.

Tabla 5-28 Puertos seleccionados para cadena de *Downtime* de puertos energéticos

Tipo puerto	Puerto	Energéticos
Estatal	Mejillones	Gas natural licuado, Petróleo diésel y Hulla
	San Vicente	Petróleo crudo, Gasolina vehículos terrestres, Petróleo diésel y Hulla
Privado	Talcahuano	Petróleo crudo y Petróleo diésel
	Tocopilla	Hulla
	Ventanas	Petróleo diésel y Hulla
	Caldera	Petróleo diésel
	Coronel	Hulla
	Huasco/ Guacolda	Hulla
	Quintero	Petróleo crudo, Gas natural licuado, Gasolina vehículos terrestres y Petróleo diésel

Fuente: Elaboración propia

Definición de la cadena desarrollada:

La Tabla 5-29 muestra la amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación, riesgo y agregación geográfica definidos para el desarrollo de la cadena.

Tabla 5-29 Ficha *Downtime* de puertos energéticos

Nombre de la cadena	<i>Downtime</i> de puertos energéticos
Amenaza	Cambio en el régimen del oleaje (marejadas), expresado en términos de probabilidad
Exposición	Cantidad de combustibles descargados en cada puerto, medidos según su contenido energético
Sensibilidad	Número de Horas de Cierre de Puerto 2008-2017 por condiciones de mar
Capacidad de adaptación	Capacidad de almacenamiento de combustibles líquidos, por macrozona
Riesgo	Aumento del <i>downtime</i> de naves mayores, calculado en la bocana de los puertos. Cierres de puertos generan impacto en la cadena logística energética
Agregación geográfica	9 puertos: 2 estatales y 7 privados

Fuente: Elaboración propia

Brechas de la cadena:

En el caso del indicador de capacidad de adaptación la capacidad de almacenamiento de combustibles representa el potencial de inventario de combustibles, el indicador también podría ser calculado a partir de los datos de inventario de combustibles para ilustrar la tendencia y cómo se cumplen los estándares de seguridad energética. Lo que podría ser calculado en un futuro a partir de los datos de la SEC.

También como se explicita en la definición del factor k , el indicador de capacidad de adaptación solo considera combustibles líquidos, por lo que será necesario ampliar el indicador a combustibles sólidos como el carbón bituminoso a partir de datos de la industria.

Metodología de cálculo del indicador de amenaza:

La amenaza se expresa como la probabilidad de excedencia del límite operacional¹⁵ por marejadas. Así, la amenaza calcula como el cambio en el régimen del oleaje (marejadas), expresado en términos de probabilidad. Donde 1 corresponde al puerto donde hay mayor aumento del *downtime* (empeoramiento operacional) y -1 al puerto donde hay reducción del *downtime* (mejora operacional).

Metodología de cálculo del indicador de exposición:

La exposición de cada puerto se calculó como la suma ponderada de las toneladas importadas de energético y su poder calorífico.

$$E_j = \sum_i TI_{ij}[\text{ton}] \cdot PC_i \left[\frac{\text{kWh}}{\text{ton}} \right]$$

Donde

i : Combustible.

j : Puerto.

TI_{ij} : Toneladas importadas del combustible i en el puerto j , en ton.

PC_i : Poder calorífico del combustible i , en kWh ton⁻¹.

¹⁵ Límite operacional de altura significativa del oleaje de 1.5 m, definido para faenas de atraque en base a recomendaciones internacionales y utilizado en ARClím para la cadena de *downtime* de puertos estatales (Winckler et al., 2020).



Para el cálculo del riesgo, el indicador fue normalizado por el mayor valor.

Metodología de cálculo del indicador de sensibilidad:

La sensibilidad fue calculada los días de cierre de puerto entre 2008 y 2017, a partir de los certificados de cierre de puerto.

Metodología de cálculo del indicador de capacidad de adaptación:

A partir de la reunión sectorial, se propuso desarrollar el indicador de capacidad de almacenamiento de combustibles, en base a lo estipulado por la Agencia Internacional de Energía (AIE), donde se establece el estándar de inventario de combustibles de al menos 90 días de importaciones netas para asegurar la disponibilidad energética. Por lo tanto, se calcula el indicador según el número de días de almacenamiento y si existe disponibilidad o no para contar con 90 días de almacenamiento.

Para esto, se utilizaron las capacidades de almacenamiento de combustibles líquidos disponibles en el “Informe de Análisis de Inventarios e Infraestructura de Combustibles”, desarrollado por Dictuc (2019) y las ventas anuales de combustibles disponibles en el “Informe Estadístico de combustibles Líquidos y Gas Licuado del Petróleo” de la Subsecretaría de Electricidad y Combustibles (SEC). Ambos se expresan en función de su contenido energético al ponderar la suma por el poder calorífico del combustible. La capacidad de almacenamiento se calculó respecto del estándar de inventario de 90 días y el consumo anual se calculó como valores diarios para compararlo con la capacidad de almacenamiento.

Se utilizó la capacidad de almacenamiento y no la energía almacenada, ya que no existen registros históricos del inventario disponible, solo semana a semana, además de que es un mejor reflejo de la capacidad de adaptación. Con todo lo anterior, el indicador se calculó según:

$$CA_j = \frac{\sum_i (CA_{lm_{ij}} [ton]) \cdot (PC_i \left[\frac{kWh}{ton} \right])}{\frac{\sum_i (Ventas_{ij} [ton]) \cdot (PC_i \left[\frac{kWh}{ton} \right])}{365 \text{ días}} \cdot 90 \text{ días}}$$

Donde

i: Combustible

j: Macrozona

$CA_{lm_{ij}}$: Capacidad de almacenamiento del combustible *i*, en ton, en la macrozona *j*

PC_i : Poder calorífico del combustible *i*, en kWh ton⁻¹.

$Ventas_{ij}$: Ventas del combustible *i*, en ton, en la macrozona *j*

Factor k:

En la reunión sectorial se planteó que un indicador de cantidad de combustible almacenado tendría un efecto alto sobre la capacidad de adaptación. Sin embargo, ya que solo se cuenta con datos para combustibles líquidos, siendo que la cadena también considera combustibles sólidos como la hulla, y que, además, no se utilizan los datos de inventario, sino que los de capacidad de almacenamiento, la que podría no ser utilizada, se estimó que la influencia es más bien media, por lo que se estableció un factor k de 0,5 (ver Tabla 5-30).

Tabla 5-30 Valor del factor k – Downtime de puertos energéticos

Factor	Valor
k	0,5

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 5-31 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Downtime de puertos energéticos

Componente	Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Amenaza	Cambio en el régimen del oleaje (marejadas)	ARClím	Estudio puntual	Nacional
Exposición	Carga importada de energéticos por puerto	Aduanas Chile	Semestral	Nacional
	Poder calorífico energéticos	Balance Nacional de Energía (BNE)	Anual	No aplica
Sensibilidad	Días de cierre de puertos	Certificados de cierre de puerto	Anual	Puertos con información disponible
Capacidad de Adaptación	Capacidad de almacenamiento de combustibles	DICTUC, en base a información de la industria	Estudio puntual	Puertos con información disponible
	Ventas anuales de combustibles	SEC	Anual	Todas las regiones
	Poder calorífico energéticos	BNE	Anual	No aplica

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

La Figura 5-26 muestra los mapas de amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa y la Figura 5-27, los mapas de riesgo con y sin considerar la capacidad adaptativa y la variación porcentual entre estos valores. Por razones de visualización, la información se muestra a nivel comunal. Para cada componente de la cadena de riesgo, el mapa muestra el promedio de los puertos dentro de la comuna.

Cabe destacar que la amenaza de las marejadas podría aumentar o disminuir según el lugar geográfico por lo que toma valores positivos y negativos, en consecuencia, los puertos de Mejillones, Talcahuano y Coronel reportan una disminución en el riesgo y se prevé que en estos disminuya el tiempo de *downtime* por disminución de marejadas. En estos puertos no se considera la capacidad de adaptación para el cálculo del riesgo, pues esta generaría que el riesgo aumentara por la formulación empleada para su cálculo.

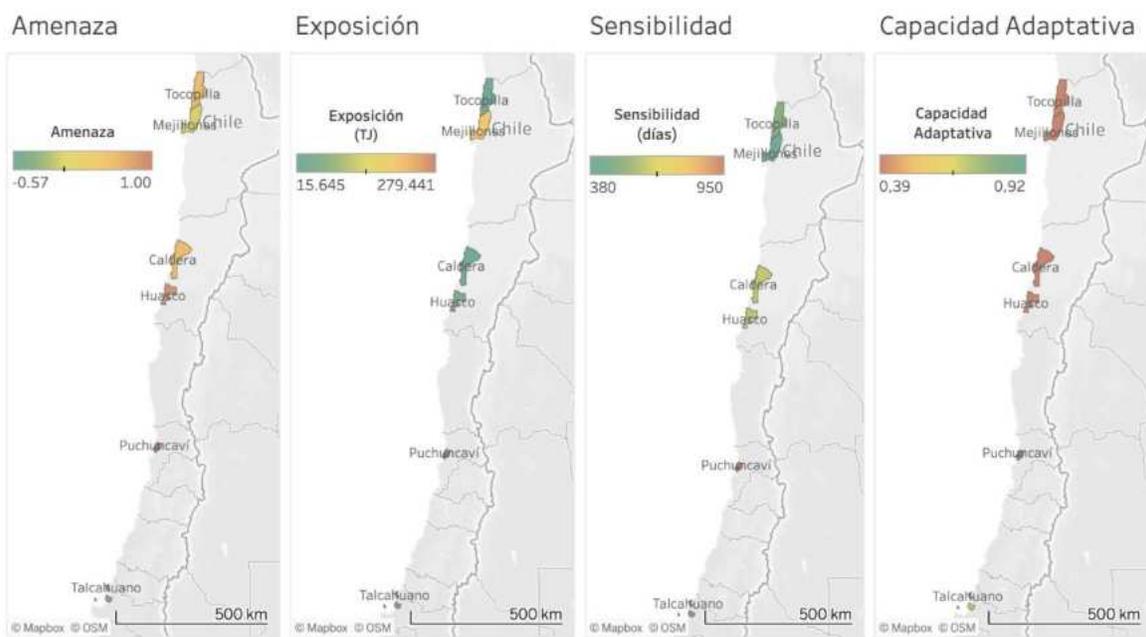


Figura 5-26 Mapas de amenaza, exposición (en TJ), sensibilidad (en días) y capacidad adaptativa a nivel comunal – Downtime de puertos energéticos

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

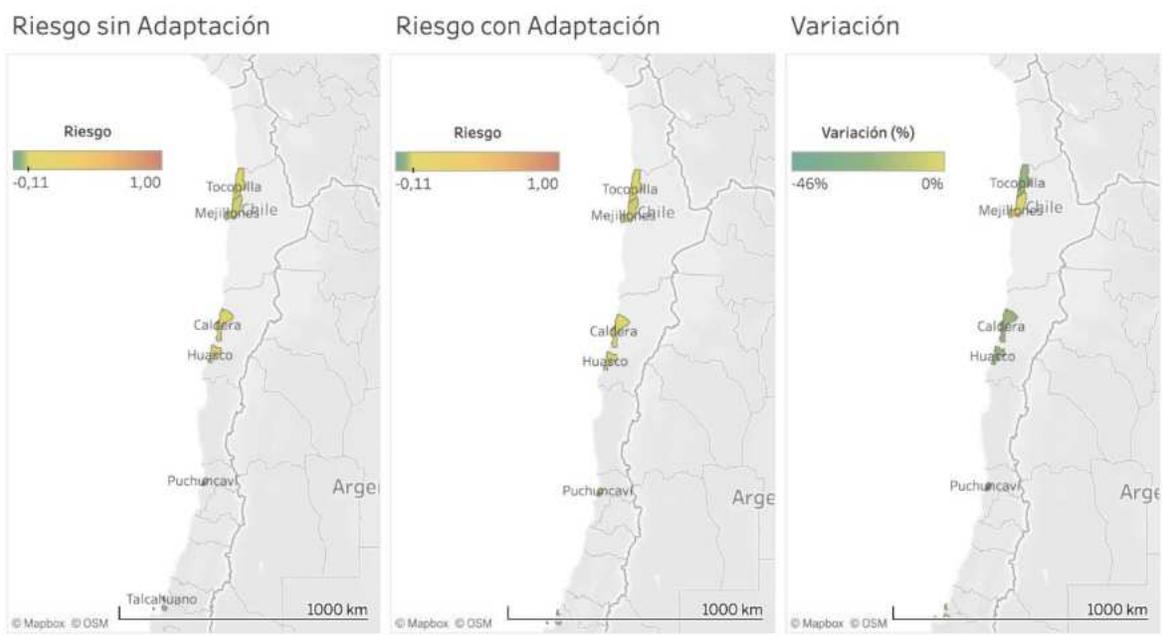


Figura 5-27 Mapas de riesgo con y sin considerar capacidad de adaptación y la variación porcentual antes y después de incorporar la capacidad adaptativa, nivel comunal – Downtime de puertos energéticos

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

5.2.3 Infraestructura

Cadena desarrollada:

Anegamiento costero de la red vial.

Justificación de la cadena seleccionada:

La adaptación de la red vial es fundamental para asegurar la conectividad segura entre destinos frente a las amenazas climáticas, importancia que fue validada en las mesas sectoriales de Ciudades y Asentamientos Humanos, Infraestructura y Minería del taller. Una parte significativa de la red vial se encuentra emplazada en zonas costeras bajas, por lo que es susceptible a diferentes amenazas climáticas, entre ellas el aumento del nivel del mar y las marejadas, razón por la cual la presente cadena considera el impacto en la red vial por esta amenaza.

Definición de la cadena desarrollada:

La Tabla 5-32 muestra la amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación, riesgo y agregación geográfica definidos para el desarrollo de la cadena.

Tabla 5-32 Ficha Anegamiento costero de la Red Vial

Nombre de la cadena	Anegamiento de la Red Vial
Amenaza	Aumento de las cotas de inundación costera por cambio proyectado en el nivel del mar y cambios en el <i>setup</i> del oleaje
Exposición	Tramos de infraestructura vial bajo los 10 msnm, por comuna
Sensibilidad	Tipo de infraestructura vial
Capacidad de adaptación	Distancia (km) y número de tramos desarrollados con criterios de diseño con consideraciones de cambio climático
Riesgo	Riesgo de anegamiento de la red vial por aumento de la cota de inundación
Agregación geográfica	106 comunas costeras. Compuestas por: 100 comunas continentales costeras, 2 comunas insulares y 4 comunas interiores pero que serían inundadas ante un alza del nivel del mar

Fuente: Elaboración propia

Brechas de la cadena:

Si bien la sensibilidad se aborda desde el tipo de infraestructura vial, esta podría abordarse desde la distancia de la vía respecto de la fuente de anegamiento (río, mar, entre otros). Esto ya que se considera que el tipo de infraestructura podría no ser un indicador adecuado para determinar la sensibilidad de una vía, sino que la distancia de esta al origen del desborde de agua.

Para el caso de la capacidad de adaptación se sugiere incluir indicadores relacionados con los impactos de las obras de drenaje u otras en los ecosistemas colindantes para evitar que el proceso de adaptación actúe en su desmedro.

Además, se recomienda desarrollar indicadores de criterios de redundancia y robustez de la red vial integral; la existencia de planes de contingencia que habiliten los desvíos ad hoc; los planes de gestión de tránsito diseñados para eventos extremos; el diseño de rutas de evacuación asociadas a las áreas de riesgo, abordable en los Estudios Fundados de Riesgo (IPT); entre otros. De manera general desde la Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA) se recomienda reforzar los indicadores de

desempeño de las redes de comunicación, física y digital y explorar metodologías que permitan abordar de mejor manera los impactos en la conectividad, accesibilidad y movilidad territorial.

Al igual que en la cadena de ARClím (ver Sección 5.1.3), desde el Ministerio de Obras Públicas se indica que los indicadores propuestos requieren refinación y deben ser construidos en un trabajo conjunto con el sector para representar la realidad del diseño y desarrollo de las obras, en línea con la estrategia sectorial.

Metodología de cálculo del indicador de amenaza:

Se consideraron los datos de cotas de inundación cada 5 km para toda la costa de Chile y se seleccionó la cota máxima para cada comuna. Finalmente, para la construcción del indicador de amenaza se normalizó por el mayor valor.

$$A = \max(\text{cota de inundación comunal})$$

Metodología de cálculo del indicador de exposición:

La exposición de la cadena se calcula como la suma de los tramos bajo 10 msnm, como se muestra a continuación:

$$E_j = \sum_i (\text{Cantidad de tramos}_{ij})$$

Donde

i : Tipo de infraestructura vial.

j : Comuna.

$\text{Cantidad de tramos}_{ij}$: Cantidad de tramos del tipo de infraestructura vial i bajo 10 msnm en la comuna j , en número de tramos.

Luego, para el cálculo del índice de exposición, el indicador fue normalizado por el logaritmo natural para disminuir la dispersión de los datos.

$$E_{norm} = \frac{\ln(E)}{\ln(\max(E))}$$

Metodología de cálculo del indicador de sensibilidad:

Para el cálculo del indicador de sensibilidad los tipos de infraestructura vial fueron clasificados según su sensibilidad y se les asignó un ponderador de sensibilidad (Tabla 5-33).

Tabla 5-33 Criterios de sensibilidad de la infraestructura vial

Clasificación	Muy Sensible	Medianamente sensible	Poco sensible
Tipo de infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Paso Bajo nivel • Escala • Huella • Pasaje • Peatonal • Sendero • Puente 	<ul style="list-style-type: none"> • Calle • Camino • Privado • Secundario • Sobre Nivel 	<ul style="list-style-type: none"> • Avenida • Carretera • Principal

Ponderador	1	0,6	0,2
------------	---	-----	-----

Fuente: Elaboración propia

Luego se calculó el promedio ponderado de los tramos por el factor de sensibilidad asignado como se muestra en la ecuación más abajo. Para el cálculo del índice, la suma fue normalizada por el mayor valor.

$$S_j = \frac{\sum_i (Ponderador_i \cdot Cantidad\ de\ tramos_{ij})}{\sum_i (Cantidad\ de\ tramos_{ij})}$$

Donde

i: Tipo de infraestructura vial.

j: Comuna.

Cantidad de tramos_{ij}: Cantidad de tramos del tipo de infraestructura vial *i* bajo 10 msnm en la comuna *j*, en número de tramos.

Ponderador_i: Ponderador de sensibilidad otorgado al tipo de infraestructura vial *i*.

Metodología de cálculo del indicador de capacidad de adaptación:

La adaptación de la infraestructura requiere la actualización de los criterios de diseño para incluir consideraciones de cambio climático que la hagan más resilientes. En el caso particular de la red vial, en el plan nacional de Kenia se proponen indicadores para monitorear el desarrollo de carreteras resilientes que ya no son consideradas vulnerables, incluido un indicador de los “km de la red vial existente y nueva (incluyendo puentes y alcantarillas) cuya vulnerabilidad a inundaciones, erosión fluvial y costera o deslizamientos en masa ha sido evaluada” (OECD, 2015).

El plan sectorial de los Infraestructura considera incluye la medida “Incorporación de cambios metodológicos en la etapa de diseño de obras de infraestructura asociadas a conectividad que se pueden ver afectadas por eventos extremos de origen hidrometeorológico”, la que incluye la infraestructura vial y aeroportuaria (MOP, 2017). Al momento de esta consultoría los criterios mencionados no han sido desarrollados, por lo que tampoco se han implementado a la infraestructura existente (MOP, 2020), sin embargo, se espera que a futuro estos criterios sean desarrollados. Por esta razón, el indicador calculado presenta valores nulos para cada comuna analizada. Dado que el desarrollo de los criterios está considerado en el plan de adaptación del sector Infraestructura, se espera que los datos sean desarrollados por el Ministerio de Obras Públicas.

Factor k:

De manera similar al indicador anterior, algunos miembros del equipo argumentaron que la correcta implementación de la capacidad de adaptación tiene un potencial medio de reducir el riesgo, sin embargo, otros miembros del equipo señalaron que, al tratarse de un indicador de implementación, no se tiene claridad que el desarrollo de esta infraestructura implique su correcta ejecución. La conjugación de ambas visiones resultó en un valor *k* de 0,4 (ver Tabla 5-34). A pesar de que para el indicador de capacidad de adaptación de la cadena existente en ARClím para el sector se modificó el valor del *k* luego de la reunión sectorial, debido a que infraestructura fluvial implementada con diseño que considera el cambio climático reduce significativamente el riesgo, no es tan claro que en

el caso de la infraestructura vial esto sea así, pues los criterios de diseño todavía no han sido desarrollados, por lo que se mantuvo el valor del factor k.

Tabla 5-34 Valor del factor k – Anegamiento costero de la Red Vial

Factor	Valor
k	0,4

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 5-35 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Anegamiento costero de la Red Vial

Componente	Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Amenaza	Aumento de la cota de inundación	ARClím	Estudio puntual	Nacional
Exposición	Tramos de infraestructura vial bajo 10 msnm	MMA (2019)	Estudio puntual	106 comunas costeras
Sensibilidad	Tipo de infraestructura vial	Dirección de Vialidad	Anual	Nacional
Capacidad de Adaptación	El desarrollo de criterios se contempla en el PSA – Servicios de Infraestructura	No aplica	No aplica	Nacional

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

No se cuenta con información reportada para el indicador de capacidad adaptativa, sin embargo, como fue mencionado previamente, el desarrollo de criterios de diseño que consideren el cambio climático está considerado en el plan sectorial de los Infraestructura (MOP, 2017), por lo que se espera que a futuro estos sean implementados y la información se encuentre disponible para monitorear y evaluar el proceso de la adaptación al cambio climático en el sector de Infraestructura.

La Figura 5-28 presenta los mapas, a escala comunal, de la amenaza, exposición sensibilidad y riesgo.

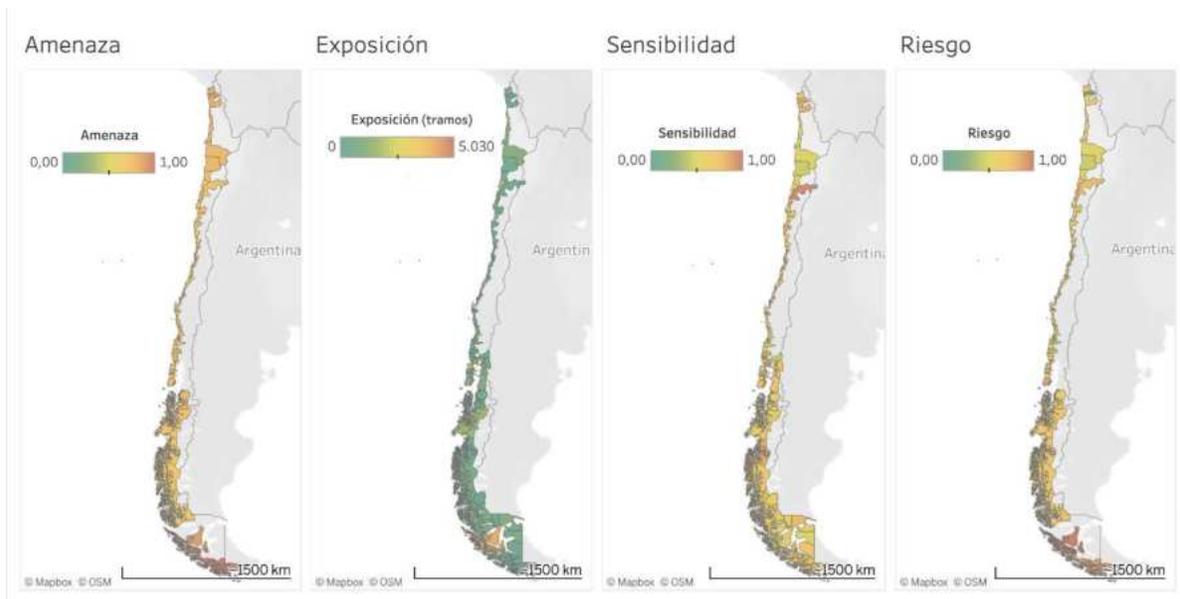


Figura 5-28 Mapas de amenaza, exposición (tramos), sensibilidad y riesgo a nivel comunal – Anegamiento de la Red Vial

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

5.2.4 Zonas Costeras

Cadena desarrollada:

Degradación de humedales costeros.

Justificación de la cadena seleccionada:

Debido a los múltiples servicios ecosistémicos que otorgan, los humedales costeros constituyen uno de los biotopos más relevantes del país. La fragilidad de estos sistemas frente a las presiones antrópicas y los cambios de las condiciones ambientales, en múltiples ocasiones ha sido mencionada la necesidad de contar con esta cadena. Al encontrarse emplazados en zonas costeras bajas, estos humedales se encuentran amenazados tanto por la anegación permanente debido a un incremento del nivel del mar, como a la alteración de la composición de su columna de agua por el aumento de ingreso de agua de mar asociado a eventos de marejadas.

Definición de la cadena desarrollada:

La Tabla 5-36 muestra la amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación, riesgo y agregación geográfica definidos para el desarrollo de la cadena.

Tabla 5-36 Ficha Degradación de humedales costeros

Nombre de la cadena	Degradación de humedales costeros
Amenaza	Aumento de las cotas de inundación costera por cambio proyectado en el nivel del mar y cambios en el <i>setup</i> del oleaje
Exposición	Superficie total de humedales costeros en la comuna
Sensibilidad	Tipo, ubicación y tamaño del humedal
Capacidad de adaptación	Humedal cuenta con una figura de protección (SNASPE, RENAMU, Ley de Humedales costeros)
Riesgo	Degradación de humedales costeros por efecto del aumento de las cotas de inundación
Agregación geográfica	1.724 humedales costeros

Fuente: Elaboración propia

Brechas de la cadena:

La amenaza considerada incluye únicamente componentes de oleaje y nivel del mar, no obstante, los humedales costeros son ecosistemas complejos que se verán afectados por la reducción del caudal incidente de las cuencas, por lo que este podría ser incluido a medida que los PEGH se vayan desarrollando y los caudales futuros sean proyectados.

Por otro lado, en la reunión sectorial se argumentó que el indicador de capacidad de adaptación considera únicamente la existencia de figuras de protección, lo que no indica la eficacia real de los instrumentos por lo que no se puede asegurar el efecto que las figuras de protección tendrían en la conservación de los humedales. Por lo que el indicador podría complementarse con indicadores de implementación de los instrumentos que den cuenta de los avances y estado de los humedales.

Metodología de cálculo del indicador de amenaza:

Se consideraron los datos de cotas de inundación cada 5 km para toda la costa de Chile y se seleccionó la cota máxima para cada comuna. Finalmente, para la construcción del indicador de amenaza se normalizó por el mayor valor.

$$A = \max (Cota \ de \ inundación_j)$$

Donde

j : Comuna.

$Cota \ de \ inundación_j$: Cota de inundación en la comuna j .

Metodología de cálculo del indicador de exposición:

La exposición para la cadena de humedales se consideró como el número de humedales por comuna, valor que fue normalizado para evitar que las comunas con menor cantidad de humedales se pierdan entre las comunas con mayor cantidad de humedales.

$$E_j = \sum_i Superficie \ de \ humedal_{ij}$$

Donde

i : Humedal.

j : Comuna.

$Superficie \ de \ humedal_{ij}$: Superficie del humedal i en la comuna j .

$$E_{j,norm} = \frac{\ln(E_j)}{\ln(\max(E))}$$

Debido a que en la zona de canales y fiordos no existe una delimitación de la línea litoral de pleamar, actualmente no es posible identificar la totalidad de humedales existentes en la zona austral del país (por ejemplo, las pozas intermareales).

Metodología de cálculo del índice de sensibilidad:

Por un lado, los tipos y ubicaciones de los humedales fueron clasificados según su sensibilidad y a cada uno se le otorgó una calificación de sensibilidad (Tabla 5-37).

Tabla 5-37 Criterios de sensibilidad de humedales

Clasificación	Muy sensible	Medianamente sensible	Poco sensible
Tipo de humedal	<ul style="list-style-type: none"> Charca estacional Criptohumedales Poza intermareal 	<ul style="list-style-type: none"> Artificial Estero Laguna Vega 	<ul style="list-style-type: none"> Estuario
Calificación de tipo de humedal	1	0,6	0,2
Ubicación del humedal	<ul style="list-style-type: none"> Urbano 	<ul style="list-style-type: none"> Rural 	<ul style="list-style-type: none"> A menos de 1 km de un límite urbano
Calificación de ubicación del humedal	1	0,5	0

Fuente: Elaboración propia

El índice de sensibilidad de cada humedal se calculó como el promedio de los dos índices, como se muestra abajo.

$$S_{ij} = \frac{\text{Índice Tipo}_i + \text{Índice Ubicación}_i}{2}$$

Donde

i : Humedal.

j : Comuna.

Índice Tipo_i : Índice de tipo del humedal i .

$\text{Índice Ubicación}_i$: Índice de ubicación del humedal i .

Finalmente, para cada comuna se calculó la sensibilidad como el promedio entre los índices de sensibilidad que pertenecen a ella.

$$S_j = \frac{\sum_i S_{ij}}{\text{Número de humedales}_j}$$



Donde

i : Humedal.

j : Comuna.

S_{ij} : Índice de sensibilidad del humedal i en la comuna j .

$Número\ de\ humedales_j$: Cantidad de humedales en la comuna j .

Metodología de cálculo del indicador de capacidad de adaptación:

Para el indicador de adaptación se otorgó un 1 si el humedal presenta una figura de protección y 0 en caso contrario.

$$CA_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si el humedal } i \text{ de la comuna } j \text{ tiene figura de protección} \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

Donde

i : Humedal.

j : Comuna.

Es relevante considerar un indicador que dé cuenta del estado o manejo de los humedales y de las figuras de protección, sin embargo, esta información no se encontraba disponible. Esta información debiese ser incluida cuando los datos se encuentren disponibles y sistematizados.

Factor k:

La discusión de definición del factor k se centró en la eficacia de las figuras de protección sobre la conservación de los humedales para evitar su degradación. Se argumentó que el indicador propuesto por sí solo no basta para asegurar el resguardo de los humedales, si no que se debiesen generar indicadores complementarios que monitoreen el estado o manejo de los humedales y las figuras de protección, como se mencionó más arriba. Por esta razón al factor k se le otorgó un valor de 0,2, como se puede ver en la Tabla 5-38. Durante la reunión sectorial, se destacó el hecho de que la figura de protección por sí sola ya entrega cierto nivel de protección, al menos contra impactos antropogénicos que pudiesen exacerbar los efectos del cambio climático; no obstante, ya que el indicador no incluye la existencia de planes de manejo y es muy difícil predecir el efecto de esta figura, se mantiene el valor de 0,2.

Tabla 5-38 Valor del factor k – Degradación de humedales costeros

Factor	Valor
k	0,2

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 5-39 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Degradación de humedales costeros

Componente	Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Amenaza	Aumento de la cota de inundación	ARClím	Estudio puntual	Nacional
Exposición	Superficie de humedales	MMA (2020)	Estudio puntual	Nacional
Sensibilidad	Tipo, ubicación y tamaño del humedal	MMA (2020)	Estudio puntual	Nacional
Capacidad de Adaptación	Existencia o no de figura de protección del humedal	CONAF, MMA	Sin información	Nacional

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

La Figura 5-29 muestra los valores del indicador de capacidad adaptativa para los 1.724 humedales considerados, se observa que solo un 3,7% posee figura de protección. Esta baja proporción levanta la necesidad de intensificar los esfuerzos para la protección de humedales, no solo en materias de adaptación, sino que para asegurar la conservación de los ecosistemas costeros y los servicios ecosistémicos asociados.

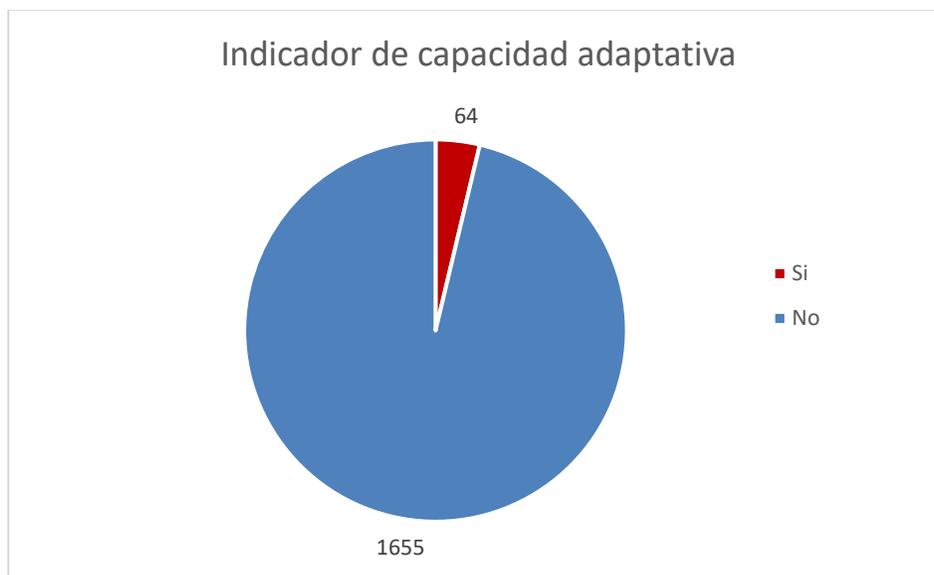


Figura 5-29 Existencia de figura de protección (si/no) – Degradación de humedales costeros

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

Además, la Figura 5-30 y Figura 5-31 resumen los mapas de los indicadores componentes de la cadena de riesgo de Degradación de humedales costeros y la variación en el riesgo tras la incorporación de la capacidad de adaptación. La capacidad de adaptación presenta bajos valores para gran parte de las comunas lo que se condice con la baja presencia de figuras de protección.

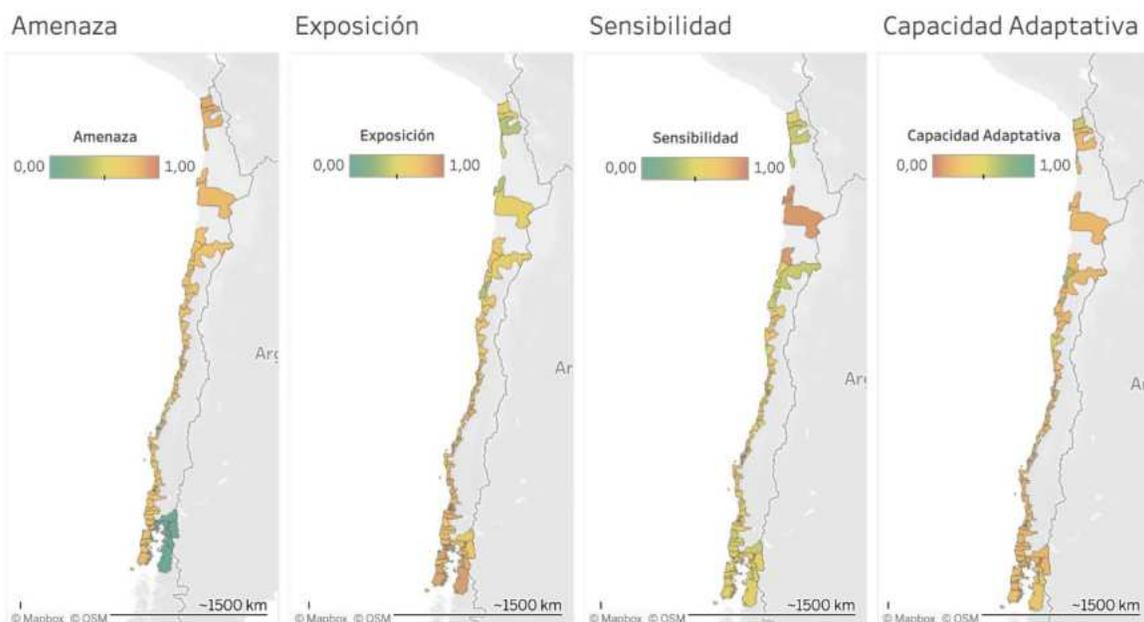


Figura 5-30 Mapas de amenaza, exposición (número humedales), sensibilidad y capacidad adaptativa a nivel comunal – Degradación de humedales costeros

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

La reducción del riesgo se concentra en la zona centro, sin embargo, en la zona centro sur será necesario fortalecer la protección de los humedales costeros. Se observa una reducción del riesgo de 14% en la comuna de Caldera para la cual se consideraron 5 humedales. En el caso de comunas con mayor cantidad de humedales se alcanzó una reducción del riesgo de 4% esto por dos razones principales, una exposición más elevada y una menor proporción de humedales costeros con figuras de protección.

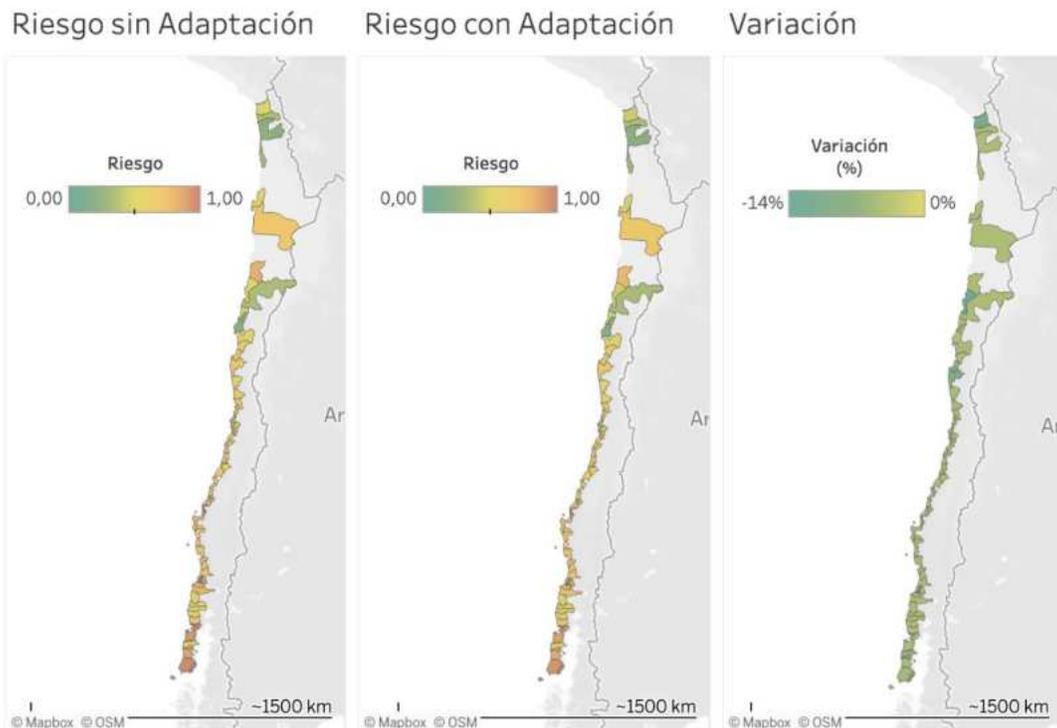


Figura 5-31 Mapas de riesgo antes y después de considerar la capacidad adaptativa y de variación en el riesgo (%) a nivel comunal – Degradación de humedales costeros

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

5.2.5 Silvoagropecuario

Cadena desarrollada: Cambio de productividad cultivo de vid cepa Chardonnay

Justificación de la cadena seleccionada:

Esta cadena fue desarrollada por el grupo de trabajo de agricultura de ARClím, con el objetivo de expandir el número de cultivos desarrollados para incluir un cultivo de alto valor, como son las viñas para vino. En particular, se escogió realizar la cadena de cambio de productividad para la cepa de vino Chardonnay, debido a la mayor disponibilidad de datos de esta.

Definición de la cadena desarrollada:

La Tabla 5-39 muestra la amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación, riesgo y agregación geográfica definidos para el desarrollo de la cadena.

Tabla 5-40 Ficha Cambio de productividad cultivo de vid cepa Chardonnay

Nombre de la cadena	Cambio de productividad cultivo de vid cepa Chardonnay
Amenaza	Promedio anual del cambio en el rendimiento de vid cepa Chardonnay (medido en kilogramos/hectárea)
Exposición	Hectáreas de cultivo de vid a nivel comunal
Sensibilidad	Índice de sensibilidad calculado según: <ul style="list-style-type: none"> - Índice de ruralidad - Índice de balance riego-secano - Índice de diversificación - Índice de embalses - Índice de las pequeñas y medianas explotaciones - Índice INDAP - Índice de infraestructura
Capacidad de adaptación	Índice de capacidad adaptativa construida según: <ul style="list-style-type: none"> - Número de maquinaria agrícola - Número de pozos - Número de instituciones/sedes que imparten formación técnico-profesional agrícola
Riesgo	Riesgo u oportunidad en la producción de vid cepa Chardonnay
Agregación geográfica	88 comunas

Fuente: Elaboración propia

Metodología de cálculo del indicador de amenaza:

Al igual que las otras cadenas de cultivos realizadas en ARClím, la amenaza se calculó determinando los rendimientos presentes y futuros del cultivo, utilizando un modelo de simulación que estima la fenología de los cultivos frutales y la capacidad de interceptar la radiación y transformarla en rendimiento productivo, utilizando información climática del periodo presente y futuro, proporcionada por la empresa Meteodata (para más información consultar Meza et al., 2020).

Una vez obtenida la productividad de cultivo presente y futura, la amenaza se calcula como el cambio de ambos rendimientos, como se muestra en la ecuación.

$$A_i = p_{f,i} - p_{p,i} \left[\frac{kg}{ha \text{ año}} \right]$$

Donde

$p_{f,i}$: productividad futura para la comuna i, en kg/ha/año.

$p_{p,i}$: productividad presente para la comuna i, en kg/ha/año.

Metodología de cálculo del indicador de exposición:

La exposición de la cadena se determinó en base a las hectáreas de cultivo por cada comuna reportadas en el Catastro Vitivinícola llevado a cabo por el Servicio Agrícola y Ganadero.

Metodología de cálculo del indicador de sensibilidad:

El índice de sensibilidad se construye en función de siete índices, los cuales se detallan a continuación:



- Índice PYMEX: Representa al número de pequeñas y medianas explotaciones¹⁶.
- Índice IRU: Representa la proporción de la población rural con respecto a la población urbana.
- Índice Diversificación: Representa la diversidad de cultivos que hay por comuna. Se consideraron frutales, hortalizas, cereales, leguminosas, tubérculos y cultivos industriales.
- Índice Embalses: Representa el número de embalses por comuna. Se consideraron los embalses cuyo uso incluyera: agua potable, generación energía y riego.
- Índice INDAP: Representa la proporción de número usuarios INDAP y el número de funcionarios INDAP a nivel regional.
- Índice Infraestructura: Representa el número de infraestructuras totales por comuna. Dentro del cálculo se consideró bodegas, cámaras de frío, invernaderos, establos, galpones, gallineros, pabellones, pozos, salas de ordeña, silos, terneras, tranques, oficinas, otros.
- Índice balance riego-secano: Representa la proporción de superficie cultivada en secano con respecto a la superficie cultivada bajo riego (INE, 2007).

El cálculo del índice de sensibilidad corresponde a la media aritmética de todos los índices anteriores, como se muestra en la ecuación a continuación.

$$S_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{j,i}$$

Donde

$x_{j,i}$: corresponde a los índices definidos previamente para la comuna i .

Para más información con respecto al cálculo de cada índice consultar Meza et al. (2020).

Metodología de cálculo del indicador de capacidad de adaptación:

El índice de capacidad adaptativa utilizado corresponde al mismo que el calculado en la Sección 5.1.5, el cual se calculó como el promedio de estos tres indicadores:

$$CA_{i,j} = \frac{1}{3} (I_i^{pozos} + I_i^{maquinaria} + I_j^{instituciones})$$

Factor k:

La discusión de la definición del valor k ponderó diferentes valoraciones de la capacidad de adaptación. Por un lado, se destacó la inclusión de aspectos que tuvieran relación con el acceso a recursos y conocimientos, no obstante, existen muchos otros factores que pueden ser determinantes de la capacidad de adaptación, por lo que el indicador por sí solo no asegura la reducción de la vulnerabilidad. En consecuencia, se asignó un valor de 0,2 al factor k (ver Tabla 5-41).

¹⁶ De acuerdo con la agrupación de explotaciones por tamaño propuesto por ODEPA, 2000.

Tabla 5-41 Valor del factor k – Pérdida de productividad cultivo de vid

Factor	Valor
k	0,2

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 5-42 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Pérdida de productividad cultivo de vid

Componente	Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Amenaza	- Propiedades de los suelos. - Series de tiempo variables meteorológicas	- CIREN - Meteodata	Estudio puntual	Nacional
Exposición	Hectáreas de suelo cultivado	SAG	Anual	12 regiones
Sensibilidad	- Número de explotaciones de menor tamaño - Población rural y urbana - Diversidad de cultivos - Número de embalses - Usuarios y funcionarios INDAP - Infraestructura - Superficie cultivada en riego y seco	- Censo Agropecuario (INE) (2007) - INE (2017) - Censo Agropecuario (INE) (2007) - DGA (2016) - INDAP (2019) - ODEPA (2007) - Censo Agropecuario (INE) (2007)	Frecuencia de actualización varía desde anual (ODEPA) a cada 15 años (Censo Agropecuario)	Nacional
Capacidad de Adaptación	- Número de pozos - Número de maquinaria - Número de instituciones/sedes agrícolas	- DGA (2020) - Censo Agropecuario (2007) - Levantamiento desde fuentes primarias	Frecuencia de actualización variable o desconocida	Nacional

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

La Figura 5-32 presenta los mapas, a escala comunal para las 88 comunas para las cuales se tiene datos, de la amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa y la Figura 5-33 los mapas de riesgo con y sin adaptación y la variación porcentual entre los resultados del riesgo con y sin adaptación.

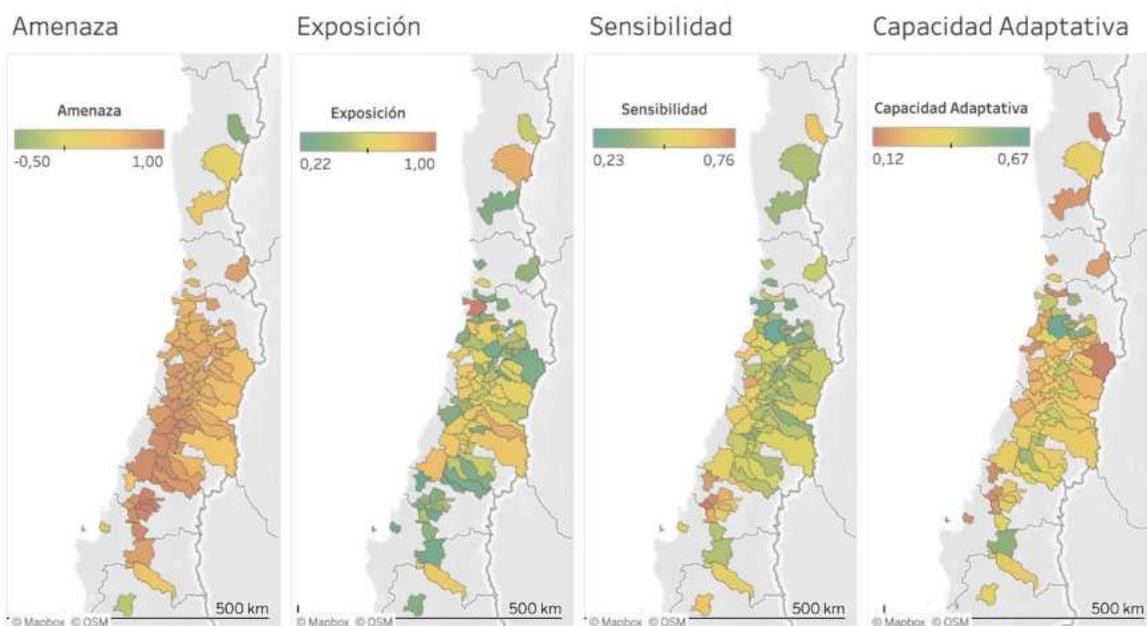


Figura 5-32 Mapas de amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y riesgo a nivel comunal – Cambio en la productividad de cultivo de vid cepa Chardonnay

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

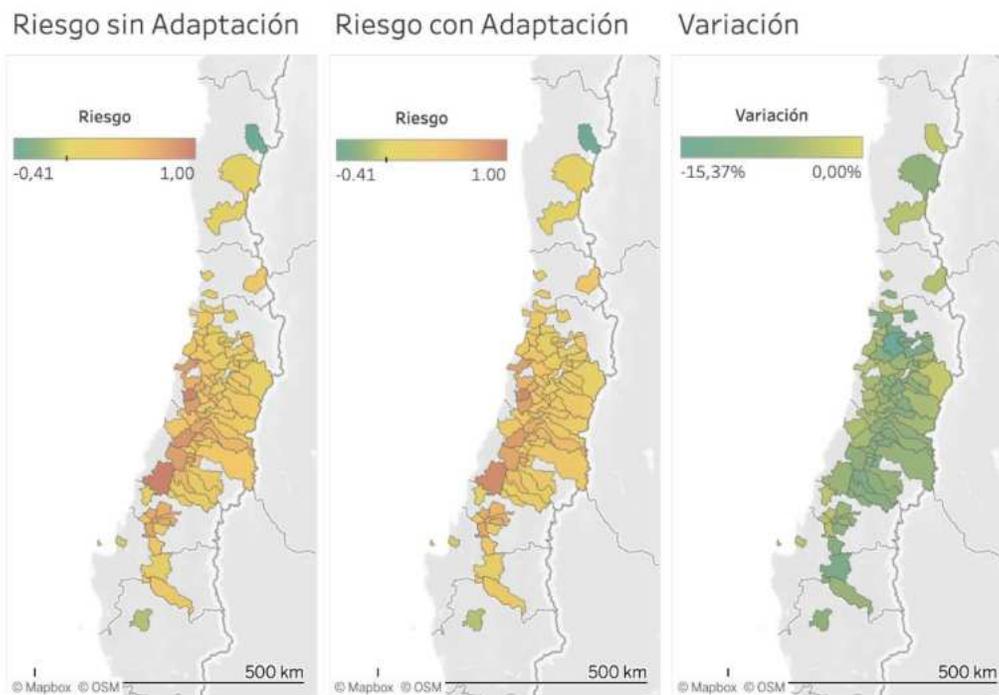


Figura 5-33 Mapas de amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y riesgo a nivel comunal – Cambio en la productividad de cultivo de vid cepa Chardonnay

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

5.2.6 Minería

Cadena desarrollada:

Impacto de la alta pluviometría en relaves mineros.

Justificación de la cadena seleccionada:

En un escenario futuro de alta pluviometría los depósitos de relave son especialmente susceptibles a la amenaza, provocando la falla de los depósitos o la contaminación de fuentes de agua (Mason et al., 2013), por lo que el análisis del impacto de la alta pluviometría en relaves mineros permitirá conocer los riesgos asociados.

Como fue mencionado en la Sección 4.2, las cadenas de minería de ARClím se encuentran en revisión y las cadenas no se encuentran publicadas, por lo que si bien esta cadena tiene cruces con la cadena de ARClím de condición de alta pluviometría presenta diferencias metodológicas que buscan presentar una propuesta diferente a la anteriormente desarrollada.

Definición de la cadena desarrollada:

La Tabla 5-43 muestra la amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación, riesgo y agregación geográfica definidos para el desarrollo de la cadena.

Tabla 5-43 Ficha Impacto de la alta pluviometría en relaves mineros

Nombre de la cadena	Impacto de la alta pluviometría en relaves mineros
Amenaza	Diferencia entre la máxima anual de precipitación diaria histórica (1980-2010) y proyectada (2035-2065)
Exposición	Toneladas de relave autorizadas por Sernageomin
Sensibilidad	Tipo de relaves y pendiente
Capacidad de adaptación	Estado de relaves, en particular por la existencia de planes de manejo
Riesgo	Impacto de la alta pluviometría en relaves mineros
Agregación geográfica	752 depósitos de relaves, en 67 comunas (relaves activos, inactivos y abandonados) según el catastro de relaves del Sernageomin

Fuente: Elaboración propia

Brechas de la cadena:

Con respecto al indicador de capacidad de adaptación, en el Plan Nacional de Depósitos de Relaves considera se considera la creación de un plan de adaptación al cambio climático para depósitos de relaves (Ministerio de Minería, 2019), dentro de lo que se incluyen criterios de cambio climático en los planes de manejo de los relaves, los que se espera sean incluidos en los planes futuros y existentes para reducir los riesgos asociados.

Por otro lado, el Decreto Supremo 248 establece un acuerdo para el traspaso de relaves abandonados a otros relaves por parte de empresas mineras (Ministerio de Minería, 2019), lo que reducirá la exposición de algunos depósitos de relaves y aumentará la de otros. Este programa deberá ser considerado en la actualización de la cadena.

Metodología de cálculo del indicador de amenaza:

La amenaza se determina con 18 modelos climáticos, para cada uno de ellos se calcula el p95 de la precipitación máxima diaria anual de la interpolación de los cuatro puntos más cercanos a la celda

en la que se encuentra ubicado el relave. La amenaza, futura y presente, se define como la mediana del p95 de los 18 modelos. Finalmente, el cambio en la amenaza se calcula como la diferencia entre la mediana futura (PP_{futura}) y presente ($PP_{presente}$).

$$A_i = PP_{futura,i} - PP_{presente,i}$$

Donde

i : Depósito de relave.

$PP_{futura,i}$: Precipitación futura en el depósito de relave i , en mm.

$PP_{presente,i}$: Precipitación presente en el depósito de relave i , en mm.

Para el cálculo del riesgo, el indicador se normaliza por el mayor valor.

Metodología de cálculo del indicador de exposición:

La exposición se considera como las toneladas autorizadas por Sernageomin para cada depósito de relaves, luego este valor se normaliza como el logaritmo natural de las toneladas aprobadas dividido por el logaritmo natural del mayor número de toneladas aprobadas.

$$E_i = \text{Toneladas aprobadas}_i$$

Donde

i : Depósito de relave.

$\text{Toneladas aprobadas}_i$: Toneladas aprobadas por Sernageomín en el depósito de relave i , en ton.

Metodología de cálculo del indicador de sensibilidad:

El índice de sensibilidad considera los tipos de depósitos de relaves y la pendiente de la instalación. Los tipos de relaves fueron clasificados según su sensibilidad y cada uno se le otorgó una calificación de sensibilidad (Tabla 5-44).

Tabla 5-44 Criterios de sensibilidad de los depósitos de relaves

Clasificación	Muy sensible	Medianamente sensible
Tipo de instalación	<ul style="list-style-type: none"> • DREIM • Embalse • Pretiles de relave • Tranque de relave 	<ul style="list-style-type: none"> • En pasta • Espesado • Filtrado
Calificación de tipo de instalación	1	0,5

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la pendiente esta fue obtenida de un modelo de elevación digital para las coordenadas reportadas de cada relave e incluida a la cadena en porcentaje (%).

Luego, para cada depósito de relave, se calculó el indicador de sensibilidad como el promedio entre la calificación del tipo de instalación y la pendiente, en porcentaje.

$$S_i = \frac{(\text{Calificación Tipo Instalación}_i) + (\text{Pendiente}_i(\%))}{2}$$

Donde

i : Depósito de relave.

Calificación Tipo Instalación: Calificación de tipo de instalación del depósito de relave i .

Pendiente_i: Pendiente del depósito de relave i , en %.

Metodología de cálculo del indicador de capacidad de adaptación:

Al igual que en otras cadenas relacionadas con infraestructura, la principal capacidad adaptativa guarda relación con la actualización de los criterios de diseño. Además, en el caso de depósitos de relaves activos e inactivos, estos presentan planes de manejo que requerirán actualizaciones para considerar la adaptación a los impactos del cambio climático.

Se cuenta con información del estado de los depósitos de relaves (abandonado, inactivo o activo), los que permitirían determinar el nivel de monitoreo que cada uno de estos tiene. Los depósitos abandonados no cuentan con responsable por lo que son más sensibles a las amenazas climáticas, los depósitos activos e inactivos cuentan con responsables y planes de manejo de manera que su sensibilidad es menor.

Por último, se incluye una cuarta categoría que se asocia a la condición de mayor capacidad de adaptación, esta corresponde a la existencia de criterios de cambio climático en los planes de manejo de los depósitos de relaves. El Plan Nacional de Depósitos de Relaves considera la creación de un plan de adaptación al cambio climático en materia de depósitos de relaves (Ministerio de Minería, 2019), en el cual se espera que se desarrollen criterios de manejo de depósitos de relaves que consideren el cambio en la intensidad de las lluvias. Además, se busca formalizar el Catastro Nacional de Relaves, oportunidad que permitiría incluir en él la aplicación de los criterios desarrollados en los planes de manejo para sistematizar la información y facilitar el monitoreo de la adaptación. Al momento, no se cuenta con valores para esta clasificación, sin embargo, se espera que con el trabajo del sector esta sea desarrollada, sistematizada e incluida en el indicador.

Tabla 5-45 Criterios de capacidad de adaptación de los depósitos de relaves

Clasificación	Baja capacidad de adaptación	Media capacidad de adaptación	Media alta capacidad de adaptación	Alta Capacidad de Adaptación
Estado instalación	Abandonado	Inactivo	Activo	Plan de manejo incluye criterios de cambio climático, en particular sobre lluvias extremas
Calificación de estado de instalación	0	0,4	0,6	1

Fuente: Elaboración propia

$$CA_i = \begin{cases} 0 & \text{si el depósito de relave } i \text{ está abandonado} \\ 0,4 & \text{si el depósito de relave } i \text{ está inactivo} \\ 0,6 & \text{si el depósito de relave } i \text{ está activo} \\ 1 & \text{si el depósito de relave } i \text{ tiene plan de manejo con criterios de cambio climático} \end{cases}$$

Donde

i : Depósito de relave i .

Factor k:

Hubo consenso dentro del equipo consultor en la definición de factor k, considerando que los planes de manejo tienen un gran potencial en la disminución del riesgo, sin embargo, sin un control del cumplimiento del plan de manejo, la relación se torna difusa. Adicionalmente la ausencia de consideraciones de cambio climático, especialmente las orientadas a eventos de alta pluviometría, no asegura que los planes de manejo sean capaces de enfrentarse a la amenaza. Por estas razones al factor k se le otorgó un valor de 0,4 como se puede ver en la Tabla 5-46.

Tabla 5-46 Valor del factor k – Impacto de la alta pluviometría en relaves mineros

Factor	Valor
k	0,4

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 5-47 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Impacto de la alta pluviometría en relaves mineros

Componente	Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Amenaza	Precipitación máxima diaria histórica y proyectada	ARClím	Estudio puntual	Nacional
Exposición	Toneladas aprobadas de relave	Sernageomin – Catastro de depósitos de Relaves en Chile	Anual	Nacional
Sensibilidad	Tipo de depósito de relave	Modelo de elevación digital SRTM	No aplica	No aplica
	Pendiente			
Capacidad de Adaptación	Estado de depósito de relaves. Criterios de cambio climático, en particular sobre lluvias extremas en Planes de manejo	Sernageomin – Catastro de depósitos de Relaves en Chile	Anual	Nacional

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

Es necesario adaptar tanto los criterios de diseño como los de los planes de manejo de depósitos de relaves con consideraciones de cambio climático que permitan adaptar al sector a los impactos del aumento de la pluviometría. Cabe destacar que durante el taller se levantó la preocupación del impacto de la amenaza en depósitos de relave abandonados, debido a que no cuentan con responsable, ni plan de manejo.

Además, la Figura 5-34 y Figura 5-35 resumen los mapas de los indicadores componentes de la cadena de riesgo y la variación en el riesgo tras la incorporación de la capacidad de adaptación. La cadena fue calculada para 757 depósitos de relaves en 67 comunas, por razones de visualización, la información se muestra a nivel comunal. Para cada componente de la cadena de riesgo, el mapa muestra el promedio de los relaves dentro de la comuna.

Los mapas indican que el principal desafío de la reducción del riesgo radica en el manejo de los relaves abandonados. Será necesario desarrollar planes de manejo con consideraciones de cambio climático para mejorar el indicador de adaptación y en consecuencia la reducción de la vulnerabilidad y el riesgo. La principal reducción del riesgo se concentra en la zona centro, alcanzando un 24%.

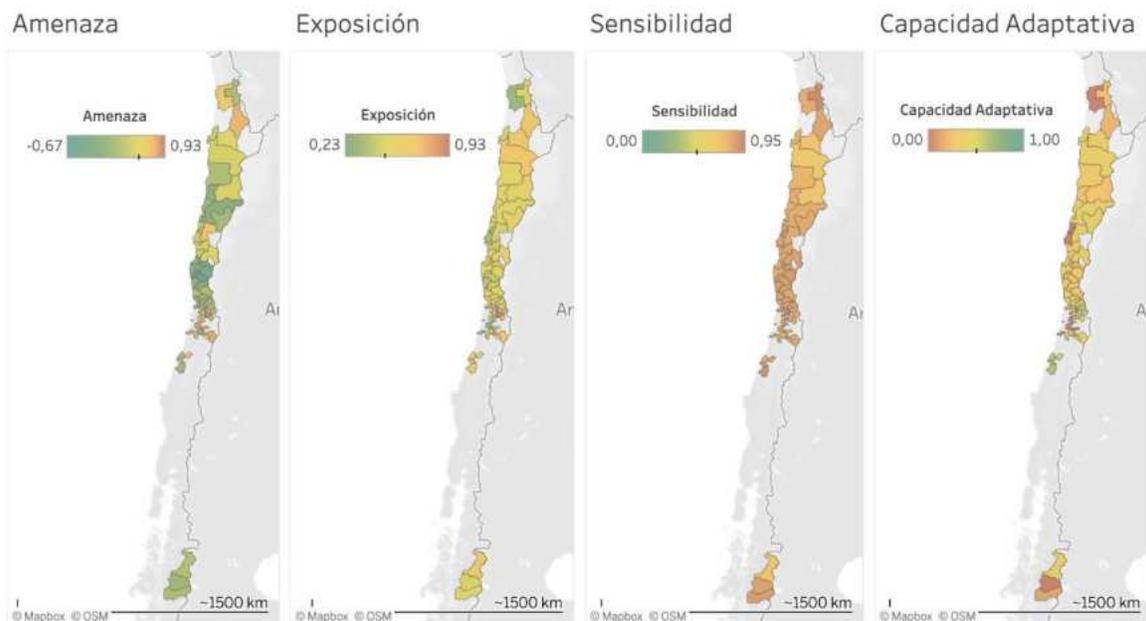


Figura 5-34 Mapas de amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa a nivel comunal – Impacto de la alta pluviometría en relaves mineros

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

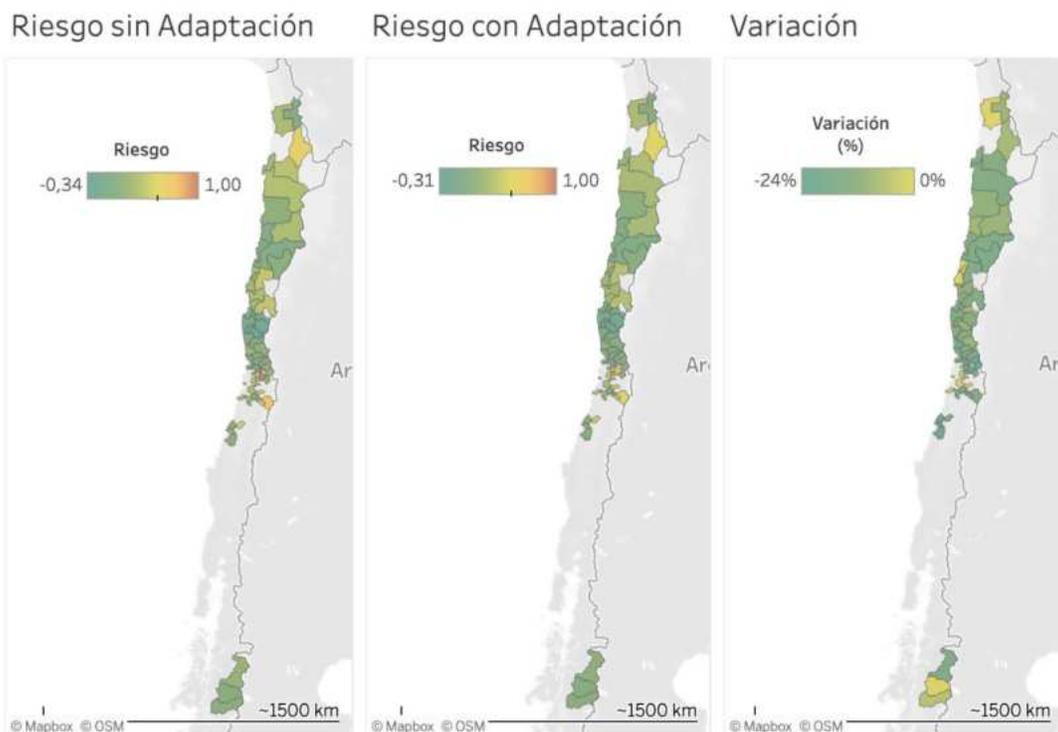


Figura 5-35 Mapas de riesgo antes y después de considerar la capacidad adaptativa y de variación en el riesgo (%) a nivel comunal – Impacto de la alta pluviometría en relaves mineros

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

5.2.7 Pesca y Acuicultura

Cadena propuesta: Reducción de las praderas de algas

Justificación de la cadena seleccionada:

En base a la información recogida en el taller y en las reuniones de trabajo, se pudo evidenciar una brecha en el conocimiento de las amenazas que afectan al recurso pesquero, ya que los impactos reales del cambio climático sobre el mar son muy complejos de modelar debido a la gran cantidad de fenómenos oceanográficos que están implicados, además de que los recursos no son divisibles por regiones y países, lo que dificulta aún más la modelación.

Entre las amenazas que se creen más relevantes sobre el sector se encuentra el cambio en la temperatura media del mar, para cuya predicción actualmente se usan modelos continentales, los cuales han obtenido resultados que no coinciden con los cambios observados, lo que demuestra que se requiere de modelos más específicos, que permitan luego prever los impactos sobre los organismos marinos. En consecuencia, se propone la cadena de impacto de reducción de las praderas de algas, la que se calcula en primera instancia utilizando como amenaza el cambio en la temperatura del aire, los que luego deberán actualizarse con los datos de cambio en la temperatura del mar para lo que se deben destinar esfuerzos especializados que permitan su cálculo a futuro.

Definición de la cadena desarrollada:

En la Tabla 5-48, se muestra la amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación, riesgo y agregación geográfica propuestas para el desarrollo de la cadena.

Tabla 5-48 Ficha Reducción de las praderas de algas

Nombre de la cadena	Reducción de las praderas de algas
Amenaza	Cambios en la temperatura del mar favoreciendo proliferación de plagas que afectan a las algas (Se utiliza el cambio en la temperatura superficial como aproximación)
Exposición	Desembarque de algas (ton)
Sensibilidad	La sensibilidad se compone de los siguientes indicadores: <ul style="list-style-type: none"> - Número de pescadores inscritos por caleta - Riqueza específica de los desembarques - Concentración de la actividad pesquera
Capacidad de adaptación	Existencia de AMERB
Riesgo	Riesgo en la abundancia del recurso alga
Agregación geográfica	Por caleta

Fuente: Elaboración propia

Brechas de la cadena:

Actualmente, se está llevando a cabo un estudio sobre el impacto del cambio climático sobre las praderas de algas, cuyos resultados pudiesen ser útiles para mejorar los distintos componentes de la cadena de impacto, en particular en el caso de la sensibilidad, donde se espera poder mejorar el análisis incorporando más información, dicho estudio se espera sea publicado durante el presente año. En base a lo señalado por el grupo de trabajo, este mantendrá el cálculo de la amenaza en base a modelos de temperatura del aire, para incorporar el factor de desecación de las algas, entre otros relevantes, sin embargo, se espera que en el largo plazo se pueda complementar este considerando los cambios en la temperatura del mar.

Adicionalmente, también se deben tener en cuenta para esta cadena las brechas expuestas en la sección 5.1.7, especialmente con respecto a la incorporación de un indicador de plan de manejo a la capacidad adaptativa, puesto que en muchas zonas del país la actividad pesquera de algas se realiza mayoritariamente en áreas de libre acceso y no de AMERB.

Metodología de cálculo del indicador de amenaza:

La amenaza se obtuvo a partir de los mapas de amenaza disponibles en ARClím, donde se utilizó el cambio en la temperatura promedio del aire en las caletas analizadas.

Metodología de cálculo del indicador de exposición:

La exposición se calculó a partir de las toneladas de biomasa de algas desembarcadas por caleta, normalizado por el logaritmo del mayor valor.

$$E = \frac{\text{Biomasa de algas desembarcada por caleta}}{\ln(\max(\text{biomasa desembarcada caleta}))}$$

Metodología de cálculo del indicador de sensibilidad:

El índice de sensibilidad considera tres indicadores: Número de pescadores, el cual corresponde a un indicador de la presión de pesca sobre el recurso; la riqueza de recursos, que corresponde al

número de recursos explotados; y a la concentración del desembarque, es decir, si este se reparte de forma equitativa entre los recursos. Para cada uno de estos indicadores, los valores asignados se muestran en la tabla a continuación (Tabla 5-44).

Tabla 5-49 Criterios de sensibilidad - Reducción de las praderas de algas

Indicador	Baja sensibilidad: Indicador ≤ 0,2	Sensibilidad media: 0,2 < indicador ≤ 0,5	Sensibilidad alta a muy alta: 0,5 < indicador ≤ 1
Número de pescadores (S ₁)	< 200 pescadores/ton de recurso	200 – 400 pescadores/ton de recurso	>800 pescadores/ ton de recurso
Diversidad de recursos (S ₂)	Número de recursos > 10	Número de recursos entre 4 y 10	<3 recursos explotados
Concentración del desembarque en pocos recursos (índice de Hirshman-Herfindahl) (S ₂)	El desembarque se reparte equitativamente entre los recursos	El desembarque se concentra en la mitad de los recursos	El desembarque se concentra en una o en dos especies

Fuente: Elaboración propia a partir de (Cubillos et al., 2020)

Para el cálculo del indicador final, se promedian los resultados de los tres indicadores anteriores:

$$S = \frac{1}{3}(S_1 + S_2 + S_3)$$

Metodología de cálculo del indicador de capacidad adaptativa:

El cálculo del indicador se realiza según la existencia de AMERB, como se muestra a continuación:

$$CA = \begin{cases} 1 & \text{si la caleta posee AMERB} \\ 0 & \text{si no posee AMERB} \end{cases}$$

Factor k:

En la definición del factor k, se consideró como relevante la existencia de AMERB para la buena administración del recurso, sin embargo, también se considera que este indicador solo tiene una capacidad media de disminuir el riesgo, ya que no consideran si se realiza una gestión adecuada de las AMERB, entre otros aspectos que no pueden ser capturados por indicadores binarios. En consecuencia, se le asignó un valor de 0,3 al factor k (ver Tabla 5-13).

Tabla 5-50 Valor del factor k – Reducción de las praderas de algas

Factor	Valor
k	0,3

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 5-51 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Reducción de las praderas de algas

Componente	Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Amenaza	Cambio proyectado en la temperatura del aire	ARClim	Estudio puntual	Nacional
Exposición	Biomasa de algas desembarcadas	SERNAPESCA (1)	Anual	Nacional
Sensibilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Número de pescadores inscritos por caleta - Riqueza específica de los desembarques - Concentración de la actividad pesquera 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro Pesquero Artesanal (SERNAPESCA (1)) - Estadísticas de desembarque (SERNAPESCA (1)) 	Anual	Nacional
Capacidad de Adaptación	Presencia de AMERB	SUBPESCA	Mensual	Nacional

(1) SERNAPESCA: Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

Las Figura 5-36 y Figura 5-37 muestran los mapas de amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y riesgo de la cadena, este último primero sin capacidad adaptativa y luego con, para luego mostrar también la variación porcentual entre ambos. Por razones de visualización, la información se muestra a nivel comunal, para cada componente de la cadena de riesgo, el mapa muestra el promedio de las caletas dentro de la comuna.

Dado el valor asignado del k, se puede observar hasta un 30% de reducción del riesgo en las comunas con mayor número de AMERB.

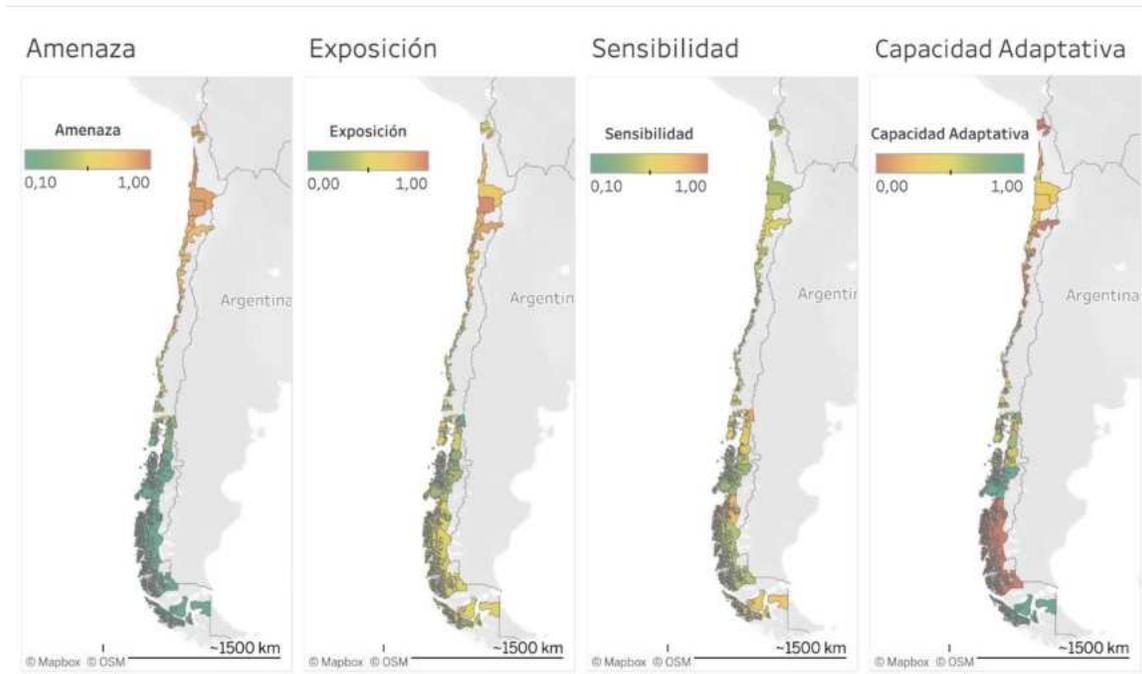


Figura 5-36 Mapas de amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa a nivel comunal – Reducción de las praderas de algas

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

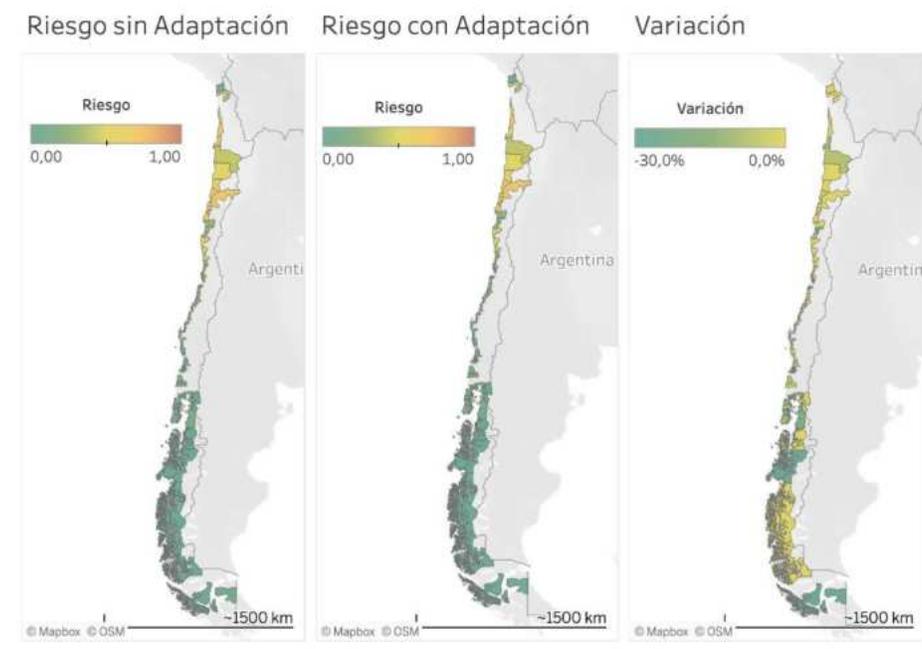


Figura 5-37 Mapas de riesgo con y sin adaptación y variación entre ambos resultados a nivel comunal – Reducción de las praderas de algas

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

5.2.8 Turismo

Cadena desarrollada:

Pérdida de turismo en destinos de sol y playa por aumento de marejadas.

Justificación de la cadena seleccionada:

Esta cadena tiene como objetivo complementar el trabajo realizado en ARClím para los destinos de sol y playa sumando una nueva amenaza, las marejadas, las cuales fueron mencionadas durante la realización del taller tanto por problemas de pérdida de turismo como por posibles riesgos hacia los visitantes del lugar.

Definición de la cadena desarrollada:

La Tabla 5-52 muestra la amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación, riesgo y agregación geográfica definidos para el desarrollo de la cadena.

Tabla 5-52 Pérdida de atractivo turístico en destinos de sol y playa por marejadas

Nombre de la cadena	Pérdida de atractivo turístico en destinos de sol y playa por marejadas
Amenaza	Aumento de las cotas de inundación costera por cambio proyectado en el nivel del mar y cambios en el <i>setup</i> del oleaje.
Exposición	Demanda actual en temporada alta en los destinos de sol y playa
Sensibilidad	Promedio de dos indicadores: <ul style="list-style-type: none"> - Diferencia porcentual de la demanda en temporada alta y baja - Proporción de playas no aptas para el baño en la comuna
Capacidad de adaptación	Presencia de otros destinos turísticos en la región, distintos al tipo litoral
Riesgo	Riesgo en el atractivo turístico de destinos de sol y playa por marejadas
Agregación geográfica	27 comunas continentales costeras

Fuente: Elaboración propia

Brechas de la cadena:

Además de las consideraciones con respecto a la escala espacial con la cual se calcula el indicador de capacidad de adaptación (ver sección 5.1.8), durante la reunión sectorial, se destacó también la presencia de infraestructura costera que permitiera proteger de las marejadas a instalaciones turísticas del sector como un aspecto relevante a considerar dentro de la capacidad de adaptación para futuros cálculos del indicador. No obstante, también se destacó que ciertas obras de abrigo pueden aumentar la erosión, por lo que se debe tener esto en consideración para evitar la mala adaptación. Por otro lado, se recalcó la importancia de trabajar en que las cadenas de impacto se aplicaran al nivel más local posible, ya sea por Zona de Interés Turístico (ZOIT), destino o tipo de turismo.

Metodología de cálculo del indicador de amenaza:

Se consideraron los datos de cotas de inundación cada 5 km para toda la costa de Chile y se seleccionó la cota máxima para cada comuna. Finalmente, para la construcción del indicador de amenaza se normalizó por el mayor valor.

$$A_i = \frac{cota\ max_i [m]}{\max (cota\ max_1, \dots, cota\ max_i) [m]}$$



Donde

i : comuna.

$cota\ max_i$: máxima cota de inundación de las costas de la comuna i , en metros.

Metodología de cálculo del indicador de exposición:

La exposición de la cadena fue calculada por el grupo de trabajo de Costas de ARClím, que utilizó las estadísticas de llegadas de pasajeros a establecimientos de alojamiento turístico según destino turístico (serie 2014-2018) para establecer la demanda en temporada alta, en base a un supuesto en el que se establece qué porcentaje de estas llegadas eran motivadas para ir a las playas. Para más información consultar Gibbs & Meza (2020).

Dado que en ARClím este indicador fue calculado a nivel de playas y para esta cadena se requiere el valor a nivel de comunas, el indicador corresponde al promedio de la exposición de todas las playas presentes en la comuna.

Metodología de cálculo del indicador de sensibilidad:

Para el cálculo de la sensibilidad se calcularon dos indicadores, los que se explican a continuación:

- I. Diferencia porcentual de demanda en temporada alta y baja (S_1): Este indicador muestra la dependencia de la comuna al atractivo asociado a la visita a las playas, al representar la propensión a perder turistas debido a no poder usar las playas producto de las marejadas. El cálculo consiste en la diferencia porcentual entre el promedio de llegadas mensuales a los destinos turísticos en temporada baja (junio a septiembre) con respecto a la temporada alta (enero y febrero).

$$S_1^1 = \frac{Demanda\ t.\ alta_i - Demanda\ t.\ baja_i}{Demanda\ t.\ alta_i}$$

Donde

$Demanda\ t.\ alta_i$: Corresponde al promedio mensual de la demanda en temporada alta en la comuna i , según número de pasajeros.

$Demanda\ t.\ baja_i$: Corresponde al promedio mensual de la demanda en temporada baja en la comuna i , según número de pasajeros.

- I. Proporción de playas no aptas para el baño en la comuna S_2 : Este indicador hace alusión a la tendencia que tienen las playas de la comuna a verse afectadas por las marejadas y no estar disponibles para uso turístico debido a estas. Además, representa la posibilidad de los turistas a ir a otras playas de la comuna, en caso de no poder hacer uso de una de estas por aumento en el oleaje. El cálculo del indicador se realizó determinando la proporción de playas no aptas para el baño del total de playas de la comuna.

$$S_2^2 = \frac{Playas\ no\ aptas_i}{Total\ playas_i}$$

Donde

$Playas\ no\ aptas_i$: Número playas no aptas para el baño de la comuna i .

$Total\ playas_i$: Número total playas en la comuna i .



El cálculo de la sensibilidad se realizó promediando ambos indicadores:

$$S_i = \frac{1}{2}(S_i^1 + S_i^2)$$

Metodología de cálculo del indicador de capacidad de adaptación:

El indicador se definió como la fracción de destinos turísticos distintos al tipo “litoral” (por ej. De naturaleza) del total de destinos turísticos de la región (un indicador por región), para esto se consideraron los 89 destinos turísticos definidos por SERNATUR. Cabe destacar que los destinos turísticos con dos o más tipologías fueron contados según el número de estas que posee, por ejemplo, si la tipología de un destino es “rural y de naturaleza”, este fue considerado dos veces para el cálculo del total.

$$CA_{j,i} = \frac{\text{Diversidad destinos}_j}{\text{Total destinos}_j}$$

Donde

j: región a la cual pertenece la comuna *i*.

Diversidad destinos_j: N° destinos turísticos con tipologías distintas al tipo "litoral", en la región *i*.

Total destinos_j: N° total tipologías destinos turísticos, en la región *i*.

Factor k:

En general, hubo concordancia entre los miembros del equipo en que la capacidad de adaptación tiene una influencia media en el riesgo. No obstante, también se argumentó que dada la forma en que está calculado el indicador -por región y no por comuna, como se propone debería realizarse en caso de contar con los datos-, la relevancia de este disminuye, por lo que se le otorgó finalmente un valor de 0,4 al factor k (ver Tabla 5-53), valor que fue aceptado en la realización de la reunión sectorial.

Tabla 5-53 Valor del factor k – Pérdida de turismo de sol y playa por marejadas

Factor	Valor
k	0,4

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 5-54 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Pérdida de turismo de sol y playa por marejadas

Componente	Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Amenaza	Aumento de la cota de inundación	ARClim.	Estudio puntual	Nacional
Exposición	Estimación demanda en temporada alta	SERNATUR a través de ARClim	Anual	Todas las regiones
Sensibilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Demanda en temporada alta y baja - Proporción de playas no aptas para el baño 	<ul style="list-style-type: none"> - SERNATUR - Dirección general del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR) 	<ul style="list-style-type: none"> - Anual - Anual 	<ul style="list-style-type: none"> - Todas las regiones - 678 playas
Capacidad de Adaptación	Clasificación 89 destinos turísticos	SERNATUR	Anual	Todas las regiones

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

La Figura 5-38 presenta los mapas, a escala comunal, de la amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación, y la Figura 5-39, los mapas de riesgo con y sin capacidad de adaptación, además de la variación porcentual entre ambos riesgos calculados.

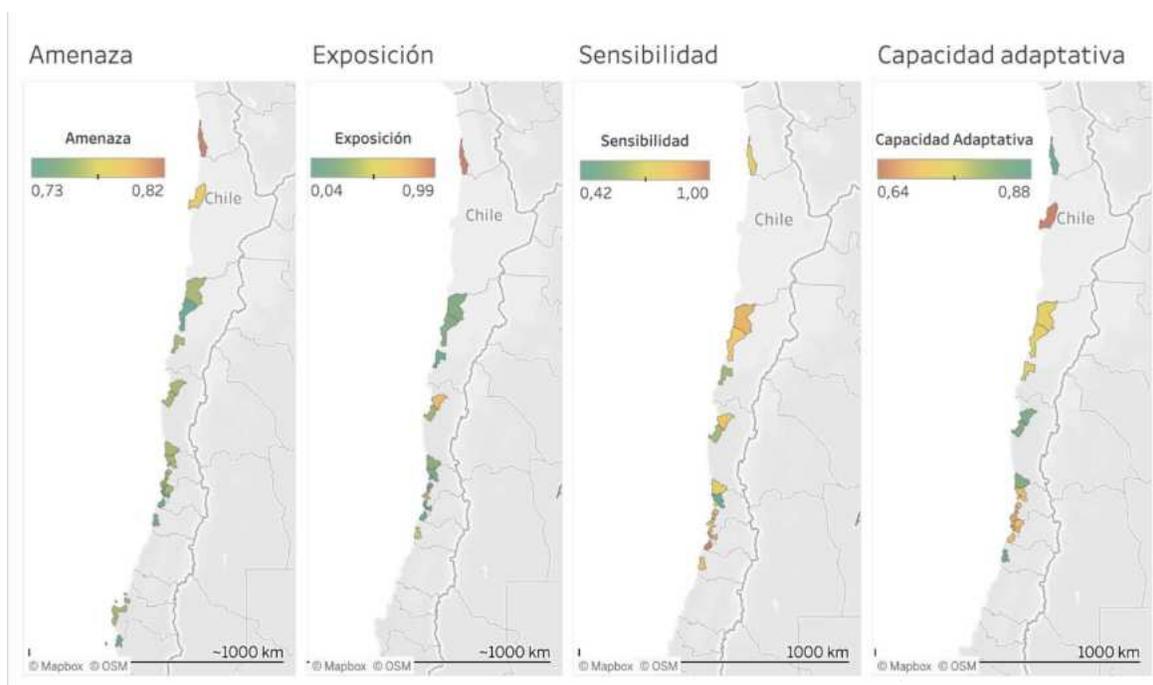


Figura 5-38 Mapas de amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y riesgo a nivel comunal – Pérdida de turismo en destinos de sol y playa por marejadas

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

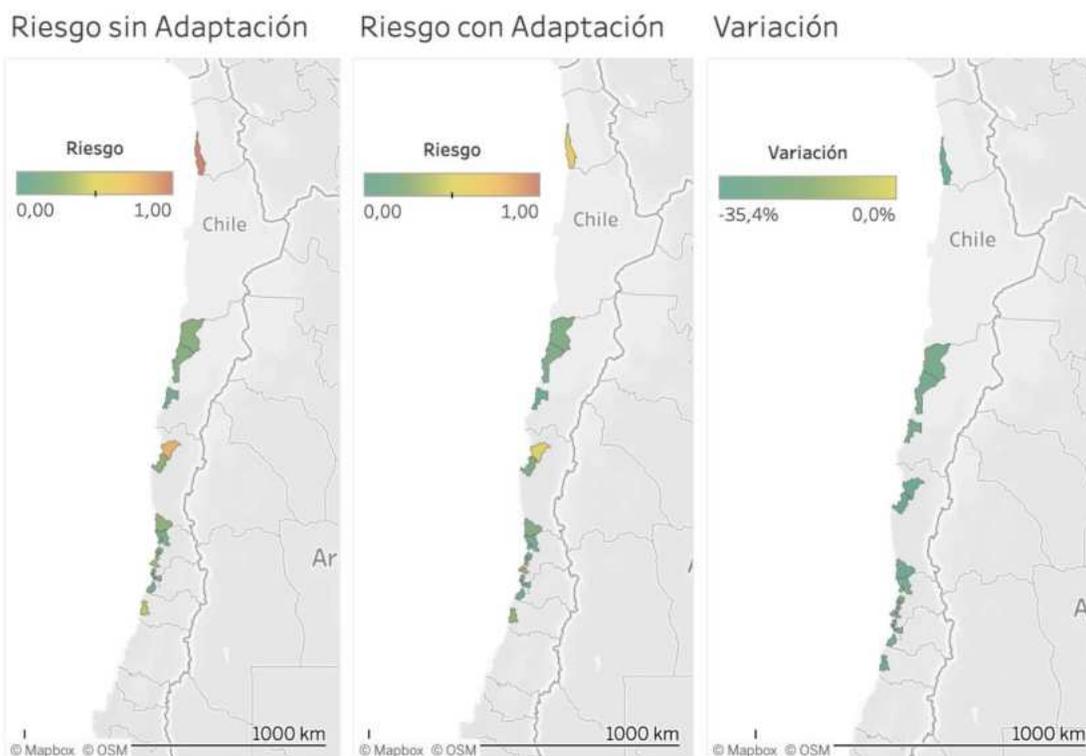


Figura 5-39 Mapas de riesgo con y sin adaptación y variación – Pérdida de turismo en destinos de sol y playa por marejadas

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

5.2.9 Biodiversidad

Cadena desarrollada:

Pérdida de biodiversidad marina por cambios en la temperatura del mar.

Justificación de la cadena seleccionada:

Las cadenas actuales de ARClím solo presentan análisis relacionados con la biodiversidad terrestre, por lo que se requiere incorporar una cadena que considere los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad marina, el cual ha sido mucho menos estudiado.

Por problemas técnicos del encargado de esta cadena de impacto durante la etapa final del estudio, este producto se encuentra desarrollado solo de forma parcial. Se espera complementar el desarrollo teórico aquí presentado de forma posterior a la entrega del presente informe.

Definición de la cadena desarrollada:

La Tabla 5-55 muestra la amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación, riesgo y agregación geográfica definidos para el desarrollo de la cadena.

Tabla 5-55 Ficha Pérdida de biodiversidad marina por cambios en la temperatura del mar

Nombre de la cadena	Pérdida de biodiversidad marina por cambios en la temperatura del mar
Amenaza	Cambios en la temperatura promedio mensual del mar durante el periodo 2035-2064 (proyectadas considerando el escenario RCP8.5) con respecto a promedio de la temperatura máxima observada durante el periodo 1980-2010.
Exposición	Presencia de especies económicamente relevantes y endémicas de Chile
Sensibilidad	Sensibilidad de las especies
Capacidad de adaptación	Presencia de áreas protegidas marinas
Riesgo	Riesgos en la biodiversidad por cambios en la temperatura del mar
Agregación geográfica	Según la latitud, dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE)

Fuente: Elaboración propia

Metodología de cálculo del indicador de amenaza:

Para el cálculo del indicador de amenaza, se considerará el cambio proyectado en la temperatura en función de la latitud (por ejemplo, cada 1/4°).

Metodología de cálculo del indicador de exposición:

La exposición se calcula según el número de especies distintas por latitud, escalada por el mayor valor.

$$E = \frac{\text{número de especies distintas}}{\max(\text{número de especies distintas})}$$

Metodología de cálculo del indicador de sensibilidad:

Para la sensibilidad, esta se calcula según el rango de distribución de las especies presentes, similar a como se calculó la sensibilidad en las otras cadenas de biodiversidad.

Para cada especie, se define la sensibilidad en función de su rango de distribución, es decir, mientras mayor sea la fracción del área de distribución de la especie con respecto a la zona económica exclusiva (ZEE)¹⁷, menor es la sensibilidad. De esta forma, especies cosmopolitas tienen sensibilidad 0 o cercana a 0, mientras que especies endémicas, con rangos de distribución muy restringidos, tienen una sensibilidad cercana o igual a 1.

$$S_i = 1 - \frac{\text{área de distribución de la especie } i}{\text{superficie ZEE}}$$

El indicador final se calcula como el promedio de la sensibilidad para todas las especies por latitud.

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n}$$

Con n el número total de especies por latitud.

Metodología de cálculo del indicador de capacidad de adaptación:

¹⁷ La Zona Económica Exclusiva (ZEE) se extiende desde el límite exterior del mar territorial hasta una distancia de 200 millas náuticas.

Finalmente, el indicador de capacidad de adaptación se calcula según el porcentaje del área de distribución de cada especie que se encuentra en un área protegida. De este modo, el indicador final se calcula como el promedio de la capacidad adaptativa para cada especie por latitud.

$$CA_i = \frac{\text{área de distribución de la especie } i \text{ dentro de área protegida}}{\text{área total de distribución de la especie } i}$$

El indicador final se calcula como el promedio de la sensibilidad para todas las especies por latitud.

$$CA = \frac{\sum_{i=1}^n CA_i}{n}$$

Factor k:

Al igual que para el complemento de la cadena de ARClím, la discusión para la determinación del factor k estuvo enfocada en las diferencias que puede existir en cuanto a la gestión de las áreas protegidas, su capacidad de reducir impactos antropogénicos y contrarrestar los asociados al cambio climático y a factores como si tienen plan de manejo o no, los que no son recogidos por este indicador. Por lo tanto, se concluyó que el porcentaje de superficie de áreas protegidas tiene una influencia media baja, otorgándosele un valor de 0,3 al factor k (ver Tabla 5-56). En la reunión sectorial, se consideró adecuado que esta valoración sea la misma que para el indicador de capacidad adaptativa de la sección 5.1.9.

Tabla 5-56 Valor del factor k – Pérdida de fauna por cambios de temperatura

Factor	Valor
k	0,3

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

Las fuentes de información para cada componente de la cadena de impacto serán detalladas a futuro, en cuanto se pueda completar el desarrollo de esta cadena.

5.2.10 Salud

Cadena desarrollada:

Aumento en morbilidad por aumento de temperaturas y olas de calor.

Justificación de la cadena seleccionada:

Se espera que el aumento de la temperatura por efecto del cambio climático tenga impactos negativos en la salud de la población, provocando morbilidad o incluso la muerte. Para efecto de esta actividad se desarrolló una cadena que permita cuantificar otros efectos en la salud además de la mortalidad.

Durante el taller e incluso en ARClím (Cifuentes et al., 2020) se levantó la necesidad de desarrollar múltiples cadenas de impacto para el sector Salud, sin embargo, por falta de información disponible estos son difícil de cuantificar y en consecuencia las cadenas no han podido ser desarrolladas. Entre

estos impactos destacan la calidad y disponibilidad de agua, enfermedades transmitidas por vectores o emergentes, inseguridad alimentaria, e incluso los efectos del cambio climático en la salud mental.

Definición de la cadena desarrollada:

La Tabla 5-57 muestra la amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación, riesgo y agregación geográfica definidos para el desarrollo de la cadena.

Tabla 5-57 Ficha Morbilidad por calor

Nombre de la cadena	Morbilidad por calor
Amenaza	Cambio en el promedio anual de la temperatura máxima diaria durante el periodo 2035-2064 (proyectadas considerando el escenario RCP8.5) con respecto a promedio de la temperatura máxima observada durante el periodo 1980-2010
Exposición	Población comunal proyectada al año 2050 a partir de los datos del Instituto Nacional de Estadísticas
Sensibilidad	Tasa de incidencia histórica cada 1.000 habitantes, a nivel regional, en meses de verano
Capacidad de adaptación	Cantidad de jornadas diarias completas de trabajo de médicos, en salud primaria, por cada 10.000 habitantes
Riesgo	Morbilidad por calor
Agregación geográfica	Todas las comunas

Fuente: Elaboración propia

Brechas de la cadena:

Al igual que en la cadena de ARClím complementada con capacidad de adaptación en la presente cadena se identifican una serie de oportunidades de mejora y brechas en la construcción del indicador de capacidad de adaptación, principalmente información disponible relacionada directamente con el impacto, para más detalle revisar Sección 5.1.10.

Metodología de cálculo del indicador de amenaza:

La amenaza considerada fue la calculada por el grupo de trabajo de Salud de ARClím que construyó el indicador de amenaza como la diferencia entre las olas de calor y temperaturas máximas proyectadas (periodo 2035-2064) e históricas (periodo 1980-2010). Se estimó el promedio de días con olas de calor para cada par de comuna-mes, lo mismo para las temperaturas máximas. Finalmente, se calculó la diferencia entre las temperaturas máximas proyectadas y presentes, para más detalle revisar Cifuentes et al. (2020).

Metodología de cálculo del indicador de exposición:

Para la exposición se utiliza el indicador desarrollado por el grupo de trabajo de Salud de ARClím, que utiliza las proyecciones del INE, para mayor detalle revisar Cifuentes et al. (2020).

Metodología de cálculo del indicador de sensibilidad:

La sensibilidad se calcula como la tasa de incidencia histórica de casos de enfermedades respiratorias y cardiovasculares cada 1.000 habitantes, en los meses de verano (octubre -marzo). Para ello se utilizan los datos de egresos hospitalarios por casusas respiratorias (*RSP ALL*), para todas las edades, y cardiovasculares (*CVC 65+*), para mayores de 65 años, ya que se encontró una relación entre estos y la morbilidad por aumento de la temperatura.

La tasa de incidencia histórica se calcula a nivel regional para aumentar la potencia estadística de la data y evitar que comunas con baja población pierdan significancia. El indicador, a escala regional se calcula como se muestra más abajo.

$$S_j = \frac{\text{Egresos hospitalarios}_{CVC\ 65+,j} + \text{Egresos hospitalarios}_{RSP\ ALL,j}}{\text{Habitantes}_j} \cdot 1.000$$

Donde

j : Comuna.

$\text{Egresos hospitalarios}_{CVC\ 65+,j}$: Número de egresos hospitalarios por causas cardiovasculares para mayores de 65 años en la comuna j .

$\text{Egresos hospitalarios}_{RSP\ ALL,j}$: Número de egresos hospitalarios por causas respiratorias para todas las edades en la comuna j .

Habitantes_j : Habitantes en la comuna j .

Metodología de cálculo del indicador de capacidad de adaptación:

El Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (SIEDU) presenta una propuesta de un indicador de jornadas completadas para 117 comunas, la cual fue utilizada esta consultoría. El indicador se calcula a partir de la propuesta de SIEDU y como se muestra en la siguiente ecuación:

$$CA_j = \frac{\sum \text{Jornadas completadas}_{ij}}{\sum \text{Población comunal}_j} \cdot 10.000 \text{ habitantes}$$

Donde

i : Tipo de médico.

j : Comuna.

$\text{Jornadas completadas}_{ij}$: Jornadas completadas.

$\text{Población comunal}_j$: Población de la comuna j .

Debido a la disponibilidad de datos el indicador se presenta para el año 2018 a partir de datos del MINSAL.

Metodología de cálculo del indicador de riesgo:

En el caso de salud el riesgo se calcula como el número de casos en exceso (Δcasos), a partir de la tasa de incidencia base casos_0 , que representa la sensibilidad. Además, la fórmula considera el cambio en la temperatura (ΔT°), un coeficiente de riesgo (β) y la población (Pob).

$$\Delta\text{casos} = \text{casos}_0 \cdot (e^{\beta\Delta T^\circ} - 1) \cdot Pob$$

El coeficiente de riesgo β representa pendiente de la relación causa-efecto para una determinada zona climática, en función de la temperatura, por lo que no puede ser resumido en un solo valor. Finalmente, para incluir la capacidad adaptativa, el indicador de riesgo es normalizado por el mayor valor y multiplicado por el componente de la capacidad adaptativa.

$$R = \frac{\Delta \text{casos}}{\max(\Delta \text{casos})} \cdot (1 - k \cdot CA)$$

Factor k:

Al igual que en la cadena de ARClím sobre “Mortalidad prematura por calor” (ver Sección 5.1.10) se asignó un valor de 0,1 al factor k (ver Tabla 5-19), puesto que el indicador aborda el riesgo de manera tangencial.

Tabla 5-58 Valor del factor k – Morbilidad por calor

Factor	Valor
k	0,1

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:**Tabla 5-59 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Morbilidad por calor**

Componente	Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Amenaza	Temperatura máxima diaria histórica y proyectada	ARClím	Estudio puntual	Nacional
Exposición	Población comunal proyectada	INE	Anual	Nacional
Sensibilidad	Egresos hospitalarios por enfermedades respiratorias y cardiovasculares	DEIS - MINSAL	Anual	Nacional
Capacidad de Adaptación	Cantidad de jornadas diarias completas de trabajo de médicos, en salud primaria	SIEDU a partir de datos del MINSAL	Anual	Nacional

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

La Figura 5-40 y Figura 5-41 resumen los mapas de los indicadores componentes de la cadena de riesgo y la variación en el riesgo tras la incorporación de la capacidad de adaptación. La distribución comunal del indicador de adaptación puede ser revisada en la Sección 5.1.10 para todo el país. Se observa una reducción de hasta 10% del riesgo al incorporar la capacidad de adaptación. La comuna con mayor riesgo, General Lagos, no presenta variación al incorporar la capacidad de adaptación y que los datos de jornadas completadas no incluían a la comuna.

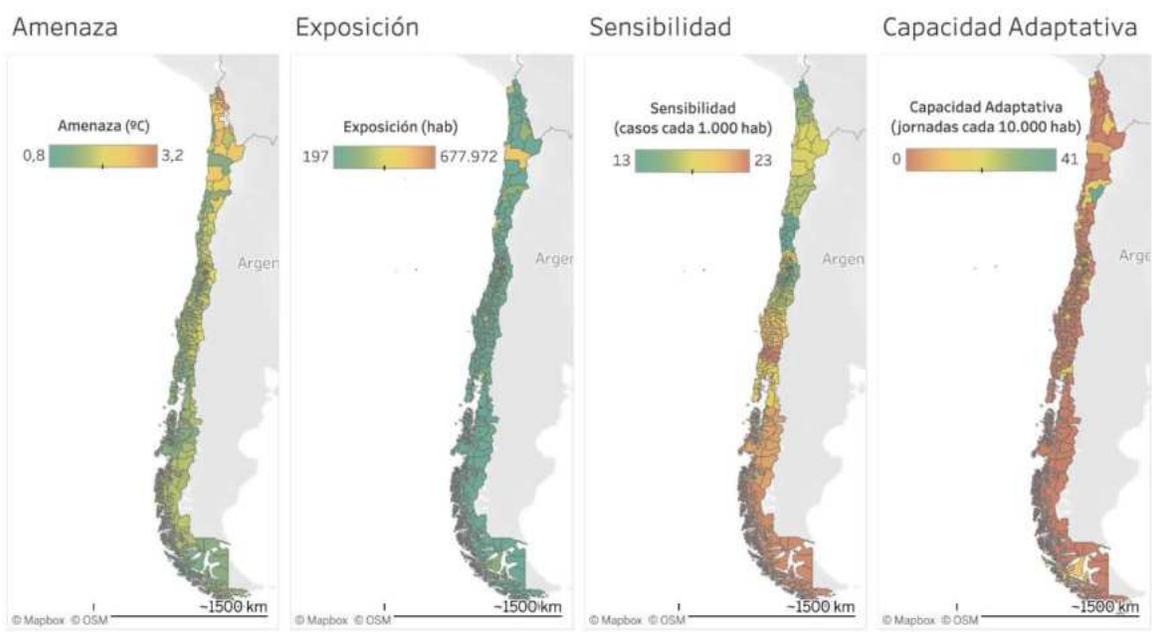


Figura 5-40 Mapas de amenaza ($^{\circ}\text{C}$), exposición (habs), sensibilidad (casos cada 1.000 habs) y capacidad adaptativa (jornadas cada 10.000 habs) a nivel comunal – Morbilidad por calor

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

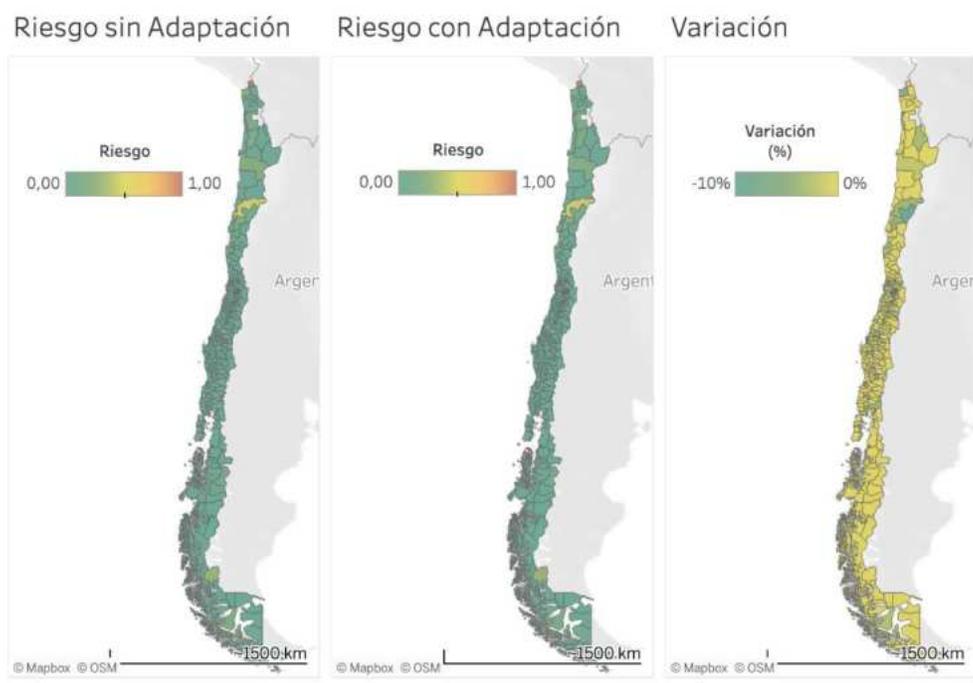


Figura 5-41 Mapas de riesgo antes y después de considerar la capacidad adaptativa y de variación en el riesgo (%) a nivel comunal – Morbilidad por calor

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

5.2.11 Ciudades y Asentamientos Humanos

Cadena desarrollada:

Incendios en asentamientos urbanos.

Justificación de la cadena seleccionada:

El interés por incluir el impacto de incendios fue un tema recurrente en las mesas sectoriales del taller, en particular, en la mesa de Ciudades y Asentamientos Humanos se levantó la necesidad de analizar la amenaza de los incendios en todas las comunas del país.

La cadena se centra en la exposición de la población, sin embargo, podrían desarrollarse cadenas similares para incluir el daño en los ecosistemas y en la infraestructura en general.

Definición de la cadena desarrollada:

La Tabla 5-60 muestra la amenaza, exposición, sensibilidad, capacidad de adaptación, riesgo y agregación geográfica definidos para el desarrollo de la cadena.

Tabla 5-60 Ficha Incendios en asentamientos urbanos

Nombre de la cadena	Incendios en ciudades
Amenaza	Variación en la incidencia de temperaturas sobre 30°C (propicias para la ocurrencia de incendios) entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP 8.5)
Exposición	Población urbana presente y que se proyecta residir en distintas comunas del país en 2035
Sensibilidad	Porcentaje de viviendas con índice de materialidad “irrecuperable” y “recuperable”
Capacidad de adaptación	Tasa comunal de número de compañías de bomberos por cada 100.000 habitantes
Riesgo	Incendios en asentamientos urbanos
Agregación geográfica	Comunal

Fuente: Elaboración propia

Brechas de la cadena:

El indicador de sensibilidad se calculó en función de la materialidad de las viviendas, este podría ser complementado con indicadores de campamentos como elementos de mayor vulnerabilidad, los que se podrían extraer del catastro del MINVU.

Por otro lado, en la exposición y/o sensibilidad se recomendó incluir otros factores que pueden influir en el riesgo asociando a los incendios, como por ejemplo la presencia de industrias que pueden emitir gases tóxicos en un eventual incendio y que podrían ser considerados. Se debe trabajar para incluir aspectos de este tipo en el indicador.

En la reunión sectorial se comentó que el indicador tiene múltiples oportunidades de mejora, por ejemplo, incluir aspectos relacionados con la accesibilidad y vías de evacuación para los incendios, además de el hecho de que muchos incendios en ciudades ocurren en el interfaz urbano forestal, donde son las cuadrillas forestales quienes combaten los incendios. Adicionalmente se propone



incluir aspectos como barreras cortafuego, alertas preventivas como señaléticas y alarmas, número de helicópteros.

El fortalecimiento de los indicadores de acuerdo a las brechas identificadas permitirá el desarrollo de una cadena que se aproxime la realidad que de manera que la asignación del factor k sea más alta lo que incentivará la implementación de políticas que promuevan la resiliencia frente a incendios.

Metodología de cálculo del indicador de amenaza:

La amenaza se calculó como la diferencia entre los indicadores de amenaza futura y presente de la cadena de incendios forestales del grupo de trabajo de Bosques Nativos y Plantaciones Forestales de ARClím (Miranda et al., 2020), como se muestra más abajo. Luego, el indicador fue normalizado por el mayor valor.

$$A_j = \text{Amenaza futura}_j - \text{Amenaza presente}_j$$

Donde

j : Comuna.

Amenaza futura_j : Número de días del verano (octubre a marzo) con temperaturas sobre los 30°, para el escenario futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP 8.5) en la comuna j .¹⁸

$\text{Amenaza presente}_j$: Número de días del verano (octubre a marzo) con temperaturas sobre los 30°, para el escenario presente (1980-2010), para la comuna j .

La amenaza se entiende como un precursor de origen climático en la generación y propagación de incendios que pueden tener causas no uniformes en el territorio.

Metodología de cálculo del indicador de exposición:

Para la exposición se utiliza el indicador de exposición propuesto por el grupo de trabajo de Asentamientos Humanos de ARClím, que fue calculado a partir de las proyecciones del INE y corresponde a la población urbana proyectada a residir en 2035 (Urquiza et al., 2020).

Metodología de cálculo del indicador de sensibilidad:

El indicador de sensibilidad se calculó según el índice de materialidad (IM) de las viviendas de INE. Se considera que las viviendas con IM “irrecuperable” corresponden a las más susceptibles frente a incendios en ciudades, esto es si las paredes exteriores, cubierta del techo o piso de la vivienda fueron clasificados como irre recuperables, según el material que la compone; las viviendas con IM “recuperable”, también suponen cierto grado de susceptibilidad, mientras que las viviendas con IM “aceptables”, tendrían la menor sensibilidad.

De este modo, el indicador se calcula según se muestra a continuación:

$$S_j = \text{Viviendas con IM irre recuperable}_j + 0,8 \cdot \text{Viviendas con IM recuperable}_j$$

Donde

j : Comuna.

¹⁸ Para más detalle revisar Miranda et al., (2020).



Viviendas con IM irrecuperable_j : Proporción de viviendas con índice de materialidad irrecuperable en la comuna *j*, en %.

Viviendas con IM recuperable_j: Proporción de viviendas con índice de materialidad recuperable en la comuna *j*, en %.

Este indicador surgió a partir de la reunión sectorial, en la cual se mencionó que se pueden incluir aspectos relacionados con el tipo de vivienda, como el índice de materialidad de las viviendas o el déficit habitacional para complementar este indicador.

Metodología de cálculo del indicador de capacidad de adaptación:

La capacidad adaptativa en este caso se considera como la capacidad de respuesta frente a la ocurrencia de incendios, para ello se considera el índice generado por el grupo de trabajo de Asentamientos Humanos de ARClim: “Tasa de número de compañías de bomberos cada 100.000 habitantes” (Urquiza et al., 2020). El indicador considera el número de compañías de bomberos y la población comunal (urbana y rural) y fue normalizado entre 0 y 1 por *clusters* (5), definidos por umbrales de habitantes (6.000, 20.000, 50.000 y 100.000). Para más detalle revisar Urquiza et al., (2020).

El indicador podría incluir la cantidad de grifos, agua disponible para bomberos o sistemas de alerta temprana de incendios en asentamientos humanos, sin embargo, como sucede en otras cadenas, esta información no se encuentra disponible y para ser incluida debe ser desarrollada y sistematizada.

Factor k:

Hubo consenso entre los miembros del equipo consultor en que la capacidad de adaptación tiene un efecto potencial medio sobre el riesgo, en la medida que, si bien la presencia de bomberos contribuye a la reducción del riesgo, no es capaz de reducir la vulnerabilidad completamente. En consecuencia, se asignó un valor de 0,5 al factor k. Sin embargo, en la reunión sectorial se identificaron diversas oportunidades de mejora para el indicador de capacidad de adaptación, las que se resumen en el campo de información de brechas de la cadena más arriba, razón por la cual se sugirió modificar el valor del factor k a 0,2 (ver Tabla 5-5).

Tabla 5-61 Valor del factor k – Incendios en asentamientos urbanos

Factor	Valor
k	0,2

Fuente: Elaboración propia

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 5-62 Fuente de información indicador capacidad adaptativa – Incendios en asentamientos urbanos

Componente	Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Amenaza	Temperatura proyectada	ARClim	Estudio puntual	Nacional
Exposición	Población comunal proyectada e histórica	INE	Anual	Nacional
Sensibilidad	Viviendas según índice de materialidad	INE	Última actualización año 2017	Regional
Capacidad de Adaptación	Compañías de bomberos	IDE – Datos de Junta Nacional de Cuerpos de Bomberos de Chile	Anual	Nacional

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

La Figura 5-42 muestra la tendencia del indicador de capacidad de adaptación como *proxy* de la capacidad de respuesta de bomberos a nivel comunal. La Figura 5-43 y Figura 5-44 resumen los mapas de los indicadores componentes de la cadena de riesgo y la variación en el riesgo tras la incorporación de la capacidad de adaptación. El riesgo se reduce hasta en un 20% al incorporar la capacidad de respuesta de bomberos en las comunas de Tomé, Paillaco, Ovalle, Gorbea y Paredones.

Sin embargo, y como se mencionó más arriba los indicadores son una primera aproximación a la cadena y requieren esfuerzos significativos para incluir diferentes aristas de capacidad de adaptación, sensibilidad e interrelaciones con la interfaz urbano forestal que hasta ahora no están consideradas.

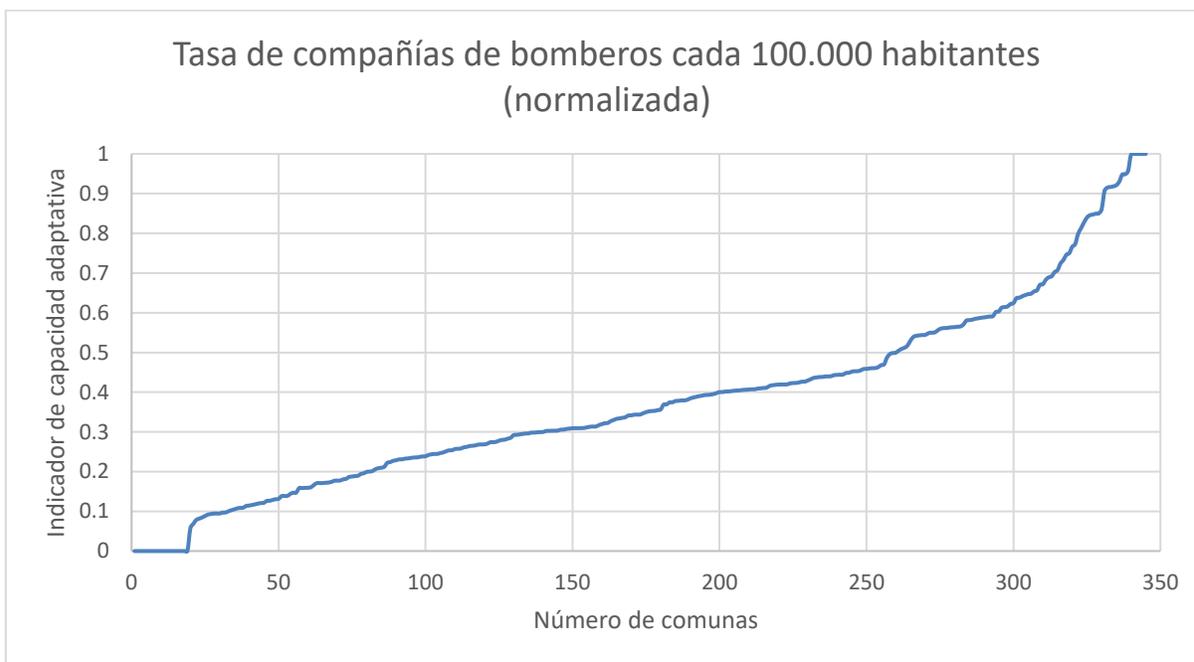


Figura 5-42 Valores para el indicador de capacidad de adaptación – Incendios en asentamientos urbanos

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

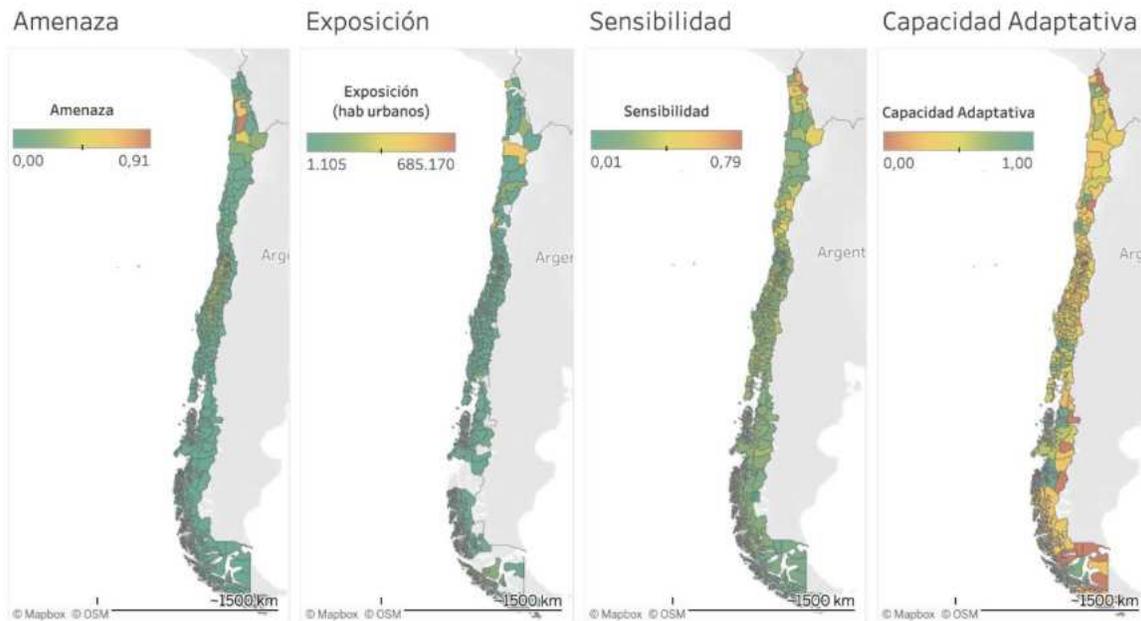


Figura 5-43 Mapas de amenaza, exposición (hab urbanos), sensibilidad (actos de servicio) y capacidad adaptativa a nivel comunal a nivel comunal – Incendios en asentamientos urbanos

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

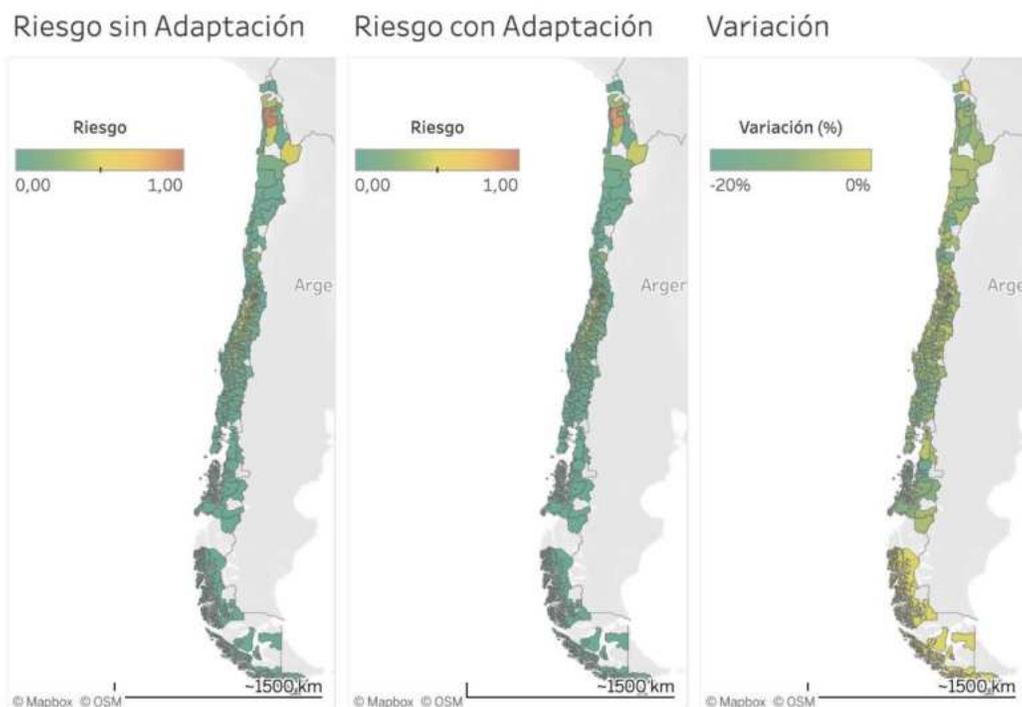


Figura 5-44 Mapas de riesgo antes y después de considerar la capacidad adaptativa y de variación en el riesgo (%) a nivel comunal - Incendios en asentamientos urbanos

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

6. Levantamiento de indicadores intersectoriales

El presente apartado se refiere al levantamiento de indicadores intersectoriales. La selección de indicadores se basó en las necesidades declaradas por los actores en las mesas sectoriales para impactos que consideran múltiples sectores y que deben ser abordados de manera intersectorial. La selección, además de estar centrada en el trabajo desarrollado en el taller, se basó en la revisión de experiencias internacionales y fue condicionada por la información disponible. La disponibilidad de información es una limitante constante en el desarrollo de los indicadores de adaptación a nivel internacional, de hecho, se recomienda utilizar información disponible para reducir la carga que implica desarrollar un monitoreo adicional a los existentes (Christiansen et al., 2018). La Sección 9.4 incluye un resumen de las principales brechas identificadas en cada uno de las áreas de trabajo para el desarrollo de los indicadores, al tiempo que reúne necesidades de indicadores e impactos levantados en las instancias participativas y observaciones del informe pero que no pudieron ser abordados.

Asimismo, se privilegiaron indicadores de resultados y progreso, por sobre indicadores de implementación, bajo la lógica de que estos indicadores buscan entregar información respecto de los resultados del proceso adaptación, y no del seguimiento de la implementación de los instrumentos de adaptación.

Los 21 indicadores intersectoriales propuestos son agrupados en tres macro-temas: Ecosistemas (Sección 6.1), Recursos base (Sección 6.2) y Sociedad (Sección 6.3). A su vez, los Ecosistemas se desagregan en indicadores de Ecosistemas Terrestres y Ecosistemas Marinos, mientras que los recursos base se desagregan en Agua y Suelo.

Respecto al nivel de desagregación territorial de los indicadores, si bien se buscó reflejar un nivel de detalle comunal o por cuenca similar al utilizado en ARClím, en algunos casos esta información se vio limitada por la información base. También, los indicadores propuestos presentan otras brechas de información, como datos con baja homogeneidad espacial y/o temporal.

En la Tabla 6-1 se presenta un resumen de los indicadores intersectoriales desarrollados, junto con el macro-tema, subtema y el tipo de indicador al cual corresponden, en base a la clasificación propuesta en la consultoría: implementación (I), progreso (P) o resultado (R), los de progreso, a su vez, se clasifican según el componente de la cadena de impacto que miden, esto es amenaza (A), exposición (E) o vulnerabilidad (V).

Tabla 6-1 Resumen indicadores intersectoriales desarrollados

Macro-tema	Sub-tema	Indicador	Tipo indicador (1)
Ecosistemas	Ecosistemas Terrestres	Porcentaje de superficie terrestre protegida, por comunas	I
		Porcentaje de superficie con cobertura de bosque nativo, pradera y matorrales, por comuna	P (V) y R
		Cambio en el número de incendios en 10 años móviles, con respecto al periodo base 1990-2000, por comuna	R

		Cambio superficie afectada promedio móvil de 10 años por incendios en vegetación natural, con respecto al periodo base (1990-2000), por comuna	R
		Cambio superficie afectada promedio móvil de 10 años por incendios en plantaciones forestales, por comuna	R
		Superficie con proyecto de restauración implementado, por región	I
	Ecosistemas Marinos	Biodiversidad de especies desembarcadas, por puerto	R
		Porcentaje de superficie marina protegida, a nivel nacional	I
		Porcentaje de superficie de áreas marinas protegidas con plan de manejo, a nivel nacional	I
	Recursos Base	Agua	Diferencia porcentual mínima entre el caudal promedio mensual de ríos en salida de cuencas y su caudal ecológico, por cuenca
Índice de escasez hídrica, por región			P (A y E)
Capacidad instalada de desalación de agua, por región			P (V)
Agua potable embalsada respecto de la capacidad del embalse, por embalse			P (V)
Agua para riego embalsada respecto de la capacidad del embalse, por embalse			P (V)
Porcentaje de Servicios Sanitarios Rurales con cortes de suministro producto de la sequía, a nivel nacional			R
Suelo		Porcentaje de viviendas dependientes de camiones aljibes, por comuna	R
		Índice de riesgo de desertificación, degradación de las tierras y sequía, por comuna	R
		Porcentaje superficie de cobertura vegetal, por comuna	P (V)
Sociedad	Provisión de bienes y servicios	Inseguridad alimentaria, por región	R
		Superficie de infraestructura verde, por área urbana comunal	P (V)
		Horas anuales con puertos cerrados, por puerto	R

(1) Implementación (I), progreso (P) o resultado (R).
Amenaza (A), exposición (E) o vulnerabilidad (V), solo para indicadores de progreso.

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que debido a la gran cantidad de temas relevantes para la adaptación al cambio climático que surgieron durante la realización del taller, muchos de estos no pudieron ser incluidos en los indicadores desarrollados en este estudio, tanto por falta de datos que permitan la construcción y cálculo de dichos indicadores o debido a la priorización de otros temas estimados como más relevantes. Entre los temas que no pudieron ser abordados se encuentran algunos como eventos extremos tales como inundaciones, aluviones y desbordes de ríos; migraciones humanas por eventos climáticos; ecosistemas acuáticos continentales, entre otros, los cuales deben ser abordados en trabajos futuros.

Con respecto los impactos de los eventos climáticos extremos, se ha levantado la necesidad de considerar indicadores de resultado que permitan monitorear los impactos, por ejemplo:

- Cuantificar pérdidas y daños
- Medir pérdidas de vidas
- Medir pérdidas de ecosistemas e infraestructura

Además, en el taller se discutió la importancia de monitorear la sensibilidad o exposición de personas al riesgo, con indicadores del tipo:

- Número de viviendas o personas que viven en zonas de riesgo
- Relocalización de viviendas amenazadas por marejadas o el aumento del nivel del mar
- Infraestructura construida en zonas donde se espera un aumento del nivel del mar

Las Secciones 6.1, 6.2 y 6.3 recopilan los 21 indicadores intersectoriales desarrollados, para los cuales se proporcionan 6 campos de información que permiten justificar los indicadores, relacionarlos a los sectores, describir su desarrollo y mostrar los principales resultados. Los campos considerados pueden ser revisados en la Tabla 6-2.

Tabla 6-2 Campos de información para indicadores intersectoriales

Campo de información	Descripción
Descripción y discusión	Se detallan las necesidades levantadas en el taller que orientaron la generación del indicador. Además, se presenta la experiencia internacional en el desarrollo de indicadores similares y las principales brechas en la construcción de los indicadores
Tipo de indicador	Se presenta la clasificación de indicador a la que corresponde el indicador intersectorial
Mala adaptación	Se recalcan consideraciones que debiesen tomarse en cuenta para evitar que las medidas se conviertan en mala adaptación, cuando aplique
Brechas del indicador	Se detallan las brechas de la formulación del indicador intersectorial que se espera que sean cerradas en un futuro para fortalecerlo
Impactos asociados	Se presentan impactos asociados al indicador. Las asociaciones pueden ser de impactos que inciden en el indicador o impactos que se ven beneficiados por medidas relacionadas con el indicador. Los impactos identificados son un ejemplo y no están limitados a los enunciados en el presente informe, sino que fueron levantados desde el taller y el criterio experto del equipo consultor
Sectores involucrados	Sectores que aportan información a la formulación del indicador o están vinculados a la capacidad de gestión de este; o sectores que se ven impactados por el cambio climático en relación con el indicador (levantados desde el taller y criterio experto del equipo consultor)
Metodología de cálculo	Se enuncia la metodología de cálculo del indicador
Fuente de información	Se resumen los datos necesarios para el cálculo del indicador, junto a las fuentes de información, frecuencia de actualización y alcance del dato
Resultados	Se presentan los resultados del indicador

Fuente: Elaboración propia

6.1 Macro-tema 1: Ecosistemas

El primer macro-tema, Ecosistemas, se propone con la finalidad de reflejar la adaptación de los sistemas naturales frente a la amenaza del cambio climático, la cual sumada a las amenazas antropogénicas ya existentes, ponen en peligro la preservación de los ecosistemas y, en consecuencia, el bienestar de las sociedades humanas que dependen de estos.



Este macro-tema se subdivide en los temas de Ecosistemas Terrestres y Ecosistemas Marinos, de modo de reflejar la adaptación frente a los impactos que afectan a ambos, los que, debido a sus amplias diferencias, requieren ser evaluados por separado. Queda para estudios posteriores la incorporación de un tercer subtema de Ecosistemas Acuáticos Continentales, el cual no pudo ser incluido en este estudio.

Ecosistemas Terrestres

Los indicadores propuestos para el subtema de Ecosistemas Terrestres son:

- Porcentaje superficie terrestre protegida, a nivel comunal
- Porcentaje de superficie con cobertura de bosque nativo, pradera y matorrales
- Cambio en el número de incendios en 10 años móviles, con respecto al periodo base 1990-2000, a nivel comunal
- Cambio superficie afectada promedio móvil de 10 años por incendios en vegetación natural, con respecto al periodo base (1990-2000), por comunas
- Cambio superficie afectada promedio móvil de 10 años por incendios en plantaciones forestales
- Superficie con proyecto de restauración implementado, por región

Estos indicadores buscan reflejar tanto la adaptación frente a amenazas específicas, como es el caso de los incendios, como aspectos que son relevantes para la conservación de los ecosistemas y, por lo tanto, inciden sobre la vulnerabilidad de estos, como es el caso de la cobertura de bosque nativo, praderas y matorrales, y, por otro lado, los avances en medidas que contribuyan a la mantención o mejora del estado de los ecosistemas, como es el caso de las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) y los proyectos de restauración. Cabe destacar que se requieren también indicadores que representen el estado de los ecosistemas, de modo de poder evaluar el resultado final del proceso de adaptación, no obstante, un indicador de este tipo no pudo ser incluido en el presente estudio por falta de datos que permitieran hacer una aproximación adecuada

6.1.1 Porcentaje superficie terrestre protegida, a nivel comunal

Descripción y discusión:

Durante la realización del taller, surgieron temas relacionados con la conservación de los ecosistemas terrestres de forma recurrente, tanto para resguardarlos de los efectos negativos del cambio climático, los que pueden ser exacerbados por otras amenazas antrópicas de sectores como Minería, Energía, Ciudades y Asentamientos Humanos, entre otros, como garantizar la provisión de servicios ecosistémicos que son requeridos por otros sectores, tales como Recursos Hídricos, Silvoagropecuario y Pesca y Acuicultura.

De este modo, se considera que un indicador de los avances en la conservación de los ecosistemas corresponde al porcentaje de superficie terrestre protegida, pues estas contribuyen a la disminución de las amenazas antrópicas y al fortalecimiento de las capacidades de gestión e inversión para la conservación de la biodiversidad (CONAF, n.d.-b). En esta instancia, se utiliza la superficie de áreas protegidas SNASPE como *proxy* al porcentaje de áreas protegidas, mejorando la adaptación a mayor porcentaje.

Existen referencias internacionales de indicadores propuestos que apuntan a objetivos similares, como por ejemplo el indicador del Reino Unido de "Superficie de territorio bajo conservación a



escala de paisaje”, el que se basa en que proteger grandes áreas contribuye a la conservación de la biodiversidad al proveer grandes corredores para especies y favorecer soluciones holísticas (GIZ, 2014). Este indicador es más específico que el propuesto por esta consultoría, pues apunta a una escala determinada de conservación, sin embargo, el objetivo es similar y en ambos casos es necesario evaluar la efectividad de las medidas.

Tipo de indicador:

Indicador de implementación.

Brechas del indicador:

Durante el taller y la reunión sectorial se planteó que se debe trabajar en la sistematización de datos de otras figuras de protección de los ecosistemas, tales como santuarios de la naturaleza y humedales urbanos, de modo de poder incorporarlas en este indicador. Además, se destacó la importancia de monitorear el estado de estas áreas, para asegurar así que se cumpla el objetivo de conservación. Ambos puntos deben ser considerados en trabajos posteriores.

Impactos asociados:

- Degradación del paisaje natural
- Disminución de superficie de suelo con capacidad de albergar biodiversidad
- Disminución de la provisión de servicios ecosistémicos
- Aumento de los incendios forestales

Sectores involucrados:

- Biodiversidad
- Silvoagropecuario
- Recursos Hídricos
- Minería
- Energía
- Infraestructura
- Turismo
- Ciudades y Asentamientos Humanos
- Pesca y Acuicultura
- Zonas costeras

Metodología de cálculo:

El cálculo del indicador se llevó a cabo superponiendo capas de mapas cartográficos de las áreas SNASPE y de las comunas, de modo de determinar la superficie que cada área protegida abarca del total de las comunas en las que se encuentra, luego se sumaron todas las áreas de cada comuna y se dividió por el área total de esta.

$$I_1 = \frac{\sum_i \text{superficie } AP_{i,j} [\text{ha}]}{\text{superficie total}_j [\text{ha}]}$$

Donde:

i : áreas protegidas.

j : comuna

superficie AP_{i,j}: superficie del área protegida *i* en la comuna *j*, en ha.

superficie total_j: superficie total de la comuna *j*, en ha.

Fuente de información:

Tabla 6-3 Fuentes de información cálculo indicador – Distribución (%) de superficie terrestre protegida, por comuna

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance regional
Superficie áreas protegidas	SNASPE (CONAF)	Datos actualizados el 2016	Todas las regiones y comunas

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

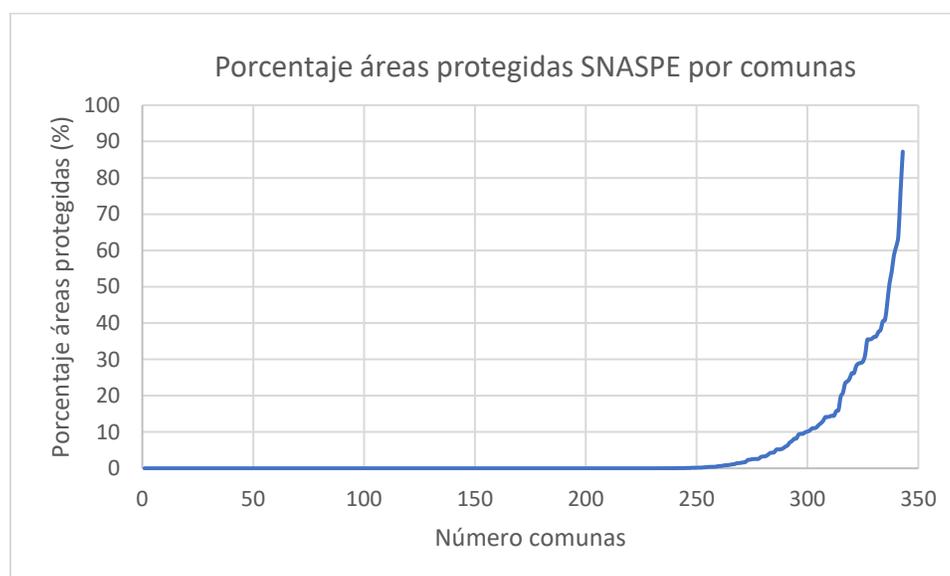


Figura 6-1 Porcentaje superficie terrestre protegida, por comuna – Distribución (%) de superficie terrestre protegida

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

Superficie Áreas Protegidas SNASPE

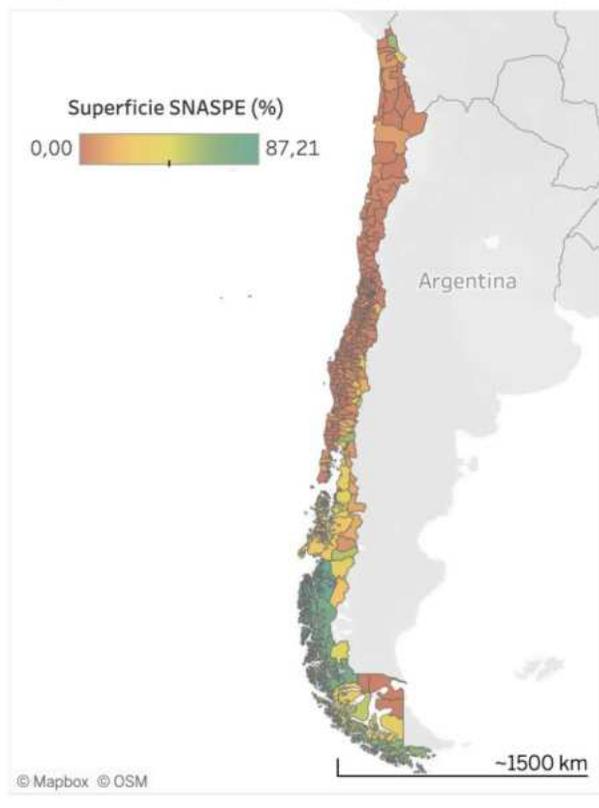


Figura 6-2 Mapa indicador – Distribución (%) de superficie terrestre protegida, por comuna

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

6.1.2 Porcentaje de superficie con cobertura de bosque nativo, humedales, praderas y matorrales, por comunas

Descripción y discusión:

En base a lo recogido en el taller en los diversos sectores, se construyó un indicador de cobertura de vegetación natural (bosque nativo, humedales, pradera y matorrales), puesto que esta es esencial para la preservación de la biodiversidad terrestre y la provisión de servicios ecosistémicos, entre otros aspectos. Se considera que este indicador corresponde a un indicador de resultado y progreso, puesto que, por un lado, la preservación de la vegetación natural es un fin en sí mismo, pero también porque contribuye a disminuir la sensibilidad de otros sectores, por ejemplo, en recursos hídricos, al mejorar la infiltración y contribuir a disminuir la pérdida de provisión de agua dulce.

Este indicador se basa, además, en el enfoque de adaptación de la biodiversidad utilizado en el Reino Unido, el que, a su vez, se apoya en Lawton et al. (2010). Este sugiere que, para apoyar la adaptación natural de las especies al cambio climático, se requieren hábitats que estén en buenas condiciones, más grandes, mejores y con mayor conectividad. Si bien, el presente indicador solo mide la cobertura de posibles hábitats disponibles y no su estado y conectividad, corresponde a un primer



avance, quedando para trabajo futuro construir indicadores que midan el estado y la conectividad de los ecosistemas.

Para hacer la evaluación de este indicador, se debe considerar la realidad de cada comuna, ya que debido a factores climáticos y otros, hay comunas que de por sí tienen una cobertura de vegetación natural mucho más baja, por lo que más que importar el valor neto, se debe considerar la variación a lo largo de los años, de modo de buscar que aumente en los sectores que tiene potencial y necesidad de aumentar, por eventos de deforestación o incendios forestales, por ejemplo, y que no disminuya en comunas donde existe un porcentaje adecuado en función de su contexto geográfico. Por este motivo, se sugiere que se trabaje para incorporar análisis de pisos vegetacionales y sus respectivas categorías de conservación, con el objetivo de facilitar la evaluación del indicador.

Tipo de indicador:

Indicador de progreso y resultado.

Brechas del indicador:

Como se menciona anteriormente, para trabajos futuros se debe complementar este indicador con otros que señalen el estado de la superficie de vegetación natural y su conectividad, además de la incorporación del análisis a nivel de pisos vegetacionales, con sus categorías de conservación. Por otro lado, es importante actualizar las fuentes de datos de modo de poder obtener datos más recientes.

Impactos asociados:

- Pérdida de provisión de agua dulce
- Disminución superficie de suelo con capacidad de albergar biodiversidad
- Pérdida de atractivo turístico de destinos de naturaleza
- Aumento de presiones antrópicas sobre la biodiversidad
- Pérdida y degradación de suelos
- Provisión de servicios ecosistémicos

Sectores involucrados:

- Biodiversidad
- Silvoagropecuario
- Recursos Hídricos
- Energía
- Infraestructura
- Turismo
- Ciudades y Asentamientos Humanos
- Pesca y Acuicultura
- Zona Costera

Metodología de cálculo:

El cálculo del indicador se llevó a cabo superponiendo capas de mapas cartográficos del catastro de uso de suelo de las comunas, de modo de determinar la superficie abarcada por cada uso de suelo del total de las comunas en las que se encuentra. Luego, se sumaron todas las áreas de cobertura de bosque nativo, praderas y matorrales de cada comuna y se dividió por el área total de esta.

$$I_2 = \frac{\sum_i \text{Superficie cobertura vegetal tipo } i \text{ en la comuna } j}{\text{Superficie total de la comuna } j}$$

Donde

i: cobertura de vegetación natural (bosques nativos, humedales, praderas y matorrales).

j: comuna

Fuente de información:

Tabla 6-4 Fuentes de información cálculo indicador - Porcentaje cobertura bosques nativos, praderas y matorrales

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance regional
Superficie uso de suelo	Catastro uso de suelo y vegetación (CONAF)	El año de actualización varía según la región: - I Región: 2016 - II Región: 1997 - III Región: 1997 - IV Región: 2014 - V Región: 2013 - VI Región: 2013 - VII Región: 2016 - VIII Región: 2015 - IX Región: 2014 - X Región: 2010 - XI Región: 2011 - XII Región: 2005 - XIII Región: 2013 - XIV Región: 2013 - XV Región: 2015	Todas las regiones

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

En la Figura 6-3 se muestra un gráfico con los resultados de cobertura vegetal por comunas (ordenadas según porcentaje de cobertura).

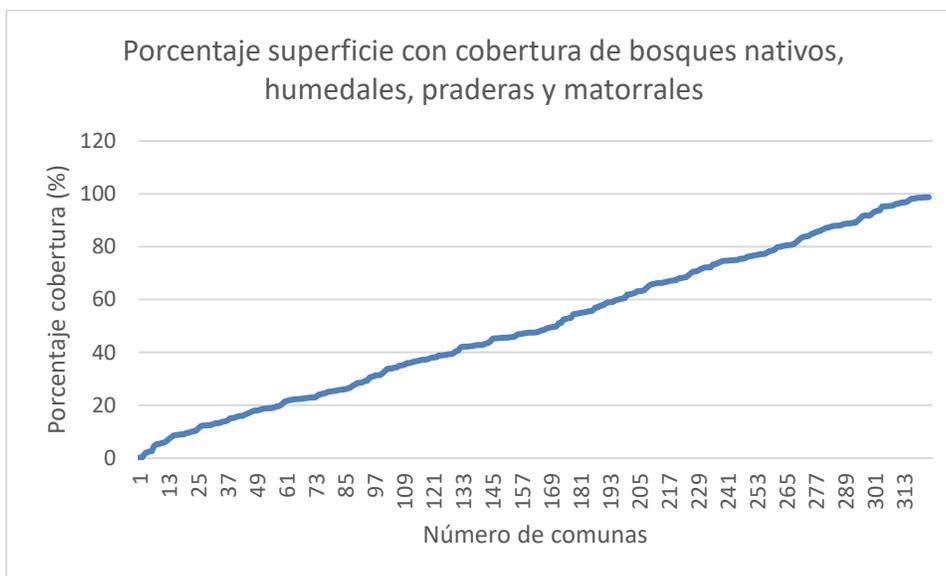


Figura 6-3 Porcentaje cobertura bosques nativos, humedales, praderas y matorrales, por comuna

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

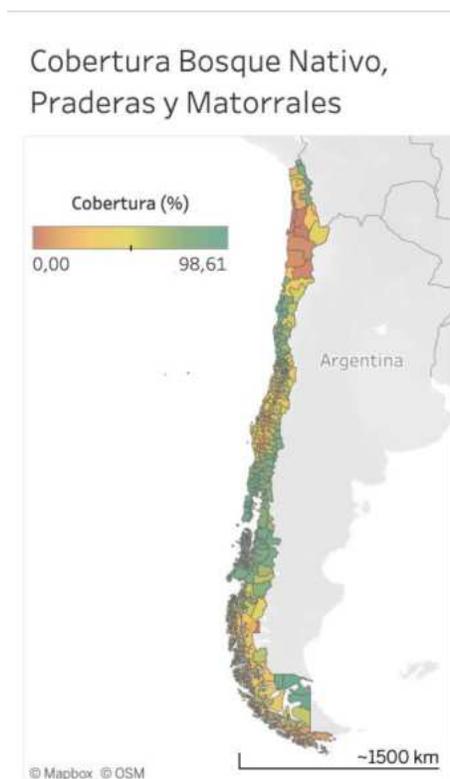


Figura 6-4 Mapa indicador – Porcentaje cobertura bosques nativos, humedales, praderas y matorrales, por comuna

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto



6.1.3 Cambio en el número de incendios en 10 años móviles, con respecto al periodo base 1990-2000, a nivel comunal

Descripción y discusión:

Uno de los principales agentes perturbadores de la vegetación es el fuego (CONAF, n.d.-a), el que también pueden tener efectos sobre los asentamientos humanos y otros sistemas, siendo los incendios un tema planteado en el taller en los sectores silvoagropecuario (incendios en plantaciones forestales), biodiversidad (incendios en vegetación natural), ciudades y asentamientos humanos (incendios en asentamientos humanos) y recursos hídricos (cambio en las propiedades hidráulicas de los suelos producto de incendios), lo que demuestra el amplio interés que existe en abordar este tema.

Ya que el riesgo de incendios aumenta como consecuencia del aumento de olas de calor y sequías producto del cambio climático en buena parte del territorio nacional, según se evidenció en ARClím, (Miranda et al., 2020), controlar el aumento o disminución del número de incendios en un periodo de 10 años tiene la finalidad de poder evaluar la efectividad de las medidas de prevención de inicio de incendios, siendo este un indicador de resultado. La eficacia de estas medidas debe evaluarse en conjunto con los factores climáticos que aumentan la propensión del territorio a incendios, de modo de poder determinar si el cambio en la incidencia de incendios se debe efectivamente a una mejora o empeoramiento en la adaptación o a los efectos del cambio climático.

A modo de referencia, en Inglaterra y el Reino Unido, se utiliza el indicador “Número de incendios forestales y área total quemada”, el que se mide a nivel nacional y se descompone por tipo de cobertura de suelo afectada (Ffoulkes et al., 2021). En esta consultoría, en cambio, se propone medir el indicador por comunas, para considerar así la gran disparidad en incidencia de incendios que existe en Chile, y se sugiere medir el cambio de modo de poder evidenciar los progresos en adaptación. No obstante, se debe reconocer que medir el número de incendios y área afectada neta son mejores indicadores para evaluar la gravedad del problema y con esto, la urgencia de abordar este impacto, por lo que podría incorporarse un indicador de este tipo en análisis futuros.

Tipo de indicador:

Indicador de resultado.

Impactos asociados:

- Pérdida de ecosistemas terrestres
- Erosión y degradación de los suelos
- Incendios en ciudades
- Pérdida de atractivo turístico por incendios forestales

Sectores involucrados:

- Biodiversidad
- Silvoagropecuario
- Recursos hídricos
- Ciudades y Asentamientos Humanos
- Turismo
- Zonas Costeras
- Salud



- Infraestructura
- Energía

Metodología de cálculo:

Para determinar el cambio en el número de incendios, se sumó el total de incendios ocurridos por comuna entre los años 2011 y 2021 (hasta la temporada de verano 2020-2021) y los incendios ocurridos entre los años 1990 y 2000 (años base) y luego se determinó la diferencia entre ambos totales, como se muestra a continuación.

$$I_3 = \sum_{i=2011}^{2021} n^{\circ} \text{ de incendios al año } i - \sum_{j=1990}^{2000} n^{\circ} \text{ de incendios al año } j$$

Fuente de información:

Tabla 6-5 Fuentes de información cálculo indicador – Cambio en el número de incendios por comuna (ordenadas según el cambio) en 10 años (2011-2021) con respecto a los años 1990-2000

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance regional
Número de incendios al año por comuna	CONAF	Anual	Todas las regiones y comunas del país

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

En la Figura 6-5 se presenta los resultados de la variación de incendios por comuna entre ambos períodos de tiempo considerados. Se observa que si bien en algunas comunas (111) tiene variaciones negativas, la mayor parte de las comunas tienen un incremento en el número de incendios. Se observa un aumento promedio de 34,6 incendios por comuna, entre ambas décadas.

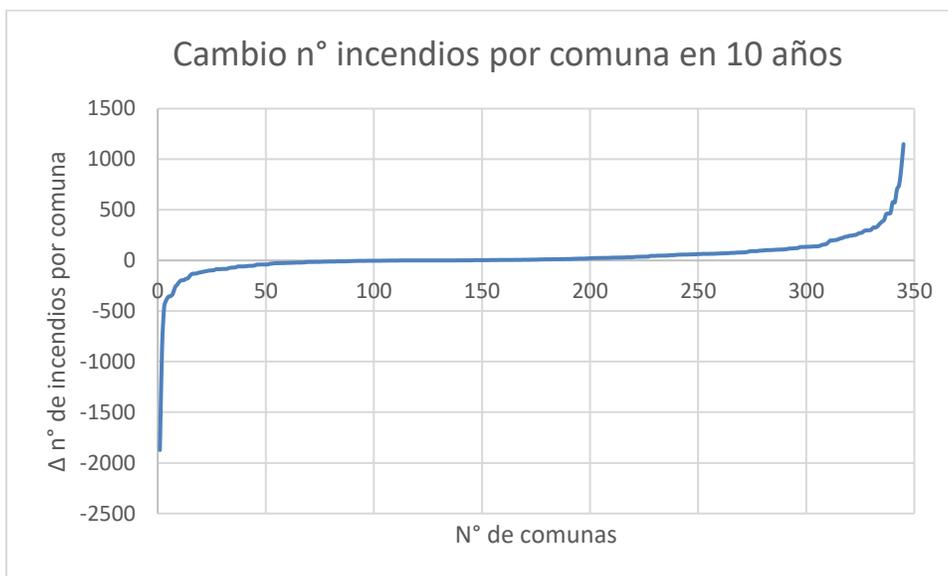


Figura 6-5 Cambio en el número de incendios por comuna (ordenadas según el cambio) en 10 años (2011-2021) con respecto a los años 1990-2000

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

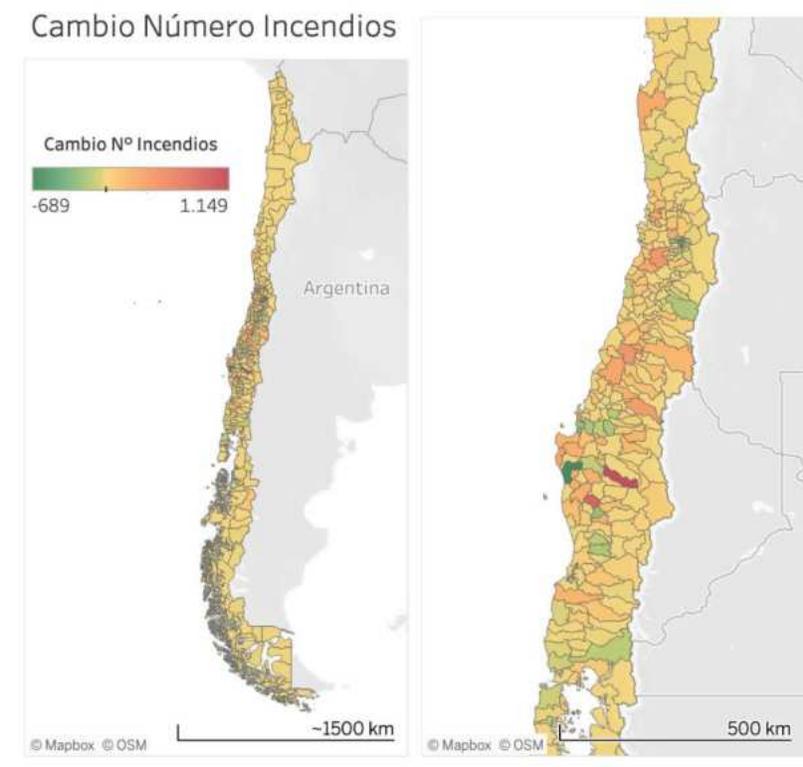


Figura 6-6 Mapa indicador - Cambio en el número de incendios por comuna en 10 años (2011-2021) con respecto a los años 1990-2000

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto



6.1.4 Cambio superficie afectada promedio móvil de 10 años por incendios en vegetación natural, con respecto al periodo base (1990-2000), por comunas

Descripción y discusión:

En la misma línea de lo planteado anteriormente, respecto a la relevancia de la adaptación frente al riesgo de incendios, este indicador busca complementar el monitoreo del número de incendios con la superficie de vegetación natural afectada por los incendios en un periodo de 10 años, con el objetivo de medir la efectividad del combate de incendios y la afectación de los ecosistemas terrestres producto de estos, pues si bien el 95% de los incendios son provocados por acción humana, el cambio climático favorece su propagación (Miranda et al., 2020), por lo que es relevante avanzar en adaptación tanto para evitar el inicio de incendios como mejorar la respuesta frente a estos.

En particular, se propone medir la afectación de los incendios sobre la vegetación natural, debido a su importancia como hábitats terrestres y para la provisión de servicios ecosistémicos, los que benefician a múltiples sectores de las tres categorías planteadas por la consultoría.

Además de la referencia planteada en el indicador anterior, en el que se mide el área neta afectada según cobertura de suelo, se encuentran también indicadores como: “Áreas cubiertas de vegetación afectadas por plagas o incendios”, propuesto en México con el propósito de medir la dispersión del área afectada, lo que entrega información sobre un potencial aumento o disminución de la vulnerabilidad de los ecosistemas afectados, que ayuden a identificar medidas de adaptación adecuadas (GIZ, 2014).

Tipo de indicador:

Indicador de resultado.

Impactos asociados:

- Pérdida de ecosistemas terrestres
- Erosión y degradación de los suelos
- Pérdida de atractivo turístico por incendios forestales

Sectores involucrados:

- Biodiversidad
- Silvoagropecuario
- Recursos hídricos
- Turismo
- Zonas Costeras
- Salud
- Ciudades y Asentamientos Humanos
- Energía

Metodología de cálculo:

Para determinar el cambio en la superficie de vegetación natural (sup. VN) afectada por incendios en 10 años (según clasificación de CONAF, la que considera arbolados, matorrales y pastizales), se sumó el total de superficie afectada anual por incendios por comuna (en hectáreas) entre los años 2011 y 2021 (hasta la temporada de verano 2020-2021) y por los incendios ocurridos entre los años

1990 y 2000 (años base) y luego se determinó la diferencia entre ambos totales, como se muestra a continuación.

$$I_4 = \sum_{i=2011}^{2021} \text{sup. VN}_i [\text{ha}] - \sum_{j=1990}^{2000} \text{sup. VN}_j [\text{ha}]$$

Donde:

i, j : años.

sup. VN_i : superficie de vegetación natural afectada al año i .

Fuente de información:

Tabla 6-6 Fuentes de información cálculo indicador – Cambio superficie afectada (ha) promedio móvil de 10 años por incendios en vegetación natural, con respecto al periodo base (1990-2000)

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance regional
Superficie de vegetación natural afectada por año por comuna	CONAF	Anual	Todas las regiones y comunas del país.

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

En la Figura 6-7 se presentan los resultados de la variación de superficie de vegetación natural afectada por incendios por comuna entre ambos períodos de tiempo considerados. Se observa que si bien en algunas comunas (102) se tienen variaciones negativas, la mayor parte de las comunas tienen variaciones positivas o nulas, registrándose un aumento promedio de 715,0 ha afectadas por comuna, entre ambas décadas. En la Figura 6-8 se muestra el mapa de distribución espacial de los resultados del indicador, donde destaca la comuna de Cauquenes como la que presenta el mayor aumento, con un cambio de 4.637,7 ha.

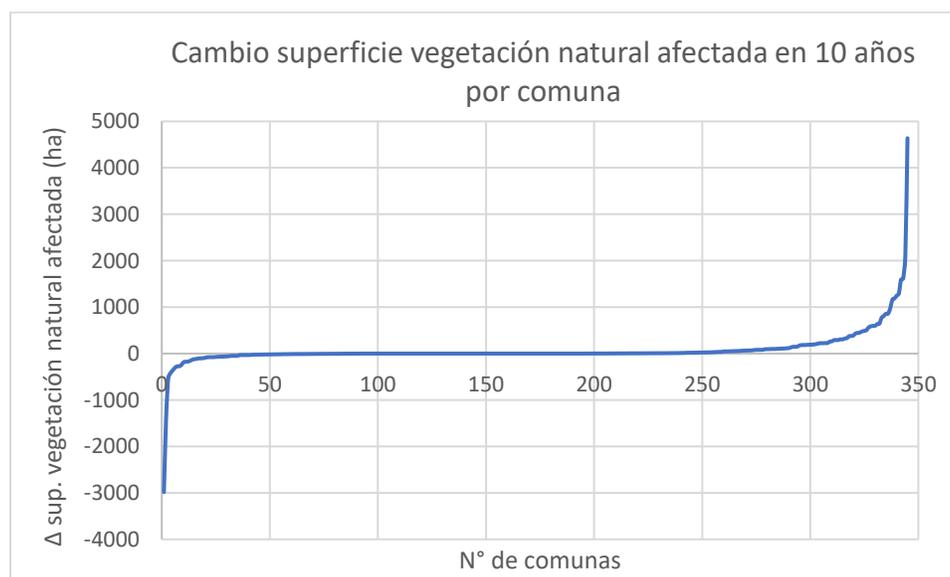


Figura 6-7 Cambio en la superficie de vegetación natural afectada por incendios por comuna (ordenadas según los cambios) en 10 años (2011-2021) con respecto a los años 1990-2000

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

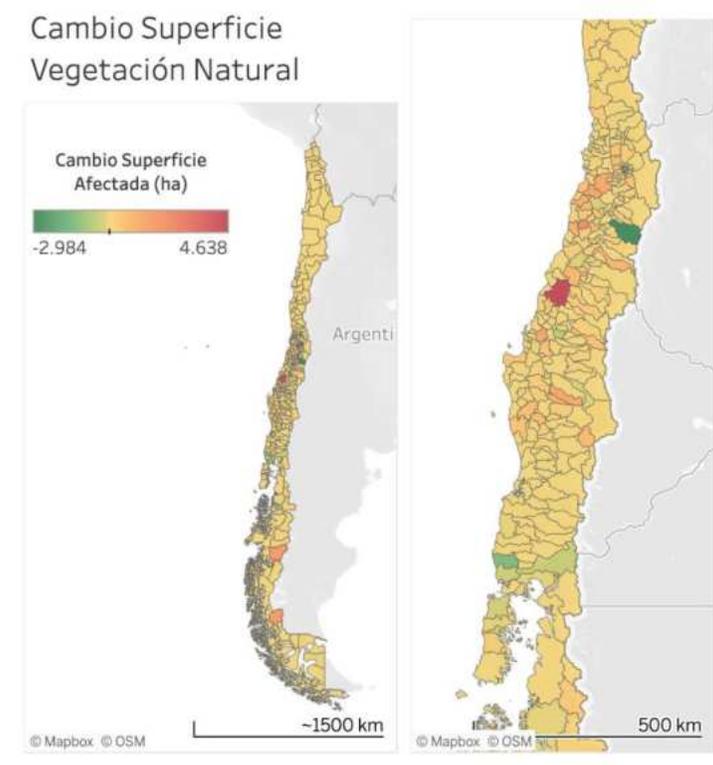


Figura 6-8 Mapa indicador – Cambio superficie afectada (ha) promedio móvil de 10 años por incendios en vegetación natural (2011-2021), con respecto al periodo base (1990-2000), por comunas

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

6.1.5 Cambio superficie afectada promedio móvil de 10 años por incendios en plantaciones forestales

Descripción y discusión:

Ya que las plantaciones forestales se encuentran mayormente distribuidas en zonas con riesgo de incendios alto (Miranda et al., 2020), por su importancia sobre el sector silvícola y la posible afectación de otros sectores frente a un incendio en plantaciones, se propone complementar los indicadores anteriores con un símil que monitoree el cambio en la superficie de plantaciones forestales afectadas por incendios en un periodo móvil de 10 años. Esta propuesta se basa también en el indicador ya mencionado utilizado en Reino Unido, en el cual se descompone el área afectada según tipo de cobertura de suelo (Ffoulkes et al., 2021).

Tipo de indicador:

Indicador de resultado.



Impactos asociados:

- Pérdida de ecosistemas terrestres
- Erosión y degradación de los suelos
- Incendios en ciudades
- Pérdidas de cultivos

Sectores involucrados:

- Biodiversidad
- Silvoagropecuario
- Recursos hídricos
- Ciudades y Asentamientos Humanos
- Zonas Costeras
- Salud
- Energía

Metodología de cálculo:

Para determinar el cambio en la superficie de plantaciones forestales (sup. PF) afectada por incendios en 10 años, se sumó el total de superficie afectada anual por incendios por comuna (en hectáreas) entre los años 2011 y 2021 (hasta la temporada de verano 2020-2021) y por los incendios ocurridos entre los años 1990 y 2000 (años base) y luego se determinó la diferencia entre ambos totales, como se muestra a continuación.

$$I_5 = \sum_{i=2011}^{2021} \text{sup. PF}_i [\text{ha}] - \sum_{j=1990}^{2000} \text{sup. PF}_j [\text{ha}]$$

Donde:

i, j : años.

sup. PF_i : superficie de plantaciones forestales afectada al año i .

Fuente de información:

Tabla 6-7 Fuentes de información cálculo indicador – Cambio en la superficie de plantaciones forestales (ha) afectada por incendios por comuna en 10 años (2011-2021) con respecto a los años 1990-2000

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance regional
Superficie de plantaciones forestales afectadas por año por comuna	CONAF	Anual	Todas las regiones y comunas del país

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

En la Figura 6-9 se presentan los resultados de la variación de superficie de plantaciones forestales afectada por comuna entre ambos períodos de tiempo considerados. Se observa que si bien en algunas comunas (68) se tienen variaciones negativas, la mayor parte de las comunas tienen variaciones positivas o nulas, registrándose un aumento promedio de 85,7 ha afectadas por comuna, entre ambas décadas. En la Figura 6-10 se muestra el mapa de distribución espacial de los

resultados del indicador, donde nuevamente destaca la comuna de Cauquenes como la que presenta el mayor aumento, con un cambio de 13.396,9 ha.

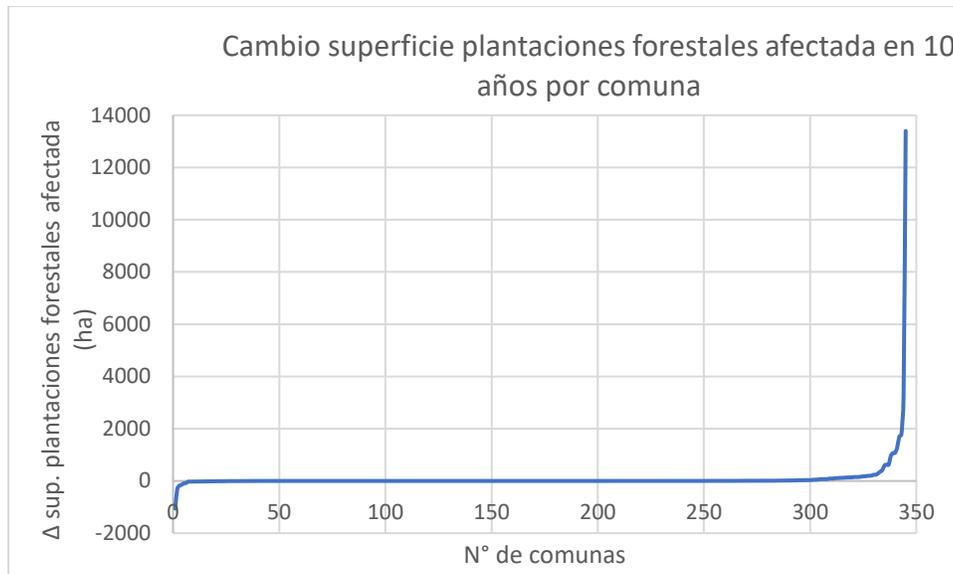


Figura 6-9 Cambio en la superficie de plantaciones forestales afectada por incendios por comuna (ordenadas según cambio) en 10 años (2011-2021) con respecto a los años 1990-2000

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

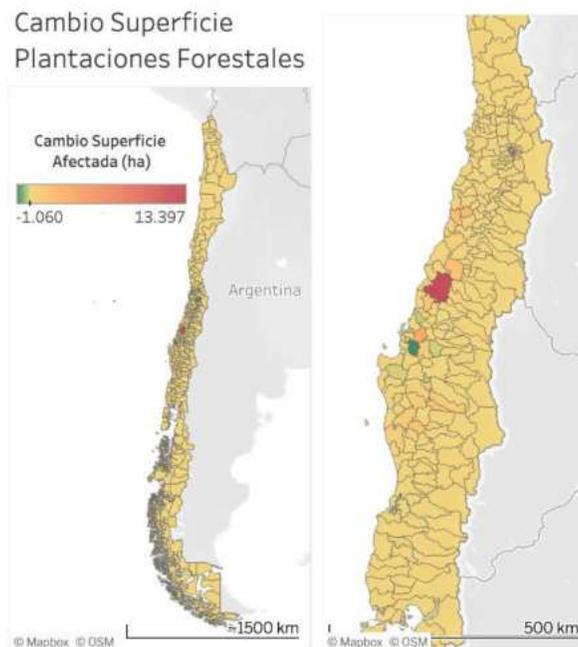


Figura 6-10 Mapa indicador – Cambio en la superficie de plantaciones forestales (ha) afectada por incendios por comuna en 10 años (2011-2021) con respecto a los años 1990-2000

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto



6.1.6 Superficie con proyecto de restauración implementado, por región

Descripción y discusión:

Como respuesta a los múltiples impactos que afectan a los ecosistemas terrestres y que ya han resultado en pérdidas importantes de estos, se propone el indicador de “superficie con proyectos de restauración implementados” como indicador de implementación para medir el avance en políticas e iniciativas de restauración tanto públicas como privadas.

La restauración ecológica se define como “la acción humana cuyo objetivo es facilitar el tránsito del ecosistema degradado hacia algún estado de referencia histórico, que es representativo de la condición pre-perturbación, sea esta natural o semi-natural” (MMA, n.d.). De este modo, los proyectos de restauración permiten tanto abatir los efectos antrópicos y asociados al cambio climático pasados, como generar sistemas más resilientes frente a impactos más adversos en el futuro.

Este indicador va también en línea con el plan sectorial de biodiversidad, donde se proponen múltiples medidas de acuerdo con la línea estratégica de “Conservación y restauración de ecosistemas degradados o vulnerables” (MMA, 2014). Asimismo, en el Reino Unido, se planteó la meta de restaurar el 75% de las áreas protegidas terrestres y continentales y 500.000 hectáreas de hábitat rico en biodiversidad fuera de estas (Climate Change Committee, 2021a).

Tipo de indicador:

Indicador de implementación.

Brechas del indicador:

El indicador aquí planteado es muy general como para hacer una distinción por tipo de hábitat restaurado e instrumento de protección, por lo que se debe trabajar en mejorar la recopilación de datos, de modo de poder especificar más el indicador, además de que solo mide las iniciativas de conservación, no el resultado de estas, por lo que se requiere también un indicador que mide el paso de ecosistemas degradados a sus estados de referencia históricos. Adicionalmente, las fuentes de datos utilizadas no cubren todas las regiones, ni están estandarizadas, por lo que se debe trabajar en mejorar la provisión de datos para el cálculo del indicador.

Impactos asociados:

- Pérdida de ecosistemas terrestres
- Erosión y degradación de los suelos
- Pérdida de atractivo turístico por incendios forestales
- Degradación del paisaje natural
- Disminución de superficie de suelo con capacidad de albergar biodiversidad
- Disminución de la provisión de servicios ecosistémicos

Sectores involucrados:

- Biodiversidad
- Silvoagropecuario
- Recursos hídricos
- Ciudades y Asentamientos Humanos
- Turismo

Metodología de cálculo:

El cálculo del indicador consiste en la suma de las superficies abarcadas por todos los proyectos de restauración por región.

$$I_6 = \sum_{\substack{i = \text{proyectos} \\ \text{de la región}}} \text{sup. abarcada proyecto } i$$

Fuente de información:

Como se muestra en la Tabla 6-8, las fuentes de información utilizadas corresponden a los indicadores de restauración ecológica del Ministerio del Medio Ambiente y el Registro de Iniciativas de Restauración de CONAF. Para la primera fuente, los datos son ingresados por los propios encargados de las iniciativas, por lo que, si bien son una primera aproximación para medir los esfuerzos de restauración, esto también puede significar una importante fuente de error; para la segunda, esta está incompleta -falta la región de la Araucanía y la Metropolitana-, los datos no están estandarizados y no han sido actualizados desde el 2019. Todo lo anterior debe ser tomado en consideración al hacer la evaluación del indicador.

Tabla 6-8 Fuentes de información cálculo indicador – Superficie con proyectos de restauración implementados por región

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance regional
Superficie proyectos de restauración por región	Restauración Ecológica MMA	Desconocida	8 regiones
Superficie proyectos de restauración por región	Registro Iniciativas de Restauración CONAF	Última actualización año 2019	Todas las regiones, a excepción de la IX y la RM

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

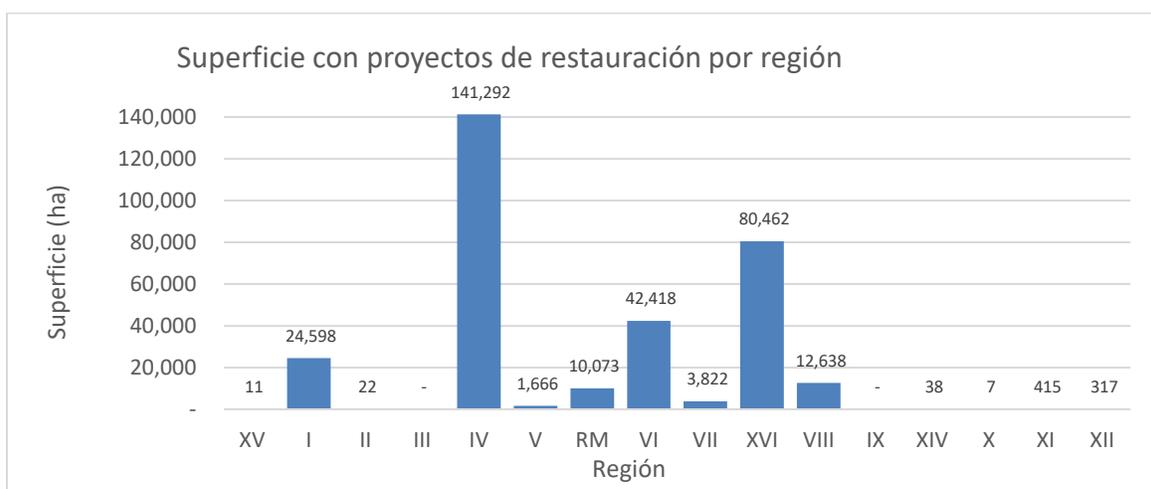


Figura 6-11 Indicador superficie (Ha) con proyectos de restauración implementados por región

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto



Ecosistemas Marinos

Los indicadores desarrollados para ese tema son:

- Biodiversidad de especies desembarcadas, por puerto
- Porcentaje de superficie marina protegida, a nivel nacional
- Porcentaje de superficie de áreas marinas protegidas con plan de manejo, a nivel nacional

En este caso, el primer indicador busca reflejar el estado de los ecosistemas marinos en términos de la biodiversidad de organismos marinos presentes en estos y, los otros dos tienen por objetivo medir el avance en medidas de conservación de los ecosistemas acuáticos. Debido a la complejidad de estos sistemas, resulta difícil proponer indicadores que apunten a amenazas exclusivas del cambio climático, por lo que estos representan la adaptación tanto frente a impactos del cambio climático como a amenazas antropogénicas, por lo que deben ser evaluados como tal.

6.1.7 Biodiversidad de especies desembarcadas, por puerto

Descripción y discusión:

A pesar de que los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas marinos son en su mayoría desconocidos por la dificultad que supone realizar predicciones de las condiciones de temperatura, oxígeno, pH, salinidad y otros parámetros relevantes para entender el grado de la amenaza climática y lo complejo que es atribuir la pérdida de biodiversidad marina a causas ligadas al cambio climático y no a otros impactos antropogénicos (como el esfuerzo de pesca), se propone un indicador de biodiversidad de especies marinas, debido a la importancia de este tipo de ecosistemas tanto por su valor económico como natural y su contribución a la mitigación, además del interés en incluir los ecosistemas marinos manifestado en diversos sectores durante el taller, con la intención de que el monitoreo de sus estados contribuya a entender mejor el riesgo climático al que están expuestos.

Debido a la falta de datos de abundancia y distribución de especies marinas, se utilizan las estadísticas de desembarque que SERNAPESCA lleva en las caletas de pescadores artesanales como una aproximación a la diversidad de estas en cada puerto. Con el objetivo de representar tanto la presencia como la proporción de biomasa de las distintas especies, se propuso calcular un símil al índice de Shannon, utilizando la masa desembarcada en vez del número de individuos, como aproximación a la biodiversidad presente en los ecosistemas marinos, se optó por utilizar un índice que considerara la proporción de especies y no la masa total desembarcada, puesto que un mayor desembarque en masa puede ser causado por sobrepesca y no necesariamente por abundancia de recursos. Cabe destacar que estos datos pueden no ser lo suficientemente representativos de la biodiversidad pues la abundancia de las especies en los desembarques está fuertemente influida por el valor económico de las especies y regulaciones a la pesca, como por ejemplo vedas; no obstante, es la aproximación que se puede calcular con la información disponible, la que debe ser mejorada en trabajos futuros.

Durante la revisión de literatura al respecto, se identificaron indicadores tales como “Disminución de la captura de peces como resultado de los cambios en la temperatura”, propuesto para el río Mekong en Asia (GIZ, 2014); “Integridad de los ecosistemas marinos” y “Cambios en la abundancia de especies sensibles al clima”, propuestos para el Reino Unido (Harvey et al., 2011). Si bien todos estos indicadores son muy distintos al aquí propuesto, este recoge los mismos objetivos, pero adaptado a la información disponible en el país.



Tipo de indicador:

Indicador de resultado.

Brechas del indicador:

Como se explica anteriormente, el indicador es solo una aproximación a la biodiversidad de las especies marinas, pudiendo ser esta medida de muchas otras formas en caso de contar con los datos, por lo que se debe trabajar en mejorar la recopilación de datos de abundancia de especies marinas de forma de mejorar este indicador.

Impactos asociados:

- Pérdida de biodiversidad marina
- Aumento de presiones antrópicas producto del cambio climático
- Pérdida de desembarque pesquero artesanal
- Cambios en la distribución de las especies marinas

Sectores involucrados:

- Biodiversidad
- Pesca y Acuicultura
- Zonas costeras
- Turismo
- Ciudades y Asentamientos Humanos

Metodología de cálculo:

Para cada puerto, se calcula el índice de Shannon, en base a las estadísticas de desembarque de cada puerto, según la siguiente fórmula:

$$I_7 = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

S : número de especies desembarcadas

p_i : proporción de individuos de la especie i (en ton) respecto del total de individuos (n_i/N)

n_i : masa desembarcada de la especie i (ton)

N : masa total desembarcada (ton)

Fuente de información:

Las fuentes de información utilizadas en el cálculo del indicador se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 6-9 Fuentes de información cálculo indicador - Índice de biodiversidad de desembarque

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Estadísticas de desembarques anuales por puerto	SERNAPESCA	Anual	Regional

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

En la

Figura 6-12 se muestra un gráfico de frecuencia acumulada con los resultados del cálculo del indicador por puerto y en la Figura 6-13 un mapa con la distribución espacial de los resultados por caleta. Cabe destacar que a mayor valor de índice mayor biodiversidad, donde valores mayores a 2 se consideran bajos y mayores a 3 altos, por lo que se puede evidenciar que solo 4 puertos de los analizados presentan biodiversidad alta. Sin embargo, estos resultados hay que analizarlos considerando que son especies desembarcadas y no presencia de especies, por lo que podrían no ser representativos.

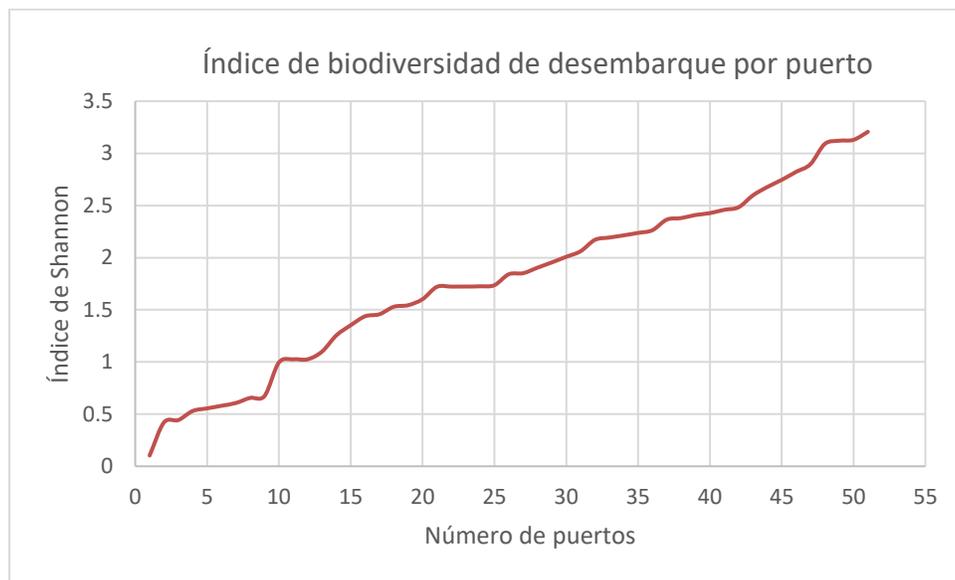


Figura 6-12 Índice de biodiversidad de desembarque por puerto

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

Biodiversidad de especies desembarcadas

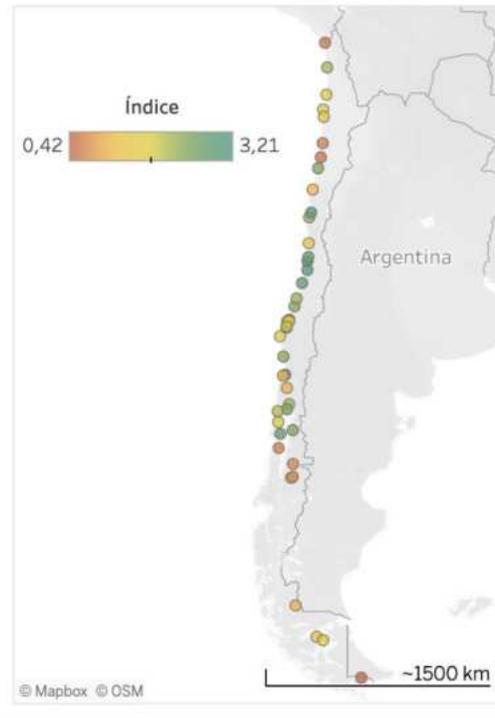


Figura 6-13 Mapa indicador – Índice de biodiversidad de desembarque por puerto

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

6.1.8 Porcentaje de superficie marina protegida, a nivel nacional

Descripción y discusión:

Las áreas marinas protegidas (AMP) fueron destacadas durante el taller por su valor como instrumentos de conservación de ecosistemas marinos, siendo estas de especial relevancia frente a impactos como la pérdida de biodiversidad marina y el aumento de presiones antrópicas producto del cambio climático (por aumento de plantas desaladoras, por ejemplo). Es así como monitorear la superficie de áreas marinas protegidas corresponde a una aproximación para medir los esfuerzos de conservación de estas áreas y la diversidad de especies marinas a lo largo de la Zona Económica Exclusiva (ZEE).

Entre indicadores similares que se pueden encontrar en la literatura internacional al respecto está el indicador de “Porcentaje de borde costero bajo protección marina”, propuesto para México (GIZ, 2014). Este es muy similar al aquí propuesto, con la diferencia de que el primero se enfoca exclusivamente en el mar territorial, mientras que el segundo considera toda la Zona Económica Exclusiva, por lo que es más completo.

Tipo de indicador:

Indicador de implementación



Brechas del indicador:

Debido a la falta de divisiones territoriales oceánicas en la ZEE equivalentes a las regiones en el continente, se propone el cálculo del indicador a nivel nacional, sin embargo, se destaca la relevancia de incorporar a futuro diferenciación por ecorregiones, de modo de que estas áreas sean representativas de la diversidad ecosistémica y necesidades de conservación del país.

Otra brecha que fue levantada durante la realización del taller mas no pudo ser incorporada en los indicadores propuestos debido a falta de datos, corresponde al estado de las áreas marinas, ya que actualmente se desconoce el estado de los ecosistemas luego de ser declarados áreas marinas protegidas, por lo que no se puede realizar una evaluación del grado de cumplimiento de los objetivos de conservación (Actualmente se encuentra en desarrollo el proyecto FIPA 22-2021 “Estudio del desempeño y co-beneficios de las áreas marinas protegidas a la mitigación y adaptación al cambio climático”, que durante el año 2022 entregará información al respecto).

Impactos asociados:

- Degradación de ecosistemas marinos
- Pérdida de biodiversidad marina
- Aumento de presiones antrópicas producto del cambio climático

Sectores involucrados:

- Biodiversidad
- Pesca y Acuicultura
- Zonas costeras
- Turismo
- Ciudades y Asentamientos Humanos

Metodología de cálculo:

Para el cálculo de la superficie de áreas marinas protegidas, se utilizaron los datos proporcionados de SERNAPESCA de las áreas correspondiente a cada una de las 33 áreas marinas protegidas, las cuales fueron luego sumadas y divididas por la superficie total de la Zona Económica Exclusiva, según se muestra en la ecuación a continuación.

$$I_8 = \frac{\sum_{AMP} \text{Superficie área marina}}{\text{Superficie ZEE}} \cdot 100$$

Fuente de información:

Las fuentes de información utilizadas en el cálculo del indicador se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 6-10 Fuentes de información cálculo indicador – Porcentaje de superficie marina protegida.

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance regional
Superficie áreas marinas protegidas	SUBPESCA	Desconocida	Todo el territorio marítimo nacional

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

En la Tabla 6-11, se muestran los resultados del cálculo del indicador a nivel nacional.

Tabla 6-11 Resultados indicador - Porcentaje de superficie marina protegida, a nivel nacional

Indicador	Resultado
Porcentaje superficie área marina protegida	46,66%

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

6.1.9 Porcentaje de superficie de áreas marinas protegidas con plan de manejo, a nivel nacional

Descripción y discusión:

En conjunto con las propuestas de indicadores que midieran la superficie de áreas protegidas durante el taller, se destacó también la necesidad de incorporar un indicador que mostrara el avance en los planes de manejo de estas áreas pues, de acuerdo con lo planteado en la discusión, estas solo son efectivas si existe un plan de manejo que establezca directrices para su protección y conservación. En consecuencia, se construyó un indicador que mide la superficie de áreas marinas con planes de manejo, con el objetivo de contrastarlo con el indicador anterior y evaluar así el avance en planes efectivos de conservación de zonas marinas.

Tipo de indicador:

Indicador de implementación.

Brechas del indicador:

En la reunión sectorial se destacó de que falta incluir en el indicador el grado de implementación de los planes de manejo, debido a todos los recursos que se deben disponer para que esto suceda, lo que se debe incluir en el indicador en trabajos futuros.

Impactos asociados:

- Degradación de ecosistemas marinos
- Pérdida de biodiversidad marina
- Aumento de presiones antrópicas producto del cambio climático

Sectores involucrados:

- Biodiversidad

- Pesca y Acuicultura
- Zonas costeras
- Turismo
- Ciudades y Asentamientos Humanos

Metodología de cálculo:

Con la superficie que abarca cada área protegida, se determinó cuáles de estas áreas tienen plan de manejo y se sumaron sus respectivas áreas para luego dividir las por la superficie total de la Zona Económica Exclusiva.

$$I_9 = \frac{\sum_{AMP \text{ con planes de manejo}} \text{Superficie área marina}}{\text{Superficie ZEE}} \cdot 100$$

Fuente de información:

Las fuentes de información utilizadas en el cálculo del indicador se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 6-12 Fuentes de información cálculo indicador – Porcentaje de superficie de áreas marinas protegidas con plan de manejo

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance regional
Superficie áreas marinas protegidas	SERNAPESCA	Desconocida	Todo el territorio marítimo nacional
Planes de manejo áreas protegidas	Registro Nacional de Áreas Protegidas (MMA)	Desconocida	Todo el territorio marítimo nacional

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

A continuación, se muestran los resultados del cálculo del indicador.

Tabla 6-13 Resultados indicador – Porcentaje de superficie de áreas marinas protegidas con plan de manejo

Indicador	Resultado
Porcentaje superficie área marina protegida con plan de manejo	0,01%

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

6.2 Macro-tema 2: Recursos base

Este macro-tema busca representar la adaptación frente al cambio climático de los recursos que sostienen a los sistemas vivos, de entre los cuales destaca el agua y los suelos por su relevancia para el mantenimiento de los ecosistemas -particularmente los terrestres- y las actividades humanas, y al hecho de que su disponibilidad y calidad se pueden ver afectados por el cambio climático. Estos dos recursos constituyen los dos subtemas entre los que se divide el macro-tema de Recursos Base, los que se presentan a continuación.

Agua

Históricamente Chile ha presentado eventos de sequía (Estay, 2021; Sarricolea & Meseguer-Ruiz, 2016), situación que se ha visto agravada en los últimos años y que se prevé será agudizada por el cambio climático (CEPAL, 2020b; Ministerio de Agricultura & CONAF, 2016). Como medida para reducir los daños producidos por la sequía desde 2008 se implementaron los decretos de escasez que otorgan a la Dirección General de Aguas atribuciones momentáneas (6 meses) para la redistribución de aguas y regulación de su extracción. En el periodo 2008-2021 (octubre) se han emitido 187 decretos de escasez en el país con una tendencia creciente en los últimos años, como se aprecia en la Figura 6-14 (DGA, 2021).

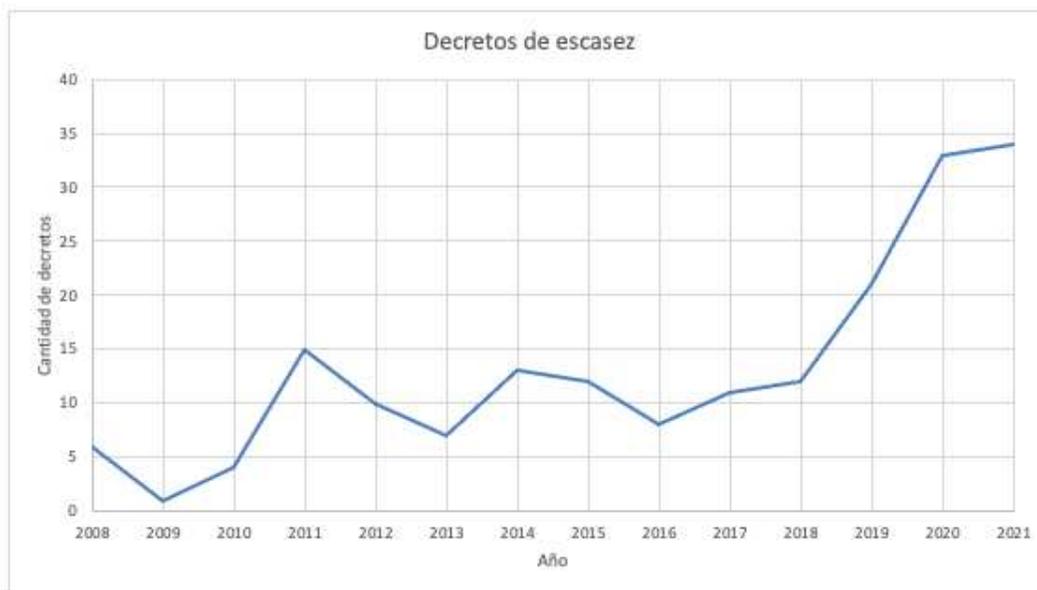


Figura 6-14 Tendencia de emisión de decretos de escasez

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2021).

La creciente ocurrencia de episodios de sequía demanda un constante monitoreo del estado y disponibilidad del recurso hídrico, además de la adaptación a la reducción de este. En esta sección se proponen 7 indicadores orientados a monitorear y evaluar la disponibilidad de agua para distintos usos y el acceso al agua potable.

Los indicadores desarrollados para este subtema son:

- Diferencia porcentual mínima en el caudal promedio mensual de ríos en salida de cuencas, con respecto a caudal ecológico
- Índice de escasez hídrica, por región
- Capacidad instalada de desalación de agua de mar (L/s)
- Agua potable embalsada respecto del volumen histórico
- Agua para riego embalsada respecto del volumen histórico
- Porcentaje de Servicios Sanitarios Rurales con cortes de suministro producto de la sequía
- Porcentaje de viviendas no dependientes de camiones aljibes

Los primeros dos indicadores tienen el objetivo de mostrar el estado del recurso hídrico, considerando cambios tanto por efecto del cambio climático como por extracciones, y los siguientes



tienen relación con uso de agua para actividades humanas, especialmente enfocadas en garantizar el acceso a agua potable a la población. Es relevante señalar que, entre los temas relacionados con el recurso hídrico que no pudieron ser incluidos, se encuentran indicadores relacionados con la calidad del agua, que también fue un tema que surgió en la realización del taller y debe ser abordado en trabajos posteriores.

6.2.1 Diferencia porcentual mínima entre el mínimo caudal promedio mensual de ríos en salida de cuencas y su caudal ecológico

Descripción y discusión:

Debido a la cantidad de sectores que requieren de las aguas superficiales para llevar a cabo sus actividades productivas y de la importancia que tienen estas también para la preservación de los ecosistemas, se construyó un indicador de diferencia porcentual mínima entre el promedio de caudales de ríos en la salida de las cuencas y el caudal ecológico, con el objetivo de mostrar cual es la brecha entre el caudal ecológico y caudal promedio mensual en el mes del año donde esta sea más crítica, es decir, la diferencia porcentual mínima entre el caudal promedio mensual y el caudal ecológico. Se escogió que este se encontrara en la desembocadura de las cuencas, con el objetivo de retratar un balance general del estado del recurso hídrico en cada una de estas, al considerar las estaciones de medición de caudales aguas abajo de todos los puntos de extracción, por lo que la diferencia calculada corresponde al caudal disponible para uso, es decir, por sobre el caudal ecológico y, también, para mostrar la posible influencia sobre ecosistemas costeros y marinos por pérdida de provisión de agua dulce hacia estos.

Tipo de indicador:

Indicador de resultado.

Impactos asociados:

- Pérdida de provisión de agua dulce
- Degradación de ecosistemas terrestres
- Degradación de ecosistemas costeros y marinos

Sectores involucrados:

- Recursos hídricos
- Biodiversidad
- Silvoagropecuario
- Pesca y Acuicultura
- Zonas costeras
- Ciudades y Asentamientos Humanos
- Minería
- Energía
- Salud
- Turismo

Metodología de cálculo:

Para el cálculo del indicador, se utilizaron los caudales mensuales de la desembocadura de las principales cuencas del país desde enero del 2010 hasta diciembre del 2019, los cuales fueron promediados para obtener un caudal promedio mensual por cuenca. Luego, se calculó la diferencia porcentual con respecto al caudal ecológico de dicho mes, el que fue calculado a partir de registros de hidrogramas publicados el año 1962 por CORFO para cada río, como se muestra en las siguientes ecuaciones.

$$I_{10} = \min \left(\frac{Q_{prom. \text{ mes } 1} - Q_{ecológico \text{ mes } 1}}{Q_{prom. \text{ mensual}}}, \dots, \frac{Q_{prom. \text{ mes } 12} - Q_{ecológico \text{ mes } 12}}{Q_{prom. \text{ mensual}}} \right) \cdot 100$$

$$Q_{ecológico \text{ mes } i} = \begin{cases} Q_{prom \text{ mes } i}^{base} \cdot 20\%; & \text{si } Q_{prom \text{ mes } i}^{base} \cdot 20\% < Q_{prom \text{ anual}}^{base} \cdot 20\% \\ Q_{prom \text{ anual}}^{base} \cdot 20\%; & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

Donde

i : mes del año, entre 1 y 12.

$Q_{prom. \text{ mes } i}$: caudal promedio mensual para el mes i calculado en base a datos históricos de entre el 2010 y 2019, en m^3/s .

$Q_{ecológico \text{ mes } i}$: caudal ecológico mensual para el mes i .

$Q_{prom \text{ mes } i}^{base}$: caudal promedio mensual para el mes i según el registro de hidrograma de CORFO.

$Q_{prom \text{ anual}}^{base}$: caudal promedio anual según el registro de hidrograma de CORFO.

El caudal ecológico se determinó en base al 20% del caudal promedio mensual, de acuerdo con lo dictaminado en el Artículo 3 del Título II del Decreto Supremo N°14, publicado en el año 2012, el cual establece que:

Para cada mes del año, el caudal ecológico mínimo en el punto de captación solicitado se determinará considerando los siguientes criterios:

- a. El caudal equivalente al veinte por ciento del caudal medio mensual de la respectiva fuente superficial, con el límite máximo del veinte por ciento del caudal medio anual establecido en el artículo 129 bis 1 del código de aguas. (...)

Se escogió usar esta aproximación y no la más reciente, publicada en 2015, debido a que, para aplicar la definición completa, se requiere de un alto volumen de datos de registros de caudales, de forma de contar con información suficiente para estimar las probabilidades de excedencia, lo cual es difícil de obtener dados los registros incompletos de la DGA. Por esto mismo, se utilizaron los hidrogramas de referencia de CORFO, los que, además, deberían ser más conservadores si se asume que el caudal va disminuyendo con los años.

Fuente de información:

En la Tabla 7-8, se muestran las fuentes de información utilizadas para el cálculo del indicador. Para los datos de caudales, estos fueron obtenidos a partir de las estaciones de monitoreo de la DGA, que cuenta con datos solo para algunos ríos, muchos de los cuales no tienen estaciones cercanas a la desembocadura, además de que muchos de estos registros son incompletos, lo que supone una fuente de error. En particular, existe muy baja disponibilidad de datos de caudales de ríos al sur del Biobío, por lo que cual no pudieron ser incluidos en el cálculo del indicador. Por otro lado, los hidrogramas utilizados para determinar el caudal base son bastante limitados en cuanto a la cantidad de ríos que presenta, por lo que para futuros trabajos deben ampliarse las fuentes de información, tanto de caudales actuales como hidrogramas base.

Tabla 6-14 Fuentes de información cálculo indicador - Cambio porcentual en el caudal promedio anual de ríos en salida de cuencas, con respecto a caudal base

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance regional
Caudales promedio mensuales	Estaciones de monitoreo DGA	Diaria	Todas las regiones
Caudal base	CORFO, 1962	Estudio puntual	Algunos ríos

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

A continuación, se muestra un gráfico de barras con la mínima diferencia porcentual entre el caudal medio mensual y su respectivo caudal ecológico para 7 ríos de los cuales se tienen registros. Queda como trabajo futuro ampliar el número de ríos para incluir todas las cuencas más representativas.

En base a los resultados, se puede evidenciar que cuatro de los siete ríos analizados no cumplen con los criterios de caudal ecológico en al menos un mes del año, es decir, un resultado negativo implica que el caudal promedio registrado en el mes con menor caudal es menor que el caudal ecológico establecido.

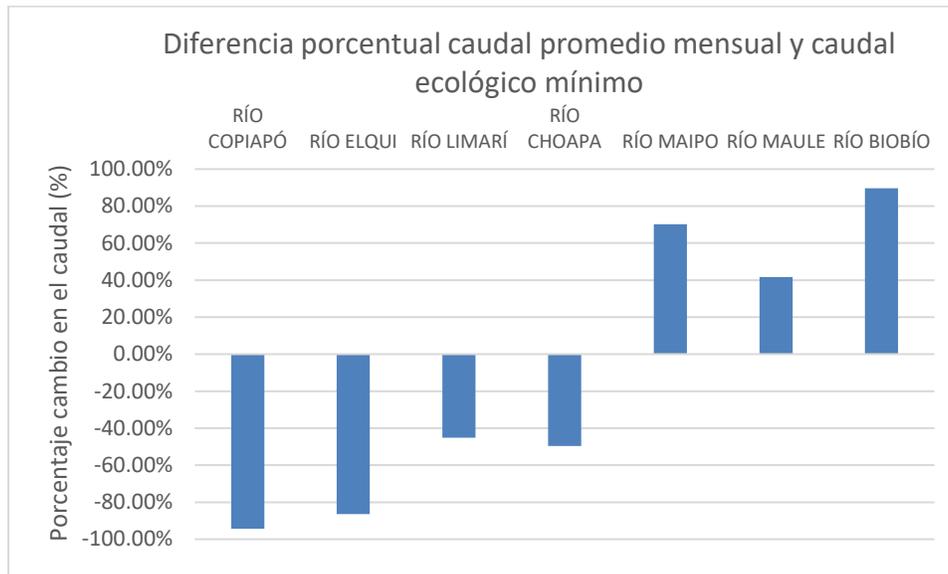


Figura 6-15 Cambio porcentual en el caudal promedio anual con respecto al caudal base, por cuencas

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

6.2.2 Índice de escasez hídrica, por regiones

Descripción y discusión:

Para complementar el indicador anterior, se propone un indicador que muestre la relación entre la demanda de agua y su disponibilidad, puesto que, en caso de haber una disminución de la oferta hídrica, la adaptación debe estar orientada a reducir la demanda de modo de adecuarse a esta nueva disponibilidad. Por lo tanto, este corresponde a un indicador de progreso, que muestra tanto la exposición (a mayores requerimientos hídricos, se está más expuesto a riesgo frente a reducción del recurso), como la amenaza, al incluir factores climáticos en el cálculo.

Tipo de indicador:

Indicador de progreso.

Brechas del indicador:

Debido a la disponibilidad de datos, este indicador se calcula por región; sin embargo, este debería calcularse por cuenca, de modo de tener un mejor nivel de detalle y representar mejor las condiciones hidrológicas de cada zona. Además, se debe trabajar en mejorar las fuentes de datos, ya que estas corresponden a estudios específicos, lo que dificulta la actualización y el empleo de estos datos para el cálculo de un indicador de este tipo.

Impactos asociados:

- Pérdida de provisión de agua dulce
- Degradación de ecosistemas terrestres
- Degradación de ecosistemas costeros y marinos

Sectores involucrados:

- Recursos hídricos
- Biodiversidad
- Silvoagropecuario
- Pesca y Acuicultura
- Zonas costeras
- Ciudades y Asentamientos Humanos
- Minería
- Energía
- Salud
- Turismo
- Infraestructura

Metodología de cálculo:

El cálculo del indicador se llevó a cabo determinando la razón entre la demanda total de los diferentes sectores (agropecuario, agua potable, industrial y minero) y la disponibilidad del recurso hídrico (agua superficial y subterránea). Para la disponibilidad superficial, se utilizó la disponibilidad hídrica superficial de ejercicio permanente por cuenca y para el agua subterránea, los datos de volumen disponible por región. Cabe destacar que la disponibilidad superficial solo presenta datos para las macrozonas centro, sur y austral, por lo que estos podrían estar incompletos.

$$\text{Escasez hídrica} = \frac{\text{Agua demandada (m}^3/\text{s)}}{\text{Agua disponible (m}^3/\text{s)}}$$

Fuente de información:

Tabla 6-15 Fuentes de información cálculo indicador – Variación en la estacionalidad de caudal de ríos

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance regional
Demanda hídrica	Atlas del agua, 2016	Estudio puntual	Todas las regiones
Agua disponible superficial	Atlas del agua, 2016	Estudio puntual	Macrozonas centro, sur y austral
Agua disponible subterránea	Atlas del agua, 2016	Estudio puntual	Todas las regiones

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

En la Figura 6-16 se presenta un gráfico de barras y línea con los resultados del índice de escasez hídrica calculado para todas las regiones del país. A partir de los resultados, se puede observar que un total de 7 regiones tienen índice menor a 1, es decir, la demanda supera la oferta, las cuales se concentran en la zona norte y centro, por otro lado, las regiones de las zonas sur y austral presentan una muy baja escasez hídrica, por ejemplo, en la X región se obtuvo un valor de 0,01, lo que significa que la oferta supera a la demanda cien veces.

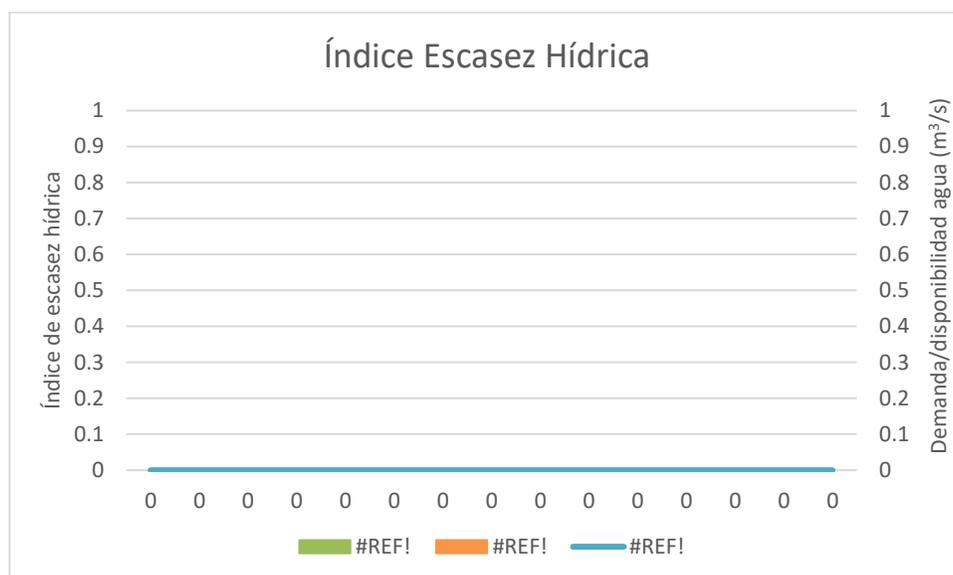


Figura 6-16 Gráfico indicador – Brecha Hídrica (%) por regiones

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

6.2.3 Capacidad instalada de desalación de agua de mar (L/s), por región

Descripción y discusión:

Durante el taller, la desalación fue destacada en las mesas sectoriales de Minería, Recursos Hídricos, Pesca y Acuicultura, Biodiversidad y Zonas Costeras como medida para abastecer de agua a la minería, industria y asentamientos humanos en un escenario de sequía. Actualmente, el uso de agua desalada se ha implementado como medida de adaptación frente a la reducción en la disponibilidad hídrica tanto en Chile como en otros países (CEPAL, 2020a, 2021; Raaymakers & Parairato, 2019).

Sin embargo, su operación ha sido estudiada para evaluar los impactos negativos (Rustum et al., 2020; Tubi & Williams, 2021). Entre los múltiples factores a considerar, los autores destacan los impactos en los ecosistemas por el proceso de extracción y la descarga, este último por el aumento de la salinidad. Adicionalmente, la desalación es un proceso de alta intensidad energética lo que podría implicar altas emisiones de GEI de emplearse combustibles fósiles directamente en la producción o en la matriz energética. Asimismo, la medida podría generar una percepción pública de alta disponibilidad hídrica, lo que podría llevar al uso intensivo del recurso en un contexto de sequía. Estos aspectos son solo ejemplos de aristas que podrían conducir a la medida a considerarse como mala adaptación.

Con el objetivo de monitorear la adaptación por medio de la desalación de agua de mar y en base a la información disponible se generó un indicador de la capacidad instalada de desalinización.

Tipo de indicador:

Indicador de progreso.

Mala adaptación:



Los asistentes del taller y de las reuniones sectoriales levantaron también la preocupación de regular la desalación con el fin de reducir los impactos negativos asociados a ella, con énfasis en los ecosistemas y asentamientos costeros. Sobre todo, el impacto de la salmuera en los atributos físicoquímicos de los ecosistemas, como fue levantado en la asesoría técnica parlamentaria sobre el impacto ambiental de la desalación (Vivanco, 2017). Como se mencionó más arriba, la desalación es una actividad energéticamente intensiva por lo que su operación en relación a la generación de GEI por usos energéticos.

El indicador deberá ser acompañado por indicadores de desempeño, como la generación de agua desalinizada, el volumen o caudal por tipo de beneficiario, la cantidad de beneficiarios; o de mala adaptación, como la generación de residuos o el origen de la energía utilizada en el proceso de producción.

Impactos asociados:

- Disminución de la disponibilidad hídrica para consumo humano producto de la sequía
- Disminución de la disponibilidad hídrica para consumo industrial producto de la sequía
- Disminución de la disponibilidad hídrica para consumo minero producto de la sequía
- Impactos asociados a la generación de agua desalada

Sectores involucrados:

- Recursos Hídricos
- Energía
- Infraestructura
- Zonas Costeras
- Minería
- Pesca y Acuicultura
- Turismo
- Biodiversidad
- Salud
- Ciudades y Asentamientos Humanos
- Silvoagropecuario

Metodología de cálculo:

La capacidad de desalación regional fue calculada como la suma de las capacidades de todas las desaladoras operativas en el reporte de desaladoras georreferenciadas de Minería Abierta (última actualización en 2020).

$$I_{12} = \sum_i Capacidad_{ij}$$

Donde

i: Desaladoras.

j: Región.

Capacidad_{ij}: Capacidad instalada de desalación planta *i*, en la región *j*.

Fuente de información:

Tabla 6-16 Fuentes de información cálculo indicador – Capacidad instalada de desalación por región

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Capacidad de plantas desaladoras	IDE y Minería Abierta	Datos actualizados el 2020	Regiones con plantas desaladoras

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

La Figura 6-17 muestra la capacidad total de desalación por región, se observa que esta se encuentra concentrada en la zona norte, hasta la región de Valparaíso, superando los 10.000 L/s en la región de Antofagasta.

Capacidad desaladoras

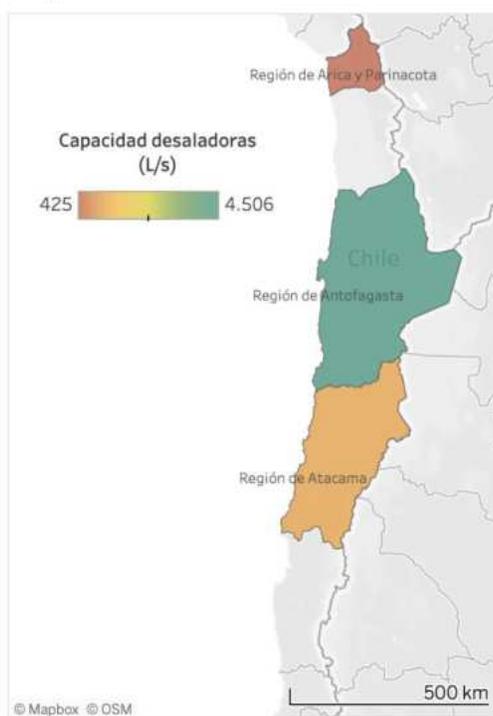


Figura 6-17 Mapa de capacidad instalada (L/s) regional – Capacidad instalada de desalación por región

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

La distribución regional de la capacidad de desalación se presenta en la Figura 6-18, y la Figura 6-19 muestra la capacidad de desalación regional según uso reportado. Se observa que el agua para la minería de cobre y agua potable son los principales usos.

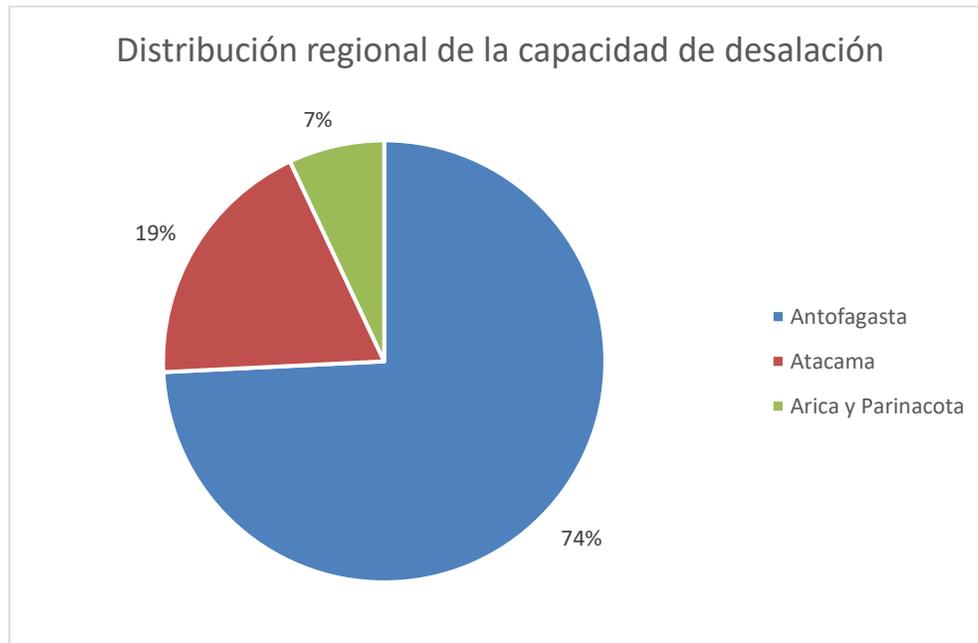


Figura 6-18 Distribución regional de la capacidad de desalación (%) – Capacidad instalada de desalación por región

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

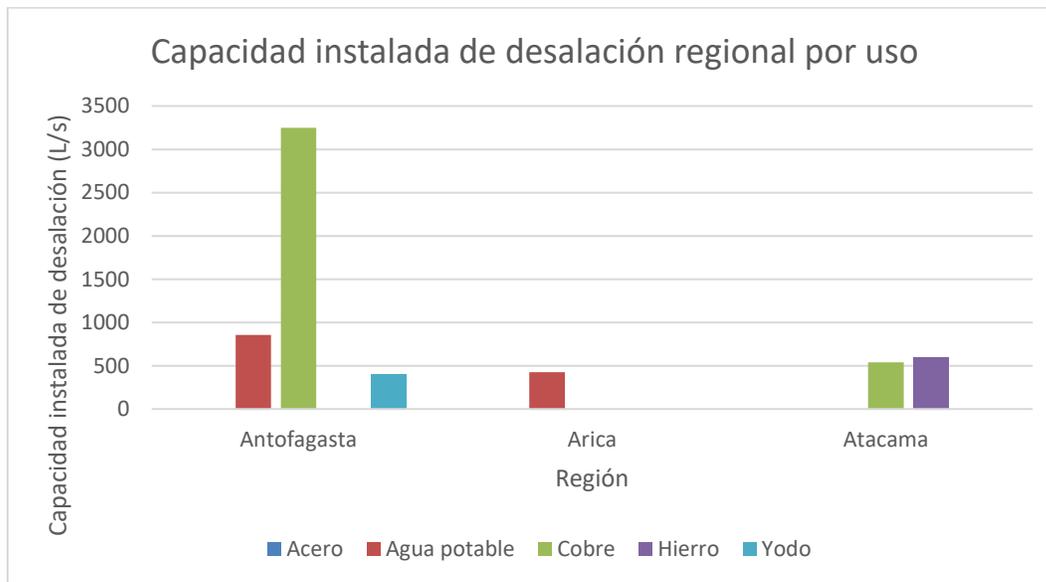


Figura 6-19 Capacidad desalación regional por uso (L/s) – Capacidad instalada de desalación por región

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

6.2.4 Agua potable embalsada respecto de la capacidad del embalse, por embalse

Descripción y discusión:



En los ejes de recursos hídricos de los planes de adaptación de Kenia y el Reino Unido se propusieron indicadores de almacenamiento de agua y de nivel de embalses, respecto de la capacidad del reservorio, para monitorear y evaluar la disponibilidad hídrica (Harvey et al., 2011; OECD, 2015). En Chile, los embalses son empleados para recoger y almacenar agua para abastecer de agua potable a las comunidades, agricultores y la generación de energía. Los niveles de embalses son monitoreados, en boletines mensuales, por la DGA y se utilizaron para generar un indicador de agua potable embalsada respecto de la capacidad del embalse para los meses con el mínimo volumen. El indicador busca monitorear la disponibilidad hídrica y servir como insumo para la toma de decisiones.

Tipo de indicador:

Indicador de progreso.

Brechas del indicador:

Cabe destacar que la información no se encuentra sistematizada por lo que la generación del indicador requiere la revisión uno a uno de los boletines y puede ser una actividad demandante de tiempo, por lo que para facilitar el monitoreo será necesario presentar la información de forma más accesible.

Por otro lado, también existe la posibilidad de almacenar agua en las cuencas mediante Soluciones Basadas en la Naturaleza, por ejemplo, reteniendo agua en suelos y coberturas boscosas, según fue señalado en la reunión sectorial de Biodiversidad. Este tipo de alternativas podría estar vinculada a la restauración de cuencas, generando un valor agregado al almacenamiento de agua, entre otras ventajas frente a los embalses, como la disminución de la evaporación.

Impactos asociados:

- Disminución de la disponibilidad hídrica para consumo humano producto de la sequía

Sectores involucrados:

- Recursos Hídricos
- Infraestructura
- Turismo
- Salud
- Ciudades y Asentamientos Humanos

Metodología de cálculo:

El indicador consiste en la razón entre el mínimo volumen almacenado anual del embalse y la capacidad del embalse:

$$I_{13} = \frac{\min(Vol_{1i}, \dots, Vol_{ki}, \dots, Vol_{12i})}{Capacidad\ de\ embalse_i} \cdot 100$$

Donde

i : Embalse de agua potable.

Vol_{ki} : Volumen almacenado en el embalse i en el mes k .

$Capacidad\ de\ embalse_i$: Capacidad del embalse i .

El indicador fue calculado para cada embalse con datos del año 2020. El agua potable embalsada respecto de la capacidad se calculó a partir de los datos de los Boletines Hidrológicos mensuales, para los embalses cuyo uso principal es el agua potable (ver Tabla 6-18).

Fuente de información:

Tabla 6-17 Fuentes de información cálculo indicador – Agua potable embalsada

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Volumen mensual y capacidad de embalses	DGA, Boletines hidrológicos	Semanal y mensual	Embalses

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

La Tabla 6-18 muestra el volumen almacenado mínimo, el mes del registro, y la proporción respecto de su capacidad, para el periodo comprendido entre 2015 y 2020. Para cada año se muestra el mes con mínimo volumen almacenado y la proporción que este representa respecto de la capacidad de almacenamiento del embalse.

Así en el caso del embalse Lago Peñuelas se tiene que en 2017 durante los meses de abril y mayo este se encontraba lleno hasta un 2% de su capacidad.

Tabla 6-18 Mínima agua potable embalsada respecto de la capacidad de embalse – Agua potable embalsada

Embalse	Región	Mes con volumen mínimo	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Aromos	Valparaíso	Marzo		66%				
		Abril			83%			4%
		Mayo				54%		
		Agosto	34%					
		Diciembre					28%	
Lago Peñuelas	Valparaíso	Abril			2%			1%
		Mayo			2%			1%
		Diciembre	7%	4%		4%	1%	
El Yeso	Metropolitana	Enero		82%				35%
		Junio	5%					
		Octubre			45%		27%	
		Noviembre				35%		
		Diciembre					27%	

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

Además, la Figura 6-20 muestra la tendencia anual de la fracción del volumen mínimo de embalse respecto de la capacidad del embalse. Si bien el periodo estudiado es muy reducido para determinar una tendencia se observa que desde 2016 el nivel de los tres embalses disminuye.

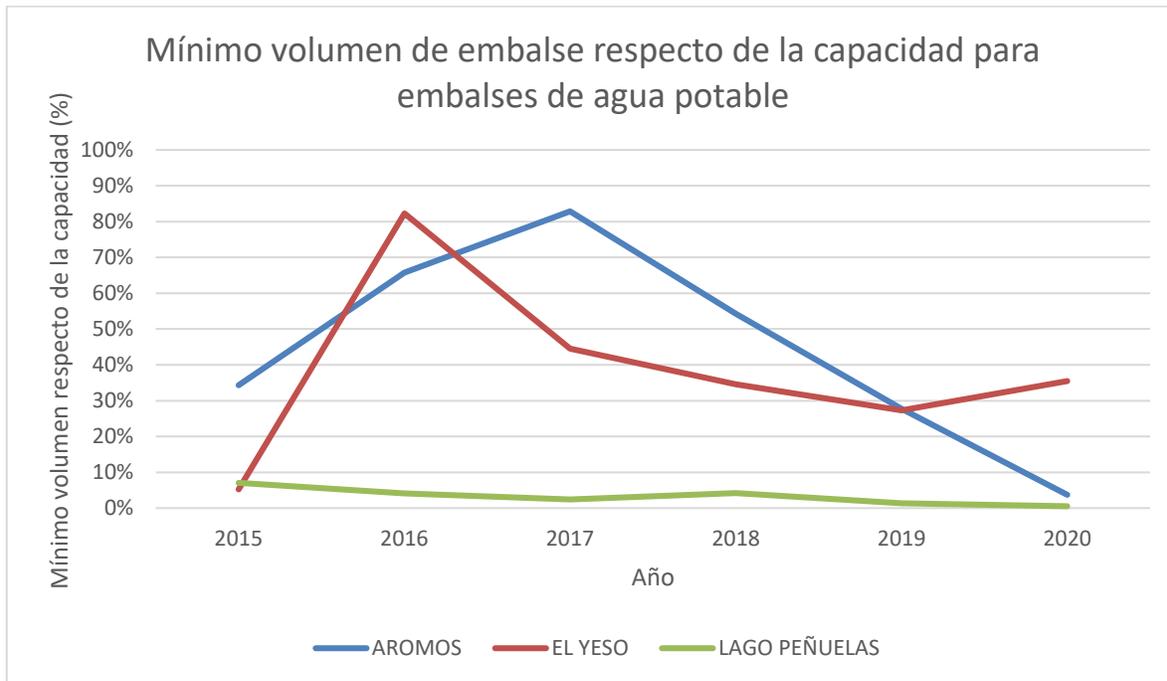


Figura 6-20 Mínima agua potable embalsada respecto de la capacidad de embalse (%) – Agua Potable Embalsada

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

6.2.5 Agua para riego embalsada respecto de la capacidad del embalse, por embalse

Descripción y discusión:

De manera complementaria al indicador presentado en la Sección 6.2.4 se presenta un indicador de nivel de embalse para agua de riego, con el fin de monitorear la disponibilidad hídrica para este fin. Será necesario considerar la sistematización de los datos para facilitar el monitoreo del indicador como fue discutido en la Sección 6.2.4.

Tipo de indicador:

Indicador de progreso.

Brechas del indicador:

Se presentan las mismas brechas identificadas en el indicador para embalses de agua potable (ver Sección 6.2.4).

Impactos asociados:

- Disminución de la disponibilidad hídrica para riego producto de la sequía
- Intensificación de la inseguridad alimentaria producto de la disminución del agua para riego

Sectores involucrados:

- Recursos Hídricos
- Infraestructura
- Silvoagropecuario



- Turismo
- Salud
- Ciudades y Asentamientos Humanos

Metodología de cálculo:

El agua para riego embalsada se calculó a partir de los datos de los Boletines Hidrológicos mensuales; de ellos se extrajo el volumen almacenado mensual y la capacidad de los embalses cuyo uso principal es el agua para riego. Como criterio conservador se consideraron como embalses para riego aquellos que reportan como uso principal la “generación y riego”.

El indicador fue calculado para el año 2020. Se seleccionó el volumen almacenado mensual más bajo del embalse para compararlo con la capacidad del embalse (1981-2020), como se muestra más abajo.

$$I_{14} = \frac{\min(Vol_{1i}, \dots, Vol_{ki}, \dots, Vol_{12i})}{Capacidad\ de\ embalse_i} \cdot 100$$

Donde

i : Embalse de agua para riego.

Vol_{ki} : Volumen almacenado en el embalse i en el mes k .

$Capacidad\ de\ embalse_i$: Capacidad del embalse i .

Fuente de información:

Tabla 6-19 Fuentes de información cálculo indicador – Agua embalsada para riego

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Volumen mensual y capacidad de embalses	DGA, Boletines hidrológicos	Semanal y mensual	Embalses

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

La Figura 6-21, Figura 6-22 y Figura 6-23 muestra la tendencia anual de la fracción del volumen mínimo de embalse respecto de la capacidad del embalse para el periodo entre 2015 y 2020. En los Anexos del presente informe (ver Sección 11.5) se presenta el detalle de la tendencia de mínimos mensuales de embalses de riego, respecto de la capacidad del embalse.

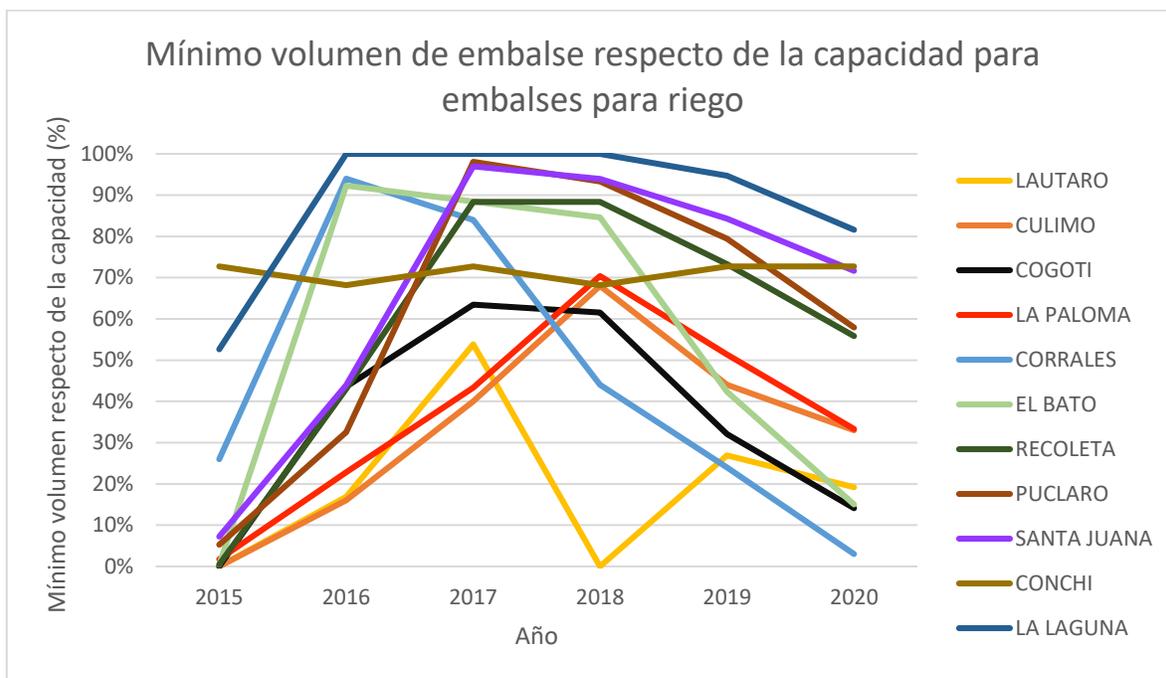


Figura 6-21 Mínima agua para riego embalsada respecto de la capacidad de embalse (%)
Zona Norte – Agua para Riego Embalsada

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

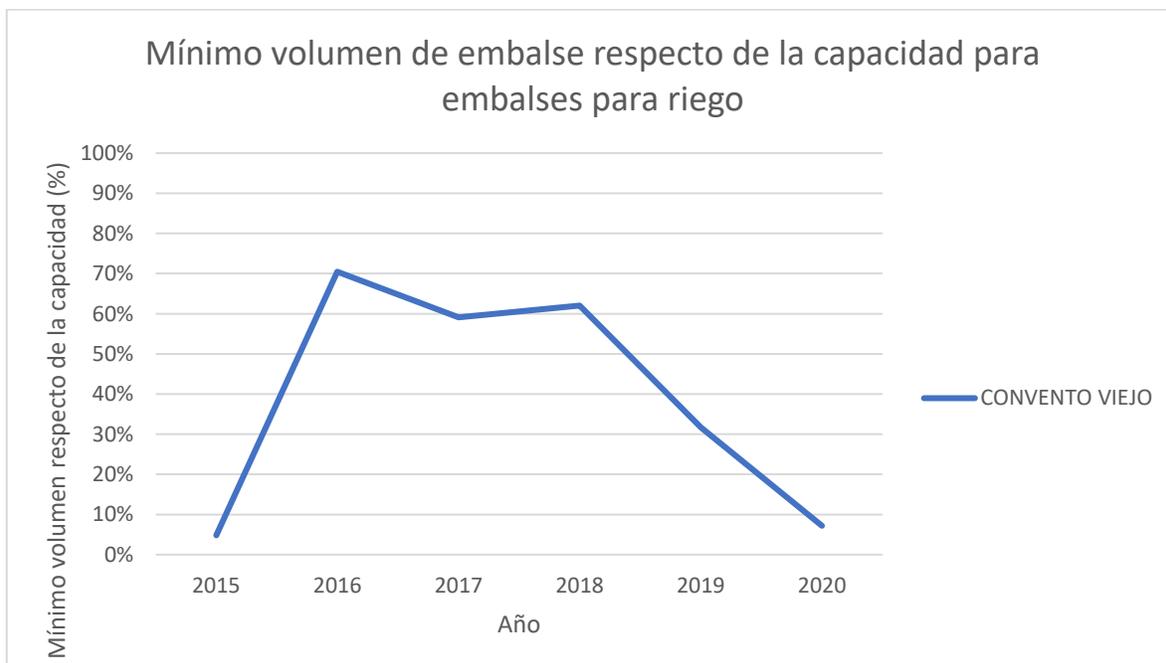
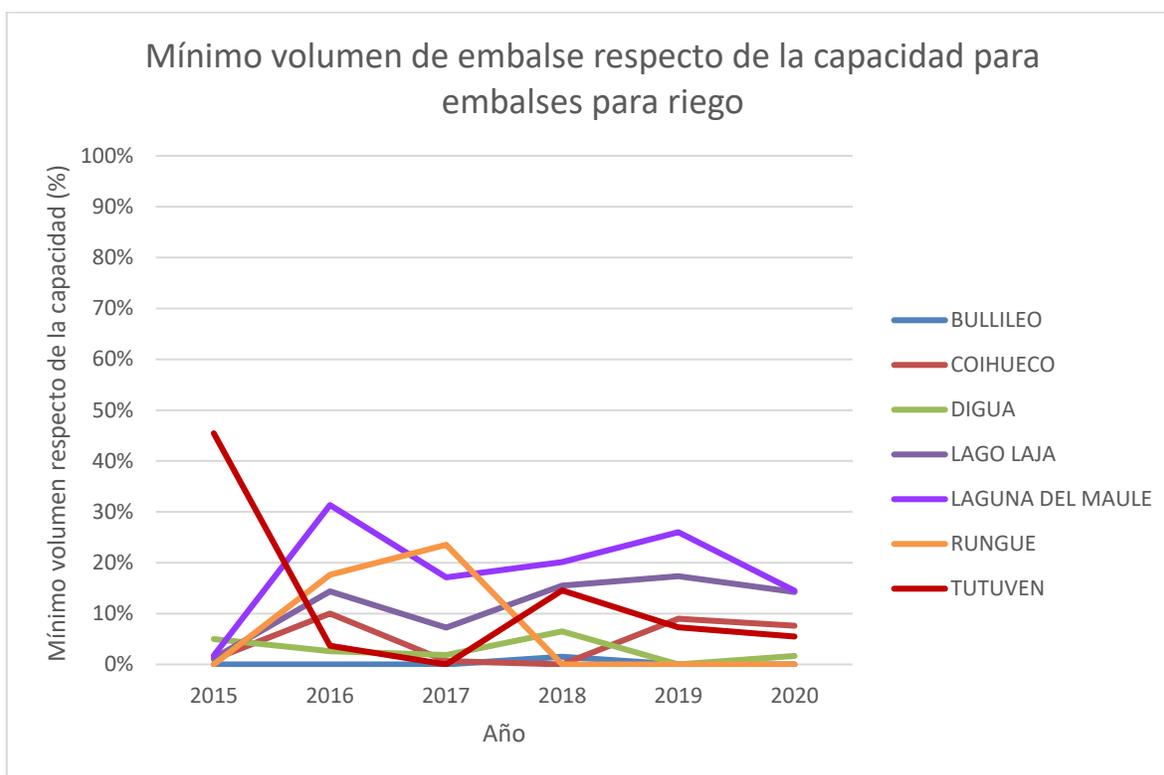


Figura 6-22 Mínima agua para riego embalsada respecto de la capacidad de embalse (%)
Zona Centro Norte – Agua para Riego Embalsada

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto



**Figura 6-23 Mínima agua para riego embalsada respecto de la capacidad de embalse (%)
Zona Centro Sur – Agua para Riego Embalsada**

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

6.2.6 Porcentaje de Servicios Sanitarios Rurales con cortes de suministro producto de la sequía, a nivel nacional

Descripción y discusión:

Adicional al monitoreo de la disponibilidad hídrica se hace relevante monitorear el acceso de la población al agua, aspecto considerado en los planes de adaptación de Kenia y Reino Unido (Harvey et al., 2011; OECD, 2015). En Reino Unido se propone un indicador de interrupciones no planificadas del servicio, con distinción de causas asociadas al clima, sin embargo, al momento de la propuesta del indicador no se contaba con información disponible para hacer la diferencia. En el caso de Kenia, se propone un indicador de proporción de personas en zonas propensas a la sequía con acceso a suministro de agua confiable y segura, separado por género.

En Chile, el área rural en general se abastece de Servicios Sanitarios Rurales (SSR) a diferencia de grandes urbes que en general cuentan con sistemas sanitarios estructurales. Los SSR están estrictamente sujetos a la disponibilidad de agua y a diversos factores que pueden interrumpir el suministro, esta inconstancia lo hace vulnerable también a los impactos del cambio climático.

En base a la información disponible se presenta un indicador de falla en la provisión de servicio por parte de un sistema de SSR producto de la sequía en base a datos de la Fundación Amulen para el periodo comprendido entre 2014 y 2016 (Amulen, 2020).

El análisis utiliza el registro de fallas propuesto por la DGA en 2017, con datos hasta 2016, razón por la cual el indicador no fue calculado para años posteriores. La escasa actualización de los datos se presenta como una brecha para el monitoreo periódico del indicador, sin embargo, dada la relevancia de asegurar el suministro de agua para localidades rurales, el monitoreo de los sistemas de SSR permitiría conocer su solidez para fortalecerlos y adaptarlos frente a los impactos del cambio climático.

La Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) define 12 causas de fallas de SSR que comprenden desde fallas en la infraestructura a causas asociadas al clima, problemas de arranque, e incluso acción de terceros. Las causas atribuibles a factores climáticos incluyen (Amulen, 2020):

- Desplazamiento de terreno por agentes externos climáticos involucrados, por ejemplo, aluviones.
- Bajo nivel de agua en estanques por sequía, lo que se traduce en diferencias en la producción.
- Causas de fuerza mayor por eventos extremos, terremotos, frentes climáticos, entre otros.

El análisis de Amulen fue realizado a escala nacional y relaciona zonas asociadas a sequía con los cortes de SSR reportados. Las zonas asociadas a episodios de sequía se determinaron a partir del Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI), que permite determinar la magnitud, intensidad y duración de los eventos de sequía a partir de dos variables climáticas: precipitación y evapotranspiración potencial. Valores negativos del índice están asociados a eventos de sequía, para mayor detalle revisar (Amulen, 2020). Luego, las zonas fueron agrupadas según la proporción de meses con eventos de sequía para el periodo entre 2014 y 2016 y comparadas con las fallas atribuibles a condiciones meteorológicas durante el mismo periodo.

Al comparar los tipos de corte para las zonas con eventos de sequía se observa que a partir del percentil p50 existe una relación entre los eventos de sequía y las fallas de SSR, además, la gran mayoría de los SSR se encuentran en zonas con eventos de sequía, lo que las presenta como sitios vulnerables al cambio climático (ver Tabla 6-20).

Tabla 6-20 Fallas de SSR asociados a sequía – SSR con cortes de suministro producto de la sequía

Percentil	Número de SSR	Número de SSR que ha fallado al menos una vez	Número de fallas	Porcentaje de SSR con al menos una falla	Fallas por sequía/SSR con al menos una falla	Porcentaje de fallas por sequía por SSR
50	133	9	12	7%	1,3	9%
100	1.664	100	378	6%	3,8	23%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Amulen (2020)

Tipo de indicador:

Indicador de resultado.

Brechas del indicador:

El indicador fue calculado a partir de un estudio puntual con los datos de fallas por la DGA hasta 2016, debido a la estrecha relación entre las fallas, la sequía y el cambio climático se hace necesario monitorear las fallas en los sistemas de SSR más periódicamente para determinar su vulnerabilidad

e implementar medidas de adaptación frente al cambio climático. Además de sistematizar la información para facilitar el monitoreo del indicador y asegurar su utilidad.

Impactos asociados:

- Disminución de la disponibilidad hídrica para consumo humano producto de la sequía.

Sectores involucrados:

- Recursos Hídricos
- Infraestructura
- Turismo
- Salud
- Ciudades y Asentamientos Humanos
- Silvoagropecuario

Metodología de cálculo:

El indicador se calculó como la suma de la proporción de fallas de SSR por sequía y la proporción de SSR con fallas asociadas a sequía en aquellos sitios donde más del 50% de los meses se obtuvo un SPEI asociado a sequía.

$$I_{15} = \frac{\sum_i SSR\ fallas_i}{\sum_j SSR\ fallas_j}$$

Donde

i: Sitios con más del 50% de los meses con SPEI negativo (asociado a condiciones de sequía).

j: Sitios bajo análisis.

SSR fallas_i: SSR con fallas en los sitios asociados a condiciones de sequía *i*.

SSR fallas_j: SSR con fallas en los sitios analizados *j*.

Fuente de información:

Tabla 6-21 Fuentes de información cálculo indicador – SSR con corte de suministro producto de la sequía

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Fallas atribuibles a la sequía	DGA	Desconocida	Nacional

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

La Figura 6-24 muestra los resultados del indicador a escala nacional al considerar las zonas con más del 50% de los meses en condiciones de sequía se observa que un 97% de las fallas son por esta causa y que el 93% de las SSR se encuentran afectadas por la problemática. Además, en la Figura 6-25 se muestran los números de fallas y SSR con fallas asociadas a sequía asociado a los gráficos de la Figura 6-24.

Estas figuras indican que si bien hay múltiples fallas asociadas a la sequía, existe una proporción de SSR no presenta fallas por esta causas, a pesar de que la mayoría si se está viendo afectada por la reducción de la disponibilidad de agua.

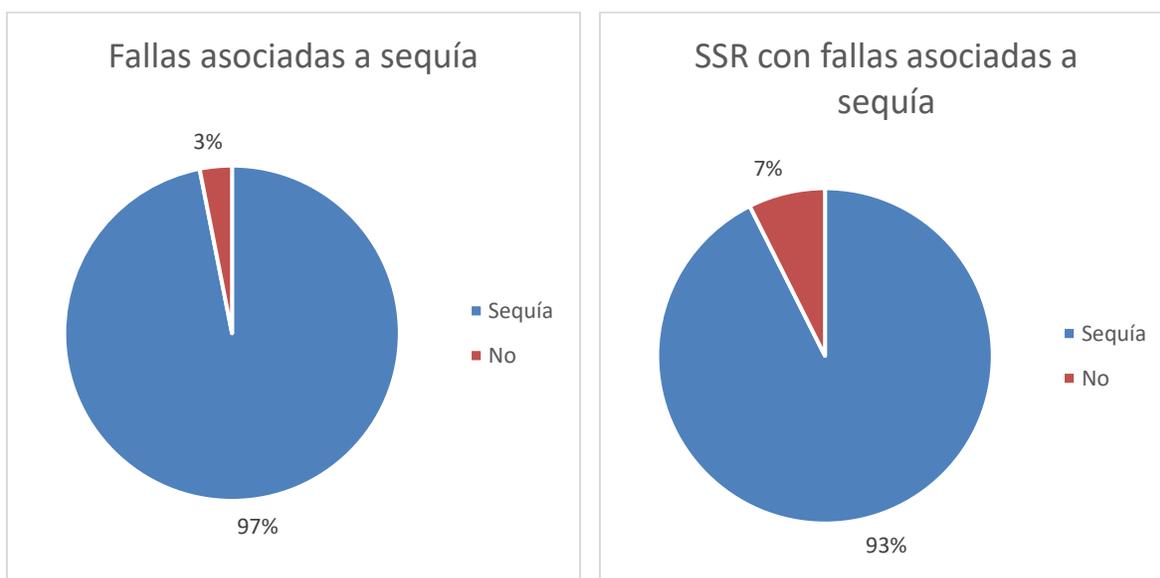


Figura 6-24 Fallas asociadas a la sequía (%) – SSR con corte de suministro producto de la sequía
Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

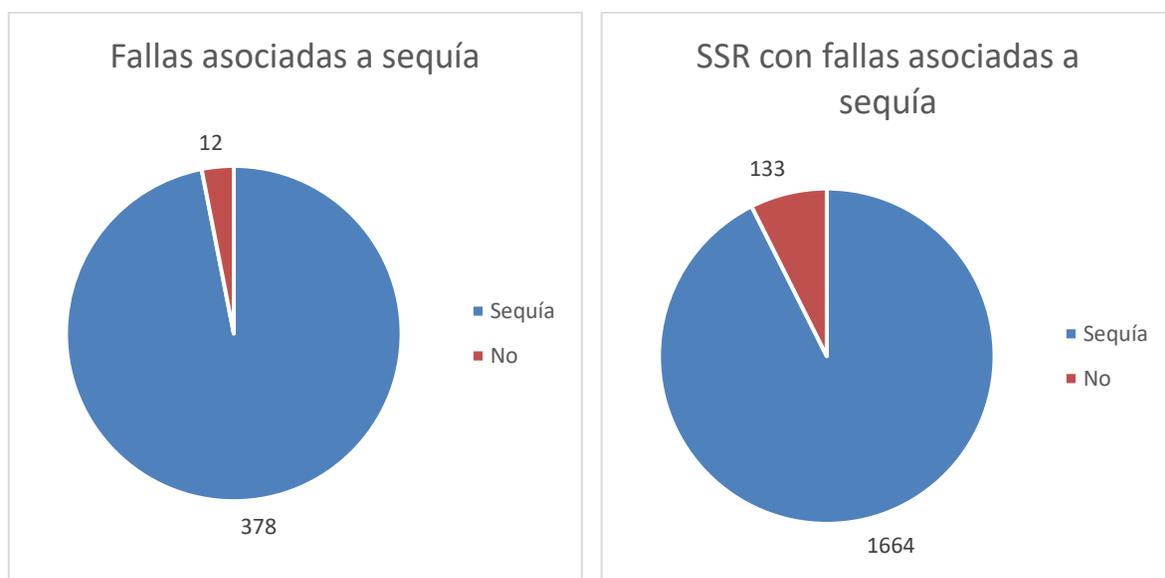


Figura 6-25 Fallas asociadas a la sequía – SSR con corte de suministro producto de la sequía
Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

6.2.7 Porcentaje de viviendas dependientes de camiones aljibes, por comuna

Descripción y discusión:

Como último indicador del paquete de indicadores de la temática Agua y siguiendo la lógica del indicador presentado anteriormente, se busca caracterizar vulnerabilidad de las comunas en el acceso al recurso hídrico. En el contexto internacional, el plan de adaptación de Kenia propone un indicador de volumen per cápita de agua portátil para consumo humano (OECD, 2015). Los sistemas portátiles son utilizados en África para abastecer de agua potable a la población (Bennett et al., 2015). Una medida similar en Chile corresponde a la distribución de agua con camiones aljibe.



En este sentido, una vivienda con acceso a la red pública de agua potable es menos vulnerable a sufrir los efectos de la sequía, mientras que aquellos que reciben el agua de camiones aljibe son más propensos a sufrir una reducción en el suministro por el cambio climático.

Con el objetivo de cuantificar esta situación se propone un indicador de la proporción de viviendas no dependiente de camiones aljibe. Los datos para el indicador fueron obtenidos de la estadística del último Censo, sin embargo, para realizar seguimiento del indicador los datos debieran tener una actualización más periódica. La actualización periódica de la dependencia de camiones aljibe evitará trabajar con datos obsoletos y facilitará la toma de decisiones para disminuir la vulnerabilidad de la población.

Tipo de indicador:

Indicador de resultado.

Brechas del indicador:

El indicador podría ser desarrollado a escala más local para cuantificar las viviendas solo en aquellas localidades sin suministro de agua potable para aproximarse a una escala más detallada que la escala comunal.

Impactos asociados:

- Impacto en la disponibilidad del recurso hídrico para consumo humano.

Sectores involucrados:

- Recursos Hídricos
- Infraestructura
- Turismo
- Salud
- Ciudades y Asentamientos Humanos

Metodología de cálculo:

Para el cálculo del indicador se consideraron los datos de viviendas del Censo que indican el origen del agua reportado por los residentes de las viviendas censadas. Luego, el indicador se calcula como se muestra a continuación:

$$I_{16} = \frac{\text{Viviendas camiones aljibe}_j}{\text{Total viviendas}_j} \cdot 100$$

Donde

j : Comuna.

$\text{Viviendas camiones aljibe}_j$: Viviendas que se abastecen por camiones aljibe en la comuna j .

$\text{Total de viviendas}_j$: Total de viviendas en la comuna j .

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 6-22 Fuente de información indicador – Porcentaje de viviendas que no dependen de camiones aljibes

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Número de viviendas por tipo de abastecimiento de agua	INE – Censo	Cada 10 años	Comunal

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

La Figura 6-26 muestra la independencia de camiones aljibes para las 345 comunas del país, se observa que las comunas con mayor dependencia son las de Camarones y Saavedra.



Figura 6-26 Distribución de viviendas dependiente de camiones aljibe (%) – Porcentaje de viviendas que no dependen de camiones aljibes

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

Suelo

Los indicadores desarrollados para este tema son:

- Índice de riesgo de desertificación, degradación de las tierras y sequía
- Porcentaje superficie de cobertura vegetal



Estos indicadores tienen el objetivo de determinar las zonas del país donde se presentan los mayores riesgos de degradación de suelos (Indicador 17) por un lado, y por otro, mostrar la cobertura vegetal de los suelos (indicador 18), que corresponde a una medida de vulnerabilidad de estos frente a los impactos del cambio climático y otros agentes degradadores.

Para trabajos futuros, también se pueden desarrollar indicadores que midan el cambio neto en la superficie degradada/erodada, de modo de determinar la real efectividad de las medidas de reducción de la vulnerabilidad y el riesgo.

6.2.8 Índice de riesgo de desertificación, degradación de las tierras y sequía

Descripción y discusión:

La erosión de los suelos es un tema de particular relevancia para el sector silvoagropecuario debido al impacto que tiene este en la producción de recursos naturales, siendo la disminución de la calidad de los suelos un tema propuesto en el taller del sector, pero que afecta, además, a todos los sistemas naturales y al valor estético de las zonas, por deslizamientos de tierra, sedimentación en cuerpos de agua, entre otros impactos posibles.

Este índice corresponde a un indicador del cambio en el riesgo producto de las políticas y planes de control de la desertificación y la erosión, los cuales tienen entre sus objetivos contrarrestar los cambios en el clima que podrían favorecer la ocurrencia de estos impactos, como el aumento de lluvias intensas.

En Kenia, se propuso el indicador “Número de hectáreas de tierra productiva perdidas por erosión” (GIZ, 2014), el cual utiliza además información de la superficie de suelo productiva, por lo que es más específico al sector silvoagropecuario que el indicador aquí propuesto, además de que es un indicador de cambios netos, en vez del riesgo. Se escogió para este estudio incluir un índice de riesgo ya que, por un lado, este ya fue desarrollado y la información es pública y, por otro, medir el riesgo permite anticiparse a los efectos, de forma de poder contrarrestarlos antes de que estos ocurran.

Tipo de indicador:

Indicador de resultado.

Impactos asociados:

- Pérdida de productividad de cultivos
- Degradación de ecosistemas terrestres
- Pérdida de provisión de agua dulce
- Degradación del paisaje

Sectores involucrados:

- Silvoagropecuario
- Biodiversidad
- Recursos hídricos
- Turismo
- Infraestructura
- Pesca y acuicultura

Metodología de cálculo:

El indicador fue calculado por CONAF (2016) haciendo la suma ponderada de los índices de riesgo de desertificación, riesgo degradación de tierras e índice de sequía según:

$$I_{17} = 0,4 \cdot \text{riesgo desertificación} + 0,3 \cdot \text{riesgo degradación tierras} + 0,3 \cdot \text{índice de sequía}$$

Los dos primeros índices fueron calculados por CONAF, e incluyen los siguientes factores:

Modelo de riesgo de desertificación:



Figura 6-27 Componentes Índice de Riesgo de Desertificación

Fuente: CONAF (2016)

$$RDs = \sqrt[4]{(IAts^{0,4} \cdot REA^{0,1} \cdot IP^{0,25} \cdot IF^{0,25})}$$

Donde,

RDs: Riesgo de Desertificación

IAts: índice de Aridez de Tierras Secas

REA: Riesgo de Erosión Actual

IP: Índice de Pobreza

IF: Índice de Incendios Forestales

Modelo de riesgo de degradación de las tierras:



Figura 6-28 Componentes Índice de Riesgo de Degradación de las Tierras

Fuente: CONAF (2016)

$$RDT = \sqrt[4]{(IA^{0,4} \cdot REA^{0,1} \cdot IP^{0,25} \cdot IF^{0,25})}$$

Donde,



RDT: Riesgo de Degradación de las Tierras

IA: índice de Aridez

REA: Riesgo de Erosión Actual

IP: Índice de Pobreza

IF: Índice de Incendios Forestales

Finalmente, el índice de sequía fue elaborado por Núñez et al. (2011), el cual informa sobre la condición actual de sequía en Chile combinando indicadores de la sequía meteorológica (Índice Estandarizado de Precipitaciones, IEP), la sequía hidrológica (Índice Estandarizado de Caudales, IEC) y la sequía agrícola, estimado a través del Índice de Vegetación de Diferencias Normalizadas (NDVI).

Para más información revisar CONAF (2016).

Fuente de información:

Las fuentes de información para el cálculo del indicador se detallan a continuación:

Tabla 6-23 Fuentes de información cálculo indicador – Índice de riesgo de desertificación, degradación de las tierras y sequía

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance regional
Riesgo de desertificación y degradación de las tierras	CONAF (2016)	Estudio puntual a ser actualizado el 2021	Todas las regiones
Índice de sequía	Núñez et al. (2011)	Estudio puntual	Todas las regiones

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

En la Figura 6-29 se muestra el resultado del índice DDTs por comuna, los que van desde valores 1 (riesgo bajo) a 5 (riesgo muy alto), donde se observa que existe un mayor riesgo de desertificación y degradación concentrado en las comunas de la zona centro norte del país.

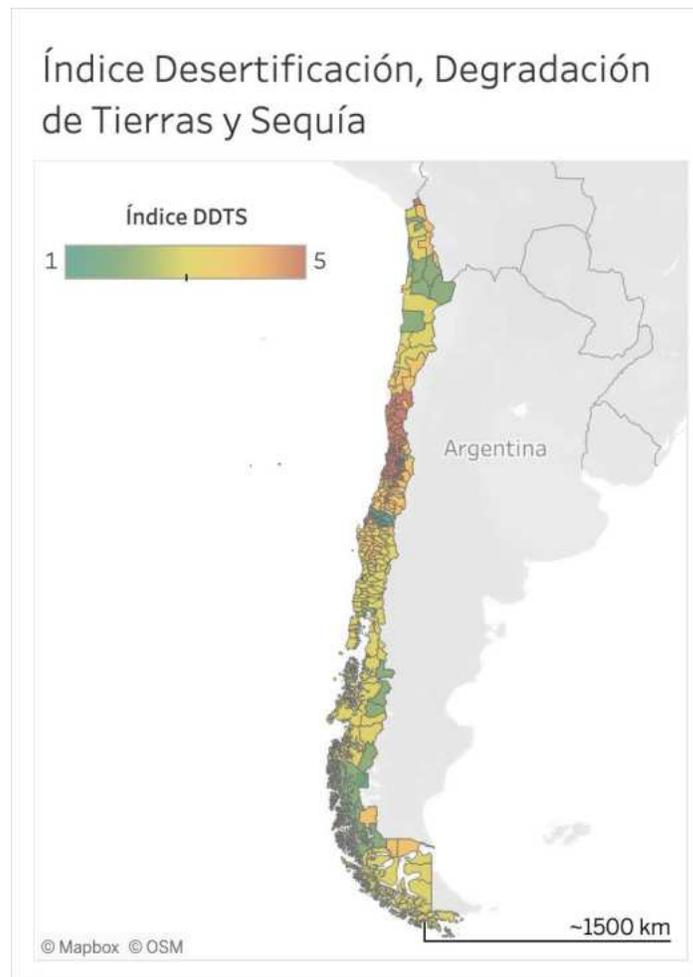


Figura 6-29 Mapa indicador – Índice de riesgo de desertificación, degradación de las tierras y sequía

Fuente: Elaboración propia a partir de CONAF (2016)

6.2.9 Porcentaje superficie de cobertura vegetal, por comunas

Descripción y discusión:

La cobertura vegetal es un factor determinante del grado de erosión de los suelos, por lo que medir esta es un indicador de progreso de la adaptación puesto que, a mayor porcentaje de cobertura vegetal, menos vulnerabilidad de los sistemas naturales. Además, existen otros servicios ecosistémicos cuya provisión aumenta a mayor porcentaje de cobertura vegetal, como es el caso de la prevención de las inundaciones, un tema relevante para la adaptación al cambio climático.

Tal como se señaló anteriormente en la Sección 6.1.2, para hacer la evaluación de este indicador, se debe considerar la realidad de cada comuna, ya que debido a factores climáticos y otros, hay comunas que de por sí tienen una cobertura de vegetación mucho más baja.

Tipo de indicador:

Indicador de resultado.



Brechas del indicador:

Para trabajos futuros se debe complementar este indicador con otros que señalen el estado de la superficie de vegetación. Por otro lado, es importante actualizar las fuentes de datos de modo de poder obtener datos más recientes.

Impactos asociados:

- Pérdida de productividad de cultivos
- Degradación de suelos
- Degradación de ecosistemas terrestres
- Pérdida de provisión de agua dulce

Sectores involucrados:

- Silvoagropecuario
- Biodiversidad
- Recursos hídricos
- Pesca y Acuicultura
- Zonas costeras
- Ciudades y Asentamientos Humanos
- Infraestructura
- Turismo

Metodología de cálculo:

El cálculo del indicador se llevó a cabo superponiendo capas de mapas cartográficos del catastro de uso de suelo de CONAF con el mapa de las comunas, de modo de determinar la superficie abarcada por cada uso de suelo del total de las comunas en las que se encuentra. Luego, se sumaron todas las áreas de cobertura vegetal (bosques, praderas y matorrales, humedales y campos agrícolas) de cada comuna y se dividió por el área total de esta.

$$I_2 = \frac{\sum_i \text{Superficie cobertura vegetal tipo } i \text{ en la comuna } j}{\text{Superficie total de la comuna } j}$$

Donde

i: cobertura de vegetación (bosques nativos, humedales, praderas, matorrales, campos agrícolas y plantaciones forestales).

j: comuna

Fuente de información:

Tabla 6-24 Fuentes de información cálculo indicador – Porcentaje superficie de cobertura vegetal

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance regional
Superficie uso de suelo	Catastro uso de suelo y vegetación (CONAF)	El año de actualización varía según la región: - I Región: 2016 - II Región: 1997 - III Región: 1997 - IV Región: 2014 - V Región: 2013 - VI Región: 2013 - VII Región: 2016 - VIII Región: 2015 - IX Región: 2014 - X Región: 2010 - XI Región: 2011 - XII Región: 2005 - XIII Región: 2013 - XIV Región: 2013 - XV Región: 2015	Todas las regiones

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

En la Figura 6-30 se muestra un gráfico de frecuencia acumulada con los resultados de cobertura vegetal por comunas, donde se observa que solo alrededor de 40 comunas tienen menos de un 50% de cobertura vegetal.

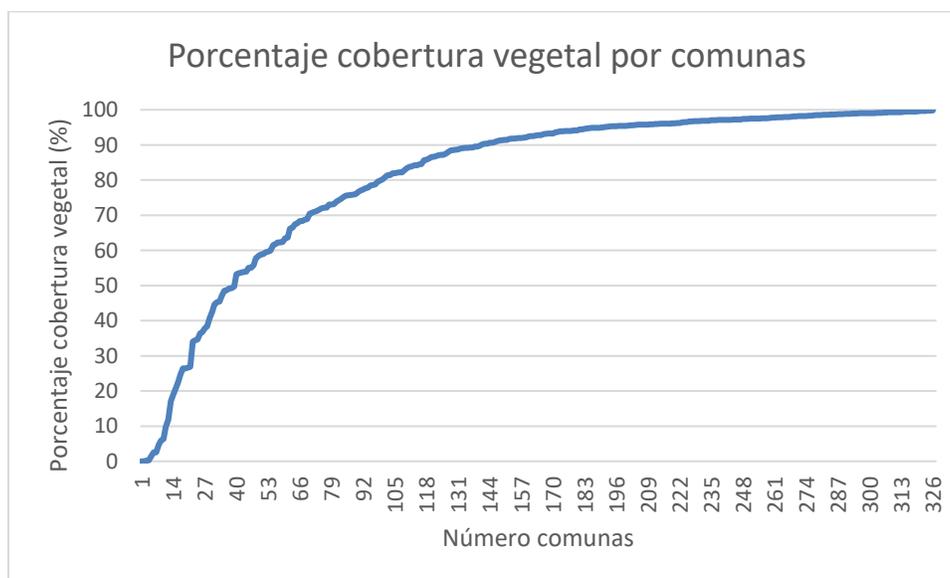


Figura 6-30 Porcentaje cobertura vegetal, por comuna

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

Cobertura Vegetal

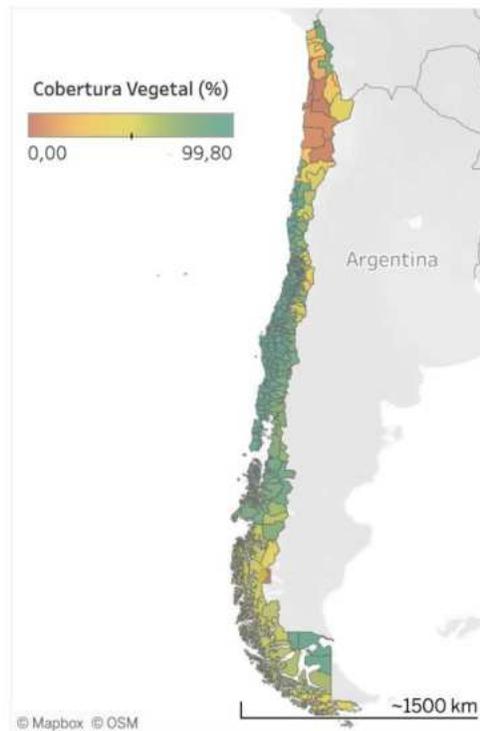


Figura 6-31 Mapa indicador - Distribución (%) de superficie con cobertura vegetal, por comunas

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

6.3 Macro-tema 3: Sociedad

Los dos primeros macro-temas se centran en los ecosistemas y recursos base, por lo que se generó un tercer macro-tema que busca incluir aquellos indicadores relacionados con la sociedad, específicamente con la provisión de bienes y servicios. Este foco puede ser ampliado a medida que se desarrollen más indicadores de adaptación relacionados con el macro-tema.

Provisión de bienes y servicio

Los indicadores desarrollados para ese tema son:

- Inseguridad alimentaria
- Superficie de infraestructura verde
- Horas anuales con puertos cerrados

El primer indicador busca reflejar el estado de inseguridad alimentaria en el país, si bien la relación entre la seguridad alimentaria y el cambio climático no es clara, el monitoreo del indicador permitirá tener conocimiento del fenómeno y tomar acción en un futuro. Por otro lado, el indicador de infraestructura verde permitirá monitorear el avance en materias de verdor en la ciudad para distintas amenazas, como se detalla en la Sección 5.1.11. El último indicador se enfoca en el monitoreo de la interrupción de la operación de puertos, que despertó alto interés en el taller, lo



que permitiría evaluar los impactos de la amenaza climática para mejorar la planificación y adaptación de los puertos.

Como sucede en el macro-tema de Recursos Base (Sección 6.2), la complejidad de los sistemas dificulta la proposición de indicadores que apunten a amenazas exclusivas del cambio climático, por lo que estos representan la adaptación tanto frente a impactos del cambio climático como a amenazas antropogénicas, por lo que deben ser evaluados como tal. El set de indicadores representa una primera propuesta de indicadores para el macro-tema, sin embargo, no se limita a ellos y se espera que en el futuro la lista sea ampliada para incluir otros indicadores en relación con diversos impactos y amenazas.

6.3.1 Inseguridad alimentaria, por región

Descripción y discusión:

Las amenazas del cambio climático tendrán efectos considerables en la seguridad alimentaria debido a la estrecha relación de esta con el sector agropecuario, que es especialmente sensible al cambio climático (Ajillogba & Walker, 2021; CEPAL, 2020b; Mbow, et al., 2019). Debido a su importancia, la seguridad alimentaria es considerada en los planes de adaptación de Kenia (OECD, 2015) y Filipinas (Climate Change Commission, 2011), con un indicador de número de hogares con necesidad de ayuda alimentaria en el primero e indicadores de implementación en el segundo.

En las mesas sectoriales de Ciudades y Asentamientos Humanos, Silvoagropecuario y Salud se discutió la importancia de hacer seguimiento al estado del fenómeno y de encontrar indicadores que permitan adaptarse a los efectos del cambio climático. Si bien la relación de causalidad entre el cambio climático y la seguridad alimentaria es difusa, se acogió la necesidad de generar indicadores que permitan hacer seguimiento de esta a escala local.

Como primera aproximación se considera el indicador de inseguridad alimentaria propuesto en la encuesta Casen del 2020, realizada en pandemia, comparados con los datos propuestos en 2017 por el mismo organismo.

Tipo de indicador:

Indicador de resultado.

Brechas del indicador:

Como se explicitó más arriba, la relación entre la inseguridad alimentaria y el cambio climático aún debe ser definida por lo que el indicador es una primera aproximación que permitirá evaluar la tendencia de la prevalencia de la inseguridad alimentaria y en futuro establecer relaciones de causalidad con los impactos del cambio climático.

Impactos asociados:

- Inseguridad alimentaria
- Malnutrición en niños
- Impactos en la red vial que impidan el transporte de alimentos

Sectores involucrados:



- Recursos Hídricos
- Infraestructura
- Silvoagropecuario
- Pesca y Acuicultura
- Salud
- Ciudades y Asentamientos Humanos
- Biodiversidad

Metodología de cálculo:

Para el cálculo del indicador se consideraron los datos de inseguridad alimentaria severa reportados en la encuesta Casen para el año 2017 y 2020, que corresponden al porcentaje de hogares en situación de inseguridad alimentaria severa. Se calculó la variación del año 2020 respecto de 2017.

$$I_{19} = \frac{IA_{2020,j} - IA_{2017,j}}{IA_{2017,j}} \cdot 100$$

Donde

j : Región.

$IA_{2020,j}$: Índice de inseguridad alimentaria severa del año 2020 para la región j .

$IA_{2017,j}$: Índice de inseguridad alimentaria severa del año 2017 para la región j .

Para la encuesta Casen el indicador fue calculado siguiendo Escala Internacional de Inseguridad Alimentaria (FEIS) diseñada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (Cafiero et al., 2016). FEIS busca caracterizar la prevalencia de la inseguridad alimentaria a partir de ocho ítems dicotómicos que deben ser respondidos por el informante respecto a la experiencia de todos los integrantes del hogar.

Los ítems buscan abarcar múltiples dimensiones y niveles de inseguridad alimentaria, por lo que indagan sobre la capacidad de obtener alimentos en el hogar, el compromiso de la calidad y variedad de los alimentos, la reducción de las cantidades de comida, pasando a la experiencia de hambre y desabastecimiento. Finalmente, los datos se expanden a través de una función logística que busca representar la probabilidad de que otros encuestados presenten la misma experiencia concreta.

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 6-25 Fuente de información indicador – Inseguridad alimentaria

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Hogares en situación de inseguridad alimentaria severa	Casen	Cada 5 años	Regional

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

La Figura 6-32 muestra valores del indicador de inseguridad alimentaria a nivel regional, se observa que en general la proporción de hogares en situación grave de seguridad se mantuvo relativamente constante entre ambos años, excepto para la región de Los Ríos, en que este se duplicó, alcanzando el 4%.

Inseguridad alimentaria

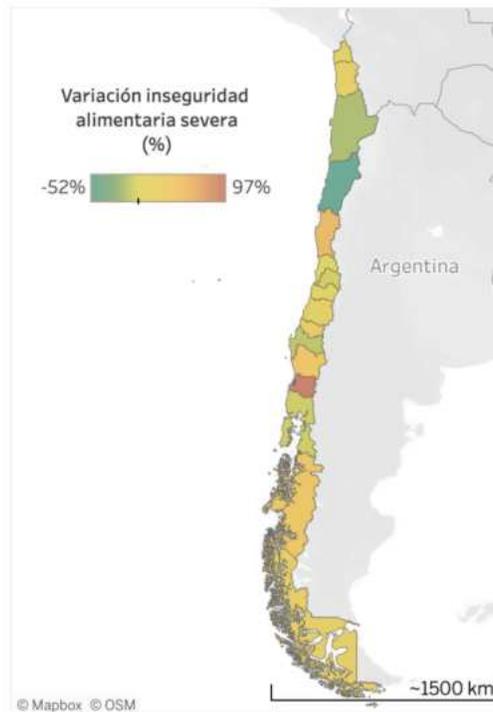


Figura 6-32 Distribución regional de inseguridad alimentaria (%) – Inseguridad alimentaria

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

6.3.2 Superficie de infraestructura verde, por área urbana comunal

Descripción y discusión:

El desarrollo de infraestructura verde en la ciudad tiene múltiples beneficios, en el contexto de adaptación permite la retención en eventos de precipitación extrema y regulan la temperatura en las ciudades (EPA, 2016; Jones & Somper, 2014). Alemania (Schönthaler & von Andrian-Werburg, 2015) y Reino Unido (Harvey et al., 2011) incluyen indicadores de áreas recreacionales y espacios verdes en sus estrategias de adaptación al cambio climático.

Como se introdujo en la Sección 5.1.11, durante el taller, el desarrollo de infraestructura verde urbana fue un tema recurrente en las mesas sectoriales de Ciudades y Asentamientos Humanos, Salud e Infraestructura como medida para adaptarse a diferentes amenazas climáticas, por ejemplo, frente a aumentos de temperatura e inundaciones por alta pluviometría.

También en la Sección 5.1.11 se indicó que una versión completa del indicador comprendería toda la infraestructura verde desarrollada, sin embargo, la disponibilidad de datos llevó a limitar el indicador a la superficie de parques, plazas y humedales urbanos cada 100.000 habitantes.

El presente indicador se calcula de la misma manera que se detalla en la Sección 5.1.11



Tipo de indicador:

Indicador de progreso.

Brechas del indicador:

La formulación del indicador está sometida a una serie de simplificaciones que requerirán trabajos futuros para el cierre de brechas que permita fortalecer el indicador, el detalle de las brechas se resume en la Sección 5.1.11.

Impactos asociados:

- Inundaciones por alta pluviometría
- Discomfort térmico ambiental
- Muertes o morbilidad por calor
- Pérdida de superficie infiltrante o sellamiento superficial
- Pérdida de biodiversidad urbana
- Otros servicios ecosistémicos

Sectores involucrados:

- Recursos Hídricos
- Infraestructura
- Turismo
- Biodiversidad
- Salud
- Ciudades y Asentamientos Humanos
- Silvoagropecuario¹⁹

Metodología de cálculo:

Para el desarrollo del indicador se consideró la superficie de áreas verdes (plazas y parques) reportadas en el Catastro Nacional de Áreas Verdes. Este catastro comenzó en 2015 con 172 comunas y alcanzó 337 en 2018. Los últimos datos disponibles son los datos de 2019, sin embargo, la base de datos presenta 326 comunas y los datos presentan inconsistencias con años anteriores por lo que se consideraron los datos de 2018 para el cálculo del indicador. El indicador se calcula como se muestra en la siguiente ecuación:

$$I_{20} = \frac{\sum Superficie Parques y Plazas_j + \sum Superficie Humedales_j}{\sum Población urbana_j} \cdot 100.000 habitantes$$

Donde

j : Área urbana comunal.

$Superficie Parques y Plazas_j$: Superficie de parques y plazas en el área urbana comunal j , en ha.

$Superficie Humedales_j$: Superficie de humedales dentro de los límites urbanos en el área urbana comunal j , en ha.

$Población urbana_j$: Población urbana del área urbana comunal j , en habitantes.

¹⁹ Se incluyó al sector Silvoagropecuario ya que, según se comentó en la reunión sectorial, CONAF tiene un compromiso de producción de plantas para la reforestación de áreas verdes urbanas.

Fuentes de datos utilizadas:

Tabla 6-26 Fuente de información indicador – Superficie de infraestructura verde

Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Superficie de Áreas Verdes	INE	Anual	337 comunas, depende de la actualización
Población urbana	INE – Proyección	Anual	Nacional

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

La Figura 6-33 muestra los valores del indicador de capacidad adaptativa todas las comunas, el indicador fue calculado para 314 comunas. Con 4.816 ha cada 100.000 habitantes Chanco fue la comuna con la mayor superficie de áreas verdes. Debido a que este último valor es 5 veces mayor que la segunda comuna con mayor superficie de áreas verdes se presenta la Figura 6-34 que no considera la comuna de Chanco, en este caso la comuna con mayor superficie de áreas verdes es Cochrane con 968 ha cada 100.000 habitantes.

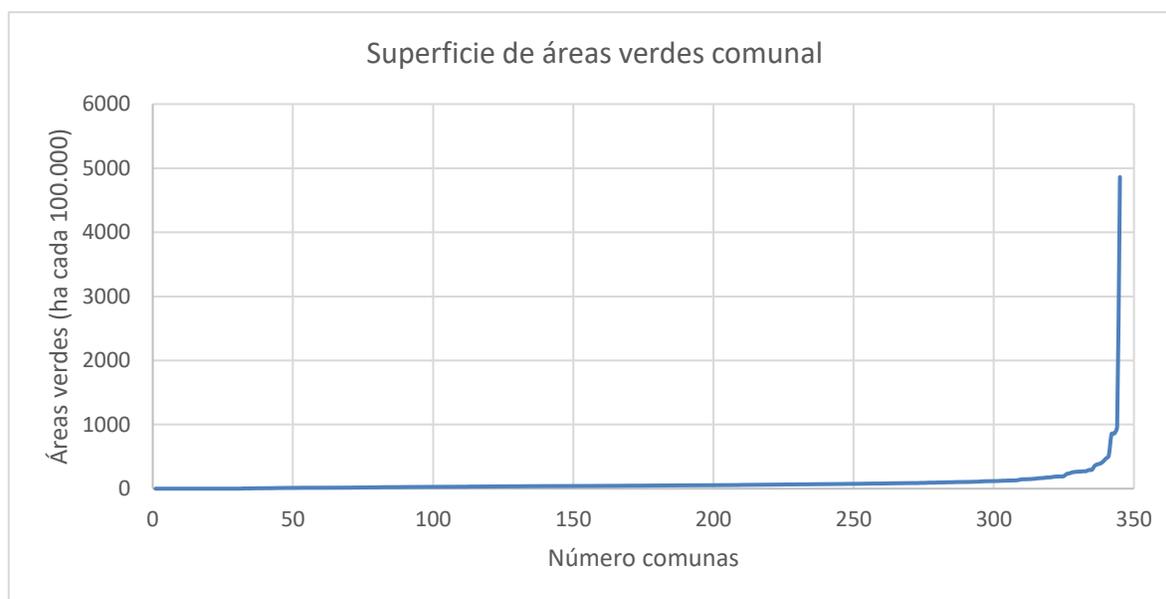


Figura 6-33 Distribución comunal de infraestructura verde (Ha/100.000 hab) – Superficie de infraestructura verde

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

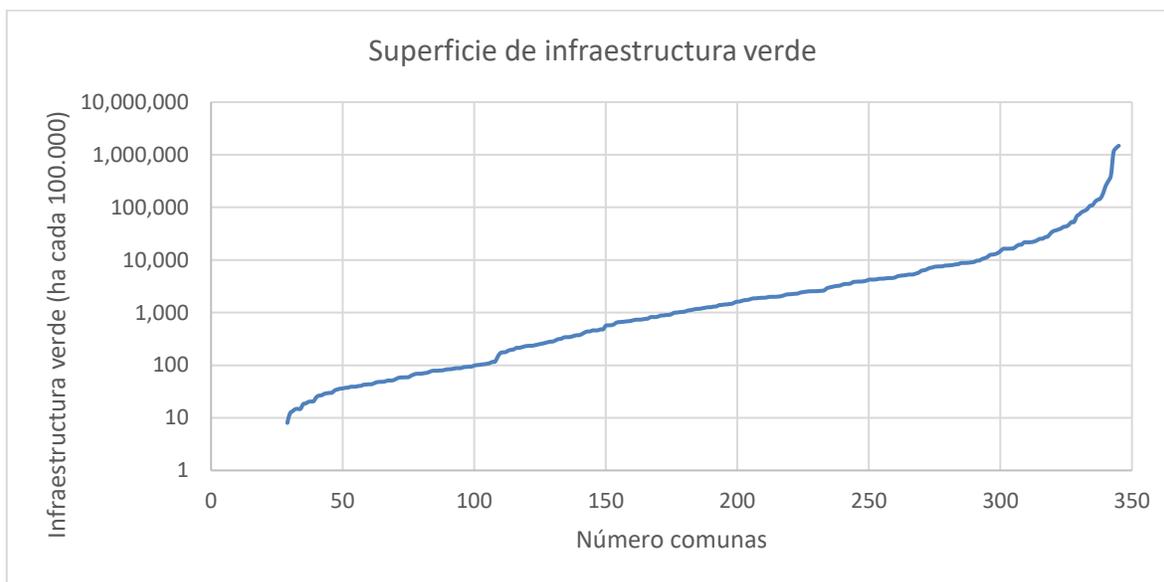


Figura 6-34 Distribución comunal de infraestructura verde (Ha/100.000 hab) – Superficie de infraestructura verde

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

La Figura 6-35 presenta la distribución espacial del indicador, debido a que existen múltiples comunas con una gran superficie de áreas verdes toda comuna con más de 100 ha cada 100.000 habitantes se muestra en el color verde más oscuro. Para mayor detalle se sugiere revisar los archivos de Excel provistos.

Infraestructura verde urbana

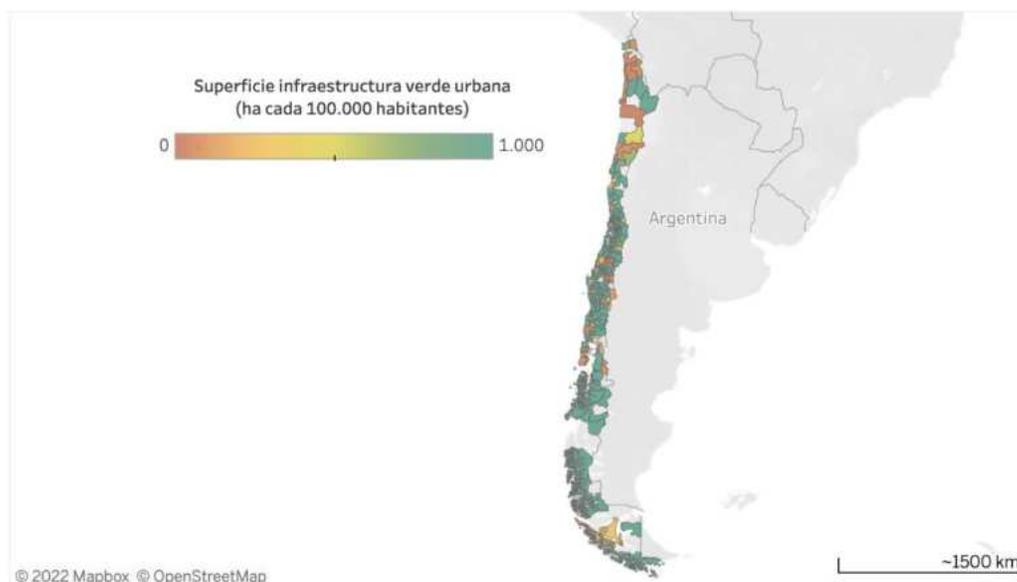


Figura 6-35 Distribución comunal de áreas verdes (Ha/100.000 hab) – Superficie de áreas verdes

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto



6.3.3 Horas anuales con puertos cerrados, por puerto

Descripción y discusión:

Se espera que, por efecto del cambio climático, aumente el nivel del mar y se produzcan cambios en el oleaje y en las marejadas. La infraestructura portuaria es especialmente vulnerable a la amenaza climática, y se proyecta que Sudamérica se verá especialmente afectado (Wiegel et al., 2021; Winckler et al., 2020). La amenaza climática impide el desembarque, afectando la cadena logística y de energética en el caso de importación de combustibles fósiles, por lo que será necesario adaptar la infraestructura portuaria para reducir el impacto de la amenaza (Mol et al., 2018).

Durante el taller, se conversó acerca de los impactos del cierre de los puertos por condiciones climáticas, en las mesas de Energía, Minería, Infraestructura y Zonas Costeras. En particular, se levantó la necesidad de monitorear el estado de actividad de los puertos por medio del tiempo de cierre.

Tipo de indicador:

Indicador de resultado.

Brechas del indicador:

La información utilizada para el cálculo del indicador se encontraba agregada para el periodo estudiado por lo que el valor representa el promedio y no la tendencia temporal del indicador, lo que podría ser diferenciado más adelante e incluido definir la tendencia del indicador en el tiempo para evaluar cómo las acciones de adaptación tienen incidencia en la reducción del riesgo de cierre de puertos.

Impactos asociados:

- Impacto en el suministro de combustible para la generación energética
- Impacto en el suministro de combustible para el transporte
- Impacto en el comercio exterior
- Impacto en la pérdida de conectividad en zonas aisladas

Sectores involucrados:

- Energía
- Infraestructura
- Zonas Costeras
- Minería
- Pesca y Acuicultura
- Silvoagropecuario
- Turismo
- Ciudades y Asentamientos Humanos

Metodología de cálculo:

Se calcularon los días de cierre de puerto entre 2008 y 2017, a partir de los certificados de cierre de puerto. Luego, para generar el indicador se calculó la proporción promedio de horas de cierre de puertos en el periodo. Para ello se consideraron 15 puertos para los que se dispuso de datos. El indicador se divide por 10·365 ya que los datos se encuentran agregados para el periodo analizado.

$$I_{21} = \frac{\text{Días de cierre de puerto}_i}{10 \cdot 365} \cdot 100$$

Donde

i : Puerto.

$\text{Días de cierre de puerto}_i$: Días de cierre de puerto del puerto i .

Fuentes de datos utilizadas:

Figura 6-36 Fuente de información – Horas de cierre de puertos

Componente	Datos	Fuente de información	Frecuencia de actualización	Alcance
Sensibilidad	Días de cierre de puertos	Certificados de cierre de puerto	Anual	Puertos con información disponible

Fuente: Elaboración propia

Resultados:

La Figura 6-37 muestra los valores del indicador de cierre de puerto para 15 puertos. La Figura 6-38 presenta la distribución espacial del indicador, como el promedio de la comuna, únicamente por motivos de visualización. Los puertos con mayor proporción de horas de cierre son los de Ventanas y Quintero, seguidos por el de Arica.

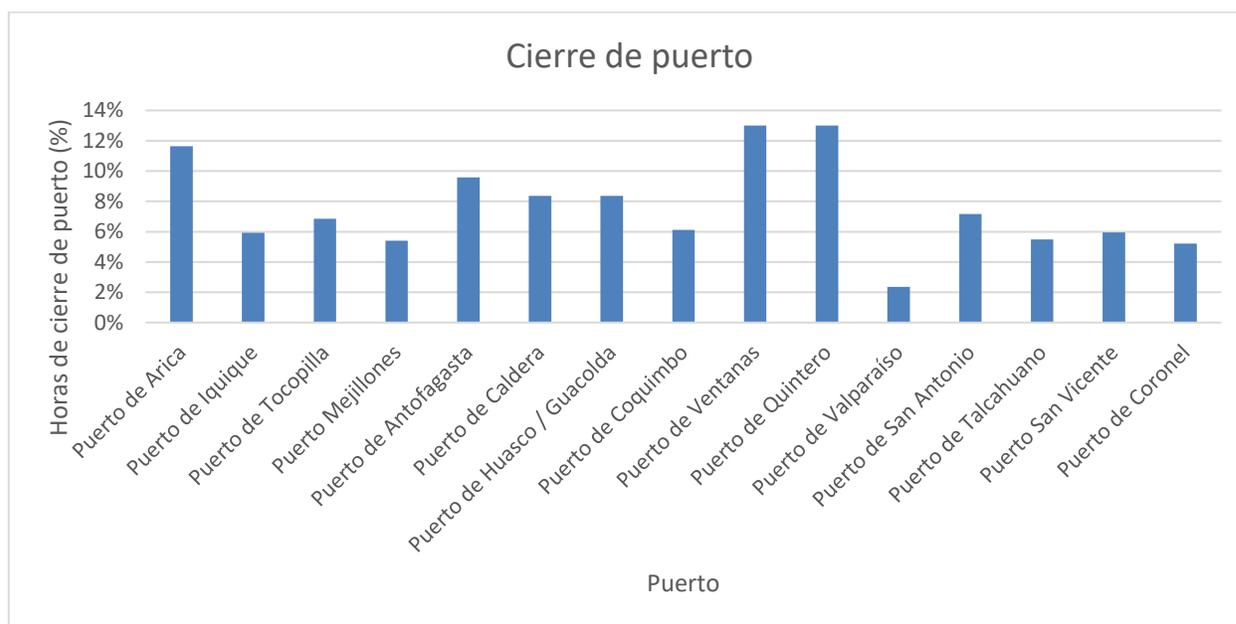


Figura 6-37 Distribución comunal de horas de cierre de puerto (%) – Horas de cierre de puertos

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

Horas de cierre de puertos

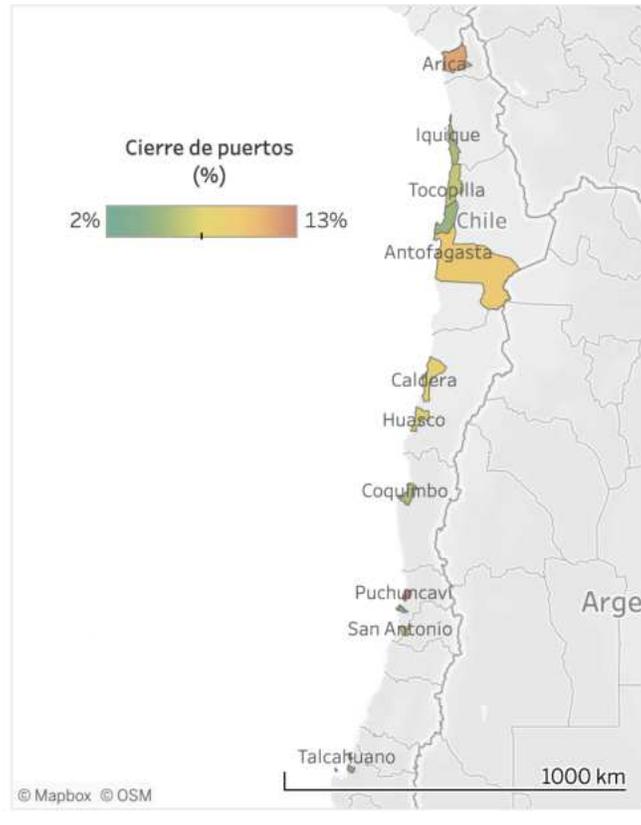


Figura 6-38 Distribución comunal de horas de cierre de puerto (%) – Horas de cierre de puertos

Fuente: Elaboración propia en base a datos y metodología descrita en el texto

7. Propuesta preliminar de perfiles para fortalecer el M&E

A continuación, se presentan dos perfiles en que se especifican los objetivos, actividades y recursos que permitan visualizar términos de referencia de temas que son relevantes de abordar en la configuración de un proceso M&E, pero que por su extensión y complejidad no han sido abordados de forma completa en la actual consultoría. Estos perfiles son parte íntegra de la Hoja de Ruta y, por lo tanto, su diseño final deberá considerar la interacción con los otros componentes de esta.

7.1 Perfil “temas transversales”

7.1.1 Objetivos

Objetivo general:

Desarrollar una metodología para la integración de cadenas de impacto existentes y aplicarla en tres casos de estudios.

Objetivos específicos:

1. Definir una metodología para la integración de cadenas
2. Seleccionar justificadamente tres casos de estudio
3. Aplicar metodología en casos de estudio y ajustar la metodología según corresponda
4. Sistematizar los aprendizajes

7.1.2 Fundamentos

A la fecha la adaptación al Cambio Climático en Chile ha sido mayoritariamente considerada desde una mirada sectorial, lo cual ha permitido identificar desafíos y/o oportunidades sectoriales. La iniciativa de Atlas de Riesgos Climáticos (ARClím) representa actualmente el estado del arte del análisis de riesgo climático en Chile. En ella 14 grupos de trabajos, expertos en los diferentes sectores, desarrollaron cadenas de impactos, detallando información georreferenciada para las diferentes componentes del riesgo: amenaza, exposición y vulnerabilidad. Este trabajo resultó en la publicación de 52 cadenas de impacto en la plataforma ARClím.

Si bien, la metodología y resultados de ARClím representan una contribución significativa en el desarrollo de la caracterización de los riesgos climáticos en el país, aún existen desafíos relevantes en esta materia. Una de los desafíos planteados en el informe de ARClím corresponde a *“una integración de los resultados de distintas Cadenas de impacto para evaluar las interacciones de diferentes Amenazas climáticas de manera conjunta y el Riesgo agregado para sistemas y/o territorios específicos”* (Pica-Télliz et al., 2020). Lo anterior contribuye a integrar desde una mirada intersectorial conceptos como los servicios ecosistémicos y las soluciones basadas en la naturaleza.

El estudio “Desarrollo de indicadores para el monitoreo y evaluación del progreso de la adaptación al cambio climático a nivel nacional” realizó un complemento de los resultados de ARClím, complementando las cadenas de impacto y desarrollando nuevas cadenas. Asimismo, presenta una propuesta de indicadores intersectoriales disponibles que entregan luces sobre el proceso de adaptación y sus resultados. Si bien estos indicadores intersectoriales no se vinculan explícitamente a las cadenas de impacto, se espera que la implementación de medidas que busquen contribuir a la



reducción del riesgo climático, afecten también a estos indicadores. Se remarca que el marco lógico es bajo una lógica contributiva y no atributiva del efecto de las medidas sobre los indicadores de adaptación propuestos.

Desde la arista de las políticas públicas diferentes instrumentos específicos a la adaptación al cambio climático se han diseñado e implementado, entre ellos: el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, el Plan Nacional de Adaptación y los planes sectoriales de adaptación. El proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, recoge estas iniciativas y entrega un marco legal para una serie de instrumentos relacionados con la adaptación al cambio climático, como la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), los Planes Sectoriales de Adaptación al Cambio Climático, el Reporte de Acción Nacional de Cambio Climático, los Planes de Acción Regional de Cambio Climático y los Planes Estratégicos de Recurso Hídricos en Cuenca. Esta batería de instrumentos permite la adaptación planificada al cambio climático desde diferentes niveles y ámbitos, sin embargo, es relevante contar con una visión transversal que permita un diseño e implementación comprehensiva de estos instrumentos.

Se espera que por medio de este perfil se desarrolle una metodología que permita la integración de las cadenas de impactos de ARClím, es decir, que integre no sólo resultados, sino que también la información en sus diferentes componentes y métodos. Esta integración se considera estratégica para realizar un diagnóstico más complejo del riesgo climático en sistemas y/o territorios específicos, permitiendo definir indicadores que fomenten un trabajo multisectorial integrado y multiescalar para la adaptación al cambio climático.

7.1.3 Actividades

Actividad 1: Revisión metodológica de integración de cadenas de impacto para el análisis del riesgo climático. Se espera que el consultor realice una revisión de metodologías asociadas a la integración de cadenas de impacto y/o métodos de análisis integrado del riesgo. Las diferentes alternativas metodológicas deben ser resumidas, presentando una discusión respecto a su aplicación al riesgo climático. En base a estos antecedentes, se espera se planteé de forma justificada una metodología propia que sea aplicable en el contexto nacional y en el contexto de los riesgos climáticos. Resulta de interés también la identificación de efectos indeseados, tales como la transferencia de cargas ambientales hacia otros sectores o problemáticas ambientales, que resulten en una mala adaptación.

Se espera que la metodología considere un análisis de escenario de la variación entre un clima histórico y un escenario con cambio climático. Las variables climáticas y sus proyecciones con cambio climático a considerar serán las consideradas en ARClím, las cuales pueden ser visualizadas en el explorador de amenazas climáticas en la plataforma de ARClím. Se espera que la propuesta metodológica también considere como los resultados deben ser interpretado a la luz de la incertidumbre de las variables climáticas. Cualquier variación, ya sea en el enfoque de análisis de escenarios, y/o de datos climáticos deberá ser discutida oportunamente con la contraparte, y su justificación debe explicitarse en los productos de la consultoría.

Actividad 2: Identificación, selección y justificación de casos de estudios. En base a un análisis crítico de las cadenas de impacto, sus metodologías, e información subyacente, en conjunto con las brechas identificadas en otros estudios previos, proponer a la contraparte al menos 5 casos de estudio de interés, justificando la propuesta en base a criterios como la multisectorialidad, la escala



territorial, la disponibilidad de nuevos antecedentes u otros que se consideren relevante. En el proceso de selección de los casos de estudio se requerirá contactar a los actores sectoriales e intersectoriales involucrados, de forma de recoger su visión, posibles mejoras y, en general, asegurar la utilidad de la cadena de impacto como un insumo para los sectores.

Se espera que las propuestas de casos de estudio se realicen con una escala al menos comunal, proponiendo casos de estudios que sean de relevancia por ser zonas especialmente sensibles, por vincular sectores diferentes y/o porque se espera que sus resultados entreguen información valiosa para otras zonas similares. En este respecto se considera relevante que se identifique con cuales indicadores multisectoriales de adaptación se vinculan las cadenas de impacto preseleccionadas. A partir de la propuesta de 5 casos de estudios se consensuará con la contraparte 3 casos de estudios para probar la metodología propuesta. La justificación de la decisión debe quedar explicitada en los informes.

Actividad 3: Desarrollo de casos de estudios. Se espera aplicar la metodología propia descrita en la Actividad 1 en los tres casos de estudio seleccionados en la Actividad 2. Durante este proceso se espera se registre el proceso de implementación de la metodología, identificando actores consultados, los tiempos requeridos en el levantamiento de información, así como ajustes a la metodología propuesta. Se espera que haya al menos una actividad donde se invite a los actores sectoriales e intersectoriales involucrados, de forma de recoger oportunamente comentarios con respecto a opciones de mejora, con el objetivo de que los indicadores sean útiles para los actores.

Actividad 4: Análisis crítico de resultados y ajustes metodológicos. Tras el desarrollo de los casos de estudio se debe realizar un análisis crítico de la metodología y los ajustes metodológicos, en cuanto a la capacidad de extrapolarse a otros casos de interés. Asimismo, se espera un análisis crítico de los resultados obtenidos del proceso, en particular respecto a su contribución para generar indicadores que fomenten la aproximación integrada de los diferentes sectores a la adaptación al cambio climático. También interesa un análisis crítico respecto de la capacidad de la metodología para identificar situaciones en que se produzca una mala adaptación. Es de especial interés que los ajustes metodológicos se justifiquen en la calibración propia de los casos de estudio, además se espera que se identifique otros posibles problemas y sus posibles soluciones en el caso de aplicarse la metodología en contextos territoriales, sociales y/o sectoriales diferentes.

Se espera que la metodología propuesta, los casos de estudio y la interpretación de sus resultados sean presentados en al menos una actividad donde se inviten a los actores sectoriales e intersectoriales interesados.

7.1.4 Cronograma

En cuanto a plazos se considera un cronograma de 7 meses con 3 hitos:

- Hito 1 (mes 1 a mes 3): Desarrollo metodológico y resultados de actividades 1 y 2.
 - o Resultados esperados:
 - Recopilación bibliográfica de alternativas de integración de cadenas de impacto y/o métodos de análisis integrado de riesgo
 - Tablas comparativas entre diferentes alternativas
 - Descripción de metodología propia aplicables al caso chileno
 - Propuesta preliminar de cinco casos de estudios para la aplicación de la metodología

- Selección consensuada y justificación de tres casos de estudio
- Hito 2 (mes 4 a mes 6): Desarrollo metodológico y resultados de actividad 3.
 - Resultados esperados:
 - Registros del proceso de integración de los tres casos estudios.
 - Registros de los ajustes metodológicos realizados durante el proceso.
 - Documento detallando la aplicación de la metodología ajustada y los resultados para cada uno de los tres casos de estudio.
- Hito 3 (mes 7): Desarrollo metodológico y resultados de actividad 4.
 - Resultados esperados:
 - Análisis crítico de las opciones de extrapolación de la metodología. Identificación de las condiciones necesarias y brechas que existen para su aplicación a diferentes casos.
 - Análisis crítico de los resultados, interpretación de los mismos e implicancias en términos del monitoreo, evaluación y gestión del riesgo climático en forma integrada por los distintos sectores.

7.1.5 Equipo técnico necesario y costos

En la Tabla 7-1 se presenta el equipo de trabajo y una aproximación del presupuesto necesario. Se destaca que se espera una participación menor en extensión, pero más intensa de los especialistas en estadísticas climáticas y de monitoreo y gestión, enfocadas en el desarrollo de los casos de estudio, y posteriormente del análisis crítico.

Tabla 7-1 Estimación del presupuesto (UF) – Perfil “temas transversales”

Profesional	Dedicación mensual	Horas de dedicación mensuales	Meses	Tarifa (UF/mes)	Monto (UF)
Jefe Proyecto	20%	36	7	200	280
Expertos análisis riesgo climáticos (3 en total)	(1) 30%	54	7	200	420
Especialista en estadísticas climáticas	40%	72	2	200	160
Especialista experiencia en sistema de monitoreo y gestión	40%	72	2	200	160
Equipo de profesionales	100%	180	7	100	700
Total					1.720

(1) 10% cada especialista

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describe los requerimientos de equipo:

Jefe Proyecto: Profesional titulado en áreas de la ingeniería, economía, geografía, medio ambiente, recursos naturales o afines, con experiencia comprobable en el liderazgo en proyectos de temática, presupuesto y duración similar. Se considerará temática similar proyectos desarrollados en la



temática de cambio climático y/o análisis de riesgo ambiental. Es deseable un postgrado en áreas relacionadas con el cambio climático, el análisis de riesgo ambiental, políticas públicas y/o similar.

Especialistas (3) en análisis de riesgos climáticos: Al menos tres profesionales con postgrado asociados a la temática y con experiencia en análisis de riesgo climático en alguno de los siguientes sectores: Recursos Hídricos; Energía; Infraestructura; Zonas Costeras; Silvoagropecuario; Minería, Pesca y Acuicultura; Turismo; Biodiversidad; Salud; o Ciudades y Asentamientos Humanos. Se considerarán experiencias comprobables en los últimos 10 años en proyectos y/o estudios atinentes a la temática en particular. Se deben incluir especialistas de al menos 3 sectores diferentes.

Especialista en estadísticas climáticas y/o geográficas: Profesional titulado en ciencias de la tierra, geografía o afín, con experiencia en el procesamiento de información geográfica y modelación climática en los últimos 10 años. Es deseable un postgrado en áreas relacionadas con el cambio climático, el análisis de riesgo ambiental, políticas públicas y/o similar.

Especialistas con experiencias en sistemas de monitoreo y gestión: Profesional con experiencia comprobable en el diseño e implementación de sistemas de monitoreo y gestión relacionadas con indicadores de cambio climático y/o riesgo ambiental.

7.2 Perfil “Indicadores de resultado y mejora continua”

7.2.1 Objetivos

Objetivo general:

Proponer una metodología ad-hoc para la gestión de indicadores de resultado en el marco de la adaptación al cambio climático en Chile y contribuir a la mejora continua en el ámbito del M&E.

Objetivos específicos:

1. Sistematizar recomendaciones internacionales del proceso de M&E asociado a indicadores de resultados
2. Proponer una metodología para la identificación y selección de indicadores de resultados
3. Proponer una metodología para la evaluación de los indicadores bajo una visión de mejora continua
4. Aplicar metodologías para 7 indicadores de resultados piloto
5. Realizar un análisis crítico de la metodología y resultados.

7.2.2 Fundamentos

Durante la última década, en Chile se ha venido estructurando una serie de iniciativas que buscan generar avances en el proceso de adaptación al cambio climático. En el ámbito de las políticas públicas, se han diseñado e implementado diferentes instrumentos específicos a la adaptación al cambio climático se han diseñado e implementado, los que fueron recogidos por el proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, para entregar un marco para la instalación de una nueva serie de instrumentos relacionados con la adaptación al cambio climático, como la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), los Planes Sectoriales de Adaptación al Cambio Climático, el Reporte de Acción Nacional de Cambio Climático, los Planes de Acción Regional de Cambio Climático y los Planes



Estratégicos de Recurso Hídricos en Cuenca. Todos estos instrumentos permiten la adaptación planificada al cambio climático desde diferentes niveles y ámbitos.

Sin embargo, lo complejo de la problemática de la adaptación resulta en que, incluso con una correcta implementación de los instrumentos de política pública, no se tenga certeza del efecto sobre el nivel de adaptación que se ha alcanzado. Este es un fenómeno no sólo presente en Chile, sino que internacionalmente se listan múltiples razones que dificultan este proceso, tales como la falta de un consenso sobre cómo se define adaptación, la falta de una métrica común que permita medir, agregar y comparar los niveles de adaptación, y el *tradeoff* entre uso de recursos, la dificultades que genera que se traten de temáticas multifactoriales, la escases de datos y la generación de indicadores detallados, relevantes y oportunos (Berrang-Ford et al., 2019; GIZ & IISD, 2014).

Si bien, en la literatura existen algunas experiencias en determinar la atribución del efecto de medidas en los indicadores de resultados, basadas en experimentos, lógicas bayesianas y análisis cualitativos comparativos, estas suelen basarse en investigaciones intensivas en recursos y capacidades y, a menudo, en cuasi-experimento y casos de estudios (Biesbroek et al., 2017). En cambio, el foco que se ha seguido de forma más amplia corresponde a un foco en contribución, donde mediante una teoría de cambio correctamente argumentada, se vincula una medida (o un grupo de medidas) de adaptación con la reducción del riesgo climático. Una aproximación de este tipo, puede ser complementada con el desarrollo de un esquema que permita levantar información complementaria que monitoree y permita hacer un seguimiento de la teoría de cambio, en esta línea el marco TAMD²⁰ (Craft & Fisher, 2016) presenta una serie de lineamientos relevantes a considerar. Entre los lineamientos se destaca complementar los indicadores de seguimiento cuantitativos con información cualitativa que permitan contar con una visión más completa.

Por su parte, los sistemas de M&E se consideran como una parte esencial del ciclo de las políticas públicas. De aquí que las mejoras del sistema M&E, que contribuyan a una mejor y más oportuna comprensión del riesgo y el proceso de adaptación, redundan en un mejor diseño y evaluación de las políticas públicas.

Considerando los antecedentes recién descritos se destaca la necesidad de contar con un método que permita la evaluación de los resultados de las medidas de adaptación con el objetivo de complementar el análisis de las medidas de adaptación implementadas y contribuir al proceso de mejora continua en el marco del sistema M&E.

7.2.3 Actividades

Actividad 1: Revisión y sistematización de literatura internacional. Se espera una revisión de literatura internacional respecto a la problemática del desarrollo, monitoreo y evaluación de indicadores de resultados para la adaptación al cambio climático. De la revisión de la literatura se espera se recoja las recomendaciones internacionales, generando un capítulo comprensivo que presente las recomendaciones como la base para el desarrollo de la propuesta metodológica local. En particular se espera una revisión detallada del marco conceptual TAMD como una aproximación

²⁰ *Tracking Adaptation and Measuring Development*



para aproximar la contribución de las medidas al proceso de adaptación, y el aporte de los indicadores para aproximar esta contribución.

Actividad 2: Diseño y justificación de propuesta metodológica para la identificación y selección de indicadores (o grupo de indicadores) de resultados. Se espera una propuesta que atienda las recomendaciones internacionales dentro del contexto nacional, considerando criterios como el trabajo en un marco de gobernanza, las prioridades en adaptación y los instrumentos de gestión existentes. Junto con la propuesta metodológica se espera una justificación de la metodología, así como la identificación de brechas. Asimismo, se espera la definición de campos descriptivos de los indicadores (o grupo de indicadores), detallando la información con que se deberá caracterizar los indicadores de resultado. La propuesta metodológica debe explicitar los criterios y principios que se deben considerar para concluir respecto de la contribución de medidas al proceso de adaptación.

Actividad 3: Diseño y justificación de propuesta para la evaluación y mejora continua de los indicadores. Siguiendo una visión de mejora continua, se espera que se presente una propuesta para la evaluación y mejora progresiva de los indicadores del sistema M&E, así como de los procesos de recolección de datos y la gobernanza de estos indicadores. Se espera que la propuesta presente acciones, responsables, tiempos y forma en que se definirán los objetivos de mejora. Es de especial interés que la metodología apunte a mejorar la comprensión de la contribución de los indicadores en el proceso de adaptación. Se espera que la metodología apoye el proceso crítico de evaluación de los indicadores, permitiendo obtener lecciones tanto para el desarrollo de nuevos indicadores, la mejora de los indicadores ya existentes, como para tener una visión más comprehensiva del proceso de adaptación al cambio climático.

Actividad 4: Aplicación de metodología para 7 indicadores de resultados. Se espera aplicar la metodología en siete indicadores de resultados a consensuar con la contraparte técnica. Durante este proceso se espera se registre el proceso de implementación de la metodología, identificando actores consultados, los tiempos requeridos en el levantamiento de información, así como ajustes a la metodología propuesta. Para la definición de los siete indicadores se deberá considerar criterios como la diversidad de sectores, escalas espaciales y temporales de los impactos asociados al riesgo climático.

Actividad 5: Análisis crítico de resultados y ajustes metodológicos. Tras el desarrollo de los 7 indicadores de resultados piloto se debe realizar un análisis crítico de la metodología y los ajustes metodológicos, en cuanto a la capacidad de extrapolarse a otros indicadores de resultados. Asimismo, se espera un análisis crítico de los resultados obtenidos del proceso, en particular respecto a su contribución para contribuir con información oportuna y significativa para evaluar la eficacia de las medidas de adaptación.

7.2.4 Cronograma

En cuanto a plazos se considera un cronograma de 5 meses con 3 hitos:

- Hito 1 (mes 1): Desarrollo metodológico y resultados de actividades 1.
 - o Resultados esperados:
 - Copia de los documentos revisados.
 - Capítulo comprehensivo con las recomendaciones internacionales relevantes para el desarrollo de la propuesta metodológica.



- Hito 2 (mes 2 a mes 3): Desarrollo metodológico y resultados de actividades 2 y 3.
 - o Resultados esperados:
 - Propuesta metodológica para la identificación y selección de indicadores.
 - Propuesta metodológica para la evaluación y mejora continua de los indicadores.
 - Propuesta de 7 indicadores de resultados a pilotear.
- Hito 3 (mes 4 a mes 5): Desarrollo metodológico y resultados de actividades 4 y 5.
 - o Resultados esperados:
 - Registro del proceso de implementación en los 7 indicadores pilotos.
 - Ajustes a propuesta metodológicas en base a resultados de ejercicios pilotos.
 - Análisis crítico de la metodología y su extrapolación a otros indicadores.
 - Resumen ejecutivo del proceso completo.

7.2.5 Equipo técnico necesario y costos

En la Tabla 7-2 se presenta el equipo de trabajo y una aproximación del presupuesto necesario.

Tabla 7-2 Estimación del presupuesto (UF) – Perfil “indicadores de resultado y mejora continua”

Profesional	Dedicación mensual	Horas de dedicación mensuales	Meses	Tarifa (UF/mes)	Monto (UF)
Jefe Proyecto	40%	72	5	200	400
Expertos (2 en total)	(1) 20%	36	5	200	200
Equipo de profesionales	100%	180	5	100	500
	Total				1100

(1) Dos expertos, 10% cada uno

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describe los requerimientos de equipo:

Jefe Proyecto: Profesional titulado en áreas de la ingeniería, economía, geografía, medio ambiente, recursos naturales o afines, con experiencia comprobable en el liderazgo en proyectos de temática, presupuesto y duración similar. Se considerará temática similar proyectos desarrollados en la temática de cambio climático y/o análisis de riesgo ambiental. Es deseable un postgrado en áreas relacionadas con el cambio climático, el análisis de riesgo ambiental, políticas públicas y/o similar.

Especialistas en indicadores cualitativos: Profesional con postgrado asociado a la temática y experiencia en la generación de instrumentos cualitativos en temáticas ambientales. Se considerarán experiencias comprobables en los últimos 10 años en proyectos y/o estudios atinentes a la temática en particular. Se deben incluir especialistas de al menos 2 sectores diferente.

Especialista en diseño de indicadores de adaptación al cambio climático: profesionales con postgrado asociado a la temática y con experiencia en diseño de indicadores para el M&E de



medidas de adaptación en alguno de los siguientes sectores: Recursos Hídricos; Energía; Infraestructura; Zonas Costeras; Silvoagropecuario; Minería, Pesca y Acuicultura; Turismo; Biodiversidad; Salud; o Ciudades y Asentamientos Humanos. Se considerarán experiencias comprobables en los últimos 10 años en proyectos y/o estudios atinentes a la temática en particular. Se valorará si los miembros del equipo cuentan con experiencia en múltiples sectores. El jefe de proyecto no puede tomar este rol.



8. Marco de gobernanza

El Sistema de Indicadores de Adaptación al Cambio Climático (SIACC), se traducirá en una plataforma integrada de indicadores de adaptación que servirá como repositorio de información para el M&E de la adaptación al cambio climático del país. Para que este sistema logre sus objetivos en el tiempo requiere tener una gobernanza clara, efectiva y participativa. En esta sección se presenta la gobernanza propuesta para el SIACC definiendo sus integrantes y actores relacionados, así como sus roles y las relaciones entre ellos. La gobernanza propuesta fue revisada tanto en las reuniones sectoriales como en el taller 2, lo que permitió incorporar las visiones de un amplio abanico de asistentes, futuros integrantes del sistema.

8.1 Mapa de actores

El SIACC será un sistema integrado para dar seguimiento (M&E) a la adaptación del país al cambio climático, a través de la participación de actores públicos, privados, de ONGs, de la sociedad civil y la academia. El trabajo colaborativo, coordinado y efectivo es fundamental para gestionar la adaptación al cambio climático abordando la extensión completa de actores e instituciones involucradas en la gobernanza climático (Huitema et al., 2016; Pierre & Peters, 2000). Este sistema se encontrará alojado en el Ministerio de Medio Ambiente, en particular en la Oficina de Cambio Climático, y operará a distintas escalas territoriales para la integración de los instrumentos de adaptación climática desarrollados en Chile. De esta manera se busca abordar los impactos contexto-específicos del cambio climático y las necesidades de adaptación desde la territorialidad y sectorialidad desde un enfoque multinivel con la facilitación de niveles más altos que permitan la coordinación y visión integrada de la estrategia de adaptación como se establece en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y la Comisión Europea (Huitema et al., 2016; Massey et al., 2015; Neufeldt et al., 2010).

El SIACC debe contar con una gobernanza sostenida en el tiempo, que permita integrar el trabajo, experiencias y perspectivas de los actores en su desarrollo e implementación para fortalecer la estrategia de adaptación del país, en línea con las recomendaciones de Vink et al. (2013) sobre el alcance de largo plazo de la gobernanza de adaptación contrario a los ciclos de corto plazo asociados a los mandatos de gobierno.

En la propuesta de gobernanza que se presenta a continuación se definen las entidades encargadas de su funcionamiento y las relaciones con otros grupos de actores, respecto de la provisión de información, el trabajo participativo y coordinado y así como la visibilización de la información para la toma de decisiones por parte de los usuarios responsables de la acción de adaptación.

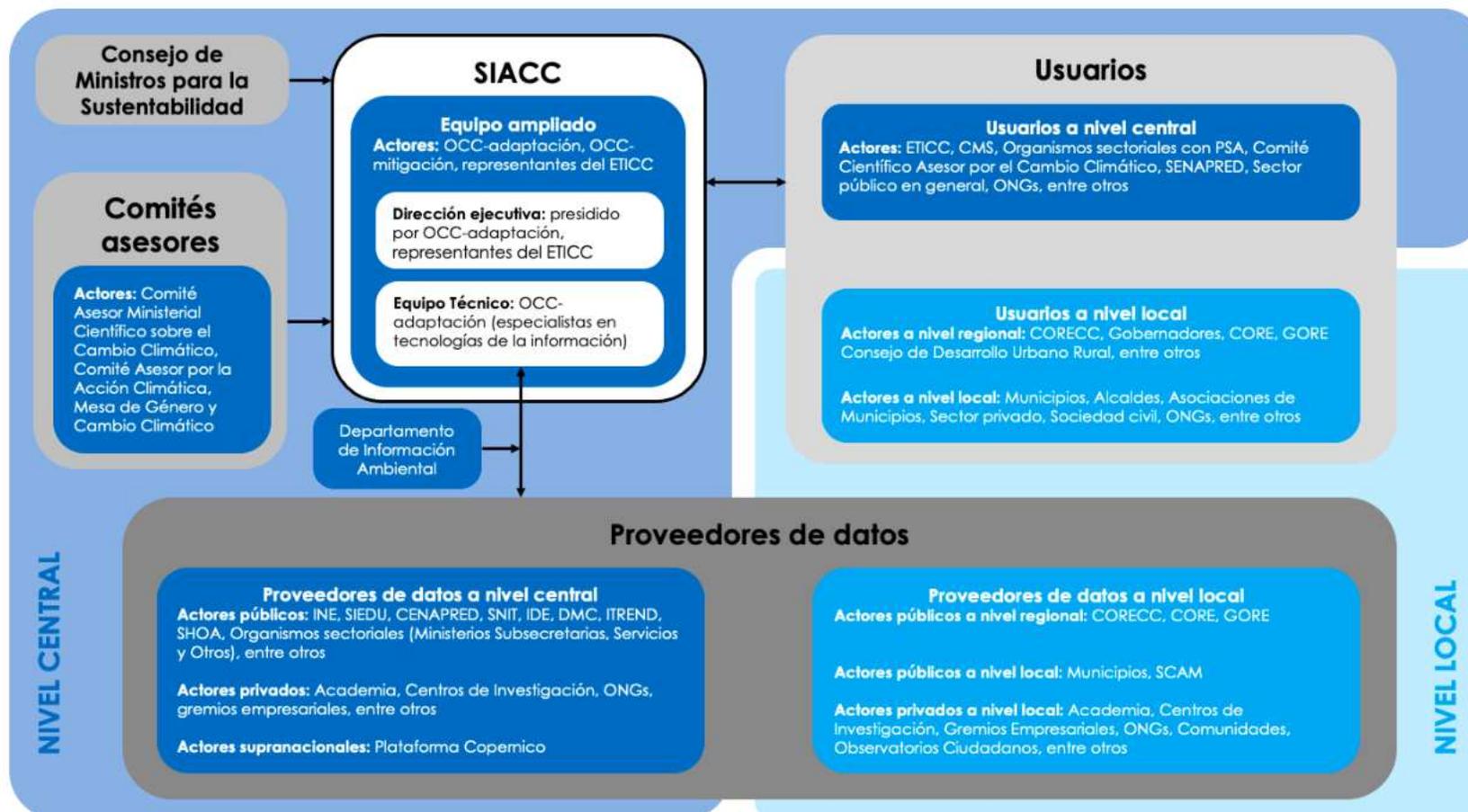
Cabe destacar que, bajo la institucionalidad actual y la alta demanda de reportes ambientales, desde los actores que participaron de las instancias de participación y las observaciones de los informes se ha levantado la preocupación de tener las capacidades, recursos e institucionalidad para sumarse al SIACC dado que el M&E de la adaptación requerirá esfuerzos considerables para llevar a cabo las acciones asociadas. La situación se evidencia sobre todo en los requerimientos de provisión de datos. No obstante, la publicación de la Ley Marco de Cambio Climático tiene asociados recursos que permitirán comenzar a llevar a cabo este sistema. Se espera que este tipo de limitaciones sean



consideradas en los lineamientos y prioridades definidas por la Dirección Ejecutiva del SIACC a medida que las necesidades se presenten y los recursos se hagan disponibles.

La Figura 8-1 presenta el mapa de actores propuesto para la gobernanza del SIACC. En esta figura se integra la operación central del SIACC con los proveedores de datos, los usuarios, comités asesores y de toma de decisiones como el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad. El sistema propone integrar a usuarios tanto a nivel central (nacional) como local. La participación de cada uno de los actores públicos en la gobernanza del sistema es esencial para fomentar la discusión de manera abierta y transparente para definir prioridades y estrategias comunes para abordar los complejos impactos asociados al cambio climático (Huitema et al., 2016; Schneider, 2014). A continuación, se describe cada uno de los elementos considerado en el mapa de actores. Los roles específicos de cada uno se describen en la Sección 8.2.

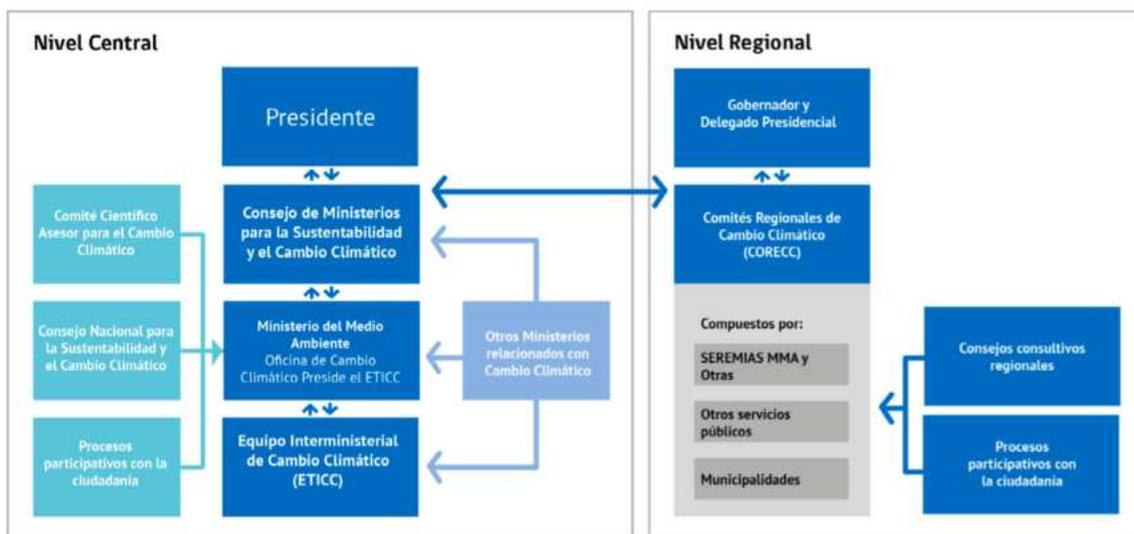
Figura 8-1 Mapa de actores de la gobernanza del SIACC



Fuente: Elaboración propia

La institucionalidad considerada para el desarrollo de esta propuesta se centra en instituciones existentes involucradas en la gobernanza climática del país que se consideran en la ECLP (ver Figura 8-2) y crea instancias de coordinación entre ellas que permitan integrar los distintos trabajos de adaptación desarrollados en la estrategia nacional. Se observa que Chile a logrado establecer diversos organismos e instituciones dentro de la gobernanza climática que sientan las bases para la instauración de la gobernanza del SIACC. En la gobernanza del SIACC se integra el trabajo del MMA a través del trabajo coordinado de la Oficina de Cambio Climático (OCC) y el Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC).

Figura 8-2 Gobernanza Climática en Chile



Fuente: Gobierno de Chile (2021)

La OCC, creada en 2010, considera entre sus funciones la generación y recopilación de información técnica y científica en materia de cambio climático para apoyar el diseño de políticas de cambio climático, además de coordinar el trabajo del MMA con diferentes órganos de la administración del estado a diferentes escalas territoriales (MMA, 2017). La OCC se integra en la estructura organizacional del MMA, como se evidencia en el extracto del organigrama de la institución de la Figura 8-3.

Figura 8-3 Extracto Organigrama Ministerio del Medio Ambiente



Fuente: Elaboración propia a adaptado de MMA (2021b)

Por su parte el ETICC es una instancia multidisciplinaria compuesto por representantes de las instituciones competentes en materia de cambio climático (ver Tabla 8-1), y cuyo rol es apoyar al MMA en la elaboración implementación y seguimiento de los instrumentos de cambio climático desde una participación de carácter intersectorial y técnico (*Proyecto Ley Marco de Cambio Climático*, 2020).

Tabla 8-1 Instituciones que componen el ETICC

Tipo institución	Integrante
Ministerio	Relaciones Exteriores
	Defensa Nacional
	Hacienda
	Economía, Fomento y Turismo
	Desarrollo Social y Familia
	Educación
	Obras Públicas
	Salud
	Vivienda y Urbanismo
	Agricultura
	Minería
	Transporte y Telecomunicaciones
	Bienes Nacionales
	Energía
	Mujer y Equidad de Género
	Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Información
Medio Ambiente	
Subsecretarías y otros	Subpesca
	Subdere
	Subturismo
	Dirección Meteorológica de Chile
	Dirección General de Aguas
	SHOA
	Conaf
	Conadi
	Conicyt
	ASCC
	CENAPRED
	SEA
	SMA

Fuente: Elaboración propia

La gobernanza del sistema está integrada también por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, quien tiene la responsabilidad de pronunciarse sobre los instrumentos de cambio climático establecidos en el PLMCC. El organismo está compuesto por los ministros de las instituciones que se muestran en la Tabla 8-2.

Tabla 8-2 Ministerios que integran el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad

Tipo institución	Integrante
Ministerios	Medio Ambiente
	Hacienda
	Economía, Fomento y Reconstrucción
	Educación (1)
	Obras Públicas
	Salud
	Vivienda y Urbanismo
	Agricultura
	Minería
	Transporte y Telecomunicaciones
	Energía
	Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Información (1)
	Desarrollo Social y Familia

(1) Integración posterior a la publicación del PLMCC

Fuente: Elaboración propia en base al PLMCC (2020)

De manera similar se considera el asesoramiento de diferentes comités, consejos y mesas que se han integrado al desarrollo de la estrategia climática nacional. Se integra la participación del Departamento de Información Ambiental, organismo parte del MMA (ver Figura 8-3), encargado de administrar diferentes plataformas de información ambiental.

La gobernanza del SIACC, la conformación de sus organismos y las instancias participativas (descritas en la Sección 9) deberán seguir criterios de enfoque de género para sus participantes, los que deberán ser definidos en un trabajo con la Mesa de Género y Cambio Climático para asegurar también la inclusión del enfoque de género en los instrumentos de adaptación y los indicadores que servirán para llevar a cabo el M&E de la adaptación.

8.1.1 El Sistema de Indicadores de Adaptación al Cambio Climático (SIACC)

En esta propuesta, el SIACC se encuentra alojado en la OCC, integrante del MMA, como se evidencia en el organigrama de la institución en la Figura 8-3. El SIACC se compone por un Equipo Ampliado conformado por la Unidad de Adaptación de la OCC, un representante de la Unidad de Mitigación de la OCC, para velar por las sinergias con el pilar de mitigación, y representantes del ETICC.

La Unidad de Adaptación de la OCC es el organismo que articula la estrategia de adaptación de los diferentes sectores y territorios, en línea con los instrumentos generales como la ECLP o NDC, por lo que su participación dentro del Equipo Ampliado está orientada a presidir la instancia de trabajo y velar por la integración de la estrategia de adaptación a través de los diferentes instrumentos de adaptación. Se considera que el Equipo Ampliado sea integrado por al menos tres profesionales de la Unidad de Adaptación de la OCC. Adicionalmente, se propone que el Equipo Ampliado también este integrado por un representante de la Unidad de Mitigación de la OCC, quién complementará el trabajo entre ambos ejes de gestión climática asegurando su coordinación

Los representantes del ETICC en el Equipo Ampliado serán de carácter rotatorio y de un número limitado, en torno a 5 o 6 integrantes, para facilitar el diálogo y diligencia del trabajo. Se propone



que en un inicio los integrantes del ETICC que conformen el Equipo Ampliado pertenezcan a los sectores encargados de desarrollar los PSA. Sin embargo, su participación es en representación de los demás integrantes del ETICC por lo que los representantes tendrán la responsabilidad comunicar los avances y discusiones con el resto del ETICC para incorporar sus consideraciones al momento de la toma de decisiones. La presencia del ETICC como organismo activo dentro de la gobernanza del SIACC permite incorporar múltiples visiones que aportarán al desarrollo de acuerdos.

De esta manera se podrá incluir la visión de otros sectores que no están vinculados directamente con la adaptación que son fundamentales en el análisis, por ejemplo, el Ministerio de Desarrollo Social y Familia no está involucrado en el desarrollo de un PSA pero tiene un rol esencial en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia de desarrollo social, como infraestructura fluvial o caminos, por lo que su participación dentro del equipo ampliado permitiría articular los esfuerzos sectoriales con la ponderación de criterios que incluyan al cambio climático en la evaluación y aprobación de proyectos. En el taller 2 los actores resaltaron la importancia de la representación de los sectores de Agricultura y Recursos Hídricos dentro del Equipo Ampliado, por parte del ETICC, para asegurar que estos temas transversales sean ejes del sistema.

Dirección Ejecutiva:

La Dirección Ejecutiva se encuentra alojada dentro de la estructura del Equipo Ampliado y es presidida por la Unidad de Adaptación de la OCC y representantes del ETICC. Su rol será tomar decisiones respecto a la priorización de necesidades o indicadores y validación de cualquier metodología, criterio o estándar desarrollado por el Equipo Técnico y discutido por el Equipo Ampliado. Al igual que en el equipo ampliado, se consideran representantes acotados del ETICC para evitar contar con una gran participación que dificulte la toma de decisiones ejecutivas.

Equipo Técnico:

Por su parte, el Equipo Técnico está constituido por cuatro o cinco miembros de la Unidad de Adaptación de la OCC y una persona con las capacidades tecnológicas para mantener la plataforma. El Equipo Técnico tiene un rol ejecutor dentro del sistema, y será el encargado de llevar cabo el trabajo continuo con los sectores y los CORECC; mantener la plataforma; calcular y publicar los indicadores; y realizar la evaluación de la adaptación.

8.1.2 Departamento de Información Ambiental (DIA)

Es un organismo existente dentro del MMA y está encargado de mantener diversas plataformas de información ambiental, como RETC²¹ y SINIA²², por lo que cuentan con la experiencia en la administración de estos sistemas, además de la generación de acuerdos con proveedores de datos. El DIA se incluye dentro del esquema de gobernanza por dos razones, por una parte, se espera aprovechar los conocimientos y capacidades desarrolladas para el mantenimiento de las plataformas administradas; y la generación de acuerdos con los proveedores de datos. Por otro lado, el DIA mantiene acuerdos con distintos proveedores de datos que podrían ser de utilidad para el SIACC, por lo que si se crean acuerdos de manera independiente se podría incurrir en duplicidades de reporte y en consecuencia una sobrecarga innecesaria sobre los proveedores de datos.

²¹ RETC es la plataforma para el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes.

²² SINIA es el Sistema Nacional de Información Ambiental.



8.1.3 Comités asesores

En el contexto del desarrollo de la ECLP se incluyeron diferentes comités y mesas de trabajo que asesoraron el proceso para incluir, por ejemplo, una perspectiva científica y enfoque de género. Algunos comités están considerados en el PLMCC (Comité Científico Asesor para el Cambio Climático, y Consejo Nacional para la Sustentabilidad y el Cambio Climático), sin embargo, otros fueron desarrollados para el desarrollo de la ECLP (Mesa de Género y Cambio Climático, y Comité Asesor de Cambio Climático). El trabajo con los consejos, comités y mesas apoyará con perspectivas científicas, de género y de privados, el desarrollo de la estrategia de adaptación a través de reuniones acotadas pero constantes durante la existencia del SIACC.

Cabe destacar que si bien los comités asesores agrupan diversos organismos ya creados no será necesario mantener reuniones periódicas si no que estas serán llevadas a cabo según los avances y requerimientos de asesoramiento para incluir aspectos determinados. Por ejemplo, la definición de criterios y principios del para el SIACC considerada en las actividades de la Hoja de Ruta (ver Sección 9.2.1) debe ser asesorada por los comités asesores para asegurar la coherencia con otros instrumentos y políticas. En particular, la definición de criterios de enfoque de género para el SIACC en general y la plataforma podrán contar con el asesoramiento de la Mesa de Género de Cambio Climático para integrar los conocimientos expertos en el desarrollo de los criterios. Otro ejemplo; si hay una necesidad de validar la estrategia por parte de un público variado, incluyendo privados, científicos y organismos públicos, el Comité Asesor de Cambio Climático jugará un rol fundamental.

8.1.4 Consejo de Ministros para la Sustentabilidad

Dentro de las responsabilidades del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad definidas en el PLMCC se encuentra la aprobación de los instrumentos de gestión climática, entre ellos los PSA, PARCC, ECLP. Su inclusión en el sistema tiene una razón ejecutiva y política ya que será necesaria la aprobación del organismo para cualquier cambio sustancial en la estrategia de adaptación y los reportes de evaluación de la adaptación antes de su publicación.

8.1.5 Proveedores de datos

Como su nombre, lo indica los proveedores de datos tienen la función de entregar datos al SIACC para el cálculo de los indicadores y posterior publicación en la plataforma. La especificidad de los impactos del cambio climático y las necesidades de adaptación requiere involucrar a proveedores de datos a distintas escalas territoriales como se muestra en la Figura 8-1. En el nivel central público se consideran organismos como el Instituto Nacional de Estadísticas (INE); Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (Sinapred); Dirección Meteorológica de Chile (DMC); Instituto para la Resiliencia ante Desastres (ITREND); Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA); Organismos sectoriales (incluye Ministerios, Subsecretarías, Servicios y Otros); entre otros. También en el nivel central público se consideran sistemas de información, por nombrar algunos: el Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (SIEDU); Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT); Infraestructura de Datos Espaciales de Chile (IDE); IDE del Ministerio de Agricultura; y la plataforma de datos del ITREND.

Con respecto a los Ministerios relevantes y sus departamentos, estos se considerarán proveedores de datos en la medida que la entrega de datos para el cálculo de los indicadores, por lo que esta



categoría de actores se modificará en función de las necesidades de datos. A continuación, se nombran algunos Ministerios relevantes y departamentos que formarían parte de los proveedores de datos, sin embargo, estos no buscan conformar un listado exhaustivo sino que reflejan los intereses levantados durante el taller 2 para la consideración de acuerdos, entre ellos se encuentran la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF), la Corporación Nacional Forestal (Conaf), entre otros.

En el nivel central privado se incluye la academia, centros de investigación, ONGs, gremios empresariales, entre otros actores que serán fundamentales en el levantamiento de datos para desarrollar nuevos indicadores de adaptación. Adicionalmente, se mencionan proveedores de datos a nivel supranacional, como el Programa Copernicus²³ para la obtención de datos climáticos que serían provechosos. A nivel local se identifican proveedores de datos públicos a nivel regional y municipal. Los primeros incluyen a los CORECC, Consejos Regionales (CORE) y Gobiernos Regionales (GORE). Los segundos consideran el aporte de los municipios y del Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM). También como proveedores de datos a escala local se considera la participación de la academia, centros de investigación, gremios empresariales, ONGs, comunidades, observatorios ciudadanos, entre otros.

8.1.6 Usuarios

Por último, la gobernanza incluye usuarios a diferentes escalas territoriales, los que se espera hagan uso de los indicadores y aporten con retroalimentaciones al SIACC, como parte del proceso de mejora continua. Entre los usuarios a nivel central se considera el ETICC, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, Organismos Sectoriales con PSA, Comité Científico Asesor por el Cambio Climático, Sinapred y el sector público en general.

A escala regional, los actores involucrados consideran a CORECC, GORE, Consejos de Desarrollo Urbano Rural, entre otros. A escala local, se incorporan como usuarios a Municipios, alcaldes, Asociaciones de Municipios, sector privado, sociedad civil, ONGs, entre otros.

²³ Copernicus es un programa de observación de la Unión Europea que ofrece servicios de información satelital terrestre (no espacial) con el objetivo de proporcionar información precisa, actualizada y de fácil acceso para mejorar la gestión del medio ambiente, comprender y mitigar los efectos del cambio climático.



8.2 Definición de estructura, roles y orgánica de la gobernanza

El presente apartado define las responsabilidades de los actores introducidos en la Sección 8.1 en la gobernanza del SIACC. Para ello se definieron cuatro procesos (Monitoreo; Evaluación; Validación del sistema; y Nuevas necesidades de adaptación y M&E), que posibilitarán el M&E de la adaptación asegurando la calidad del análisis y la mejora continua dentro de un escenario de alta incertidumbre. Con el objetivo de asegurar que los procesos definidos cumplan con los objetivos del sistema, se definieron las responsabilidades de cada actor.

La Figura 8-4 ilustra las responsabilidades y flujos de trabajo de cada uno de los actores definidos dentro de la gobernanza del SIACC, las que son desarrolladas a continuación, según los procesos en los que se insertan. Para el caso de los actores existentes, es posible que sea necesaria una incorporación formal de estas necesidades dentro de sus directivas de funcionamiento.

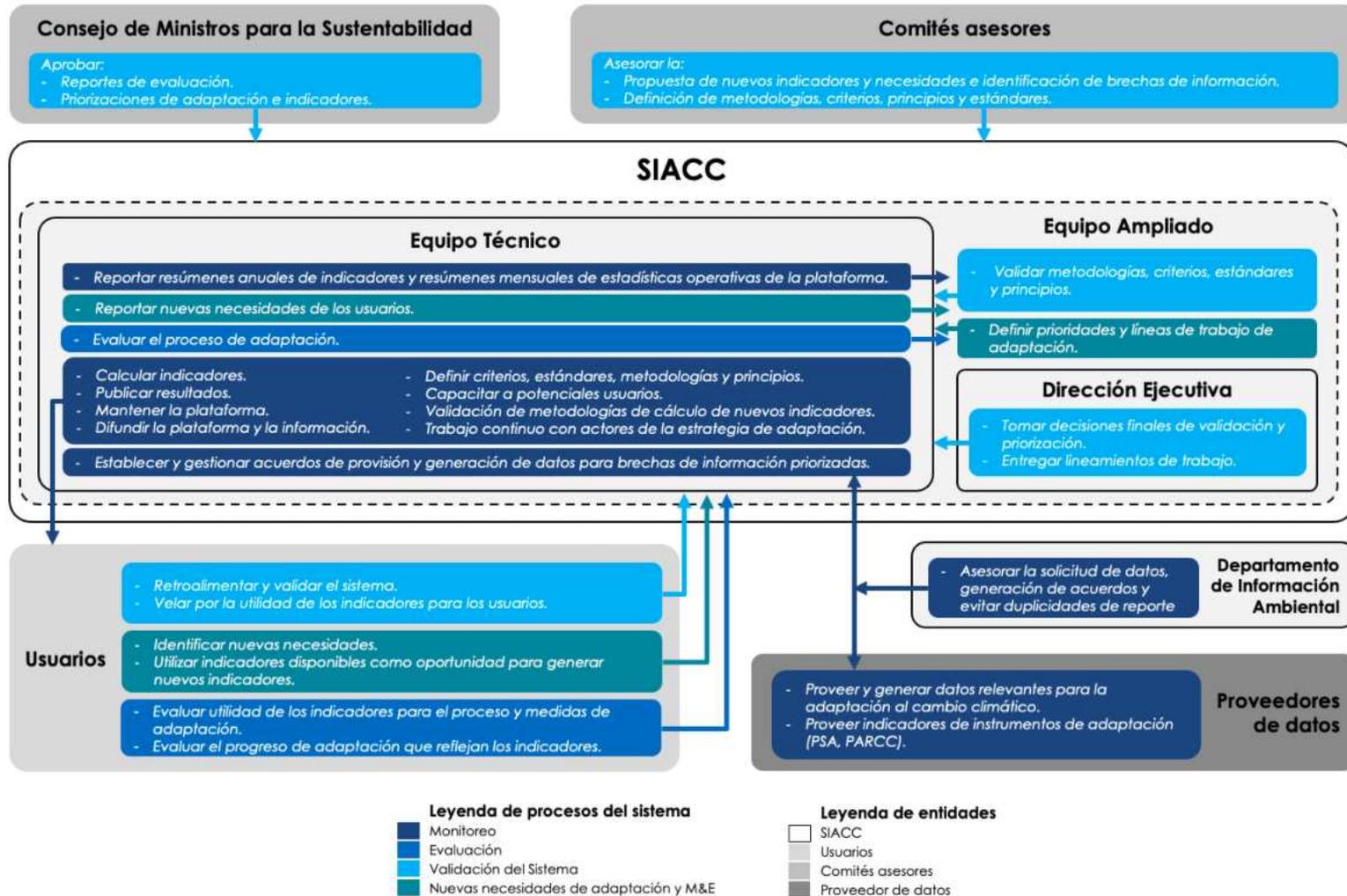


Figura 8-4 Roles de la gobernanza del SIACC

Fuente: Elaboración propia



8.2.1 SIACC

Como fue descrito en la Sección 8.1, el SIACC está conformado por un Equipo Ampliado, un Equipo Técnico y una Dirección Ejecutiva.

Equipo Ampliado:

- Validación del Sistema
 - **Validar metodologías, criterios, estándares y principios.** Los cuatro tipos de elementos serán definidos por el Equipo Técnico, y regirán el trabajo futuro para asegurar la coherencia y estándares de calidad del sistema. No obstante, todos serán validados por el Equipo Ampliado y aprobados por la Dirección Ejecutiva. La Sección 9.5 presenta criterios y metodologías utilizados internacionalmente para el M&E de la adaptación y se recomienda su incorporación a la estrategia nacional en las actividades de definición de criterios, estándares, metodologías y principios (ver Tabla 9-3). Por ejemplo, las metodologías de evaluación de la adaptación definidas por el Equipo Técnico serán empleadas para desarrollar los reportes de evaluación de adaptación por lo que su validación asegurará que se logre abordar la estrategia de adaptación y que los resultados sean comparables para la toma de decisiones en materia de políticas públicas. En este contexto, la experiencia y aportes de los diferentes miembros del ETICC será fundamental para tener una visión integrada de la información para la adaptación al cambio climático desde los diferentes sectores. Asimismo, se validarán las metodologías sectoriales aplicadas a la fecha para asegurar la coherencia transversal del sistema y de esta manera aprovechar el trabajo de los sectores en M&E.
- Nuevas necesidades de adaptación y M&E
 - **Definir prioridades y líneas de trabajo de adaptación.** Al igual que en la responsabilidad revisada anteriormente, el Equipo Ampliado deberá abordar las prioridades y líneas de trabajo propuestas por el Equipo Técnico desde una perspectiva integrada, incorporando los conocimientos de los integrantes del ETICC. A través del diálogo, se acordarán las prioridades de adaptación, teniendo en cuenta asignaciones de recursos, vulnerabilidades y la alineación con la estrategia nacional de adaptación, o bien proponer modificaciones en esta última para integrar aspectos que aún no han sido abordados. Será fundamental tener en consideración la integración de la mitigación en los ejes de adaptación y evitar sinergias negativas entre ambas, además de impactos en los ecosistemas y la biodiversidad. Las prioridades y líneas de trabajo deberán ser aprobadas en una primera instancia por la Dirección Ejecutiva y en una etapa posterior por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad.

Dirección Ejecutiva:

- Validación del Sistema
 - **Tomar decisiones finales de validación y priorización.** El Equipo Ampliado deberá validar el trabajo realizado por el Equipo Técnico y priorizar las necesidades a abordar, sin embargo, ninguno de estos organismos tiene las capacidades para tomar la decisión final al respecto. El poder de decisión quedará en manos de la Dirección Ejecutiva, la cual, considerando la discusión llevada a cabo por el Equipo



Ampliado, determinará los juicios y evaluaciones finales con el objetivo de tomar la mejor decisión en base a los antecedentes e intereses de adaptación presentados en la discusión.

- **Entregar lineamientos de trabajo.** La Dirección Ejecutiva tiene el rol de orientar el trabajo del Equipo Ampliado y el Equipo Técnico a través de la definición de lineamientos que deberán ser priorizados.

Equipo Técnico:

- **Monitoreo**
 - **Calcular indicadores.** El Equipo Técnico será el responsable de calcular los indicadores de adaptación siguiendo las metodologías definidas para cada uno de los indicadores. No obstante, la tarea puede ser traspasada a otro actor dentro del sistema de indicadores. En estos casos, la metodología de cálculo debe ser validada por el Equipo Técnico y el traspaso del encargo debe ser acordado por ambas partes.
 - **Publicar resultados.** Los indicadores calculados deberán ser publicados en la plataforma, tarea que deberá ser realizada por el Equipo Técnico para que los usuarios puedan disponer abiertamente de estos y utilizarlos para la toma de decisiones.
 - **Mantener la plataforma.** La plataforma se encontrará alojada en la OCC, por lo que deberá ser administrada y mantenida por el Equipo Técnico para solucionar cualquier imprevisto que pudiese generarse. Como fue introducido en la Sección 8.1, el Equipo Técnico deberá contar con personal con las capacidades tecnológicas para llevar cabo esta tarea.
 - **Reportar resúmenes anuales de indicadores y resúmenes mensuales de estadísticas operativas de la plataforma.** El Equipo Técnico deberá mantener bitácoras de los indicadores calculados, lo que se traducirá en resúmenes y metadatos de indicadores que serán enviados al Equipo Ampliado para rendir cuentas del trabajo realizado y analizar el progreso de los distintos instrumentos. Adicionalmente, se prepararán resúmenes de estadísticas operativas de la plataforma para estudiar las tendencias de acceso, descarga de datos y usabilidad, entre otros. Lo anterior servirá como insumo para mejorar la plataforma desde la experiencia de los usuarios para promover su uso.
 - **Difundir la plataforma y la información.** Para promover el uso de la plataforma y los indicadores el Equipo Técnico será responsable de difundir la plataforma, para lo cual se desarrollarán materiales audiovisuales, manuales e instancias de difusión que permitan llegar a usuarios involucrados en el proceso de adaptación nacional o que podrían estar interesados en los indicadores y su análisis.
 - **Capacitar a potenciales usuarios.** De la mano con el punto anterior el Equipo Técnico será responsable no solo de difundir la plataforma si no que de capacitar a potenciales usuarios sobre el marco conceptual de la adaptación y el rol que juegan los indicadores en el M&E de la adaptación para el desarrollo de políticas públicas. Esto será llevado a cabo desde dos frentes, por un lado, a través de la difusión de material audiovisual y manuales de uso de la plataforma e interpretación de los indicadores; y por otro, se plantea que el trabajo continuo con los actores involucrados en el desarrollo de la estrategia de adaptación involucre instancias de capacitación de los actores para compartir aspectos conceptuales pero, además,



transmitir la necesidad de complementar los indicadores de implementación de los planes con indicadores que permitan evaluar el avance de la adaptación en Chile. Esto último se hace especialmente relevante puesto que en el taller 2 se evidenciaron dificultades para visualizar de qué manera los indicadores propuestos complementan las estrategias sectoriales o regionales de adaptación.

- **Definir criterios, estándares, metodologías y principios.** El SIACC deberá presentar estándares establecidos y en línea con el marco conceptual que consolide el M&E de la adaptación. El Equipo Técnico definirá principios y estándares de indicadores de adaptación que establezcan los requerimientos mínimos de diseño de indicadores para el levantamiento de nuevos indicadores, de modo de asegurar la calidad de estos y su aporte al M&E de la adaptación. Se definirán metodologías y criterios de evaluación de la adaptación que estandarizarán el proceso, evitando sesgos o inconsistencias entre los análisis llevados a cabo. Como se menciona en las responsabilidades del Equipo Ampliado, la Sección 9.5 reúne criterios y metodologías empleadas internacionalmente en el M&E de la adaptación al cambio climático, se propone que estos sean utilizados como guía para la estrategia de M&E nacional con el objetivo de contar con estándares validados internacionalmente. Además, como responsable del sistema, el Equipo Técnico estará encargado de generar y compartir, con todas las entidades involucradas, los cronogramas anuales, periodicidad y plazos para la entrega de información.
- **Validación de metodologías de cálculo de nuevos indicadores.** Como se describió más arriba el Equipo Técnico deberá validar las metodologías de cálculo de nuevos indicadores levantados para que estas cumplan con los principios y estándares del sistema, con el objetivo de asegurar un estándar de calidad y comparabilidad de los indicadores. Las metodologías deberán ser revisadas con los actores para identificar oportunidades de mejora que deberán ser abordadas antes de incluir los indicadores al SIACC.
- **Trabajo continuo con actores de la estrategia de adaptación.** Dentro del proceso de mejora continua en el contexto del escenario incierto asociados al cambio climático, se deberá mantener un trabajo continuo con los sectores con PSA y CORECC con PARCC para articular la estrategia de adaptación, definir nuevos indicadores e identificar necesidades de adaptación e indicadores a levantar. El trabajo continuo permitirá no solo el cierre de brechas levantadas desde los sectores y los territorios, sino que también permitirá incorporar apreciaciones sobre el sistema y la plataforma para mejorar su implementación y asegurar su consolidación. La coordinación de la adaptación a través de distintas escalas territoriales es fundamental para el diseño de política pública de adaptación con un enfoque holístico que permita determinar prioridades de adaptación y alinear las estrategias con las necesidades contexto-específicas de adaptación y para abordar aspectos de mala adaptación que pueden surgir de la acción descoordinada (Huitema et al., 2016).
- **Establecer acuerdos de provisión y generación de datos para brechas de información priorizadas.** El Equipo Técnico deberá establecer acuerdos con proveedores de datos para el cálculo de indicadores, además de la generación de nuevos datos que permitan cerrar las brechas levantadas y priorizadas de los sectores y territorios. Los acuerdos deben incluir la validación y verificación de los datos por parte de los proveedores para asegurar el cumplimiento de los estándares



de calidad de los indicadores del SIACC y deben ser gestionados en el tiempo para asegurar su permanencia y la entrega de datos para la actualización de los indicadores.

- Evaluación
 - **Evaluar el proceso de adaptación.** La evaluación del proceso de adaptación deberá ser realizada cada cuatro años, alineada con dos Reportes Bienales de Transparencia (BTR), instrumentos que forman parte del Marco de Transparencia Reforzado establecido en el Acuerdo de París (UNFCCC, 2015). El cálculo de los indicadores por sí solo no será indicador de los avances de la adaptación en el país, sino que deberá realizarse una evaluación de la adaptación que involucre tanto el avance de las políticas de adaptación como los resultados de ellas en la adaptación al cambio climático. La evaluación se traducirá en un Reporte en dos etapas, en la primera, se generará una versión que será sometida a una consulta pública, en que la que se podrán recibir las apreciaciones del público general, privados, ONGs, academia y sector público, las que serán integradas al reporte en la segunda etapa, el que deberá ser aprobado por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y posteriormente publicado.
- Validación del Sistema
 - **Reportar nuevas necesidades de los usuarios.** A partir del trabajo continuo con los actores será posible identificar nuevas necesidades de los usuarios, las que deberán ser reportadas al Equipo Ampliado para que sean abordadas desde el trabajo interdisciplinario y se prioricen las que deberán ser abordadas para cerrar brechas. Esta responsabilidad es fundamental para mantener un panorama global de las brechas de adaptación, los requerimientos necesarios para cerrarlas y su vinculación con otros sectores, para identificar sinergias positivas y negativas que podrían surgir de la acción para cerrar las brechas.

8.2.2 DIA

- Monitoreo
 - **Asesorar la solicitud de datos, generación de acuerdos y evitar duplicidades de reporte.** El DIA asesorará la generación de acuerdos con los proveedores de datos gracias a su experiencia en la materia. Su visión será fundamental para definir protocolos de solicitud de datos y gestión de los acuerdos formalizados. Adicionalmente, la presencia del DIA tiene el rol de evitar la duplicidad de solicitudes de información para reducir la carga de reporte de los proveedores de datos y optimizar los recursos disponibles.

8.2.3 Comités asesores

- Validación del Sistema
 - **Asesorar la propuesta de nuevos indicadores y necesidades e identificación de brechas de información.** Los comités asesores están conformados por actores de una amplia diversidad y perspectivas, que serán integradas al sistema a través del asesoramiento de estos organismos. Se llevarán a cabo reuniones con ellos según



sea necesario para incorporar aspectos como el enfoque de género, validación de los indicadores desde privados, y validación científica de la estrategia desarrollada.

- **Asesorar la definición de metodologías, criterios, principios y estándares.** Las metodologías, criterios, principios y estándares desarrollados por el Equipo Técnico serán validados por el Equipo Ampliado, sin embargo, en el caso de requerir asesoría externa, se recurrirá a los organismos considerados en el comité asesor. Por ejemplo, las metodologías de evaluación de la adaptación deben ser estandarizadas para asegurar la consistencia y comparabilidad de análisis, por lo que se podrían recoger aspectos relevantes desde la Mesa de Género y Cambio Climático o el Comité Asesor de Cambio Climático.

8.2.4 Consejo de Ministros para la Sustentabilidad

- Validación del Sistema
 - **Aprobar reportes de evaluación y aprobar priorizaciones de adaptación de indicadores.** El rol del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad dentro del SIACC corresponde a la toma de decisiones políticas finales, en este caso la aprobación del trabajo realizado por el Equipo Ampliado y Equipo Técnico. Al igual que los diferentes instrumentos de gestión climática los reportes de evaluación de la adaptación deben ser aprobados por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad para ser publicados y difundidos. Lo mismo ocurre con las priorizaciones de indicadores, si bien la decisión final dentro del SIACC estará a cargo de la Dirección Ejecutiva, la aprobación de la priorización será responsabilidad de este organismo.

8.2.5 Proveedores de datos

- Monitoreo
 - **Proveer y generar datos relevantes para la adaptación al cambio climático.** Estas entidades son las encargadas de generar y proveer los datos al Equipo Técnico para el cálculo de los indicadores existente. De forma complementaria, los Proveedores de datos tienen la responsabilidad de generar nuevos datos relevantes para la construcción de nuevos indicadores priorizados. La factibilidad de la generación de datos debe ser estudiada con el Equipo Técnico, los proveedores de datos y los actores que solicitaron el indicador o cierre de la brecha. Se sugiere incorporar a organismos como el INE o el DIA en el diseño de estos protocolos para aprovechar los ya desarrollados, de manera de aprovechar los conocimientos, capacidades y recursos ya invertidos.
 - **Proveer indicadores de instrumentos de adaptación (PSA, PARCC).** Los proveedores de datos incluyen a los organismos encargados de los instrumentos de adaptación, tanto a escala sectorial y territorial, los que serán responsables de reportar los indicadores de avance de la implementación de sus instrumentos para que sean incluidos en la plataforma. Cada organismo cuenta con su metodología de monitoreo y reporte de los planes, por lo que estas deberán ser revisada por el Equipo Técnico para determinar la forma de presentación de los datos para que sean comparables entre ellos. De forma complementaria, en la Tabla 9-3 y Anexo 11.8 se incluyen indicadores agregados de implementación con una metodología estándar para los sectores, que permitirían la comparabilidad de los avances de los



planes de adaptación; y el fortalecimiento de la capacidad gubernamental y mecanismos de coordinación institucionales para la resiliencia climática.

8.2.6 Usuarios

- Evaluación
 - **Evaluar utilidad de los indicadores para el proceso y medidas de adaptación.** A través del trabajo continuo de los actores con el Equipo Técnico, se recopilarán evaluaciones de los indicadores por parte de los organismos encargados de desarrollar PSAs y PARCCs para evaluar su utilidad e incorporar cualquier modificación que podría fomentar su uso por parte de estos organismos en el desarrollo de los instrumentos. Este proceso de ajuste de los indicadores se inserta dentro del proceso de mejora continua del SIACC con el objetivo de mantener actualizado el set de indicadores útiles y adecuados para evaluar el progreso de la adaptación. Por su parte, el público general también tendrá la oportunidad de entregar sus opiniones a través de la consulta pública dentro del proceso de desarrollo del reporte de evaluación de la adaptación. Las observaciones serán recopiladas y analizadas por el Equipo Técnico para determinar cuáles serán consideradas dentro del proceso de mejora continua y se verán reflejadas en el sistema.

- Validación del Sistema
 - **Retroalimentar y validar el sistema.** A través del trabajo continuo con los actores y las instancias de participación ciudadana, el sistema se abre a los comentarios de los usuarios, los que deberán ser recopilados y analizados por el Equipo Técnico para evaluar su incorporación en el sistema dentro del proceso de mejora continua.
 - **Velar por la utilidad de los indicadores para los usuarios.** El objetivo último de los indicadores es que estos sean útiles para los usuarios de manera de que los recursos destinados a su cálculo tengan un impacto en el desarrollo de política pública. Por esta razón, la perspectiva de los usuarios sobre la utilidad de los indicadores deberá ser considerada para mejorar los indicadores disponibles y levantar nuevos indicadores con factibilidad de cálculo que complementen o reemplacen ciertos indicadores. El proceso debe ser realizado cuidando respetar los estándares y principios del sistema.

- Nuevas necesidades de adaptación y M&E
 - **Identificar nuevas necesidades.** Por medio de las instancias de participación ya mencionadas, el Equipo Técnico levantará nuevas necesidades desde los usuarios, las que serán compartidas con el resto del equipo para determinar prioridades de cierre de brechas.
 - **Utilizar indicadores disponibles como oportunidad para generar nuevos indicadores.** La publicación de los indicadores en la plataforma tiene como objetivo su sociabilización para que los usuarios puedan hacer uso de ellos desde distintos contextos y realidades. También, servirán como ejemplo a otros sectores o territorios para la incorporación de indicadores o metodologías similares en sus estrategias de adaptación. Por ejemplo, la visualización de los indicadores de implementación del plan de Energía entregará luces del trabajo realizado a escala



sectorial y que podría ser implementado a nivel regional en los PARCCs, en línea con la estrategia nacional para aunar esfuerzos y obtener métricas de medición similares.



9. Hoja de Ruta para la implementación del SIACC

A continuación, se presenta la Hoja de Ruta para la plena implementación del SIACC. Se presenta la visión del sistema y sus atributos para alcanzar la visión planteada. Además, se presentan los atributos que deberán ser incorporados en la plataforma para materializar un sistema de indicadores abierto y actualizable que apoye en el M&E de la adaptación del país. La Hoja de Ruta se divide en cuatro ejes, para los que se plantean actividades que permitirán avanzar en la consolidación del SIACC.

Las actividades de la Hoja de Ruta se plantean en el mediano plazo, lo que se traduce en un horizonte de tiempo de 3 años en el que se espera que el SIACC sea desarrollado y comience a consolidarse. La Hoja de Ruta deberá ser adaptada en base a las nuevas iniciativas planificadas y necesidades que surjan en su implementación con el objetivo de alcanzar la consolidación del sistema.

9.1 Visión

En la presente sección se introduce la visión de la Hoja de Ruta del Sistema de Indicadores de Adaptación para el Cambio Climático. La visión conjuga los atributos y requerimientos del sistema para cumplir con el objetivo de desarrollar el M&E para dar seguimiento y fortalecer la adaptación climática en línea con la visión de largo plazo de adaptación y resiliencia establecida en la ECLP presentada ante la COP26 (Gobierno de Chile, 2021).

A continuación, se presenta la visión de la Hoja de Ruta del Sistema de Indicadores de Adaptación para el Cambio Climático:

Chile contará con una instancia de coordinación multisectorial y multinivel que transformará datos en información útil para la toma de decisiones en materias de adaptación al cambio climático, a través de un sistema de indicadores de adaptación al cambio climático que compilará indicadores existentes de adaptación y dará el espacio para desarrollar nuevos indicadores a partir de las necesidades sectoriales emergentes. El Sistema será dirigido por el Ministerio del Medio Ambiente y tendrá un enfoque participativo, multisectorial y dinámico para abordar el proceso de adaptación al cambio climático. Este se traducirá en una plataforma integrada, abierta, actualizable, dinámica y útil que proveerá información para el monitoreo y evaluación de la adaptación, lo que permitirá formular políticas públicas de adaptación al cambio climático a través de acuerdos institucionales multinivel y multisectoriales robustos.

De esta forma, Chile fortalecerá su capacidad de toma de decisiones frente a los desafíos del cambio climático, al aumentar la cantidad y calidad de información disponible para monitorear y evaluar el proceso de adaptación, contribuyendo a aumentar su capacidad de adaptación y resiliencia y a reducir su vulnerabilidad y riesgo frente al cambio climático. Todo esto permitirá avanzar hacia el desarrollo sustentable del país, la seguridad hídrica y alimentaria, buscando el bienestar social y la protección, conservación y restauración de la biodiversidad.



Para que el Sistema de Indicadores de Adaptación al Cambio Climático cumpla con la visión expuesta, tanto el sistema como la plataforma deben cumplir con una serie de atributos, los que se detallan a continuación.

Atributos del sistema:

- **Abierto y con instancias de participación ciudadana.** El sistema involucrará a diferentes actores públicos, privados, sociedad civil, científicos en sus distintas escalas territoriales, sectoriales e intersectoriales. Deberá permitir la participación de todos los grupos de actores mencionados anteriormente para validar las estrategias e indicadores de adaptación desarrollados, esto se logrará con canales establecidos de comunicación con actores públicos, privados y científicos, e instancias de participación ciudadana para recibir retroalimentación y nuevas necesidades de adaptación desde los territorios.
- **Mecanismos de mejora continua.** Debido a que el cambio climático está asociado a un importante grado de incertidumbre, los impactos y su intensidad no son estáticos y se modifican conforme el conocimiento científico se amplía, por lo que las necesidades y prioridades de adaptación también se ven afectadas por este dinamismo. Adicionalmente, las instancias de participación ciudadana también son una oportunidad para levantar necesidades de adaptación desde los territorios que pueden no estar siendo consideradas desde la perspectiva central de adaptación. Por esta razón, el sistema debe ser flexible para facilitar el cambio de prioridades de adaptación según las nuevas necesidades. La flexibilidad debe extenderse a los indicadores de adaptación conforme las necesidades cambien, pero también debe evaluarse la pertinencia de los indicadores en el M&E de la adaptación, pudiendo establecerse cambios en las metodologías de cálculo o el descarte del indicador. Con el objetivo de asegurar la calidad de los indicadores y asegurar que estos puedan ser perfeccionados en el tiempo, se deberá definir un protocolo para validarlos.
- **Trabajo colaborativo.** El cambio climático trae consigo impactos inciertos y diversos, que afectan al país con distinta intensidad. En este contexto la estrategia de adaptación debe integrar la diversidad de sectores que se ven o verán afectados por las amenazas asociadas al cambio climático, para lo que será imperante la inclusión de un trabajo colaborativo entre sectores y a distintas escalas territoriales para aprovechar las sinergias positivas y limitar las negativas que pudieran resultar en la mala adaptación.
- **Enfoque de género y grupos vulnerables.** El PLMCC establece la necesidad de incorporar el enfoque de género de manera transversal en las estrategias de adaptación, el SIACC debe regirse por el mismo principio, por lo que deberá asegurar el enfoque de género en la conformación de los organismos componentes de la gobernanza, además de asegurar el trabajo con la Mesa de Género y Cambio Climático para la incorporación del enfoque de género en las estrategias e indicadores levantados. De manera complementaria, se deberán tener en consideración aquellos grupos vulnerables como mujeres, niños y niñas, adultos mayores y personas en campamentos, por mencionar unos pocos, que se presentan como grupos más sensibles y con menos capacidades de adaptarse al cambio climático.
- **Participación de los pueblos indígena.** Cuando corresponda se deberá incorporar la participación de los pueblos indígena en los procesos participativos del sistema para incluir sus necesidades desde el desarrollo de políticas de adaptación. Se promoverá que el trabajo de los CORECC incluya la participación de representantes de los pueblos indígena para la inclusión de sus necesidades en materias de adaptación desde los territorios. Además, de trabajar en la generación de indicadores que incorporen a la población indígena para su M&E.



Atributos de la plataforma:

- **De acceso público, abierta y transparente.** Al igual que el sistema, la plataforma debe ser de acceso público y abierta para facilitar la participación de los diferentes actores en la validación de las estrategias de adaptación, a través del seguimiento transparente de los indicadores desarrollados. Los usuarios podrán participar en las instancias de participación ciudadana, y a través de la plataforma, para formular preguntas sobre los indicadores, las metodologías y los avances de las medidas de adaptación. De esta manera también se podrán levantar nuevas necesidades de adaptación que tendrán que ser validadas para ser incluidas en los instrumentos. La plataforma deberá ser diseñada pensando en la experiencia del usuario para promover su utilización y evitar complejizar el acceso a la información dentro de la plataforma. Para ello se deberán asegurar criterios de usabilidad, facilidad de acceso e inclusión que permitan que sea accesible por cualquier persona.
- **Actualización constante.** El M&E de la adaptación requiere la actualización constante de los indicadores para realizar el seguimiento del proceso de adaptación. Los indicadores serán actualizados según los datos para el cálculo se hagan disponibles, sin embargo, es importante considerar que no todos tendrán la misma frecuencia de actualización. En algunos casos la frecuencia dependerá del fenómeno considerado, por ejemplo, el “Índice de Riesgo de Desertificación, Degradación de las Tierras y Sequía” (ver Sección 6.2.8) tiene sentido con una actualización decenal, en otros casos, indicadores como “Agua para riego embalsada respecto de la capacidad del embalse” (ver Sección 6.2.5) pueden ser actualizadas anualmente. Por último, existen indicadores que por la disponibilidad y levantamiento de datos presente no pueden ser actualizados con la frecuencia requerida, por ejemplo, “Porcentaje de viviendas dependientes de camiones aljibes” se actualiza con los datos del Censo, sin embargo, un mejor seguimiento se lograría con una actualización anual del fenómeno, por lo que en casos como este se podrían buscar fuentes alternativas de datos.
- **Mecanismos de mejora continua.** La plataforma deberá presentar la flexibilidad suficiente para introducir nuevas necesidades y escenarios de incertidumbre según estos emerjan, ya sea desde los avances científicos o desde los territorios. Además, de modificar los indicadores y sus metodologías en el caso que sea necesario alterarlos para realizar el correcto M&E de la adaptación. Será fundamental como parte de este proceso, llevar a cabo un trabajo continuo con los actores involucrados en el desarrollo de los PSAs y PARCCs para recoger nuevas necesidades y priorizar el cierre de brechas.
- **Plataforma integrada.** La plataforma deberá desempeñarse como repositorio de todos los indicadores de adaptación disponibles para integrar todos los esfuerzos de M&E de adaptación del país. Se considerarán los tres tipos de indicadores para caracterizar la adaptación propuestos en el presente estudio: implementación, progreso y resultado (ver Sección 4.1.2). Dentro de los indicadores de implementación se consideran los indicadores de seguimiento de los planes para evaluar su ejecución. Mientras que los indicadores de progreso y resultado en general se desligan del monitoreo de los planes de adaptación. La plataforma incluirá los índices de riesgo asociados a cadenas de impacto, ya sea desarrollados en ARClim o en estudios posteriores, a diferentes escalas territoriales. Además, la plataforma incluirá la metodología de cálculo de cada uno de los indicadores disponibles, junto al metadato correspondiente y los datos de libre descarga para que puedan ser utilizados por los usuarios. El compendio de todos los indicadores en una misma plataforma permitirá obtener una visión general del proceso de adaptación y servirá como insumo para el diseño de políticas públicas de adaptación al cambio climático. A través de



la gestión de acuerdos con proveedores de datos se espera la integración con plataformas de información existentes, apuntando en un futuro a automatizar la extracción de información y cálculo de indicadores para limitar los recursos invertido en estas actividades.

- **Basado en la ciencia, validado y trazable.** El PLMCC establece la necesidad de desarrollar estrategias de adaptación al cambio climático con fundamento científico actualizado, por lo que los instrumentos de gestión del cambio climático deben estar validados científicamente. La plataforma y los indicadores también deben construirse con fundamento científico y ser validados por expertos en la materia. Asimismo, por transparencia y validez las fuentes de datos para el cálculo de los indicadores deben estar debidamente referenciadas para trazar la información y transparentar el origen de los indicadores.
- **Visualización y descarga.** La plataforma no solo presentará los indicadores en su escala territorial, sino que permitirá la descarga de los datos para que estos puedan ser utilizados en la política pública y por cualquier persona o entidad que requiera hacer uso de estos. Este punto es relevante no solo para darle una mejor usabilidad al sistema, al funcionar como repositorio de datos de adaptación al cambio climático; además, permitirá que este sea transparente y facilitará la validación por parte de diversos actores. En los casos correspondientes, la plataforma deberá permitir la desagregación y cruce de los indicadores por género y grupos vulnerables para estudiar cómo estos se ven afectados por los impactos climáticos.

9.2 Ejes estratégicos de la Hoja de Ruta

La Hoja de Ruta se estructura en cuatro ejes estratégicos que posibilitarán la instauración del SIACC (ver Figura 9-1). Cada uno de los ejes considera acciones orientadas al cierre de brechas en el corto (1-2 años) y mediano plazo (3 años) para el desarrollo del sistema. En las siguientes secciones se establecen los fundamentos y las acciones a implementar en cada uno de los ejes estratégicos, las actividades se complementan con una representación visual de la Hoja de Ruta en un archivo digital adjunto.

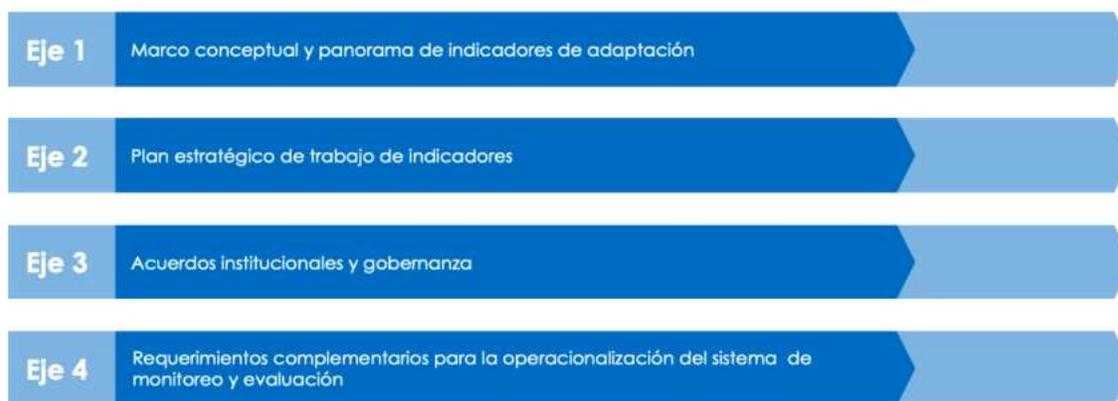


Figura 9-1 Ejes estratégicos de la Hoja de Ruta

Fuente: Elaboración propia



9.2.1 Marco conceptual y panorama de indicadores de adaptación en Chile

Objetivo:

La Hoja de Ruta deberá consolidar el marco conceptual desarrollado para el monitoreo y la evaluación de la adaptación al cambio climático para Chile entregando una visión completa e integrada de los indicadores existentes, los indicadores levantados en el presente estudio y las actividades propuestas para dar continuidad al trabajo de indicadores en un horizonte de corto (1-2 años) y mediano plazo (3 años).

Actividades para alcanzar el objetivo:

Tabla 9-1 Ficha Actividad 1-1

Actividad	Contrastar el marco conceptual con otros desarrollados a nivel nacional e internacional y ajustarlo para asegurar consistencia entre ellos
Objetivo	Consolidar el marco conceptual de indicadores de adaptación al cambio climático para fortalecer el M&E del proceso de adaptación
Descripción	Se buscará contar con un marco conceptual de adaptación e indicadores consolidado, actualizado y en línea con la estrategia nacional e internacional de cambio climático. Hasta el momento se observan afinidades del marco conceptual propuesto en este estudio con el presentado en la ECLP ante la COP26 el presente año; sin embargo, será necesario contrastarlo con nuevos marcos conceptuales de adaptación que están siendo desarrollados en el marco de la COP27 (por ejemplo, Race2Resilience y GRII) y el marco propuesto por el Sexto Reporte de Evaluación (AR6, por sus siglas en inglés), liberado durante 2022
Planificación	Segundo semestre de 2022
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-2 Ficha Actividad 1-2

Actividad	Contrastar el marco conceptual con la actualización de los Informes de Evaluación del IPCC y ajustarlo en caso de haber diferencias considerables
Objetivo	Consolidar el marco conceptual de indicadores de adaptación al cambio climático para fortalecer el M&E del proceso de adaptación
Descripción	Como parte del proceso de mejora continua se deberá contar con un marco conceptual de adaptación e indicadores actualizado y en línea con la estrategia nacional e internacional de cambio climático y sus respectivas nuevas publicaciones. Considerando que la Actividad 1-1 logró consolidar el marco conceptual de la adaptación a nivel nacional, en base a otros disponibles durante el transcurso de la actividad, posteriormente se debe dar el espacio para contrastar el marco conceptual con aquellos publicados en los Reportes de Evaluación del IPCC (AR, por sus siglas en inglés) subsiguientes e incorporar actualizaciones al marco del SIACC, de modo de que este vaya en la línea de las propuestas internacionales más recientes
Planificación	Con la publicación de un nuevo AR
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-3 Ficha Actividad 1-3

Actividad	Definir criterios y metodologías de evaluación de indicadores, del proceso de evaluación y cadenas causales
Objetivo	Establecer criterios y metodologías de evaluación de la adaptación en Chile, que permitan unificar el proceso de evaluación y establecer prioridades de adaptación
Descripción	<p>En paralelo con la actividad anterior, se busca establecer criterios y metodologías de evaluación para estandarizar y unificar el proceso de evaluación de la adaptación, así como minimizar la subjetividad asociada y permitir la definición de prioridades de adaptación. De esta manera, la evaluación sería aplicable a los distintos instrumentos e indicadores de adaptación, a distintas escalas territoriales y sectoriales.</p> <p>Dentro de los elementos a definir se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criterios generales de evaluación de la adaptación. Se deberán definir criterios de evaluación de la adaptación para estandarizar el proceso y alinear el diseño de indicadores con las necesidades de evaluación. Entre ello, es fundamental establecer cómo se evaluará la contribución de las medidas de adaptación. Para complementar la evaluación, se plantea establecer las metodologías e indicadores enunciados a continuación; • Criterios y metodología de puntuación de prioridades de adaptación. Se propone establecer un sistema de puntuación similar al empleado en Reino Unido (Climate Change Committee, 2021b). • Indicadores agregados de implementación para medir de manera global el avance y fortalecimiento de la estrategia de adaptación nacional. Se propone que los indicadores sean generados siguiendo una estructura similar a la de los indicadores centrales empleados por el Programa Piloto de Resiliencia Climática (PPCR, por su sigla en inglés) para el monitoreo y reporte de la implementación del programa (CIF, 2018). El primer indicador busca reflejar el grado de integración del cambio climático en los sectores, y el segundo, evidenciar el fortalecimiento de la capacidad gubernamental y mecanismos de coordinación para el cambio climático. Los indicadores, los objetos de medición y los criterios de evaluación deben ser definidos para asegurar la coherencia con la estrategia nacional. Los indicadores serán reportados, inicialmente, por cada uno de los sectores con PSA, lo que luego será ampliado a los CORECC con PARCC. • Metodología de evaluación de teorías de cambio. También llamadas cadenas causales, las teorías de cambio han cobrado relevancia en el diseño, monitoreo y evaluación de sistemas complejos como el cambio climático. Este enfoque permite expandir el análisis de los impactos climáticos a diferentes actores involucrados y centra la estrategia de adaptación en la contribución más que en la atribución (Bours et al., 2014; Harvey et al., 2011). El desarrollo de teorías de cambio permite contar con una visión más amplia del problema abriendo el espacio para incluir relaciones de intersectorialidad, entre las que se consideran las sinergias positivas y negativas, incluyendo la mala adaptación. <p>Más detalle de los elementos propuestos se presenta en la Sección 9.5.</p> <p>También se levanta la necesidad de incluir reportes diferenciados apuntando a diversos fines. En caso de existir esta necesidad se deberán establecer los estándares de estos reportes para asegurar su calidad y utilidad para los actores.</p>
Planificación	Cuarto trimestre 2022 a primer semestre 2023
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-4 Ficha Actividad 1-4

Actividad	Validar marcos conceptuales, estándares, criterios y metodologías propuestos
Objetivo	Validar el marco conceptual de adaptación
Descripción	Cada ajuste del marco conceptual debe ser validado para asegurar la consistencia del marco conceptual nacional y su concordancia con los publicados internacionalmente, en particular con los del IPCC. Además, las metodologías de evaluación, estándares, principios y criterios propuestos por el Equipo Ampliado deberán ser validados para asegurar la coherencia del sistema. La decisión final sobre la validación la tendrá la Dirección Ejecutiva del sistema
Planificación	Primer trimestre 2023 y tras cada ajuste según los marcos de los AR
Responsable	Equipo Ampliado y Dirección Ejecutiva

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-5 Ficha Actividad 1-5

Actividad	Definir estándares de diseño de indicadores
Objetivo	Estandarizar los indicadores de la estrategia nacional mediante criterios establecidos que permitan generar indicadores medibles y que favorezcan la unificación del reporte, buscando ser un aporte a la política pública
Descripción	Los indicadores levantados deben ser construidos bajo criterios que aseguren un estándar mínimo, por ejemplo, criterios SMART o los propuestos por el IPCC para la selección de indicadores (IPCC, 2014c), los que se presentan la Sección 9.5. El establecimiento de estos estándares, en conjunto con metodologías de cálculo bien definidas, permitirá resguardar tanto la calidad de los indicadores, como la estabilidad de estos para permitir la comparabilidad entre actualizaciones, así como también, unificar los indicadores generados de manera de facilitar el reporte, la comparación entre indicadores y su comprensión y utilidad para los diversos usuarios
Planificación	Cuarto trimestre 2022 a primer semestre 2023
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-6 Ficha Actividad 1-6

Actividad	Definir conceptualmente estándares cualitativos de indicadores
Objetivo	Establecer estándares cualitativos de indicadores o índices de adaptación que incluyan los componentes ideales de los indicadores
Descripción	<p>Uno de los principales desafíos de las políticas de adaptación es la contribución de las medidas y acciones en la reducción del riesgo. En el presente estudio, la reducción del riesgo por la capacidad de adaptación considerado se aborda con el factor k, sin embargo, los indicadores de capacidad de adaptación consideran un aspecto de la adaptación y deja de lado otros.</p> <p>Con el objetivo de asegurar el desarrollo de índices de adaptación acabados se definirán conceptualmente estándares cualitativos de indicadores, los que definirán los elementos que determinarían índices ideales de adaptación, entre estos elementos se considera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aspectos normativos • Aspectos económicos • Soporte institucional • Elementos técnicos
Planificación	Primer semestre 2023 a tercer trimestre 2023
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-7 Ficha Actividad 1-7

Actividad	Difundir el marco conceptual con los actores involucrados en la gestión del cambio climático
Objetivo	Asegurar la construcción de futuros indicadores en línea con el marco conceptual, además de considerarlo en la actualización y creación de planes de adaptación
Descripción	Como parte de la consolidación del marco conceptual, este debe ser difundido a los sectores, través de los distintas escalas territoriales y tipos de usuarios. El conocimiento del marco conceptual fortalecerá una comprensión unificada del proceso de adaptación, lo cual permite avanzar hacia una estrategia de adaptación coordinada bajo criterios comunes, independiente de la escala territorial, y que facilita, también, la usabilidad de los indicadores desarrollados y la participación de los distintos actores en el sistema.
Planificación	Segundo semestre 2022
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-8 Ficha Actividad 1-8

Actividad	Asegurar la inclusión de principios y atributos en la plataforma de adaptación
Objetivo	Materializar los principios y atributos en la plataforma de indicadores
Descripción	El sistema de indicadores debe operar de manera transversal, manteniendo sus atributos, principios y criterios, por lo que se debe asegurar la inclusión de estos en la plataforma mediante la definición de cómo serán incorporados estos, y clarificar así, como llevar a cabo su posterior implementación. Esto se verá reflejado en una plataforma abierta, útil, amigable, centralizada y validada, que permitirá no solo la visualización de los indicadores, sino que también la descarga de la información para favorecer su utilización por parte de los usuarios.
Planificación	Segundo semestre 2022 a primer semestre 2023
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-9 Ficha Actividad 1-9

Actividad	Promover y difundir información sobre la adaptación al cambio climático, el marco conceptual, la plataforma y las necesidades de adaptación priorizadas
Objetivo	Consolidar el marco conceptual a través de la difusión entre los actores para promover el uso de la plataforma y las prioridades de adaptación
Descripción	En línea con la difusión del marco conceptual, se requiere complementar con la difusión de la plataforma y de las prioridades de adaptación. Esto último, para aunar esfuerzos sectoriales y territoriales para abordar las necesidades de adaptación.
Planificación	Constante desde segundo semestre de 2023
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-10 Ficha Actividad 1-10

Actividad	Definir criterios de enfoque de género para la gobernanza del SIACC, la plataforma y los indicadores
Objetivo	Establecer criterios de enfoque de género aplicables al SIACC, la plataforma y los indicadores que permitan asegurar la inclusión del enfoque en el sistema
Descripción	El PLMCC establece la necesidad de incorporar el enfoque de género en la estrategia climática, por lo que se hace necesario seguir estos lineamientos y definir los criterios de enfoque de género que serán incluidos en el SIACC. Estos criterios deberán ser desarrollados por el Equipo Técnico con asesoría de la Mesa de Género y Cambio Climático para asegurar la coherencia con otros instrumentos y estrategias.
Planificación	Desde tercer trimestre 2022 hasta segundo semestre 2023
Responsable	Equipo Técnico asesorado por la Mesa de Género y Cambio Climático

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-11 Ficha Actividad 1-11

Actividad	Definir protocolos de validación de indicadores
Objetivo	Establecer un protocolo de validación de los indicadores para asegurar su calidad en el M&E de la adaptación al cambio climático
Descripción	Para asegurar la calidad de los indicadores desarrollados en el M&E de la adaptación se deberán definir protocolos de validación, el que se puede realizar de diversas formas. Por un lado, la validación de los indicadores puede realizarse por un equipo designado por el SIACC dentro de la institucionalidad ambiental. Otra opción es llevar a cabo auditorías por grupos externos que permitan realizar un análisis objetivo de los indicadores y oportunidades de mejora.
Planificación	Desde tercer trimestre 2022 hasta segundo semestre 2023
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

9.2.2 Plan estratégico de trabajo de indicadores

Objetivo:

La Hoja de Ruta deberá abordar los proyectos y acciones necesarias para cerrar las distintas brechas y necesidades detectadas en el presente estudio con el objetivo de contar con un sistema de indicadores para el monitoreo y evaluación del progreso de la adaptación al cambio climático a nivel nacional que acompañe la implementación de la ECLP y los respectivos planes sectoriales de adaptación. A su vez, deberá abordar los trabajos necesarios para apoyar los reportes Nacionales de Adaptación. Para ello deberá establecer: los tiempos de dichas acciones, los procesos en curso que contribuirán con nuevos indicadores, la institucionalidad actual y proyectada, el rol de la gobernanza, el financiamiento requerido para dichas acciones y sus posibles fuentes, las necesidades de reporte internacional de Chile ante organismos internacionales y los mecanismos de actualización de la Hoja de Ruta. Será de especial relevancia que se consideren los espacios de mejora del ARClím.

Actividades para alcanzar el objetivo:



Tabla 9-12 Ficha Actividad 2-1

Actividad	Cartera actualizada de iniciativas de M&E de la adaptación
Objetivo	Mantener una cartera actualizada de iniciativas de M&E adaptación que permita tener una visión integrada de las actividades planificadas para aprovechar la coordinación y evitar la duplicación de esfuerzos
Descripción	<p>Mantener una cartera actualizada de iniciativas, estudios y consultorías en materias de M&E de adaptación para: visualizar íntegramente el panorama de actividades; detectar brechas; favorecer la coordinación multisectorial y multinivel; y evitar la duplicación de esfuerzos. Dentro de esta categoría se consideran al menos los siguientes tipos de iniciativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Actividades del MMA y otras autoridades sectoriales sobre M&E de la adaptación, dentro de las cuales se consideran consultorías, estudios e iniciativas para fortalecer la estrategia de adaptación nacional • Actualización de los PSA, NAP y PANCC • Desarrollo de PARCC y más adelante su actualización <p>Se propone que esta cartera sea publicada en la plataforma de adaptación para transparentar los esfuerzos y facilitar la coordinación entre los sectores, además de ser compartida directamente con los actores involucrados</p>
Planificación	Actualización anual en enero
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-13 Ficha Actividad 2-2

Actividad	Reportar iniciativas de M&E de adaptación al Equipo Técnico para mantener una cartera actualizada de iniciativas de adaptación
Objetivo	Mantener una cartera actualizada de iniciativas de M&E de adaptación que permita tener una visión integrada de las actividades planificadas para aprovechar la coordinación y evitar la duplicación de esfuerzos.
Descripción	En línea con la actividad anterior se requiere que cada uno de los organismos comunique sus iniciativas de M&E de adaptación planificadas para llevar una cartera general actualizada, para más detalle ver Ficha Actividad 2-1.
Planificación	Oficio anual en diciembre
Responsable	Organismos con PSA y PARCC

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-14 Ficha Actividad 2-3

Actividad	Estudio de temas transversales para la integración de cadenas de impacto
Objetivo	Desarrollar una metodología para la integración de cadenas de impacto existentes y aplicarla en tres casos de estudios
Descripción	<p>A la fecha, la adaptación al Cambio Climático en Chile ha sido mayoritariamente considerada desde una mirada sectorial. La iniciativa de Atlas de Riesgos Climáticos (ARClím) y el presente estudio, con sus metodología y resultados, representan una contribución significativa en el desarrollo de la caracterización de los riesgos climáticos en el país desde una perspectiva sectorial y una primera propuesta de indicadores intersectoriales que entregan avances sobre el proceso de adaptación y sus resultados de manera integrada. Si bien estos últimos indicadores intersectoriales no se vinculan explícitamente a las cadenas de impacto, se espera que la implementación de medidas que busquen contribuir a la reducción del riesgo climático afecte también a estos indicadores.</p> <p>Desde la arista de las políticas públicas diferentes instrumentos específicos a la adaptación al cambio climático se han diseñado e implementado, entre ellos: el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, el Plan Nacional de Adaptación y los planes sectoriales de adaptación, los Planes de Acción Regional de Cambio Climático y los Planes Estratégicos de Gestión Hídrica en Cuenca. Esta batería de instrumentos permite la adaptación planificada al cambio climático desde diferentes niveles y ámbitos, sin embargo, es relevante contar con una visión transversal que permita un diseño e implementación comprehensiva de estos instrumentos.</p> <p>Se espera que por medio de este estudio se desarrolle una metodología que permita la integración de las cadenas de impactos de ARClím, es decir, que integre no sólo resultados, sino que también la información en sus diferentes componentes y métodos. Esta integración se considera estratégica para realizar un diagnóstico más complejo del riesgo climático en sistemas y/o territorios específicos, permitiendo definir indicadores que fomenten un trabajo multisectorial integrado y multiescalar para la adaptación al cambio climático.</p> <p>Para más detalle revisar Sección 7.1</p>
Planificación	Cuarto trimestre 2022 a primer semestre de 2023
Responsable	Estudio

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-15 Ficha Actividad 2-4

Actividad	Estudio de indicadores de resultado y mejora continua
Objetivo	Proponer una metodología ad-hoc para la generación de indicadores de resultado en el marco de la adaptación al cambio climático en Chile y contribuir a la mejora continua en el ámbito del M&E.
Descripción	<p>Durante la última década, en Chile se han estructurado una serie de iniciativas que buscan generar avances en el proceso de adaptación al cambio climático. Desde la arista de las políticas públicas diferentes instrumentos específicos a la adaptación al cambio climático se han diseñado e implementado, entre ellos: el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, el Plan Nacional de Adaptación y los Planes Sectoriales de Adaptación, la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), los Planes de Acción Regional de Cambio Climático y los Planes Estratégicos de Gestión Hídrica en Cuenca. Esta batería de instrumentos permite la adaptación planificada al cambio climático desde diferentes niveles y ámbitos.</p> <p>Sin embargo, lo complejidad de la problemática de la adaptación radica en que, incluso con una correcta implementación de los instrumentos de política pública, no se tiene certeza del efecto sobre la adaptación que se ha alcanzado. Este es un fenómeno no sólo presente en Chile, sino que internacionalmente se listan múltiples razones que dificultan este proceso, tales como la falta de un consenso sobre cómo se define adaptación, la falta de una métrica común que permita medir, agregar y comparar los niveles de adaptación, y el <i>trade-off</i> entre uso de recursos, las dificultades que genera que se traten de temáticas multifactoriales, la escases de datos y la generación de indicadores detallados, relevantes y oportunos (Berrang-Ford et al., 2019; GIZ & IISD, 2014).</p> <p>Para subsanar el desafío se ha puesto el foco en la contribución de las acciones de adaptación, donde mediante una teoría de cambio correctamente argumentada, se vincula una medida (o un grupo de medidas) de adaptación con la reducción del riesgo climático. Una aproximación de este tipo puede ser complementada con el desarrollo de un esquema que permita levantar información complementaria que monitoree y permita hacer un seguimiento de la teoría de cambio, considerando también el complemento de los indicadores de seguimiento cuantitativos con información cualitativa que permitan contar con una visión más completa (Craft & Fisher, 2016).</p> <p>En base a los antecedentes recién descritos se destaca la necesidad de contar con un método que permita la evaluación de los resultados de las medidas de adaptación con el objetivo de complementar el análisis de las medidas de adaptación implementadas y contribuir al proceso de mejora continua en el marco del sistema M&E.</p> <p>Para más detalle ver Sección 7.2</p>
Planificación	Cuarto trimestre 2022 a primer semestre de 2023
Responsable	Estudio

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-16 Ficha Actividad 2-5

Actividad	Priorizar líneas de trabajo, brechas de adaptación e indicadores a abordar; Validar principios de metodología de cálculo de indicadores y necesidades de levantamiento de información
Objetivo	Validar las metodologías propuestas y necesidades identificadas desde el Equipo Técnico, además de priorizar líneas de trabajo, brechas para asegurar la coherencia con los objetivos de adaptación
Descripción	<p>El Equipo Ampliado, al ser un organismo integrado por representantes de diferentes sectores y disciplinas, debe actuar como organismo validación y consideración respecto de la priorización de líneas de trabajo, brechas de adaptación e indicadores a abordar. Además de validar metodologías para asegurar la coherencia, estándares y calidad de los procesos del sistema de M&E.</p> <p>La Dirección Ejecutiva tendrá la decisión final sobre la priorización de líneas de trabajo y cierre de brechas, y la validación de metodologías, criterios, principios y estándares desarrollados, una vez consideradas las perspectivas de los integrantes del Equipo Ampliado.</p>
Planificación	Constante desde segundo semestre 2022, tras la conformación
Responsable	Equipo Ampliado y Dirección Ejecutiva

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-17 Ficha Actividad 2-6

Actividad	Revisión de brechas, indicadores e impactos a desarrollar levantados en la consultoría de "Desarrollo de indicadores para el monitoreo y evaluación del progreso de la adaptación al cambio climático a nivel nacional"
Objetivo	Revisar las brechas, indicadores e impactos a desarrollar levantados en el presente estudio para definir prioridades que permitan ir cerrando las brechas en base a las necesidades declaradas de los actores
Descripción	<p>Debido a la falta de información disponible y trabajos en curso, algunos de los indicadores abordados en este estudio fueron expresados de forma teórica, los que se resumen en la Sección 9.4.1. Asimismo, algunos indicadores requieren ser complementados en un futuro, para lo que será necesario el levantamiento de información que permita abordarlos, estas brechas se resumen en la Sección 9.4.2.</p> <p>Además, otros indicadores e impactos que fueron levantados en las instancias de participación del estudio se vieron limitados por la disponibilidad de información o por priorización realizada, estos también se resumen en la Sección 9.4.2.</p> <p>En este sentido el objetivo de esta actividad es analizar las diferentes brechas y determinar los que deberán ser abordados de manera más inmediata y definir las líneas de acción para abordarlas.</p>
Planificación	Segundo semestre 2022
Responsable	Estudio

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-18 Ficha Actividad 2-6

Actividad	Estudio de mapeo de necesidades de indicadores y levantamiento de brechas de adaptación
Objetivo	Detectar necesidades y brechas de adaptación desde los sectores y territorios que requieran ser abordadas, además de indicadores para el M&E
Descripción	Existen múltiples necesidades de adaptación que aún no han sido abordadas por diversas razones, entre ellas, la falta de datos e información para su análisis y generación de indicadores. La identificación de estas necesidades, desde los sectores y los territorios, permitirá cerrar las brechas de información para contribuir con el diseño de políticas públicas de adaptación. En el presente estudio se levantaron diversas necesidades de adaptación o indicadores que no fueron desarrollados por falta de infraestructura de datos, sin embargo, parece fundamental abordarlos en estudios posteriores y la implementación de políticas públicas. Un resumen de las necesidades de indicadores levantadas se presenta en el Anexo 11.7.
Planificación	Segundo trimestre 2023 hasta cuarto trimestre 2023
Responsable	Estudio

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-19 Ficha Actividad 2-7

Actividad	Estudio de levantamiento de nuevas necesidades de indicadores de resultado que permitan evaluar la adaptación del país
Objetivo	Levantar necesidades de indicadores de resultado para el M&E de la adaptación a partir de las necesidades de indicadores de resultados priorizadas
Descripción	El estudio nace de la necesidad de cerrar las brechas identificadas en la Ficha Actividad 2-6, a través del levantamiento de indicadores de resultado, previa priorización y validación de la Dirección Ejecutiva (ver Ficha Actividad 2-5). En la presente consultoría, se ha identificado que los indicadores existentes corresponden mayoritariamente a aquellos que buscan reportar el avance de los instrumentos de adaptación, es decir indicadores de implementación. Otros indicadores, como los de progreso, tienen una menor participación, la que es aún menor para indicadores de resultado de adaptación. Estos últimos indicadores son fundamentales para la evaluación de la efectividad de las políticas de adaptación, ya que favorecen el análisis de los impactos y permiten visualizar claramente oportunidades para el diseño de políticas públicas, necesidad que busca ser abordada por este estudio.
Planificación	Segundo trimestre 2024 hasta cuarto trimestre 2024
Responsable	Estudio

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-20 Ficha Actividad 2-8

Actividad	Desarrollar una nueva Hoja de Ruta
Objetivo	Planificar estratégicamente los siguientes pasos para el sistema de indicadores de adaptación
Descripción	La presente Hoja de Ruta propone las actividades a implementar para consolidar el sistema de indicadores de adaptación en el corto y mediano plazo, por lo que, al término de este periodo, será necesario incluir nuevas necesidades que surjan del trabajo realizado en los próximos años y, con esto, desarrollar una nueva Hoja de ruta que permita darle continuidad al sistema en el largo plazo.
Planificación	Cuarto trimestre 2024
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-21 Ficha Actividad 2-9

Actividad	Actuar como contraparte técnica de iniciativas de M&E de adaptación
Objetivo	Supervisar y controlar el desarrollo del trabajo en las iniciativas implementadas, además de velar por el cumplimiento de los objetivos y plazos
Descripción	Actuar como organismo supervisor en la implementación de las iniciativas de M&E de adaptación, controlando el correcto desarrollo del trabajo y su alineación con otras iniciativas, marco conceptual existente y contexto nacional de la adaptación. Además, de supervisar el cumplimiento de los objetivos de las iniciativas y plazos establecidos.
Planificación	Constante
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-22 Ficha Actividad 2-10

Actividad	Gestionar datos
Objetivo	Mantener una correcta gestión de los datos para el cálculo de los indicadores
Descripción	Dado el gran volumen de datos necesarios para el cálculo de indicadores será necesario contar con una infraestructura de datos que permita gestionarlos correctamente. La gestión de los datos requerirá obtener, almacenar, organizar, limpiar, utilizar y mantener los datos para posibilitar el cálculo de los indicadores.
Planificación	Constante
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-23 Ficha Actividad 2-11

Actividad	Validar indicadores y su metodología de cálculo acorde a los principios definidos
Objetivo	Asegurar la calidad de los indicadores y sus metodologías de cálculo se ajuste a los principios y estándares definidos
Descripción	Con el objetivo de estandarizar el desarrollo de indicadores, se definieron estándares y principios de calidad de indicadores (ver Ficha Actividad 1-). El Equipo Técnico deberá asegurar que los indicadores nuevos o existentes, propuestos por los actores involucrados en el M&E, sean construidos según los estándares y principios del sistema. En este contexto, el Equipo Técnico tendrá la responsabilidad de realizar el control de calidad de los indicadores.
Planificación	Constante
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-24 Ficha Actividad 2-12

Actividad	Calcular indicadores
Objetivo	Calcular los indicadores para su análisis y publicación en la plataforma
Descripción	A partir de los datos obtenidos y gestionados, será necesario calcular los indicadores siguiendo las metodologías definidas y validadas. Dentro de los indicadores calculados se deberán considerar: <ul style="list-style-type: none"> • Indicadores agregados de implementación (ver Anexo 11.8) • Indicadores de progreso y resultado • Indicadores de capacidad de adaptación Si bien la responsabilidad del cálculo recae en el Equipo Técnico, el sistema se encuentra abierto para incluir indicadores desde los actores involucrados en el M&E de la adaptación, por lo que estos actores pueden encargarse del cálculo previa validación metodológica desde el Equipo Técnico. La transferencia de la tarea deberá ser acordada por ambas partes en un esfuerzo por asegurar la transparencia del sistema.
Planificación	Cuarto trimestre de cada año
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-25 Ficha Actividad 2-13

Actividad	Preparar resumen anual de indicadores
Objetivo	Reportar los indicadores calculados para sociabilizarlos con los actores involucrados
Descripción	Junto con el cálculo y publicación de los indicadores de adaptación se prepararán reportes de indicadores. Los que permitirán comunicar el estado de indicadores y servirán como bitácoras de los avances, así como también estandarizar el reporte de indicadores.
Planificación	Cuarto trimestre de cada año
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-26 Ficha Actividad 2-14

Actividad	Preparar y publicar resúmenes mensuales de estadísticas de uso de la plataforma
Objetivo	Monitorear el uso de la plataforma para identificar falencias y oportunidades de mejora
Descripción	Será necesario mantener registro del uso de la plataforma respecto de visitas, descargas y usabilidad. La sistematización de esta información en resúmenes servirá para mantener bitácoras del uso de la plataforma y su tendencia en el tiempo, las que deberán ser analizadas por el Equipo Técnico para identificar falencias y oportunidades de mejora en relación con la accesibilidad, difusión, presentación de los datos, usabilidad, entre otros.
Planificación	Mensualmente desde la publicación de la plataforma
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-27 Ficha Actividad 2-15

Actividad	Definir estándares para el reporte de evaluación
Objetivo	Establecer estándares y formato del reporte de evaluación para planificar el proceso de evaluación
Descripción	Se establecerán estándares del reporte de evaluación para definir un formato de reporte que permita planificar el proceso y asegurar coherencia con los principios y estándares de la plataforma. Esto incluye la creación y organización de metadatos de los indicadores que se ajuste a estándares internacionales.
Planificación	Tercer trimestre del año anterior al reporte de evaluación
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-28 Ficha Actividad 2-16

Actividad	Desarrollar versión 1 y 2 del reporte de evaluación
Objetivo	Evaluar el proceso de adaptación
Descripción	<p>La generación y cálculo de los indicadores deberá ser acompañada por un proceso de evaluación de la adaptación, lo que se traducirá en un reporte de evaluación cada cuatro años que coincidirá con la publicación de un Reporte Bienal de Transparencia (BTR). El reporte deberá incluir las metodologías e indicadores definidos en la Actividad 1-5, que incluyen la metodología de puntuación de prioridades para evaluar el avance de las políticas en relación con los impactos más relevantes, los indicadores agregados de implementación y el análisis de cadenas de impacto. El análisis podrá mejorar de manera progresiva a medida que las metodologías sean aplicadas con mayor facilidad.</p> <p>El reporte consta de dos versiones preliminares (versión 1 y versión 2) y una versión final. La primera versión del reporte será publicada al finalizar el primer trimestre del año de publicación y se procederá a abrir un proceso de consulta pública para la evaluación de la adaptación. Las observaciones atinentes serán incluidas en el proceso de evaluación, la instancia servirá también para levantar nuevas necesidades de adaptación e indicadores que serán incluidos en el reporte.</p> <p>La versión 2 del reporte deberá ser aprobada por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad para su publicación.</p>
Planificación	Cada cuatro años, cada dos BTR. El primer reporte se publicará en 2024. La versión 1 durante el primer trimestre del año y la versión 2 durante el segundo semestre
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-29 Ficha Actividad 2-17

Actividad	Consulta pública para el reporte de evaluación
Objetivo	Abrir el proceso de evaluación de la adaptación
Descripción	La consulta pública podrá realizarse en dos frentes, por un frente, a través del sistema de Consultas Ciudadanas del MMA ²⁴ elaborado para facilitar la participación de la ciudadanía en la elaboración de instrumentos de gestión pública. Por otro frente, a través de talleres regionales (con representantes de los CORECC) y sectoriales (con representantes de los sectores) para recoger observaciones desde los territorios y sectores involucrados. Será de especial interés incluir en la consulta criterios de enfoque de género, los que serán definidos en la Actividad 1-10 con asesoría de la Mesa de Género y cambio Climático..
Planificación	Segundo a tercer trimestre del año del reporte
Responsable	Equipo Técnico para permitir la participación de los Usuarios

Fuente: Elaboración propia

²⁴ Sistema de Consultas Ciudadanas del MMA <https://consultasciudadanas.mma.gob.cl/portal>



9.2.3 Acuerdos institucionales y gobernanza

Objetivo:

Identificar y consensuar los acuerdos institucionales requeridos para la Hoja de Ruta. Se velará por involucrar a los distintos actores públicos, privados, sociedad civil, académicos en sus distintas escalas territoriales, sectoriales e intersectoriales. Establecer y validar el diseño del sistema de indicadores, criterios de operación, roles, productos, flujos de trabajo, y plazos de los actores de la gobernanza respecto a la generación de información y el monitoreo y evaluación de la adaptación. Se definirán y validarán los mecanismos de revisión y actualización de los indicadores, para su mejora continua. Definir y validar los canales de transparencia y difusión a través de los cuales se entregará la información.

Actividades para alcanzar el objetivo:

Tabla 9-30 Ficha Actividad 3-1

Actividad	Conformar el Equipo Ampliado y Equipo Técnico
Objetivo	Conformar la institucionalidad que estará a cargo del sistema, el Equipo Ampliado y Equipo Técnico
Descripción	<p>El sistema de indicadores se alojará en la Oficina de Cambio Climático (OCC) y será administrado principalmente por personal de la unidad de adaptación de la OCC. Serán ellos los encargados de conformar la institucionalidad encargada del sistema, el Equipo Ampliado y el Equipo Técnico. El primero se encargará de validar metodologías, principios y estándares; y priorizar necesidades de adaptación e indicadores a levantar. Por su parte, el Equipo Técnico se encargará de desarrollar y definir las metodologías, principios y estándares para que sean validados; mantener un trabajo constante con los actores involucrados; establecer acuerdos con proveedores de datos; gestionar datos; validar metodologías de cálculo de indicadores según principios del sistema, calcular los indicadores; y evaluar la adaptación.</p> <p>Para más detalle revisar la Sección 8.</p>
Planificación	Segundo trimestre 2022
Responsable	Oficina de Cambio Climático

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-31 Ficha Actividad 3-2

Actividad	Establecer acuerdos y protocolos con el Departamento de Información Ambiental para la solicitud de datos
Objetivo	Definir acuerdos con el DIA para contar con su asesoramiento en la solicitud de datos y generación de acuerdos para este objetivo
Descripción	Actualmente el DIA mantiene una serie de plataformas de datos del MMA, entre ellas RETC y SINIA, dentro de las cuales toma el rol de administrador y gestor de acuerdos con los proveedores de datos. El DIA cuenta con la experiencia en protocolos para la solicitud de datos, la que será aprovechada a través del asesoramiento al Equipo Técnico para materializar los acuerdos necesarios para la entrega de datos al sistema. Además, se espera que esta relación evite la duplicidad de reportes desde los proveedores de datos, lo que optimizaría el trabajo de los actores involucrados.
Planificación	Tercer trimestre 2022
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-32 Ficha Actividad 3-3

Actividad	Establecer acuerdos entre el Equipo Técnico y las Unidades de Cambio Climático de los Ministerios y representantes de los CORECC
Objetivo	Iniciar un trabajo continuo con los sectores con PSA y los CORECC con los PARCC en desarrollo
Descripción	Se mantendrá un trabajo continuo con los sectores con PSA y CORECC con PARCC (ver Ficha Actividad 3-5) el que deberá ser coordinado con los organismos correspondientes. En particular se coordinarán acuerdos con las Unidades de Cambio Climático de los Ministerios involucrados en la generación de los PSA o con algún punto focal. En la escala regional el trabajo se mantendrá con los CORECC
Planificación	Segundo semestre 2022
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-33 Ficha Actividad 3-4

Actividad	Definir mecanismos, protocolos y metodologías de instancias de participación para la validación del sistema
Objetivo	Definir de manera clara y consensuada mecanismos, protocolos y metodologías de instancias de participación
Descripción	<p>Se espera que el sistema sea validado y retroalimentado en dos frentes, por una parte, a través del trabajo continuo con los actores de los PSAs y PARCCs para levantar necesidades, indicadores y oportunidades de mejora y, por otra, a través de la participación ciudadana.</p> <p>La participación ciudadana se incorporará en dos instancias, por un lado, en la plataforma estará habilitada para que cualquier usuario pueda ingresar comentarios sobre el funcionamiento de la plataforma; los indicadores presentados; nuevas necesidades, indicadores o incluso medidas de adaptación que no podrían ser desarrolladas. Por otro lado, se abrirá una consulta pública para el desarrollo del reporte de evaluación de la adaptación, la que tendrá lugar entre la publicación de las versiones 1 y 2 del reporte.</p> <p>Se deberán definir los mecanismos, protocolos y metodologías para llevar a cabo las instancias de participación y asegurar el éxito de las experiencias. Este trabajo coincidirá con el desarrollo de la plataforma (ver Ficha Actividad 4-3) por lo que se deberá trabajar en conjunto con esta iniciativa.</p>
Planificación	Segundo semestre del 2022 a primer trimestre del 2023
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-34 Ficha Actividad 3-5

Actividad	Trabajo continuo con sectores que tengan PSA y CORECC con PARCC
Objetivo	Mantener vías de comunicación con los diseñadores de los PSA y PARCC para asegurar coherencia entre ambos y con el sistema de indicadores
Descripción	<p>Como parte del proceso de mejora continua se considera mantener un trabajo constante con los sectores encargados de desarrollar los PSA y con los CORECC que diseñen PARCCs para sus regiones. A través de esta instancia los actores involucrados podrán retroalimentar directamente el sistema y los indicadores disponibles para asegurar la utilidad de esto en la estrategia de adaptación nacional. Además, el trabajo continuo permitirá levantar nuevos indicadores existentes en los sectores que aún no están considerados en el sistema de indicadores y cuya inclusión sería beneficiosa para el M&E de la adaptación.</p> <p>En virtud de la especificidad de las problemáticas asociadas al cambio climático, será fundamental que la estrategia de adaptación nacional represente las necesidades sectoriales y territoriales sin perjuicio del fundamento científico detrás de las medidas e impactos climáticos. Esta puntualización sugiere que la estrategia climática no debe limitarse a aquellas acciones emanadas de la ciencia, sino que se abre a las acciones que han sido implementadas desde lo local y han demostrado empíricamente obtener buenos resultados. El rol del Equipo Técnico será el de validar indicadores y metodologías propuestas por los actores, ya sea para indicadores existentes o nuevos, antes de incluirlos al sistema, para asegurar su coherencia con los principios y estándares. Además, en este trabajo continuo, el Equipo Técnico deberá levantar, validar, articular y traducir necesidades y acciones para ser consideradas en la estrategia de adaptación, o escalarlas al Equipo Ampliado para que sean analizadas bajo el asesoramiento de los Comités Asesores. Por lo demás, nuevos indicadores levantados a partir de las necesidades podrán ser desarrollados en conjunto para validar su fundamento y metodología de cálculo.</p> <p>Este trabajo permitirá asegurar la coherencia no solo entre la estrategia sectorial y regional, sino que también la coherencia con los principios y estándares del sistema de indicadores de adaptación.</p>
Planificación	Constante desde 2023
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-35 Ficha Actividad 3-6

Actividad	Establecer, gestionar y mantener acuerdos con proveedores de datos para la actualización de datos para el cálculo de indicadores existentes y nuevos
Objetivo	Asegurar y mantener acuerdos con proveedores de datos para la actualización de datos para el cálculo de los indicadores
Descripción	Se deberán establecer acuerdos con los proveedores de datos para que estos entreguen los datos para el cálculo de los indicadores. Esta actividad implica no solo establecer los acuerdos, sino que también gestionarlos y mantenerlos en el tiempo para asegurar la actualización de los indicadores y la posibilidad de levantar nuevos datos para generar nuevas necesidades de indicadores. El proceso será asesorado por el DIA para valerse de sus capacidades y acuerdos existentes.
Planificación	Constante desde 2023
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-36 Ficha Actividad 3-7

Actividad	Trabajo continuo con Equipo Técnico
Objetivo	Mantener vías de comunicación con los diseñadores de los PSA y PARCC para asegurar coherencia entre ambos y con el sistema de indicadores
Descripción	Ver Ficha Actividad 3-5.
Planificación	Constante desde 2023
Responsable	Organismos con PSA y CORECC con PARCC

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-37 Ficha Actividad 3-8

Actividad	Asesorar la solicitud de datos y acuerdos asociados
Objetivo	Aprovechar capacidades existentes del DIA sobre la generación de acuerdos para la solicitud de datos, y evitar duplicidad de solicitudes
Descripción	Como se mencionó en la Ficha Actividad 3-6 la solicitud de datos será apoyada por el DIA para aprovechar las capacidades y procedimientos existentes en la generación de acuerdos con proveedores de datos. El DIA deberá asesorar los mecanismos desarrollados por el Equipo Técnico para la solicitud de datos; y los estándares y principios de los acuerdos desarrollados. Además, esta relación tiene el propósito de evitar la duplicidad de solicitudes por ambos organismos; optimizar y reducir recursos en la entrega de datos por parte de los proveedores de datos.
Planificación	Constante desde 2023
Responsable	Departamento de Información Ambiental

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-38 Ficha Actividad 3-9

Actividad	Entregar datos para el cálculo de los indicadores al Equipo Técnico
Objetivo	Proveer datos para el cálculo de los indicadores
Descripción	<p>Como se estableció en la Ficha Actividad 3-6, el Equipo Técnico establecerá acuerdos con los proveedores de datos para la entrega de datos que permitirá el cálculo de los indicadores. Como norma general, los proveedores de datos deberán recopilar los datos, validarlos y entregarlos al Equipo Técnico para que este se encargue del cálculo de los indicadores. Sucederá también que, para ciertos indicadores, en particular para aquellos propuestos (existentes o nuevos) por los sectores o CORECCs, el cálculo de los indicadores sea transferido a este organismo.</p> <p>La validación de los datos es fundamental para garantizar la calidad de los datos e indicadores calculados. Este proceso será responsabilidad del proveedor de datos.</p>
Planificación	Segundo trimestre a tercer trimestre de cada año
Responsable	Proveedores de datos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-39 Ficha Actividad 3-10

Actividad	Llevar a cabo reuniones bimensuales con el Equipo Ampliado para asesorar el desarrollo del sistema
Objetivo	Asesorar el sistema de indicadores para incluir perspectiva de género y conocimiento científico en el diseño y operación del sistema
Descripción	<p>El PLMCC define responsabilidades para organismos existentes y crea otros para asesorar los instrumentos de gestión del cambio climático, entre ellos el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático (tomará este nombre con la promulgación del PLMCC); el Comité Científico Asesor para el Cambio Climático; y el Consejo Nacional para la Sustentabilidad y el Cambio Climático. Será responsabilidad de estos organismos opinar y asesorar científicamente el trabajo del Equipo Ampliado. Además, en el desarrollo de la ECLP se trabajó con la Mesa de Género y Cambio Climático, y con el Comité Asesor de Cambio Climático, ambos organismos apoyaron de forma transversal el proceso y la continuidad de su trabajo podría ser incluido en el marco del sistema de indicadores provechosamente.</p> <p>Como se mencionó en la Ficha Actividad 3-5, los Comités asesores apoyarán en la validación de necesidades y acciones de adaptación.</p>
Planificación	Constante a partir del segundo semestre de 2022
Responsable	Comités Asesores coordinado con el Equipo Ampliado

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-40 Ficha Actividad 3-11

Actividad	Entregar retroalimentación del sistema, proponer indicadores y/o necesidades a través de la plataforma
Objetivo	Recibir retroalimentación del sistema desde los usuarios
Descripción	<p>Como parte del proceso de mejora continua y respondiendo a la necesidad de mantener un proceso abierto y participativo, la plataforma deberá permitir que los usuarios ingresen sus comentarios ya sea, acerca del sistema, de la usabilidad de la plataforma o de las necesidades e indicadores de adaptación.</p> <p>Las observaciones serán analizadas por el Equipo Técnico para mejorar tanto el sistema como la plataforma y levantar necesidades de adaptación directamente de los usuarios.</p>
Planificación	Constante desde segundo semestre 2023 (desde el lanzamiento de la plataforma)
Responsable	Usuarios

Fuente: Elaboración propia

9.2.4 Requerimientos complementarios para la operacionalización del sistema de monitoreo y evaluación

Objetivos:

Identificar y consensuar requerimientos tecnológicos para avanzar en un sistema de monitoreo y evaluación de la adaptación. Identificar y validar los requerimientos de capacidades y capital humano para avanzar en un sistema de monitoreo y evaluación de la adaptación.

Actividades para alcanzar los objetivos:



Tabla 9-41 Ficha Actividad 4-1

Actividad	Desarrollar sistema de reporte de estadísticas de uso de plataforma
Objetivo	Sistematizar el reporte de estadísticas de uso de la plataforma
Descripción	<p>La Ficha Actividad 2-14 introduce los resúmenes mensuales de uso de la plataforma como herramienta para la mejora continua de la plataforma. Los resúmenes permitirán estudiar el uso de la plataforma, monitorear la descarga de datos y evaluar la usabilidad de la plataforma. El sistema será una bitácora del uso de la plataforma, y junto a los comentarios de los usuarios, será una herramienta útil para su perfeccionamiento dentro del proceso de mejora continua.</p> <p>Con el objetivo de estudiar las tendencias de uso de la plataforma el contenido de los resúmenes debe ser consistente, por lo que estos deberán ser definidos durante la etapa temprana de desarrollo de la plataforma. Entre estos aspectos, pero no limitados a ellos, se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tendencias de acceso a la plataforma • Tendencias de descarga de datos • Usabilidad de la plataforma, que incluye avance del usuario dentro de la plataforma <p>Dada la periodicidad mensual y la consistencia requerida en los resúmenes, se propone que su elaboración sea automatizada para evitar dedicar excesivas horas hombre a esta actividad.</p>
Planificación	Segundo semestre 2022 a primer semestre 2023
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-42 Ficha Actividad 4-2

Actividad	Instalar sistemas de retroalimentación
Objetivo	Asegurar la inclusión de sistemas de retroalimentación en la plataforma
Descripción	<p>Como parte del proceso de mejora continua y participación ciudadana el sistema deberá permitir la retroalimentación de los usuarios, no solo a aquellos involucrados directamente en la gestión de la adaptación (ver Ficha Actividad 3-5), sino que a la ciudadanía de manera general. Para ello se desarrollarán sistemas de retroalimentación a través de la plataforma, a través del cual los usuarios podrán disponer sus comentarios acerca de la plataforma; indicadores; estrategia de adaptación; y el sistema en general.</p> <p>El Equipo Técnico deberá asegurar la inclusión de estos sistemas en la plataforma a través del trabajo con la iniciativa de desarrollo de la plataforma (ver Ficha Actividad 4-3).</p>
Planificación	Segundo semestre 2022 a primer semestre 2023
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-43 Ficha Actividad 4-3

Actividad	Sistema de monitoreo y reporte para la adaptación (PNACC)
Objetivo	Construcción de la plataforma digital para el Sistema de Indicadores de Adaptación al Cambio Climático
Descripción	Desde el MMA se planificó el desarrollo de una plataforma para el monitoreo de la adaptación la que integrará los avances de los diferentes instrumentos de adaptación del país. La presente actividad considera tres productos principales: <ul style="list-style-type: none"> • Plataforma digital para el monitoreo y reporte del plan nacional, planes sectoriales, PARCCs, sistema de indicadores de adaptación al cambio climático • Usos virtuales para usuarios de la plataforma, 2 tipos: para ETICC (sector público en general, enfocado en quienes tendrían que reportar) y público en general, respecto del uso y productos descargables • Manual y otros recursos audiovisuales sobre de la operación del sistema.
Planificación	Segundo semestre 2022 a primer semestre 2023
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-44 Ficha Actividad 4-4

Actividad	Publicar plataforma con indicadores calculados
Objetivo	Publicar plataforma con indicadores calculados
Descripción	Una vez que la plataforma sea construida e instalada esta deberá cargarse con los datos de los indicadores calculados para ser publicada.
Planificación	Segundo semestre 2023
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-45 Ficha Actividad 4-5

Actividad	Actualización de ARClim
Objetivo	Actualización de la plataforma. Incorporación de nuevos indicadores, actualización de la interfaz, etc.
Descripción	Se incorporarán a ARClim nuevos indicadores y cadenas que han sido desarrollados en distintas iniciativas. Además, la interfaz será actualizada para mejorar la experiencia de uso.
Planificación	Segundo semestre 2022 a primer semestre 2023
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-46 Ficha Actividad 4-6

Actividad	Actualizar el contenido de la plataforma
Objetivo	Actualizar el contenido de la plataforma con indicadores actualizados
Descripción	Cada año los indicadores serán recalculados (ver Ficha Actividad 2-12) y estos deberán ser actualizados en la plataforma por el Equipo Técnico.
Planificación	Segundo semestre de cada año
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-47 Ficha Actividad 4-7

Actividad	Mantenimiento y actualización técnica de la plataforma a partir de retroalimentación desde los usuarios
Objetivo	Mejorar la plataforma de acuerdo con retroalimentación de los usuarios
Descripción	Incorporación de los comentarios de los usuarios y análisis de estadísticas de uso de la plataforma que permitirán un mejor uso de ella.
Planificación	Constante desde segundo semestre de 2023
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-48 Ficha Actividad 4-8

Actividad	Capacitar al personal del Equipo Técnico en tecnologías de información para el manejo de contenidos de la plataforma
Objetivo	Crear las capacidades para el manejo de contenidos de la plataforma dentro del Equipo Técnico
Descripción	Para la correcta operación de la plataforma según las responsabilidades propuestas será necesario crear las capacidades dentro del Equipo Técnico para manejar los contenidos de la plataforma.
Planificación	Constante desde segundo trimestre 2022
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-49 Ficha Actividad 4-9

Actividad	Contratar y capacitar personal de tecnologías de información y geomática para la implementación y mantenimiento de la plataforma
Objetivo	Contar con personal dentro del Equipo Técnico con las capacidades tecnológicas para la implementación y mantenimiento de la plataforma
Descripción	Contar con personal dentro del Equipo Técnico con las capacidades tecnológicas, tanto de información como de geomática para la implementación y mantenimiento de la plataforma. Alojada dentro de la OCC, el Equipo Técnico deberá ser capaz de implementar y mantener la plataforma de forma autónoma por lo que será necesario contar con personal instruido que sea capaz de llevar a cabo esta tarea. El personal deberá ser contratado especialmente para esta tarea y deberá ser instruido acerca del marco conceptual, principios y estándares del sistema, además del funcionamiento de la plataforma y manejo de información espacial.
Planificación	Constante desde segundo trimestre de 2022
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia



Tabla 9-50 Ficha Actividad 4-10

Actividad	Capacitar a los usuarios en la interpretación de los indicadores para fomentar su uso
Objetivo	Crear capacidades para la interpretación de los indicadores para fomentar el uso por parte de los usuarios
Descripción	<p>Los indicadores por si solos no serán determinantes de la adaptación en Chile, su correcta interpretación y análisis será fundamental para el diseño de políticas públicas en materias de adaptación. Los usuarios involucrados en el desarrollo de los PSA y PARCC deberán estar capacitados para esta tarea a través del trabajo continuo con el Equipo Técnico.</p> <p>También usuarios generales deberán ser capaces de interpretar los datos por lo que adicionales a los manuales y material audiovisual considerados en la Ficha Actividad 4-3 se deberán crear fichas para la interpretación de los indicadores, las que estarán disponibles en la plataforma junto a la visualización de los indicadores.</p>
Planificación	Constante desde primer semestre del 2023
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-51 Ficha Actividad 4-11

Actividad	Difundir información sobre el trabajo de indicadores y capacitar a los usuarios sobre el uso de la plataforma
Objetivo	Crear capacidades en los usuarios para fomentar el uso de la plataforma
Descripción	<p>Generar manuales y material audiovisual sobre la operación de la plataforma complementarios a los propuestos en la Ficha Actividad 4-3. El objetivo de esta actividad no es la generación de múltiples instructivos, sino que asegurar su actualización en línea con los cambios en la plataforma y mejorar su presentación según comentarios de los usuarios.</p> <p>De manera complementaria, los actores involucrados en el desarrollo de los PSA y PARCC serán capacitados durante el trabajo continuo con el Equipo Técnico, se deberán definir las instancias necesarias de estas capacitaciones además del alcance</p> <p>Las redes sociales son un espacio de difusión con alto potencial de alcance que ha ido tomando importancia los últimos años, por lo que sería una herramienta fundamental para difundir la plataforma, resultados de indicadores e iniciativas de una forma dinámica para fomentar el involucramiento de los usuarios</p>
Planificación	Constante desde primer semestre del 2023
Responsable	Equipo Técnico

Fuente: Elaboración propia



9.3 Costos del sistema y financiamiento

A continuación, se describen los principales costos asociados a la implementación y mantenimiento del sistema y el posible origen de este financiamiento:

9.3.1 Remuneración personal

Personal Equipo Técnico

Debido a la gran cantidad de tareas asignadas a el Equipo Técnico, será necesario contratar personal adicional de forma de conformar un equipo multidisciplinario, con expertos de diversos sectores y experiencia previa en temas de adaptación al cambio climático y políticas públicas.

Para esto, se requiere contar un con jefe de equipo, el cual corresponde a un profesional de carreras como ingeniería, economía, geografía, medio ambiente, recursos naturales o afines, con postgrado y con experiencia previa en temas de cambio climático o análisis de riesgo ambiental, gestión de personal y de liderazgo en cargos similares. Además, se requerirá contar con un equipo de trabajo integrado por 4 profesionales de áreas similares a las del jefe de equipo, dentro de los cuales puede haber personas con distintos niveles de experiencia, pudiendo ser algunos de ellos profesionales *junior*.

Por otro lado, es relevante contar con un profesional experto en Tecnologías de la Información (TI) a cargo de todas las tareas relacionadas con la plataforma, es decir, su desarrollo, mantenimiento y actualización.

La Tabla 9-52 resume la estimación de presupuesto para el trabajo del Equipo Técnico, los montos se estimaron considerando que cada uno de los profesionales considerados trabaja a tiempo completo en este sistema.

Tabla 9-52 Estimación del presupuesto (UF)

Profesional	Número de personas	Tarifa (UF/persona/mes) (1)	Monto anual (UF/año)
Jefe de Equipo	1	80 - 100	960 - 1200
Ingeniero TI	1	50 - 80	600 - 960
Profesionales Adaptación	4	30 - 70	1440 - 3360
Total		250 - 460	3000 - 5520

(1) Considera dedicación de tiempo completo.

Fuente: Elaboración propia

Dirección ejecutiva y Equipo ampliado

Si bien no se considera contratación de personal adicional al que ya integra la OCC y el ETICC, las tareas asignadas para el funcionamiento del SIACC implican un aumento en la carga laboral, por lo que se considera una reestructuración de las labores para poder absorber estas nuevas responsabilidades. En conclusión, se asigna un presupuesto extra para el funcionamiento de la Dirección Ejecutiva y el Equipo Ampliado y que incluya, también, gastos de imprevistos.



Tabla 9-53 Estimación del presupuesto (UF)

Presupuesto extra	Tarifa (UF/mes)	Monto anual (UF/año)
Dirección ejecutiva y Equipo Ampliado	50 - 80	600 - 960
Total		600 - 960

Fuente: Elaboración propia

Origen del financiamiento: El PLMCC considera asignaciones de presupuesto para fines de este tipo, las cuales serán asignadas luego de su publicación y se espera cubran todos los gastos permanentes del SIACC.

9.3.2 Estudios

El eje de Plan estratégico de trabajo de indicadores de la Hoja de Ruta considera la realización de 4 estudios adicionales a los ya presupuestados por el MMA para su ejecución (Ver Sección 11.6) los cuales requieren financiamiento extra a ser cubierto y son detallados a continuación:

Tabla 9-54 Estimación del presupuesto (UF)

Estudio	Monto (UF)
Estudio de temas transversales para la integración de cadenas de impacto	1720 (1)
Estudio de indicadores de resultado y mejora continua	1100 (2)
Estudio de mapeo de necesidades de indicadores y levantamiento de brechas de adaptación	1700 - 2500
Estudio de levantamiento de nuevas necesidades de indicadores de resultado que permiten evaluar la capacidad de adaptación del país	1700 - 2500
Total	6620 - 7820

(1) Ver Sección 7.1.5

(2) Ver Sección 7.2.5

Fuente: Elaboración propia

Origen financiamiento: Ya que estos estudios no suponen gastos permanentes, sino que son licitaciones puntuales, entonces el financiamiento para estos podría provenir de iniciativas tales como el CBIT o similares.

9.3.3 Requerimientos complementarios

Además de los gastos anteriores, también se requiere presupuesto para cubrir, en primer lugar, el coste de los servidores en los cuales se alojará la plataforma y, en segundo lugar, las capacitaciones a realizar tanto a los miembros de la OCC como a los usuarios y el material de difusión. Para este último punto, se considera que el primer año sería el más costoso, ya que implica capacitar al personal desde cero, mientras que para los años siguientes solo se requerirá un reforzamiento de estos conocimientos y una capacitación más enfocada hacia los usuarios.



Tabla 9-55 Estimación del presupuesto (UF)

Requerimiento	Monto (UF/mes)	Total anual (UF/año)
Servidores plataforma	15 - 20	180 - 240
Capacitaciones y difusión	100 (primer año) 30 (en adelante)	1200 (primer año) 360 (en adelante)
Total	115 – 120 (primer año) 45 – 50 (en adelante)	1380 - 1440 (primer año) 540 - 600 (en adelante)

Fuente: Elaboración propia

Origen del financiamiento: En el caso de los servidores, estos corresponden a gastos permanentes, por lo que deberían estar cubiertos por el PLMCC, al igual que las acciones de capacitación y difusión que tengan lugar de forma continua. No obstante, para las capacitaciones iniciales del personal de la OCC, estas podrían tener fondos de iniciativas como el CBIT.

9.4 Nuevas necesidades de impactos, indicadores y brechas a cerrar en trabajos posteriores

A continuación, se presentan necesidades de indicadores que fueron levantadas a lo largo del desarrollo de la consultoría, mas no pudieron ser desarrolladas en esta, ya sea por falta de disponibilidad de datos o recursos que permitieran el cálculo de estos indicadores. Las tablas que se presentan en las subsecciones siguientes corresponden a diferentes temáticas que se relevaron en las instancias participativas, y no pretende ser un listado exhaustivo de los indicadores necesarios en el país, ni de todas las brechas de los indicadores desarrollados en este estudio, sino que dar cuenta de temáticas que surgieron durante el desarrollo del estudio.

Además, el Anexo 11.7 reúne las necesidades de impactos e indicadores levantadas en el taller 1. Algunas de ellas están incluidas en las tablas de la Sección 9.4.2 debido a que fueron reiteradas en las reuniones sectoriales y observaciones de los informes, no obstante la Sección 9.4.2 representa solo un resumen de los resultados identificados en el taller 1 y para más detalle se recomienda revisar el Anexo.

9.4.1 Resumen de indicadores expresados a nivel teórico y acciones futuras

En la Tabla 9-56 y Tabla 9-57 se resumen aquellos indicadores propuestos en las secciones 5.1 y 5.2, respectivamente, cuyos resultados no pudieron ser determinados, por las razones que se explican en dichas secciones, y que se dejaron expresados a nivel teórico para esclarecer las acciones pendientes que permitirán desarrollarlos en un futuro.

Tabla 9-56 Resumen de indicadores expresados a nivel teórico para cadenas de ARClím seleccionadas

Sector	Cadena	Indicador de adaptación	Acciones
Infraestructuras	Inundación por desbordes de ríos	Porcentaje de infraestructura crítica (obras hidráulicas) nueva y existente con criterios de diseño con consideraciones de adaptación al cambio climático	Desarrollar criterios de diseño que consideren cambio climático, sistematizar la



Sector	Cadena	Indicador de adaptación	Acciones
Zonas Costeras	Aumento de <i>downtime</i> en puertos estatales	Porcentaje de infraestructura portuaria nueva y existente con criterios de diseño con consideraciones de adaptación al cambio climático	información y calcular el indicador para incorporarlos en la cadena de impacto

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9-57 Resumen de indicadores expresados a nivel teórico para cadenas nuevas

Sector	Cadena	Indicador	Acciones
Infraestructuras	Anegamiento costero de la Red Vial	Distancia (km) y número de tramos desarrollados con criterios de diseño con consideraciones de cambio climático	Desarrollar criterios de diseño que consideren cambio climático, sistematizar la información y calcular el indicador para incorporarlos en la cadena de impacto
Pesca y Acuicultura	Reducción de las praderas de algas	Indicadores de amenaza y sensibilidad	Mejorar el análisis de los componentes de la cadena, especialmente de la sensibilidad, a partir de un estudio que se espera será publicado el presente año. Además, la amenaza a futuro debe ser complementada con los cambios en la temperatura del mar
Biodiversidad	Pérdida de biodiversidad marina por cambios en la temperatura del mar	Toda la cadena	Complementar el desarrollo teórico aquí presentado con resultados para cada componente de la cadena de impacto. Esto será realizado de forma posterior a la entrega del presente informe.

Fuente: Elaboración propia



9.4.2 Propuestas de indicadores, impactos y brechas de indicadores desarrollados recogidos durante las reuniones sectoriales y observaciones del informe de avance

Durante el trabajo posterior al desarrollo de indicadores, se recogieron opiniones con respecto a este, ya sea a través de las observaciones entregadas por la contraparte en los informes o en las reuniones sectoriales, a partir de las cuales se pudieron levantar diversos impactos, indicadores y brechas relevantes para la adaptación ya sea en términos sectoriales como intersectoriales, los que se detallan en las secciones 9.4.2.1 y 9.4.2.2, respectivamente.

9.4.2.1 Propuestas de indicadores e impactos sectoriales

Tabla 9-58 Propuestas de indicadores, impactos y brechas sectoriales

Sector	Cadena/impacto	Indicador	Comentario
Recursos Hídricos	General	Indicadores que describan el ciclo hidrológico urbano, por ejemplo: porcentaje de espacio urbano que mejora la infiltración y enriquecimiento de los acuíferos	Nuevos indicadores complementarios levantados de los comentarios del informe final
	Riesgo en el aprovechamiento de agua superficial de riego	Adecuación del cultivo a clima de la zona	Indicador de capacidad adaptativa propuesto en la reunión sectorial, el que se podría adecuar mejor a la cadena ya que, según se mencionó en la reunión, el indicador ahí propuesto es más útil para cuencas con agricultura incipiente o pequeña
Energía	Corte de suministro eléctrico por aluviones o deslizamientos de tierra	Nueva cadena	Impacto propuesto en la reunión sectorial de Energía, donde se señaló que no solo aumenta el coste del suministro, sino que en muchas ocasiones este se corta producto de eventos extremos
	Efecto de líneas de transmisión por incendios (más que solo temperatura)	Nueva cadena	Nueva cadena/impacto propuesto en el taller 1 y reiterado en los comentarios del informe final
	Impactos de la disminución del recurso hídrico (o cualquier otra cadena del sector)	Capacidad de almacenamiento de energía	Indicador de capacidad de adaptación propuesto en la reunión sectorial, ya que el almacenamiento de energía permite una mejor gestión que la generación distribuida. Al momento no se tienen datos que permitan el cálculo del indicador

Sector	Cadena/impacto	Indicador	Comentario
Infraestructura	Pérdida de conectividad, limitantes de la accesibilidad/egresabilidad, evacuación y limitación de funciones urbanas derivadas de eventos climáticos extremos como: inundaciones aluviales; marejadas e inundaciones costeras; olas de calor e incendios	Nueva cadena e indicadores de sensibilidad y adaptación	Nueva cadena/impacto propuesto en el taller 1 y reiterado en los comentarios del informe final Se indica que se requiere disponer de descriptores específicos para caracterizar adecuadamente las cadenas de impactos asociados a los conceptos indicados en la descripción y que reúnen ejemplos sectores de la ciudad aislados que comprometan la accesibilidad a la salud, equipamientos o servicios; discontinuidad de las conexiones digitales, interrupción en la prestación de servicios de telecomunicaciones, interrupción en las cadenas de suministro de combustibles, entre otros.
	Impactos sobre la infraestructura de conectividad física y digital, por ejemplo: vientos; lluvias intensas; nieve; caída de árboles e incendios	Nueva cadena	Se hace necesario seguir explorando y reforzar los indicadores, para que representen el desempeño de las redes territoriales y permitan que la determinación de riesgo sea utilizada en la gestión de los Instrumentos de Planificación Territorial y se transformen en elementos claves para una respuesta climática adecuada
	Conectividad vial y aeroportuaria	Nueva cadena	Desde el Ministerio de Obras Públicas indican que hay múltiples impactos que no se están considerando. Se enuncian los mencionados y se indica que para atender las necesidades del sector será necesario desarrollar estudios enfocados a las áreas mencionadas con apoyo del sector.
	Pérdida de maniobrabilidad aeroportuaria	Nueva cadena	
	Pérdida de equipamiento y vidas por efecto de aluviones y remociones en masa		
	Defensas fluviales	Nueva cadena	
	Servicios de agua potable rural	Nueva cadena	
	Riego	Nueva cadena	
	Protección de borde costero	Nueva cadena	
	Infraestructura de apoyo a la pesca y conectividad de zonas aisladas	Nueva cadena	
Anegamiento de	Nuevos indicadores de	Necesidad levantada de los comentarios del informe final para	



Sector	Cadena/impacto	Indicador	Comentario
	asentamientos costeros	cobertura de equipamientos, seguridad, salud y acceso de servicios básicos que se pierden al estar emplazados en la parte de la ciudad anegada	complementar las cadenas con foco en la infraestructura y conectividad
	Anegamiento costero de la Red Vial	Indicador de criterios de redundancia y robustez de la red vial integral, la existencia de planes de contingencia que habiliten los desvíos ad hoc, lo planes de gestión de tránsito diseñados para eventos extremos, el diseño de rutas de evacuación asociadas a las áreas de riesgo, abordable en los Estudios Fundados de Riesgo (IPT)	En los comentarios del informe final se recomienda reforzar los indicadores de desempeño de las redes de comunicación, física y digital y explorar metodologías que permitan abordar de mejor manera los impactos en la conectividad, accesibilidad y movilidad territorial
		Indicador de sensibilidad como cercanía de la vía respecto de la fuente de anegamiento (río, mar entre otros)	En los comentarios del informe final se indica que la sensibilidad de la cadena podría abordarse desde la distancia de la vía respecto de la fuente de anegamiento (río, mar, entre otros). Esto ya que se considera que el tipo de infraestructura podría no ser un indicador adecuado para determinar la sensibilidad de una vía.
Zonas Costeras	Degradación de humedales costeros	Indicador de capacidad de adaptación complementario sobre la implementación de los instrumentos.	El indicador de existencia de figuras de protección por si solo presenta un aporte a la reducción del riesgo, sin embargo, la evidencia de la implementación podría indicar el avance real en la protección de los humedales.
Silvoagropecuario	Presencia de plagas y enfermedades	Por definir	Nueva cadena/impacto propuesto en la reunión sectorial de silvoagropecuario
	Todas las cadenas	Diversificación de las	Indicador de capacidad de adaptación levantado durante la reunión



Sector	Cadena/impacto	Indicador	Comentario
	desarrolladas	fuentes de ingreso de los agricultores	sectorial
Minería	Impacto de alta pluviometría en relaves	Ampliar el indicador de capacidad de adaptación a medida que los criterios de cambio climático para los planes de manejo sean desarrollados	Completar el indicador con información actualizada que refleje los nuevos avances del Plan Nacional de Relaves.
		Incluir el programa de traspaso de depósitos de relaves	Este programa creará una transferencia de relaves lo que cambiará la exposición de la cadena y esto deberá ser considerado
	Condición de baja pluviometría	Modificación de la cadena	Enfocar la cadena al impacto de la disminución del recurso hídrico en la productividad minera, por ejemplo el costo marginal de producción
Pesca y Acuicultura	Pérdida de desembarque pesquero artesanal	Existencia de planes de manejo y organización de caletas (no solo AMERB)	Este indicador complementaría el de existencia de AMERB, incluyendo otras figuras de áreas de manejo y también con la ley de caletas, mediante la cual se otorga la administración de la caleta a los pescadores, lo que significa la posibilidad de hacer inversiones, por ejemplo, en obras de abrigo, infraestructura u otros servicios
	Reducción de las praderas de algas		
Turismo	Pérdida de atractivo turístico en destinos de sol y playa (por erosión)	Diversidad de atractivos turísticos en la región	El indicador se calculó a escala de región por falta de disponibilidad de datos sistematizados de atractivos turísticos por comuna, por lo que, para trabajos futuros, se recomienda desarrollar un indicador a escala comunal utilizando la diversidad de atractivos turísticos por comuna, de modo de adecuarse mejor a los requerimientos del turismo local.
	Pérdida de atractivo turístico en destinos de sol y playa por marejadas	Presencia de obras de abrigo frente a marejadas	Este indicador surgió en la reunión sectorial como indicador de capacidad de adaptación. No obstante, las obras de abrigo pueden aumentar la erosión y crear sinergias negativas, por lo que no se puede considerar cualquier tipo de infraestructura
Biodiversidad	Todas las cadenas desarrolladas	Áreas protegidas con planes de gestión implementados	Al indicador construido de capacidad de adaptación le falta, además de considerar un mayor número de figuras de protección, tales como santuarios de la naturaleza, humedales urbanos, entre otros, diferenciar si estos cuentan o no con un plan de manejo y si este está implementado o cómo van los avances en su implementación, de modo de que el indicador pueda tener un mayor peso en medir la adaptación del sector. Este indicador también aplica para los intersectoriales



Sector	Cadena/impacto	Indicador	Comentario
		Estado de las áreas protegidas	Además de la existencia de figuras de protección, se requiere de un indicador del estado de estas áreas de modo de poder determinar la efectividad de los planes de manejo y estrategias de conservación, lo que no pudo ser incluido en este estudio por falta de datos sistematizados
		Presencia de infraestructura ecológica	La necesidad de contar con un indicador más completo de infraestructura ecológica fue enfatizada recurrentemente en la reunión sectorial, donde se comentó que se deben incluir aspectos como: áreas protegidas, áreas verdes, corredores biológicos, infraestructura ecológica, etc. ya que las áreas aisladas son insuficientes para poder hacer una conservación efectiva, por lo que se debe considerar todos estos elementos en conjunto y se requieren indicadores más globales y no parciales, como los que hay hasta el momento
Salud	Mortalidad/morbilidad por olas de calor	Capacidad del sistema de salud de afrontar eventos de olas de calor	A partir del indicador propuesto de jornadas de trabajo de médicos, se comentó que este es insuficiente e inespecífico, por lo que se requieren otros indicadores que reflejen la capacidad del sistema de afrontar este tipo de eventos en específico, ya sea en términos de capacitaciones de personal, planes de emergencia, etc.
	Enfermedades zoonóticas producto del cambio climático	Nuevas cadenas	Nueva cadena/impacto propuesto en la reunión sectorial de salud que no han podido ser desarrolladas por falta de información
	Afectación de la calidad del agua producto de florecimientos algales nocivos	Nuevas cadenas	Nueva cadena/impacto propuesto en la reunión sectorial de salud que no han podido ser desarrolladas por falta de información
	Enfermedades transmitidas por vectores o enfermedades emergentes	Nuevas cadenas	Nueva cadena/impacto propuesto en la reunión sectorial de salud que no han podido ser desarrolladas por falta de información
	Inseguridad alimentaria	Nuevas cadenas	Nueva cadena/impacto propuesto en la reunión sectorial de salud que no han podido ser desarrolladas por falta de información
	Efectos del cambio climático en la salud mental	Nuevas cadenas	Nueva cadena/impacto propuesto en la reunión sectorial de salud que no han podido ser desarrolladas por falta de información
Ciudades y Asentamientos Humanos	Disconfort térmico ambiental (1)	Uso de agua para riego de áreas verdes urbanas / evapotranspiración	Este indicador es necesario para medir una posible mala adaptación al instalar áreas verdes con vegetación que no corresponde al clima de la zona, lo que implica que los requerimientos de agua para riego sean



Sector	Cadena/impacto	Indicador	Comentario
		potencial en áreas verdes urbanas	contraproducentes a los esfuerzos por hacer un uso eficiente del recurso hídrico
		Indicadores de compacidad	En los comentarios del informe final se recomienda incorporar indicadores de compacidad para disponer de un enfoque de cobertura de la infraestructura ecológica por 100.000 habitantes para estimar cómo es la distribución urbana de la infraestructura verde
		Indicadores de cobertura vegetal	Desde el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano (CNDU) se indica que el INE calculará un indicador de porcentaje superficie de cobertura vegetal, en el marco del SIEDU para las ciudades con más de 50.000 habitantes a partir de metodología NDVI. Se recomienda que futuras versiones de este indicador sea complementada con estos avances para evaluar la calidad del indicador, siempre teniendo en cuenta la diferencia de escalas territoriales.
		Ampliar el indicador a otros componentes de infraestructura verde	Incluir más tipos de infraestructura verde a la formulación del indicador
		Indicadores de permeabilidad	Incluir indicadores de permeabilidad del suelo, lo que podría reflejar el potencial para aportar a la reducción del confort térmico
	Incendios en asentamientos urbanos	Accesibilidad vial para bomberos, existencia de vías de evacuación e índice de capacidad de respuesta de bomberos.	Estos indicadores surgieron a partir de la reunión sectorial, en la que se propusieron para complementar el indicador de capacidad adaptativa, entre otros posibles asociados a capacidad de respuesta frente a incendios en ciudades, como cantidad de grifos, agua disponible para bomberos o sistemas de alerta temprana de incendios
		Incorporar campamentos en el indicador de sensibilidad	Desde el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano (CNDU) se recomienda complementar el indicador de sensibilidad de la cadena de incendios los campamentos, en tanto son más vulnerables, para esto se podría utilizar el catastro MINVU
		Considerar la exposición y/o sensibilidad desde los impactos del incendio de ciertas industrias y posibles emisiones	Incluir otros factores que pueden influir en el riesgo asociado a los incendios, como por ejemplo la presencia de industrias que pueden emitir gases tóxicos en un eventual incendio
		Incluir la interfaz urbano forestal	Muchos incendios en ciudades ocurren en el interfaz urbano forestal, donde son las cuadrillas forestales quienes combaten los incendios.
		Sin impacto definido	Indicadores de movilidad



Sector	Cadena/impacto	Indicador	Comentario
		urbana	relacionados con la movilidad urbana

(1) Aplican también para el indicador intersectorial de infraestructura ecológica urbana

Fuente: Elaboración propia

9.4.2.2 Propuestas de indicadores e impactos intersectoriales

Tabla 9-59 Propuestas de indicadores y brechas intersectoriales

Macro-tema	Subtema	Indicador	Comentario
Ecosistemas	Ecosistemas terrestres	Porcentaje superficie terrestre protegida, a nivel comunal	Durante el taller y la reunión sectorial se planteó que se debe trabajar en la sistematización de datos de otras figuras de protección de los ecosistemas, tales como santuarios de la naturaleza y humedales urbanos, de modo de poder incorporarlas en este indicador
		Porcentaje de superficie con cobertura de bosque nativo, humedales, praderas y matorrales, por comunas	En trabajos futuros se debe complementar este indicador con otros que señalen el estado de la superficie de vegetación natural y su conectividad, además de la incorporación del análisis a nivel de pisos vegetacionales, con sus categorías de conservación. Por otro lado, es importante actualizar las fuentes de datos de modo de poder obtener datos más recientes
		Superficie con proyecto de restauración implementado, por región	El indicador no mide el resultado de las iniciativas de conservación, por lo que se requiere también un indicador que mida el paso de ecosistemas degradados a sus estados de referencia históricos. Adicionalmente, las fuentes de datos utilizadas no cubren todas las regiones, ni están estandarizadas, por lo que se debe trabajar en mejorar la provisión de datos para el cálculo del indicador
		Presencia de plagas y enfermedades	Un impacto de este tipo preocupa particularmente al sector silvoagropecuario, pero tiene también influencia en otros tales como biodiversidad
	Ecosistemas terrestres y marinos	Estado de los ecosistemas	Se levantó la necesidad de construir un indicador de este tipo, el cual puede ser medido de variadas formas, para la mayor parte de las cuales existen múltiples limitaciones. Queda para trabajo futuro evaluar cómo medir el estado de los ecosistemas y desarrollar capacidades de recolección de información al respecto. Este mismo indicador se puede medir como el cambio de estado, para evitar que estos empeoren producto del cambio climático y medir la efectividad de las medidas de conservación y restauración de ecosistemas
	Ecosistemas marinos	Biodiversidad de las especies desembarcadas	El indicador es solo una aproximación a la biodiversidad de las especies marinas, pudiendo ser esta medida de muchas otras formas en caso de contar con los datos, por lo que se debe trabajar en mejorar la recopilación de datos de



Macro-tema	Subtema	Indicador	Comentario
			abundancia de especies marinas de forma de mejorar este indicador
		Porcentaje de superficie marina protegida, a nivel nacional	Debido a la falta de divisiones territoriales oceánicas en la ZEE, se propone el cálculo del indicador a nivel nacional, sin embargo, se destaca la relevancia de incorporar a futuro diferenciación por ecorregiones, de modo de que estas áreas sean representativas de la diversidad ecosistémica y necesidades de conservación del país
	Porcentaje de superficie de áreas marinas protegidas con plan de manejo, a nivel nacional	En la reunión sectorial se destacó la necesidad de incluir en el indicador el grado de implementación de los planes de manejo, debido a todos los recursos que se deben disponer para que esto suceda	
	Ecosistemas acuáticos continentales	Por definir	Este tema fue sugerido tanto en las observaciones al informe de avance como en las reuniones sectoriales, como un tema aparte para el cual se deben construir indicadores análogos a los que ya existen para otros ecosistemas
Recursos base	Agua	Índice de escasez hídrica, por regiones	Debido a la disponibilidad de datos, este indicador se calcula por región; sin embargo, este debería calcularse por cuenca, de modo de tener un mejor nivel de detalle y representar mejor las condiciones hidrológicas de cada zona. Además, se debe trabajar en mejorar las fuentes de datos, ya que estas corresponden a estudios específicos, lo que dificulta la actualización y el empleo de estos datos
		Impactos negativos de la desalación de agua y aspectos regulatorios del proceso de desalación	Este indicador es requerido para medir los impactos negativos que puede tener la adaptación frente a la escasez de agua mediante desalación, ya sea por emisión de residuos líquidos, uso de energía según fuente (renovable o no renovable), entre otros, aspectos que fueron relevados en varios sectores tanto en los talleres como en las reuniones sectoriales. También se destacó la falta de regulación sobre la instalación de las desaladoras, captación de agua de mar y descarga de salmuera, por lo que un indicador para controlar los efectos negativos podría estar relacionado con la normativa

Macro-tema	Subtema	Indicador	Comentario
		Indicadores de desempeño de desaladoras	No solo es suficiente medir la capacidad instalada de desalación, sino que también como se aprovecha esta: la generación de agua desalinizada, el volumen o caudal por tipo de beneficiario, la cantidad de beneficiarios, entre otros posibles
		Consumo per cápita de agua potable	En la reunión sectorial de Ciudades y Asentamientos Humanos se propuso este indicador, con la finalidad de contrastarlo con los estándares que establece el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano, que es un máximo de 200 L/día, de forma de medir que la población tenga suficiente disponibilidad de agua potable, sin que existe sobreconsumo. Estos datos se pueden obtener de la SISS y se entregan por comuna.
		Capacidad de almacenamiento de agua en estanques en asentamientos precarios	Otro indicador propuesto en la reunión sectorial de Ciudades y Asentamientos Humanos, para reflejar la situación de acceso a agua potable en asentamientos precarios, además del indicador de cortes de suministro en SSRs
		Porcentaje de Servicios Sanitarios Rurales con cortes de suministro producto de la sequía	Promover el monitoreo periódico y sistematizado de fallas en los sistemas de para determinar su vulnerabilidad e implementar medidas de adaptación frente al cambio climático
	Agua y suelo	Implementación de soluciones basadas en la naturaleza	En la reunión sectorial de biodiversidad se mencionó a las Soluciones Basadas en la Naturaleza como alternativa para mejorar la retención de agua en los suelos, además de los embalses. Este tipo de soluciones se puede aplicar con distintos propósitos, tanto para mejorar la disponibilidad de agua como para mejorar los suelos, por lo que deben ser evaluados
	Suelo	Porcentaje de superficie de cobertura vegetal	Para trabajos futuros se debe complementar este indicador con otros que señalen el estado de la superficie de vegetación. Por otro lado, es importante actualizar las fuentes de datos de modo de poder obtener datos más recientes.
	Sociedad (1)	Provisión de bienes y servicios	Migraciones humanas producto del cambio climático
Infraestructura		Indicadores que vinculen borde costero y ciudades por marejadas e inundaciones	Falta desarrollar vínculos con borde costero y ciudades por marejadas e inundaciones
		Indicadores con zona de pesca por infraestructura de apoyo a la actividad	Por ejemplo, terminales portuarios en zonas aisladas y caletas de pescadores
		Vínculos entre edificación pública y ciudades	Se levanta la necesidad desde el MOP
Género	Indicadores de género	Hay una consultoría en el MMA que está desarrollando el tema, se podrían integrar al SIACC cuando sean desarrollados aprovechando la mesa de género y	



Macro-tema	Subtema	Indicador	Comentario
			cambio climático liderada por el MMA
Eventos extremos	Desastres naturales	Estado de planificación territorial frente a la ocurrencia de eventos extremos	Indicador propuesto en la reunión sectorial de Ciudades y Asentamientos Humanos. Un ejemplo de como este podría ser implementado podría ser midiendo la existencia y demarcación de vías de evacuación
		Índice de factores subyacentes de riesgo de desastres de ONEMI	Se propuso en una reunión sectorial como indicador relacionado con las capacidades de respuesta frente a riesgo de desastres, que no dan una medida exacta de capacidad adaptativa, pero sí de las disposiciones que hay y que pueden influir sobre muchos sectores
		Dimensionar pérdidas de vidas, daños a infraestructura y ecosistemas	Estos indicadores son propuestas para dimensionar el daño provocado por eventos extremos, los que corresponden a indicadores de resultado, al reflejar el efecto final de las medidas de prevención de desastres
		Número de viviendas o personas que viven en zonas de riesgo o infraestructura construida en zonas de alto riesgo de eventos extremos	Este corresponde a un indicador de progreso, el cual influye en la exposición frente a eventos extremos
		Relocalización de viviendas amenazadas por marejadas o el aumento del nivel del mar	En la misma línea que el indicador, este es un indicador de implementación, pero que tiene un claro efecto en la exposición frente a riesgos de desastres naturales
		Indicadores o impactos relacionados con aluviones o remoción en masa	En general estos indicadores se centran en la sensibilidad y exposición pero también podrían generarse indicadores de resultado que den cuenta de las pérdidas por estos eventos para hacer seguimiento y evaluar de mejor manera el impacto de las acciones en la reducción del riesgo

(1) Ver más propuestas en Tabla 9-58.

Fuente: Elaboración propia

9.5 Aclaraciones complementarias

A continuación, se complementan las actividades propuestas en los cuatro ejes de la Hoja de Ruta con avances internacionales en M&E de la adaptación. En particular los complementos, introducidos en la Ficha Actividad 1-3 y la Ficha Actividad 1-5, corresponden a criterios, metodologías e indicadores utilizados en la estrategia de adaptación internacional y cuya integración en la estrategia nacional resultaría provechosa.

9.5.1 Criterios de selección de indicadores

Como se introdujo en la Ficha Actividad 1-5 se deberán definir estándares de indicadores que aseguren el levantamiento de indicadores coherentes con los principios del SIACC, que permitan la comparabilidad temporal de indicadores y establezcan estándares de calidad. Para ello se propone incluir los criterios de selección de indicadores de adaptación propuestos por el IPCC en el AR5 en el capítulo de necesidades y opciones de adaptación, que recopila los criterios de evaluación más comunes identificados en la literatura internacional. Los criterios se muestran en la Tabla 9-60 y cabe destacar que los criterios que se desarrollen no quedan limitados a los presentados en ella.

Tabla 9-60 Criterios para selección de indicadores

Criterios		Explicación
Validez	No ambiguo	Acuerdo sobre la dirección de la influencia entre el indicador y lo que se busca medir (medición objetivo)
	Bien fundado	Basado y testeado en un marco teórico
	Bien definido	Para minimizar errores involuntarios (por ejemplo, medición de familias u hogares)
	Propósito conocido	Ayuda a corregir problemas en la recolección de datos; malentendidos entre diferentes agencias de recolección
	Preciso	Baja variación estadística entre mediciones
	Calidad comprobada	Idealmente sujeto a verificación independiente; o instancias de comprobación cruzada
	Transparente	Fuente y control del flujo de información es conocido
	Honesto	No debería haber oportunidad para que los datos sean manipulados o distorsionados por individuos
Valor	Comprensible	Relativamente fácil de entender para el usuario
	Relevante	Aplicable a un amplio rango de circunstancias (geográfico, social, económico)
	Responsivo	Puede medir pequeños cambios útiles en la medición objetivo
	Accionable	La calidad/cantidad de lo que se esta midiendo puede ser afectada por acciones humanas apropiadas
	Alto contenido de información	En general, cuantitativo es más útil que cualitativo, y que datos binarios; y mediciones reales son más útiles que modelaciones o juicio experto
	Desagregable	El indicador puede ser levantado para grupos específicos (por ejemplo, niños mujeres y hombres)
	Participativo	¿Puede la población local participar en la recopilación de datos? ¿Los datos ayudan a informar y posiblemente a empoderarlos?
Datos	Disponible	Los datos están disponibles publica y fácilmente; asequibles

Criterios		Explicación
	Homogéneo	La recolección de datos es consistente en todas las ubicaciones y tiempos, incluida la temporada u hora del día si es necesario
	Periódico	Los datos con recolectados a una frecuencia apropiada para medir cambios
	Transcurso de largo tiempo	Los datos han sido recopilados consistentemente por algunos años
	Cobertura espacial	La cobertura espacial debe ser suficiente para proveer una representación justa de la medición (por ejemplo, densidad de pluviómetros)

Fuente: Adaptado de IPCC (2014c)

9.5.2 Criterios y metodología de puntuación de prioridades de adaptación

Los criterios y metodología de puntuación de prioridades de adaptación corresponden a una metodología de puntuación, tipo semáforo, que permite comparar el progreso en la gestión del riesgo y la calidad de los planes de adaptación para priorizar líneas de acción. Una metodología de este tipo se incluye en la estrategia de adaptación de Reino Unido (Climate Change Committee, 2021a) y responde a los considerables desafíos metodológicos asociados a la comparación de los avances de la política de adaptación al cambio climático.

La metodología de Reino Unido permite comparar no solo diferentes necesidades y sectores, sino que permite realizar un análisis de los puntajes para evaluar el avance de la estrategia en el tiempo. A modo de ejemplo en la Figura 9-2 se presentan los resultados de la metodología en el Reporte al Parlamento de 2021 (Climate Change Committee, 2021a).

La metodología propuesta corresponde a un avance considerable en la evaluación de la adaptación para el diseño de políticas públicas por lo que se considera relevante evaluar una adaptación de esta al contexto nacional o el diseño de una metodología similar.

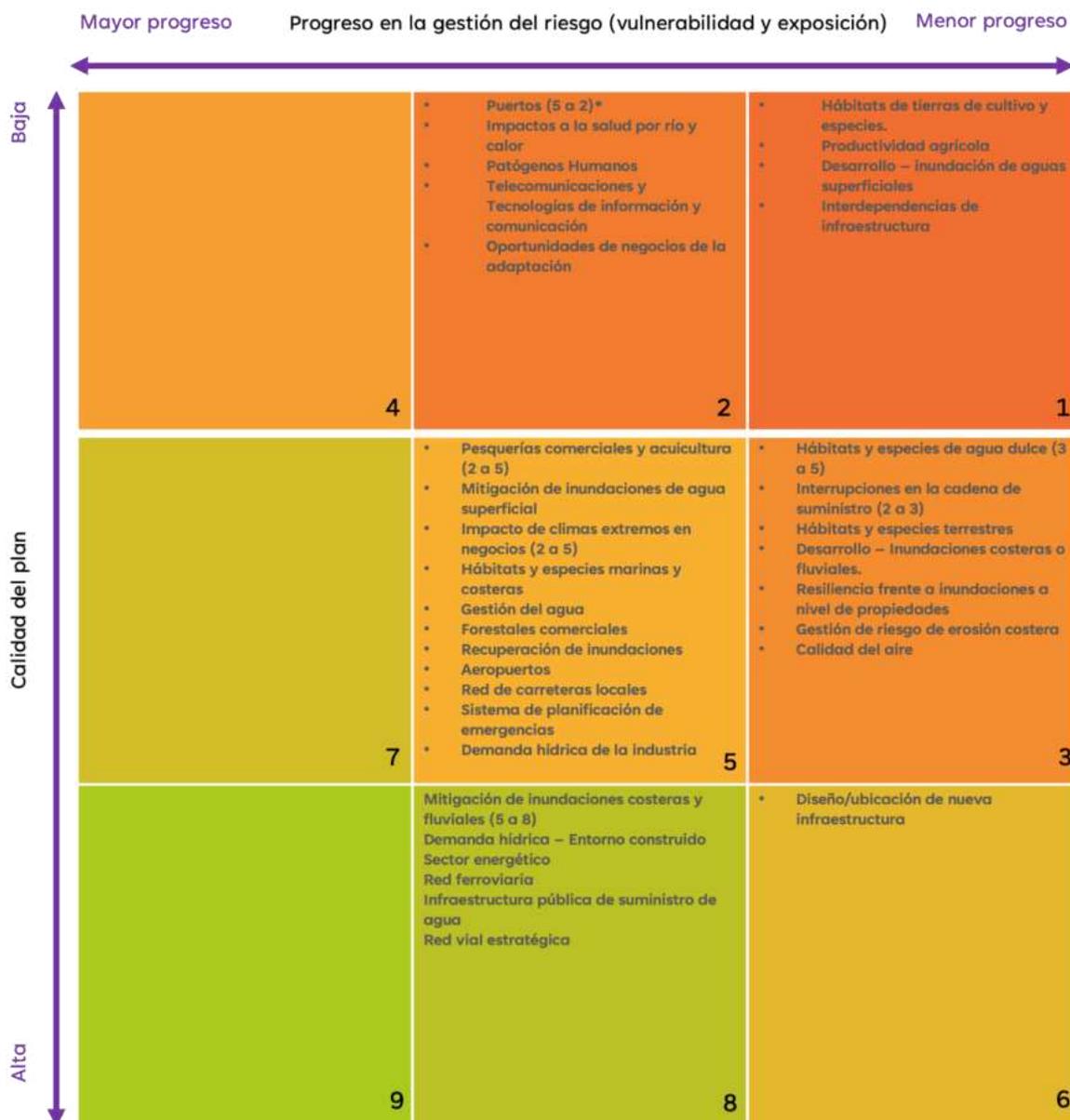


Figura 9-2 Puntuación de prioridades de adaptación del Comité de Adaptación (2021)

Fuente: Reporte al Parlamento de 2021 de Reino Unido (Climate Change Committee, 2021a)

9.5.3 Indicadores agregados de implementación y sus criterios de evaluación para medir el avance y fortalecimiento de la estrategia de adaptación a nivel nacional

El Programa Piloto de Resiliencia Climática (PPCR) es una iniciativa de apoyo a países en desarrollo para fortalecer su estrategia de adaptación y resiliencia climática. Con el objetivo de unificar indicadores de monitoreo y reporte, propone cinco indicadores base para el monitoreo y reporte el progreso del PPCR

en el país receptor a nivel nacional o de proyecto. Los cinco indicadores base propuestos para el PPCR se presentan en la Tabla 9-61.

Tabla 9-61 Indicadores base del PPCR

ID	Indicador base	Nivel de recolección de datos
1	Grado de integración del cambio climático en la planificación nacional, con distinción de sectores	Nivel Nacional
2	Evidencia del fortalecimiento de la capacidad gubernamental y de mecanismos de coordinación para incorporar resiliencia climática	Nivel Nacional
3	Calidad y grado en que los instrumentos/ modelos de inversión se desarrollan y se prueban	Nivel de proyecto, agregado a nivel nacional
4	Grado en que los hogares, comunidades, empresas y servicios del sector público vulnerables utilizan las herramientas, instrumentos, estrategias y actividades mejoradas y respaldadas por el PPCR para responder a la variabilidad climática o cambio climático	Nivel de proyecto, agregado a nivel nacional
5	Número de personas apoyadas por el PPCR para hacer frente a los efectos del cambio climático	Nivel de proyecto, agregado a nivel nacional

Fuente: Traducido de herramientas para el Monitoreo y Reporte del PPCR (CIF, 2018)

Los indicadores logran agregar los avances de la implementación de la política de adaptación dentro del país para hacerlos comparables y poder evaluar el avance de la estrategia a escala de proyecto, sectorial y nacional. Para el caso nacional se propone desarrollar indicadores similares a los indicadores 1 y 2 ya que permiten hacer la distinción entre sectores, sin la necesidad de ahondar en la diferenciación por proyecto, lo que se transformaría en una actividad consumidora de tiempo para los actores. Otra razón para incluir el segundo indicador es el interés levantado en el taller 2 de generar indicadores de coordinación institucional puesto que la coordinación ha demostrado tener un impacto considerable en la capacidad de respuesta para enfrentar los impactos tanto naturales como causados por el cambio climático. Para ser consistentes con el marco conceptual definido en el estudio, en adelante, los indicadores serán llamados “indicadores agregados de implementación”.

Los indicadores propuestos por el PPCR son complementados por fichas de puntuación para su construcción, esta tiene una lógica de preguntas que deben ser contestadas para asignar puntuación según criterios definidos por el mismo país. Las fichas de puntuación de los indicadores 1 y 2 se presentan en la Figura 9-3 a Figura 9-6 que presentan las fichas de puntuación a rellenar, además en el Anexo 11.8 se muestra el ejemplo de una ficha completada y la definición de los criterios.

Los criterios deben ser definidos por común acuerdo y deben permanecer entre un año y otro para validar la comparación temporal de los indicadores. Luego, los planes son evaluados según los criterios definidos y los puntajes finales son definidos de común acuerdo entre los evaluadores. En las fichas se debe agregar un comentario de la deliberación para que otros conozcan el razonamiento detrás del puntaje asignado y evitar puntuaciones sin fundamento o acuerdo asegurando la transparencia del proceso.

Se propone comenzar con el reporte de los indicadores a nivel sectorial, considerando los avances de los PSA, sin embargo, se espera que el reporte sea ampliado a la escala regional mediante el reporte del avance de los PARCC.

POCR FICHA DE Puntuación 1
INDICADOR BÁSICO 1: GRADO DE INTEGRACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PLANIFICACIÓN NACIONAL
MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: Puntuación A NIVEL PAÍS
MUESTRA SPCR
PERIODO DE REPORTE:
De:

A Completa a continuación los sectores identificados como prioritarios en el SPCR. Añadir otros sectores o ministerios prioritarios debajo (opcional).	B ¿Existe un plan aprobado de cambio climática para el país/sector?		C ¿Se han incorporado estrategias de resiliencia climática en los documentos de planificación del gobierno central/sector principal?	
	Puntaje reportado en el periodo Yn-1 (año pasado)	Puntaje reportado en el periodo Yn (nuevo)	Puntaje reportado en el periodo Yn-1 (año pasado)	Puntaje reportado en el periodo Yn (nuevo)
PLANIFICACIÓN NACIONAL				
¿Cómo justifica el incremento (decrecimiento) en el puntaje reportado el año pasado (Yn-1) y el puntaje reportado este año (Yn)? Por favor justifique.				
SECTOR PRIORITARIO #1				
¿Cómo justifica el incremento (decrecimiento) en el puntaje reportado el año pasado (Yn-1) y el puntaje reportado este año (Yn)? Por favor justifique.				
SECTOR PRIORITARIO #2				
¿Cómo justifica el incremento (decrecimiento) en el puntaje reportado el año pasado (Yn-1) y el puntaje reportado este año (Yn)? Por favor justifique.				
SECTOR PRIORITARIO #3				
¿Cómo justifica el incremento (decrecimiento) en el puntaje reportado el año pasado (Yn-1) y el puntaje reportado este año (Yn)? Por favor justifique.				
SECTOR PRIORITARIO #...				
¿Cómo justifica el incremento (decrecimiento) en el puntaje reportado el año pasado (Yn-1) y el puntaje reportado este año (Yn)? Por favor justifique.				

Instrucciones:

1. Por favor establecer un criterio de puntuación para cada aspecto de esta ficha de puntuación y entregue este con el reporte. Esto se debe realizar una vez, preferentemente en la etapa de diagnóstico.
2. Si ya ha establecido anteriormente sus criterios de puntuación, utilícelos y entréguelos con su reporte.
3. Evalúe cada celda con un puntaje entre 0 y 10 (según sus criterios de puntuación definidos para esta ficha de puntuación).
4. Proporcione una explicación de los cambios entre Yn-1 y Yn en la celda apropiada y evite abreviaciones.

Incorporación de la perspectiva de género

¿En qué medida y de qué manera se ha incorporado la preocupación por la vulnerabilidad de género y socioeconómica en los procesos de planificación de resiliencia climática a nivel nacional y sectorial? (por ejemplo: mediante mecanismos de presupuesto con perspectiva de género, evaluación y consulta sobre necesidades de género, o similar, incluye coordinación con el Ministerio de la Mujer y organizaciones de mujeres)

--

Figura 9-3 Ficha de puntuación de indicador agregado de implementación 1 – Parte 1

Fuente: (CIF, 2018)



Fecha del reporte	DD/MM/YY

Para:

¿Se ha asignado a las instituciones o personas la responsabilidad de integrar la planificación de la resiliencia climática?		¿Se han identificado y priorizado medidas específicas para abordar la resiliencia climática (por ejemplo: inversiones y programas)?		¿Todos los procesos de planificación evalúan de forma rutinaria el riesgo climático?	
D		E		F	
Puntaje reportado en el periodo Yn-1 (año pasado)	Puntaje reportado en el periodo Yn (nuevo)	Puntaje reportado en el periodo Yn-1 (año pasado)	Puntaje reportado en el periodo Yn (nuevo)	Puntaje reportado en el periodo Yn-1 (año pasado)	Puntaje reportado en el periodo Yn (nuevo)

Lecciones aprendidas

¿Cuáles han sido las claves del éxito al integrar el cambio climático en la planificación nacional, incluyendo a nivel sectorial, durante el último año del calendario?

¿Cuáles han sido los principales desafíos y cuáles oportunidades de mejora ves?

Compartiendo experiencias

Permítanos tener cierta idea sobre la experiencia particular de su país con la integración del cambio climático en la planificación nacional, incluyendo a nivel sectorial.

Figura 9-4 Ficha de puntuación de indicador agregado de implementación 1 – Parte 2
Fuente: (CIF, 2018)

PPCR FICHA DE PUNTUACIÓN 2

INDICADOR BÁSICO 2: EVIDENCIA DE CAPACIDAD GUBERNAMENTAL REFORZADA Y MECANISMOS DE COORDINACIÓN PARA ABORDAR LA

MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: PUNTUACIÓN A NIVEL PAÍS

MUESTRA SPCR

PERIODO DE REPORTE:

CAPACIDAD GUBERNAMENTAL Completa a continuación los sectores identificados como prioritarios en el SPCR. Añadir otros sectores o ministerios prioritarios debajo (opcional).	¿Existen estudios, evaluaciones e información disponible que borden el cambio climático, resiliencia y variabilidad climática?		
A	B		
	Puntaje reportado en el periodo Yn-1 (año pasado)	Puntaje reportado en el periodo Yn (nuevo)	
PLANIFICACIÓN NACIONAL			
¿Cómo justifica el incremento (decrecimiento) en el puntaje reportado el año pasado (Yn-1) y el puntaje reportado este año (Yn)? Por favor justifique.			
SECTOR PRIORITARIO #1			
¿Cómo justifica el incremento (decrecimiento) en el puntaje reportado el año pasado (Yn-1) y el puntaje reportado este año (Yn)? Por favor justifique.			
SECTOR PRIORITARIO #2			
¿Cómo justifica el incremento (decrecimiento) en el puntaje reportado el año pasado (Yn-1) y el puntaje reportado este año (Yn)? Por favor justifique.			
SECTOR PRIORITARIO #3			
¿Cómo justifica el incremento (decrecimiento) en el puntaje reportado el año pasado (Yn-1) y el puntaje reportado este año (Yn)? Por favor justifique.			
SECTOR PRIORITARIO #...			
¿Cómo justifica el incremento (decrecimiento) en el puntaje reportado el año pasado (Yn-1) y el puntaje reportado este año (Yn)? Por favor justifique.			

¿Es funcional el mecanismo de coordinación (ej: establecido, efectivo y eficiente)?

¿Este coordina intervenciones de resiliencia climática diferentes a las establecidas por PPCR?

MECANISMO DE COORDINACIÓN Nombre el mecanismo de coordinación a continuación.	Puntaje reportado en el periodo Yn-1 (año pasado)	Puntaje reportado en el periodo Yn (nuevo)	Puntaje reportado en el periodo Yn-1 (año pasado)	Puntaje reportado en el periodo Yn (nuevo)
¿Cómo justifica el incremento (decrecimiento) en el puntaje reportado el año pasado (Yn-1) y el puntaje reportado este año (Yn)? Por favor justifique.				

Instrucciones:

1. Por favor establecer un criterio de puntuación para cada aspecto de esta ficha de puntuación y entrega este con el reporte. Esto se debe realizar una vez base, y se utiliza en informes de años posteriores.
2. Si ya ha establecido anteriormente sus criterios de puntuación, utilice estos y entréguelos con su reporte.
3. Evalúe cada celda con un puntaje entre 0 y 10 (según sus criterios de puntuación definidos para esta ficha de puntuación).
4. Proporcione una explicación de los cambios entre Yn-1 y Yn en la celda apropiada y evite abreviaciones.

Incorporación de la perspectiva de género

¿En qué medida y de qué manera se ha incorporado la preocupación por la vulnerabilidad de género y socioeconómica en los procesos de planificación de sectorial? (por ejemplo: mediante mecanismos de presupuesto con perspectiva de género, evaluación y consulta sobre necesidades de género, o similar, la Mujer y organizaciones de mujeres)

Figura 9-5 Ficha de puntuación de indicador agregado de implementación 2 – Parte 1

Fuente: (CIF, 2018)

9.5.4 Metodología de evaluación de teorías de cambio

La metodología de teorías de cambio permite establecer relaciones entre las entradas, los resultados, productos e impactos, para lo cual se plantean relaciones entre impulsores climáticos y no climáticos, impactos intermedios y finales, y acciones de adaptación que contribuirían a la reducción del riesgo. Esta estructura permite tener un panorama general de las interacciones entre cada uno de los elementos lo que permitiría identificar y analizar relaciones intersectoriales asociadas a un impacto particular (Bours et al., 2014; Climate Change Committee, 2021a; Harvey et al., 2011). Además, posibilita la inclusión de sinergias positivas y negativas, entre ellas la mala adaptación.

Esta metodología se incluye en la estrategia de adaptación de Reino Unido y ha permitido evaluar las políticas de adaptación y su relación con el riesgo de manera satisfactoria. La Figura 9-7 presenta conceptualmente una teoría de cambio, en este esquema es necesario desarrollar impulsores climáticos y no climáticos, impactos intermedios y finales además de acciones de adaptación. El objetivo de los mapas conceptuales es determinar la influencia de las acciones de adaptación, ya sea sobre los impulsores no climáticos controlables y los impactos intermedios para reducir los impactos finales e intermedios.

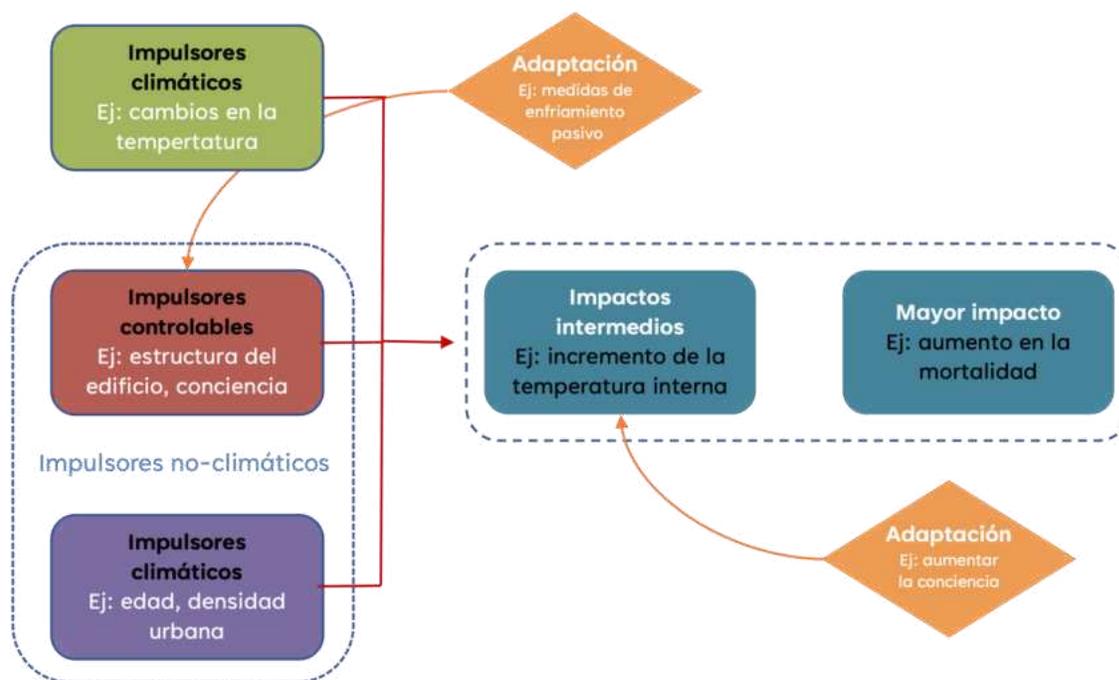


Figura 9-7 Mapa conceptual de teorías de cambio para el estudio de la adaptación

Fuente: Adaptado de Harvey et al. (2011)

La Figura 9-8 presenta la teoría de cambio desarrollada en el contexto de la investigación de indicadores de adaptación del Reino Unido, específicamente para el sistema de suministro y demanda de agua. En esta imagen se puede observar las relaciones planteadas conceptualmente en la Figura 9-7.

Mapa del sistema de suministro-demanda de agua

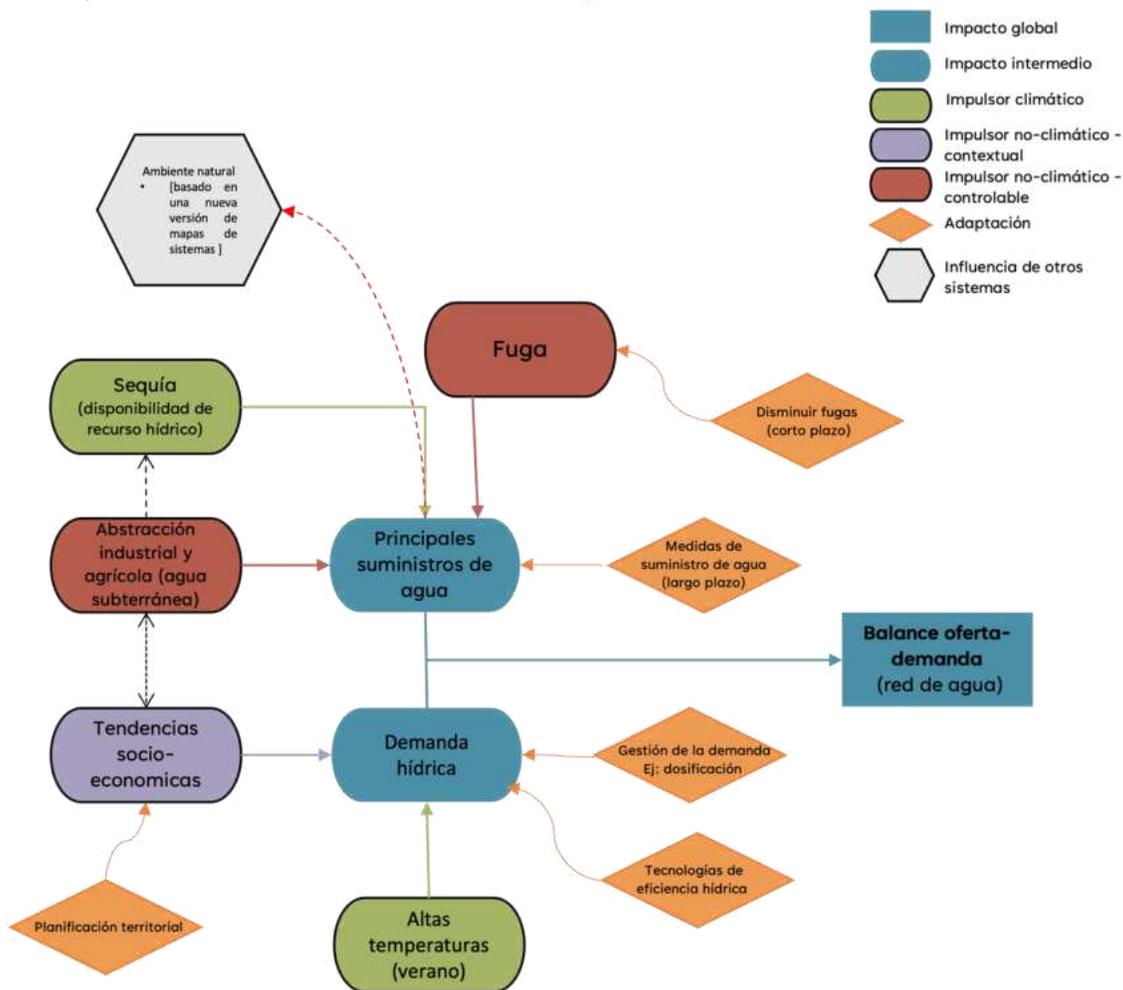


Figura 9-8 Ejemplo de teoría de cambio para el mapa del sistema de suministro y demanda de agua

Fuente: Adaptado de Harvey et al. (2011)



10. Conclusiones

Del trabajo realizado se puede concluir sobre los siguientes puntos:

- Por medio de la revisión de antecedentes y estudios sobre sistemas de indicadores de adaptación, se evidenció que actualmente existe una amplia variedad de indicadores de adaptación. Un análisis de esto permite observar que no existe un consenso sobre cuáles son los indicadores más apropiados para cada sector o impacto derivado del cambio climático. Si bien, hasta la fecha se han privilegiado indicadores de implementación, los cuales han permitido un monitoreo de la implementación de los compromisos, estos indicadores no permiten un monitoreo ni evaluación directa de los efectos de estos compromisos en el proceso de adaptación. La selección de indicadores que permita evaluar la contribución al proceso de adaptación requiere una revisión amplia y exhaustiva de los impactos del cambio climático en cada sector. Sin embargo, como se evidenció durante el desarrollo de los indicadores propuestos en el presente estudio, en muchos casos existe poca certeza de estos impactos, por lo que es fundamental que el sistema que se desarrolle permita actualizaciones y sea flexible, considerando la incertidumbre asociada al cambio climático; la variedad de climas y realidades existentes en el país; y los posibles impactos del cambio climático. Se espera que el SIACC contribuya a la estandarización de los criterios y requisitos exigidos a los próximos indicadores, con miras a mejorar su utilidad para el diseño y la evaluación de las políticas públicas.
- Desde un punto de vista conceptual, este estudio propone una forma de entender los indicadores de adaptación de manera secuencial en base a las distintas fases del proceso de adaptación y entendimiento de la cadena de impacto. En primer lugar, están los indicadores de implementación que se relacionan con la organización inicial de un proceso de adaptación planificada y los planes de adaptación asociados; luego están los indicadores de progreso asociados a los avances en el cambio en los niveles de exposición y vulnerabilidad; y finalmente los indicadores de resultados (ya sea ex-ante o ex-post) que muestran cómo se reduce el riesgo a través del cambio efectivo en alguna dimensión clave de un sector. Cada uno de estos indicadores tienen sus ventajas y desventajas, conjugando factores como su capacidad de permitir observar la contribución de las medidas al proceso de adaptación, la cantidad de información y recursos necesarios, la complejidad de su metodología y la facilidad de implementación, entre otros. Por esta razón, es deseable contar con un sistema de M&E que combine estos diferentes tipos de indicadores que permitan informar oportunamente al diseño y evaluación de las políticas, comunicar los avances en materia de adaptación y difundir los hallazgos. Esta propuesta de clasificación permite focalizar la selección de los indicadores a partir del grado de conocimiento existente y del nivel de desarrollo de la acción de adaptación y priorizar aquellos más relevantes para cada sector. Esta priorización debe considerar los diferentes objetivos propios de los instrumentos de adaptación, por ejemplo, si el objetivo es dar cuenta de las acciones realizadas en un sector en particular, indicadores de implementación son más adecuados. Si el objetivo es evaluar el grado de contribución de una medida en particular en el proceso de adaptación, indicadores de progreso y resultado resultan más apropiado en la medida que entregan información sobre los efectos observados.
- Se destaca que estudiar la relación entre las acciones y los resultados de adaptación implica desafíos metodológicos significativos que dificultan su atribución, por lo que, en la práctica, el foco de los indicadores de adaptación se centra en su contribución. Esta corresponde a medir



el efecto de las medidas de adaptación sobre la reducción del riesgo bajo una lógica de contribución objetiva y medible que permita evaluar su desempeño, identificando oportunidades de mejora y de promoción del uso eficiente de los recursos. A nivel internacional aún no existe consenso respecto a la metodología apropiada para abordar esta contribución. Por esta razón, se recomienda avanzar en el desarrollo de metodologías que estudien la contribución específica para cada sector, con el objetivo de mejorar el diseño de las medidas de adaptación, y también informar al proceso de diseño de los indicadores de adaptación.

- Un aspecto transversal mencionado en los talleres sectoriales y en diversas reuniones corresponde a la definición de los sectores. Se advierte que los sectores definidos tienen una limitada comparabilidad, además de no ser excluyentes, lo cual se traduce en límites sectoriales difusos. Estos límites difusos provocan superposición de actores en algunas temáticas, y otros temas donde ningún sector se siente responsable. Ante esto se recomienda establecer una definición oficial de los sectores y sus alcances, la cual sea acordada y comunicada con los diferentes actores sectoriales. En particular, también se recomienda cambiar el sector “Ciudades” por “Ciudades y Asentamientos Humanos”, de forma de no excluir aquellos asentamientos que no califican como ciudades.
- Respecto del levantamiento de necesidades e impactos, se observa un amplio abanico de preocupaciones en torno al cambio climático, las que deben ser priorizadas en función de los recursos, urgencia e información disponible. El presente estudio y sus resultados se vieron condicionados especialmente por la falta de datos para su construcción y cálculo. Existen diversos impactos potenciales sectoriales e intersectoriales que no están suficientemente estudiados o para los que no existen los datos y antecedentes para construir una cadena de impacto clara, pero que pueden constituir un riesgo importante. Se espera que el país continúe evaluando y estudiando estos riesgos para que puedan ser incluidos en los indicadores y se contribuya así a avanzar hacia un proceso de adaptación cada vez más robusto.
- Los indicadores de adaptación propuestos para las cadenas de impacto desarrolladas en el estudio ARClím y para las nuevas cadenas desarrolladas en este estudio fueron planteados en función de la revisión de antecedentes oficiales, consulta a los sectores y del trabajo con diversos expertos. Si bien, hubo indicadores propuestos que no se pueden calcular por la falta de datos, se espera que a futuro estos puedan ser implementados, así como sumar otros o perfeccionar los propuestos a partir de nuevos antecedentes. De esta forma la propuesta actual de indicadores debe ser entendida como un primer paso y tiene importantes espacios de mejora, en la medida que se cuenten con nuevos datos y metodologías.
- De la misma forma, la estimación del riesgo mediante la fórmula de cálculo multiplicativa y la incorporación del “*factor k*” como un parámetro modulador del efecto de la capacidad de adaptación sobre el riesgo, tiene la ventaja de ser relativamente sencillo de comunicar y de tener ciertas propiedades deseables. Sin embargo, al momento de utilizar estos resultados es relevante considerar las limitaciones que tiene la metodología de estimación del riesgo. En particular, la incorporación de la capacidad de adaptación en las cadenas de impacto se realizó bajo una lógica de contribución, enfoque que de no considerarse podría llevar a una sobreestimación el impacto de estas en la reducción del riesgo, al mismo tiempo que ignora la influencia de otras acciones. Dentro del contexto de política pública, esta estructura podría llevar a decisiones sesgadas y la mala asignación de recursos. En este sentido, una



recomendación sería complementar los actuales indicadores de capacidad de adaptación con otros aspectos que pudieran tener efecto de manera de contar con índices de capacidad de adaptación que permitan incluir más factores involucrados en el proceso de adaptación. Es esperable que al contar con indicadores CA más completos, comprehensivos y adecuados para el riesgo evaluado, los valores del “*factor k*” sean mayores.

- La propuesta de indicadores de adaptación intersectorial también responde a los datos y metodologías disponibles, y no cubre todas las necesidades existentes, sino que es más bien un primer paso. En este sentido, es fundamental resaltar la necesidad de levantar datos de variables que en la actualidad no se están midiendo pero que son fundamentales para el proceso de adaptación. De la misma forma, algunos de los indicadores aún cuentan con una escala territorial muy amplia que no permiten observar las posibles diferencias que pueden haber en el territorio. De esta forma, avanzar en grados de desagregación territorial de algunos de estos indicadores podría contribuir a un mejor monitoreo y evaluación del proceso de adaptación.
- Ante estos desafíos, parece fundamental contar con sistema de indicadores con una gobernanza que permita abordarlos. La gobernanza es una problemática contexto-específica por lo que se requiere trabajar desde variadas perspectivas, tanto a nivel sectorial como a diferentes escalas territoriales, requiriendo un trabajo colaborativo entre los actores involucrados. Para ello, el SIACC propuesto permite generar una plataforma integrada en la que se puede trabajar de manera colaborativa y generar alianzas estratégicas para el cálculo de los indicadores de adaptación propuestos y por definir. El modelo aprovecha instancias de gobernanza climáticas y capacidades existentes, así como sinergias entre instituciones, apuntando a uniformar criterios en el diseño de los indicadores, pero otorgando suficiente flexibilidad para acoger las diferentes realidades sectoriales y territoriales.
- El diseño de la Hoja de Ruta y gobernanza nacen de la visión propuesta del SIACC, la cual contiene atributos, funciones y objetivos del futuro SIACC. Esta visión tuvo una función orientadora al momento de diseñar las diferentes componentes. La revisión y comunicación de esta visión es un ejercicio relevante para las primeras etapas de instalación del SIACC, de forma que los diferentes actores involucrados la compartan y hagan propia. Para ello es muy importante visibilizar y apropiarse de los indicadores propuestos, mediante una adecuada difusión y capacitación en distintas esferas públicas y privadas. Se espera que esta misma visión sea orientadora para definir los múltiples acuerdos, criterios y metodologías necesarias para la instalación del SIACC.
- Para el éxito de este sistema, es fundamental coordinar el modelo de gobernanza y la Hoja de Ruta del SIACC con las metas de adaptación que el país se proponga, considerando al SIACC como una plataforma que contribuya al M&E del proceso de adaptación, pero que también pueda entregar insumos para el diseño de las futuras metas. Para ello es importante tener en cuenta los distintos actores y fases de la creación de una política pública de adaptación y, desde ahí, fijar y validar los indicadores de adaptación. Estos dos ciclos, el desarrollo y mejoramiento del SIACC y el desarrollo e implementación de políticas públicas de adaptación, deben dialogar de manera participativa, transversal y flexible, para asegurar una efectiva adaptación inclusiva y transformativa, y lograr avanza hacia una mayor la resiliencia frente al cambio climático.



Bibliografía

- Ajillogba, C. F., & Walker, S. (2021). Climate Change Adaptation: Implications for Food Security and Nutrition. In N. Oguge, D. Ayal, L. Adeleke, & I. da Silva (Eds.), *African Handbook of Climate Change Adaptation* (pp. 735–754). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45106-6_142
- Alvez, A., Aitken, D., Rivera, D., Vergara, M., McIntyre, N., & Concha, F. (2020). At the crossroads: can desalination be a suitable public policy solution to address water scarcity in Chile's mining zones? *Journal of Environmental Management*, 258(November 2019), 110039. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.110039>
- Amulen. (2020). *Pobres de agua. Radiografía del agua rural de Chile: Visualización de un problema oculto*.
- Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2002). Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. *RENEWABLE RESOURCES JOURNAL*, 20(3), 12–17.
- Bennett, S. D., Otieno, R., Ayers, T. L., Odhiambo, A., Faith, S. H., & Quick, R. (2015). Acceptability and use of portable drinking water and hand washing stations in health care facilities and their impact on patient hygiene practices, western Kenya. *PLoS ONE*, 10(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126916>
- Berrang-Ford, L., Biesbroek, R., Ford, J. D., Lesnikowski, A., Tanabe, A., Wang, F. M., Chen, C., Hsu, A., Hellmann, J. J., Pringle, P., Grecequet, M., Amado, J. C., Huq, S., Lwasa, S., & Heymann, S. J. (2019). Tracking global climate change adaptation among governments. *Nature Climate Change*, 9(6), 440–449. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0490-0>
- Biesbroek, R., Dupuis, J., & Wellstead, A. (2017). Explaining through causal mechanisms: resilience and governance of social–ecological systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 28, 64–70. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.08.007>
- Bours, D., McGinn, C., & Pringle, P. (2014). *Theory of change approach to climate adaptation planning* (Issue February). <https://ukcip.ouce.ox.ac.uk/wp-content/PDFs/MandE-Guidance-Note3.pdf>
- Cafiero, C., Nord, M., Viviani, S., Del Grossi, M., Ballard, T., Kepple, A., Miller, M., & Nwosu, C. (2016). Métodos para la estimación de índices comparables de prevalencia de la inseguridad alimentaria experimentada por adultos en todo el mundo. In *Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura* (Vol. 1). FAO. <http://www.fao.org/3/b-i4830s.pdf>
- CEPAL. (2020a). Desafíos hídricos en Chile y recomendaciones para el cumplimiento del ODS 6 en América Latina y el Caribe. In 198.
- CEPAL. (2020b). La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe ¿Seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción? In *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Informe sobre el impacto económico en América Latina y el Caribe de la enfermedad por coronavirus (COVID-19): estudio elaborado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)* e. https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/45677/S1900711_es.pdf
- CEPAL. (2021). *Technologies for adapting to climate change A case study of Korean cities and implications for Latin American cities*.
- Christiansen, L., Marginez, G., & Naswa, P. (2018). *Sistemas de medición de la adaptación: perspectivas sobre cómo medir, agregar y comparar los resultados de la adaptación* (ONU Medio).
- CIF. (2018). *PPCR Monitoring Reporting Toolkit - PPCR Pilot Program for Climate Resilience 2018*. https://www.climateinvestmentfunds.org/sites/cif_enc/files/knowledge-



- documents/ppcr_mr_toolkit_july_2018.pdf
- Cifuentes, L., Quiroga, D., Valdes, J., & Cabrera, C. (2020). *Informe Proyecto ARClím: Salud*. Centro de Cambio Global UC y DICTUC/Greenlab coordinado por Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Global UC para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
- Climate Change Commission. (2011). National Climate Change Action Plan. In *Arbitration Brief* (Vol. 2, Issue 1). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22174227><http://www.transnational-dispute-management.com/article.asp?key=454><https://litigation-essentials.lexisnexis.com/webcd/app?action=DocumentDisplay&crawlid=1&doctype=cite&docid=43+Tex.+Tech+L.+Rev.+757&srctype>
- Climate Change Committee. (2021a). *Progress in adapting to climate change: 2021 Report to Parliament* (Issue June).
- Climate Change Committee. (2021b). *Progress in adapting to climate change: 2021 Report to Parliament* (Issue June). www.theccc.org.uk/publications<https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2021/06/Progress-in-adapting-to-climate-change-2021-Report-to-Parliament.pdf>
- CMNUCC. (2010). Synthesis report on efforts undertaken to assess the costs and benefits of adaptation options, and views on lessons learned, good practices, gaps and needs. *América*, 13.
- CONAF. (n.d.-a). *Protección SNASPE*. Retrieved October 5, 2021, from <https://www.conaf.cl/incendios-forestales/prevencion/proteccion-snaspe/>
- CONAF. (n.d.-b). *Qué es el SNASPE?* Retrieved October 5, 2021, from <http://www.parquesnacionales.cl/que-es-el-snaspe/>
- CONAF. (2016). *Actualización del Riesgo de Desertificación, Degradación de las Tierras y Sequía en Chile, bajo el marco del Programa de Acción Nacional Contra la Desertificación (PANCD-Chile 2016-2030) y la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacional*.
- Consejo Minero. (2020). *Reporte Anual 2020 Consejo Minero*. www.coocique.fi.cr
- CORFO. (1962). *Geografía Económica de Chile: Texto Refundido*. Fundación Pedro Aguirre Cerca.
- Cox, S., Gagnon, P., Zinaman, O., Watson, A., & Hotchkiss, E. (2016). *DISTRIBUTED GENERATION TO SUPPORT DEVELOPMENT-FOCUSED CLIMATE ACTION*. https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/2016_EC-LEDS_Distributed-Generation-to-Support-Development-Focused-Climate-Action.pdf
- Craft, B., & Fisher, S. (2016). Measuring Effective and Adequate Adaptation. *International Institute for Environment and Development*, December, 20. www.iied.org
- Cubillos, L., Soto, D., Hernández, A., & Norambuena, R. (2020). *Informe Proyecto ARClím: Pesca Costera*.
- DGA. (2021). *Decretos declaración zona de escasez vigentes*. <https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/decretosZonasEscasez/Paginas/default.aspx>
- Dictuc. (2019). *SEGUNDO INFORME LICITACIÓN ANÁLISIS DE INVENTARIOS E INFRAESTRUCTURA DE COMBUSTIBLES ID 584105-14-LP19*.
- EPA. (2016). *Green Infrastructure and Climate Change Collaborating to Improve Community Resiliency* (Issue August).
- Estay, P. M. (2021). *Escasez hídrica en Chile*.
- Ffoulkes, C., Hockridge, B., Illman, H., Holmes, G., Manning, F., & Wilson, L. (2021). *Adaptation Committee Research to review and update indicators of climate-related risks and actions in England*. June.



- Foster, J., Lowe, A., & Winkelman, S. (2011). The value of green infrastructure for urban climate adaptation. *Center for Clean Air Policy*, 750(1), 1–52.
- Gibbs, M., & Meza, R. (2020). *Informe Proyecto ARClm: Turismo*.
- GIZ. (2014). *Repository of Adaptation Indicators*. 74.
- GIZ. (2016). *Climate Change Policy Brief*. June.
- GIZ & Eurac. (2017a). *Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook*.
- GIZ & Eurac. (2017b). *Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook*. https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2017/10/GIZ-2017_Risk-Supplement-to-the-Vulnerability-Sourcebook.pdf
- GIZ, adelphi, & EURAC. (2014). The Vulnerability Sourcebook Annex. *Giz*, 171.
- GIZ, & IISD. (2014). *Desarrollo de Sistemas Nacionales de Monitoreo y Evaluación de la Adaptación: una Guía*.
- Gobierno de Chile. (2021). *Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile - Camino a la carbono neutralidad y resiliencia a más tardar al 2050* (Issue April).
- Harley, M., Horrocks, L., Hodgson, N., & Van Minnen, J. (2008). Climate change vulnerability and adaptation indicators. *European Topic Centre on Air and Climate Change*.
- Harvey, A., Hodgson, N., Benzie, M., Winne, S., Smithers, R., Dresner, S., Dummond, P., Coleman, C., Horrocks, L., & Harley, M. (2011). Provision of research to identify indicators for the Adaptation Sub-Committee. *AEA Technology*, 3. http://downloads.theccc.org.uk.s3.amazonaws.com/ASC_2nd_Report/ED56687_Final_Report_Issue_3_130711.pdf
- Huitema, D., Adger, W. N., Berkhout, F., Massey, E., Mazmanian, D., Munaretto, S., Plummer, R., & Termeer, C. C. J. A. M. (2016). The governance of adaptation: Choices, reasons, and effects. Introduction to the special feature. *Ecology and Society*, 21(3). <https://doi.org/10.5751/ES-08797-210337>
- IPCC. (2014a). *AR5-WGII - Annex II- Glossary*. [https://doi.org/10.1016/s0959-3780\(06\)00031-8](https://doi.org/10.1016/s0959-3780(06)00031-8)
- IPCC. (2014b). AR5 WGII - Resumen para responsables de políticas. *Informe de Síntesis*, 1–176. <https://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/impact-adaptation-vulnerability/impact-spm-ts-sp.pdf>
- IPCC. (2014c). Chapter 14: Adaptation needs and options. In *Climate Change 2014 Impacts, Adaptation and Vulnerability: Part A: Global and Sectoral Aspects* (pp. 833–868). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415379.019>
- Jones, S., & Somper, C. (2014). The role of green infrastructure in climate change adaptation in London. *Geographical Journal*, 180(2), 191–196. <https://doi.org/10.1111/geoj.12059>
- Lawton, J.H., Brotherton, P.N.M., Brown, V.K., Elphick, C., Fitter, A.H., Forshaw, J., Haddow, R.W., Hilborne, S., Leafe, R.N., Mace, G.M., Southgate, M.P., Sutherland, W.J., Tew, T.E., Varley, J., & Wynne, G. R. (2010). Making space for nature: A review of England's wildlife Sites and ecological network. *Report to Defra, September*, 107.
- Leiter, T. (2017). The Adaptation M&E Navigator: A decision support tool for the selection of suitable approaches to monitor and evaluate adaptation to climate change. In T. Schuetz, W. Förch, P. Thornton, & I. Vasileiou (Eds.), *Evaluating Climate Change Action for Sustainable Development* (pp. 53–79). https://doi.org/10.1007/978-3-319-43702-6_4
- Leiter, T., Olhoff, A., Al Azar, R., Barmby, V., Bours, D., Clement, V. W. C., Dale, T. W., Davies, C., & Jacobs, H. (2019). *Adaptation metrics current landscape and evolving practice*. September, 51. www.gca.org
- Mason, L., Unger, C., Lederwasch, A., Razian, H., Wynne, L., & Giurco, D. (2013). *Adapting to climate risks and extreme weather: A guide for mining and minerals industry professionals* (National Climate Change Adaptation Research Facility (Ed.)). National Climate Change Adaptation



Research Facility.

- Massey, E., Huitema, H., Garrelts, K., Grecksch, H., Mees, T., Rayner, S., Storbjörk, C., Termeer, & Wings. (2015). Handling adaptation policy choices in Sweden, Germany, the UK and the Netherlands. *Journal of Water and Climate Change*, 6(1), 9–24. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2166/wcc.2014.110>
- Mbow, C., C. Rosenzweig, L.G. Barioni, T.G. Benton, M. Herrero, M. Krishnapillai, E. Liwenga, P. Pradhan, M.G. Rivera-Ferre, T. Sapkota, F.N. Tubiello, Y. X. (2019). Food Security. *Food Security. In: Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*, 437–550. <https://burundi-food-securityhealthywealthywise.weebly.com/food-security.html>
- Meza, F., Morales, D., González, D., Duarte, K., Jara, V., & Saldaña, P. (2020). *Informe Proyecto ARClim: Agricultura*.
- Minagri. (2016). *Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) 2017 - 2025*.
- Ministerio de Agricultura, & CONAF. (2016). *Programa de acción nacional de lucha contra la desertificación, la degradación de las tierras y la sequía*.
- Ministerio de Economía Fomento y Turismo, & Ministerio de Medio Ambiente. (2015). *Plan De Adaptación Al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura*.
- Ministerio de Energía. (2018). *Plan de adaptación al cambio climático para el sector energía 2018-2023*.
- Ley 20571, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN 3 (2012). <http://www.minenergia.cl/ley20571/wp-content/uploads/2015/03/Ley20.571.pdf>
- Ministerio de Energía. (2021). *Informe Preliminar de la Planificación Energética de Largo Plazo (PELP) Periodo 2023-2027*.
- Ministerio de Minería. (2019). *Plan Nacional de Depósitos de Relaves para una Minería Sostenible*. www.minmineria.gob.cl/
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2019). *DDU 423.Artículo 2.1.31. de la Ordenanza General de Urbanismo y Cosntrucciones*.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2018). *Plan De Adaptación Al Cambio Climático Para Ciudades 2018 - 2022*.
- MINSAL, & MMA. (2017). *Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Salud*. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/02/Plan-de-Adaptacion-al-CC-para-Salud-Version-Final.pdf>
- Miranda, A., Carrasco, J., González, M., Mentler, R., Moletto, Í., Altamirano, A., & Lara, A. (2020). *Informe Proyecto ARClim: Bosques Nativos y Plantaciones Forestales*. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Universidad de La Frontera, Instituto de Sistemas Complejos de Ingeniería, Universidad de Chile y Universidad Austral de Chile coordinado por Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Glo.
- MMA. (n.d.). *Definiciones Marco para la Restauración Ecológica*. Retrieved October 5, 2021, from <https://restauracionecologica.mma.gob.cl/definiciones/>
- MMA. (2014). *PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN BIODIVERSIDAD*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biochi.2015.03.025><http://dx.doi.org/10.1038/nature10402%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/nature21059%0Ahttp://journal.stainkudus.ac.id/index.php/equilibrium/article/view/1268/1127%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/nrmicro2577%0Ahttp://>
- MMA. (2015). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*.
- MMA. (2017). *Plan de acción nacional de cambio climatico 2017 - 2022*.



- MMA. (2019a). *Impactos del Cambio Climático en las costas de Chile. Ministerio del Medio Ambiente: Volumen 2. Exposición de zonas costeras* (Vol. 2). <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/2019-10-22-Informe-V02-CCCostas-Exposición-Rev1.pdf>
- MMA. (2019b). *Volumen 7: Vulnerabilidad y Riesgo en Caletas Pesqueras, en "Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile."* 1–112.
- MMA. (2020a). *Capítulo 9: Infraestructura verde urbana - Informe del estado del Medio Ambiente* (Vol. 115, Issue 115). http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_AM/PDF_AM_Ambienta_2016_115_60_75.pdf<http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/Lucio16.htm>
- MMA. (2020b). *Informe de seguimiento 2019 del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017 - 2022.*
- MMA. (2021a). *Cuarta Comunicación Nacional Ante La Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climatico* (p. 34).
- MMA. (2021b). *Estructura Organizacional - MMA.*
- MMA. (2021c). *Propuesta Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile.* https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/05/20200518_Lanzamiento-Proceso-Participativo-ECLP-MMA.pdf
- MMA, & CORECC Región de Atacama. (2021). *ANTEPROYECTO PLAN DE ACCIÓN REGIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO - REGIÓN DE ATACAMA.*
- MMA, & CORECC Region de Los Lagos. (2021). *Borrador Anteproyecto Plan De Acción Regional De Cambio Climático - Región De Los Lagos.*
- MMA, & CORECC Región de Los Ríos. (2021). *Borrador Ante Proyecto Plan De Acción Regional De Cambio Climático - Región De Los Ríos.*
- MMA, & CORECC Región de O'Higgins. (2021). *ANTEPROYECTO PLAN DE ACCIÓN REGIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO - REGIÓN DE O'HIGGINS.*
- MMA, & Ministerio de Agricultura. (2013). *Plan de adaptación al cambio climático del sector silvoagropecuario.*
- Mol, J., De Boer, W., Vellinga, T., Slinger, J., & Beumer, V. (2018). *Exploring Potential Climate Change Impacts and Adaptation Strategies for Seaport Operability.* 1–9.
- MOP. (2017). *Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017 - 2022.* <http://www.dgop.cl/Documents/PlanAccionMop.pdf>
- MOP. (2020). *Cuenta Pública participativa 2020 - Pre informe* (Vol. 0, Issue 4828). http://www.dirplan.cl/estudios/Paginas/Detalle_estudios.aspx?item=3
- Moreno, J. M., Laguna-Defior, C., Barros, V., Calvo Buendía, E., Marengo, J. A., & Spring, Ú. O. (2020). *Adaptación frente a los Riesgos del Cambio Climático en los Países Iberoamericanos - Informe RIOCCADAPT* (McGraw-Hill (Ed.)).
- Neufeldt, H. E., Jochem, J., Hinkel, D., Huitema, E., Massey, P., Watkiss, & Lonsdale. (2010). Climate policy and inter-linkages between adaptation and mitigation. In M. Hulme and H. Neufeldt editors (Ed.), *Making climate change work for us.* (pp. 3–30).
- Núñez, J. H., Verbist, K., Wallis, J. R., Schaefer, M. G., Morales, L., & Cornelis, W. M. (2011). Regional frequency analysis for mapping drought events in north-central Chile. *Journal of Hydrology*, 405(3–4), 352–366. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.05.035>
- ODEPA. (2000). *Clasificación de las Explotaciones Agrícolas del VI Censo Nacional Agropecuario Según Tipo de Productor y Localización Geográfica.*
- OECD. (2015). National Climate Change Adaptation: Emerging Practices in Monitoring and Evaluation. In *National Climate Change Adaptation.* OECD Publishing.



- <https://doi.org/10.1787/9789264229679-en>
- Pica-Télliz, A., Garreaud, R., Meza, F., Bustos, S., Falvey, M., Ibarra, M., Duarte, K., Ormazábal, R., Dittborn, R., & Silva, I. (2020). *Informe Proyecto ARCLim: Atlas de Riesgos Climáticos para Chile*. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Centro de Cambio Global UC y Meteosdata para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). http://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2021/03/Informe_ARCLIM_Consolidado.pdf
- Pierre, J., & Peters, B. (2000). *Governance, politics and the state*. *Proyecto Ley Marco de Cambio Climático*. (2020).
- Raaymakers, S., & Parairato, W. (2019). *TERMINAL EVALUATION (TE) REPORT SIWSAP Solomon Islands Water Sector Adaptation Project*.
- Rustum, R., Kurichiyani, A. M. J., Forrest, S., Sommariva, C., Adeloye, A. J., Zounemat-Kermani, M., & Scholz, M. (2020). Sustainability ranking of desalination plants using mamdani fuzzy logic inference systems. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(2), 1–22. <https://doi.org/10.3390/su12020631>
- Sarricolea, P., & Meseguer-Ruiz, Ó. (2016). Sequías en Chile central a partir de diferentes índices desde 1824. *Clima, Sociedad, Riesgos y Ordenación Del Territorio, May 2017*, 387–395. <https://doi.org/10.14198/xcongresoaealicante2016-36>
- Schneider, T. (2014). Responsibility for private sector adaptation to climate change. *Ecology and Society*, *19*(2), :8. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5751/ES-06282-190208>
- Schönthaler, K., & von Andrian-Werburg, S. (2015). *Handbuch zur Verstetigung der indikatorbasierten Berichterstattung zur Umsetzung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)*.
- SERNATUR. (2019). *Plan de Adaptación al Cambio Climático del sector Turismo en Chile*. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/01/Plan-de-Adaptacion-al-Cambio-Climatico-del-sector-Turismo-en-Chile-VF-9-enero-2020.pdf>
- SONAMI. (2018). *Informe Consumo de Agua en Minería 2018*. <https://www.sonami.cl/v2/wp-content/uploads/2020/06/informe-de-agua-2018.pdf>
- Tubi, A., & Williams, J. (2021). Beyond binary outcomes in climate adaptation: The illustrative case of desalination. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, *12*(2), 1–18. <https://doi.org/10.1002/wcc.695>
- UNFCCC. (2015). Acuerdo de París. In *COP21* (p. 18). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Urquiza, A., Billi, M., Calvo, R., Amigo, C., Navea, J., Monsalve, T., Álamos, N., Neira, C., Rauld, J., Allendes, Á., Arrieta, D., Barrera, V., Basoalto, J., Cárdenas, M., Contreras, M., Fleischmann, M., Daniel, H., Labraña, J., Larraguibel, C., ... Winckler, P. (2020). *Informe Proyecto ARCLim: Asentamientos Humanos* (pp. 1–48). Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Red de Pobreza Energética, Iniciativa ENEAS: Energía, Agua y Sustentabilidad y Núcleo de Estudios Sistémicos Transdisciplinarios, coordinado por el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cam.
- Vargas, X., Ricchetti, F., Jerez, C., & Mendoza, P. (2020). *Informe Proyecto ARCLim: Hidrología*. <https://arclim.mma.gob.cl/>
- Vásquez, A. E. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Geografía Norte Grande*, *63*.
- Vink, M. J., Dewulf, A., & Termeer, C. (2013). The role of knowledge and power in climate change adaptation governance: a systematic literature review. *Ecology and Society*, *18*(4), :46.



[https://doi.org/http:// dx.doi.org/10.5751/ES-05897-180446](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5751/ES-05897-180446)

Vivanco, E. (2017). Impacto Ambiental de Desalinización de Agua de Mar. In *Biblioteca del congreso nacional*.

<https://www.camara.cl/pdf.aspx?prmTIPO=DOCUMENTOCOMUNICACIONCUENTA&prmID=42372>

Wiegel, M., de Boer, W., van Koningsveld, M., van der Hout, A., & Reniers, A. (2021). Global Mapping of Seaport Operability Risk Indicators Using Open-Source Metocean Data. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/jmse9070695>

Winckler, P., Contreras-López, M., Larraguibel, C., Mora, J., Esparza, C., Agredano, R., Martínez, C., & Torres, I. (2020). *Informe Proyecto Arclim: Zonas Costeras*. Universidad de Valparaíso, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Pontificia Universidad Católica de Chile, coordinado por Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Global UC para el Ministerio del Medio Ambiente a través de .

11. Anexos

11.1 Lista de asistentes a las distintas instancias participativas

11.1.1 Taller 1

Tabla 11-1 Listado de asistentes taller 1

Sector	Asistente	Descripción Asistente
Recursos Hídricos	Juan Arriagada	Comunidad Indígena Catrinhuala
	Rocío Gutiérrez	Equipo
	Marina Hermosilla	CLG-Chile
	Camilo Prats	MMA
	Emiko Sepúlveda	MMA
	Jessica Ulloa	OCC MMA
	Sebastián Vicuña	Equipo
	Carolina Vilches	DMC
	Eva Soto	Colegio de Ingenieros
	Jaime Yáñez	CNR
	Macarena Bahamondes	DIFROL
	María Jesús Llambias	CNR
Energía	Rodrigo Barrera	Agencia Sostenibilidad Energética
	Rodrigo Céspedes	MMA
	Álvaro Lorca	Equipo
	David Morales	Equipo
	Tomás Tapia	Generadoras de Chile AG
	Carlos Toro	Pública
	Raúl Urtubia	Academia
Infraestructura	Mónica Baeza	MOP
	Manuel Contreras	Equipo
	Jorge Gironás	Equipo
	Diego González	Equipo
	Valentina Jara	Equipo
	Evelyne Medel Vera	MOP
	Juan Marcelo Montecinos Pérez	Consejo Cosoc MOP Nivel Central
	Kathya Rodríguez	MMA
	José Ignacio Selles	MMA
	Hernán Torres	MOP - DGC
	Fabiola Zamora	Ministerio de Obras Públicas
Simón Bruna	UAndes	
Zonas Costeras	Matías Alcalde	Chile California Council
	Sandra Álvarez	Ministerio de Defensa - Gabinete
	Loredana Díaz Bravo	Gobierno Regional del Biobío-CRUBC
	María Farias	Subsecretaría para las Fuerzas Armadas
	Jenny Maturana	DIRECTEMAR
	Gladys Santis	MMA
	Catalina Veloso	Equipo
	Patricio Winckler	Equipo
	Sabah Zrari	Universidad de Valparaíso
	Andrés Figueroa	Subsecretaría para las Fuerzas Armadas



Sector	Asistente	Descripción Asistente
	Begoña Ramírez	ONG FIMA
	Cristian Espejo	SHOA
	Manuel Contreras	Equipo
	Beatriz Farías	Subsecretaría para las Fuerzas Armadas
	Jaime Valderrama	Subsecretaría para las Fuerzas Armadas
	Valentina Ariztía	Subsecretaría para las Fuerzas Armadas
	Pablo Elorrieta	Subsecretaría para las Fuerzas Armadas
Silvoagropecuario	Pilar Cereceda	ODEPA
	J. Angelina Espinoza O.	ODEPA
	Karina Godoy	instituto de ecología y biodiversidad
	Marina Hermosilla	CLG-Chile
	Valentina Jara	Equipo
	Francisco Meza	Equipo
	Soledad Palma Sierra	ONU Amiente
	Camilo Prats	MMA
	Emiko Sepúlveda	MMA
	Priscilla Ulloa	MMA
	Alejandra Stehr	Universidad de Concepción
Nicole Sandoval		
Minería	Grecia Pérez De Arce Jaramillo	Consultora GMG
	Arlene Castro	Equipo
	Bryan Contreras Aguayo	MMA
	Oscar Melo	Equipo
	José Tomás Morel	Consejo Minero
	Camila Montes	Cochilco
	Maritza Jadrijevic	MMA
	Rosana Brantes	Cochilco
Pesca y Acuicultura	María Angela Barbieri	PUCV
	Rocío Gutiérrez	Equipo
	Ricardo Norambuena	COPAS Sur-Austral, Universidad de Concepción
	Gustavo San Martin	Subsecretaria de Pesca y Acuicultura
	Gladys Santis	MMA
	Doris Soto	Equipo
	Flor Uribe	Subpesca
	Cristian Vásquez	Consultor FAO
	Eleuterio Yáñez Rodríguez Yáñez	Profesor Titular PUCV
	Alejandra Paineo	SUBPESCA
	José Aguilar-Manjarrez	FAO
	Martina Delgado	SUBPESCA
Rodrigo Zamora	Sociedad Nacional de Pesca	
Turismo	Arlene Castro	Equipo
	Nora Fredericksen Neira	Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático
	Oscar Melo	Equipo
Biodiversidad	Johanna Arriagada	MMA
	Carolina Barra	MMA
	Anne-Lise Bohaud	Equipo
	Diego González	Equipo



Sector	Asistente	Descripción Asistente
	Pablo Marquet	Equipo
	Luis Opazo	Seremi del Medio Ambiente
	Patricio Pliscoff	Equipo
	Jaime Rovira	Rovira & Asociados
	Karin Petra Wallem Stein	GEF Montaña
	Maritza Jadrijevic	MMA
	Pilar Cereceda	UC
	Sergio Silva Soto	
Salud	Anne-Lise Bohaud	Equipo
	Luis Cifuentes	Equipo
	Patricia Matus	Universidad de los Andes
	Julio Monreal	MINSAL
	Laura Morlans	MINSAL
	Yasna Palmeiro	UCL
	Priscilla Ulloa	MMA
Ciudades y Asentamientos Humanos	Marco Billi	Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia
	Cristian Henríquez	Equipo
	María Ignacia Rojas Bernabé	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
	Álvaro Salas	MTT- SECTRA
	José Ignacio Selles	Ministerio del Medio Ambiente
	Valeria Tapia	SECTRA-MTT
	Catalina Veloso	Equipo
	Anahi Urquiza	CR2
	Massimo Palme	Universidad Católica del Norte

Fuente: Elaboración propia

11.1.2 Reuniones Sectoriales

Tabla 11-2 Listado de asistentes en las reuniones sectoriales

Sector y Fecha	Asistente	Descripción Asistente
Recursos Hídricos 13/01/2022	Jessica Ulloa	MMA
	Sebastián Menares	DGA
	Javiera Pérez	DGA
	María Victoria Aedo	DGA
	Maximiliano Bolados	DGA
	Emiko Sepúlveda	OCC
	Camilo Prats	MMA - Contraparte
	Cristian Henríquez	Equipo consultor – Jefe de proyecto
	Oscar Melo	Equipo consultor
	Catalina Veloso	Equipo
Energía 09/12/2021	Daniel Charlín	Ministerio de Energía – Resiliencia y Gestión del Riesgo
	María José García	Ministerio de Energía – Cambio Climático
	José Miguel Valdés	Equipo consultor – Coordinador del proyecto
	Manuel Contreras-López	Equipo consultor – Experto en datos cualitativos
	Rocío Gutiérrez	Equipo
Infraestructura 25/11/2021	Milo Millán	DOH – Jefe de la división de Cauces y Drenaje Urbano
	Silvio Rivera	DOH – Jefe depto. medioambiente
	Ivonne Marchant	MOP



Sector y Fecha	Asistente	Descripción Asistente
	Maritza Jadrijevic	MMA - Contraparte
	José Ignacio Selles	MMA
	Cristian Henríquez	Equipo consultor – Jefe de Proyecto
	Oscar Melo	Equipo consultor – Líder Metodológico
	Manuel Contreras-López	Equipo consultor
	José Miguel Valdés	Equipo consultor – Coordinador del proyecto
	David Morales	Equipo consultor
	Catalina Veloso	Equipo
	Rocío Gutiérrez	Equipo
Zonas Costeras 06/12/2021	Beatriz Farías	Subsecretaría FFAA – Depto. Borde costero
	Jaime Valderrama	Subsecretaría FFAA – Depto. Borde costero
	Pablo Elorrieta	Subsecretaría FFAA – Depto. Borde costero
	Andrés Figueroa	Subsecretaría FFAA – Depto. Asuntos Marítimos
	Daniela Díaz	Sernapesca – Conservación y biodiversidad
	Erika Silva	Sernapesca – Conservación y Biodiversidad
	Camilo Prats	MMA - Contraparte
	Cristian Henríquez	Equipo consultor – Jefe de Proyecto
	Oscar Melo	Equipo consultor – Líder Metodológico
	Manuel Contreras-López	Equipo consultor – Experto datos cualitativos
	José Miguel Valdés	Equipo consultor – Coordinador del proyecto
	David Morales	Equipo consultor
	Catalina Veloso	Equipo
	Rocío Gutiérrez	Equipo
Silvoagropecuario 16/12/2021	J Angelina Espinoza	Punto focal de cambio climático de ODEPA
	Daniela Acuña	ODEPA
	Priscilla Ulloa	MMA – OCC- Silvoagropecuario
	Maritza Jadrijevic	MMA – Contraparte
	Camilo Prats	MMA – Contraparte
	Oscar Melo	Equipo consultor – Líder Metodológico
	Manuel Contreras-López	Equipo consultor – Experto datos cualitativos
	José Miguel Valdés	Equipo consultor – Coordinador del proyecto
	Catalina Veloso	Equipo
	Rocío Gutiérrez	Equipo
Minería 1 16/12/2021	Bryan Contreras	MMA – OCC
	Eduardo Zúñiga	Ministerio de Minería
	Maritza Jadrijevic	MMA - Contraparte
	Camilo Prats	MMA - Contraparte
	Cristian Henríquez	Equipo consultor – Jefe de proyecto
	Manuel Contreras López	Equipo consultor
	Catalina Veloso	Equipo
	Rocío Gutiérrez	Equipo
Minería 2 20/01/2022	Maricel Gibbs	Consultora Eridanus – Trabajó en consultoría de indicadores para elaborar cadenas de impacto de minería
	Rodrigo Meza	Eridanus – Trabajó en consultoría de indicadores para elaborar cadenas de impacto de minería
	Camila Montes	Cochilco – Sustentabilidad en el sector minero
	Priscilla Ulloa	MMA – OCC
	Rosana Brantes	Cochilco



Sector y Fecha	Asistente	Descripción Asistente
	Cristian Henríquez	Equipo consultor – Jefe de proyecto
	Oscar Melo	Equipo consultor
	Catalina Veloso	Equipo
Pesca y Acuicultura 14/12/2021	Gustavo San Martín	SUBPESCA – Encargado cambio climático y PSA
	Lorena Burotto	SUBPESCA – Unidad Áreas Marinas Protegidas y Cambio Climático
	Gladys Santis	MMA – Adaptación
	Camilo Prats	MMA – Contraparte
	Cristian Henríquez	Equipo consultor – Jefe de proyecto
	Manuel Contreras López	Equipo consultor
	Catalina Veloso	Equipo
	Rocío Gutiérrez	Equipo
	Turismo 02/12/2021	Elaine Gibbons
Camilo Prats		MMA - Contraparte
Martiza Jadrijevic		MMA - Contraparte
Emiko Sepúlveda		MMA
Oscar Melo		Equipo consultor – Líder Metodológico
Manuel Contreras-López		Equipo consultor – Experto datos cualitativos
José Miguel Valdés		Equipo consultor – Coordinador del proyecto
David Morales		Equipo consultor
Catalina Veloso		Equipo
Rocío Gutiérrez		Equipo
Biodiversidad 09/12/2021		Daniel Álvarez
	Amerindia Jaramillo	MMA – Depto. Ecosistemas Acuáticos
	Maritza Jadrijevic	MMA - Contraparte
	Cristian Henríquez	Equipo consultor – Jefe de proyecto
	Catalina Veloso	Equipo
	Rocío Gutiérrez	Equipo
Salud 14/21/2021	Julio Monreal	MINSAL – Adaptación Salud
	Guido Martínez	MINSAL – Materias de Cambio Climático
	Priscilla Ulloa	MMA – OCC Salud
	Maritza Jadrijevic	MMA – Contraparte
	José Miguel Valdés	Equipo consultor – Coordinador del proyecto
	Catalina Veloso	Equipo
Ciudades y Asentamientos Humanos 09/12/2021	Valeria Tapia	SECTRA MTT
	Álvaro Salas	SECTRA MTT
	Loreto Paillaqueo	MINVU
	Alejandro Lagos	MINVU – Centro de estudios de ciudades y territorio
	María Ester Arancibia	MINVU – SECS
	Carolina Manríquez	GORE RM
	Cristian Henríquez	Equipo consultor – Jefe de proyecto
	Catalina Veloso	Equipo

Fuente: Elaboración propia



11.1.3 Taller 2

Tabla 11-3 Listado de asistentes al taller 2

Mesa	Asistente	Descripción asistente
1	Marco Billi	Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2
	Elaine Gibbons	Subsecretaría de Turismo
	Cristian Henríquez	Equipo
	Claudia Iturra	Instituto Nacional de Estadísticas
	Alejandra Lagos	MINVU
	Evelyne Medel Vera	MOP
	David Morales	Equipo
	Camilo Prats	MMA
	Carolina Rojas	CEDEUS
	Emiko Sepúlveda Mabe	Ministerio de Medio Ambiente
	Doris Soto Benavides	INCAR UDEC Puerto Montt
	Valeria Tapia	SECTRA-MTT
	Felipe Valenzuela	Consejo Nacional de Desarrollo Urbano
2	Daniel Álvarez Latorre	dalvarezl@mma.gob.cl
	Mabel Araya	INE-Estadísticas de Género
	Johanna Arriagada	MMA-OCC
	Jacqueline Espinoza	ODEPA
	Rocío Gutiérrez	Equipo
	Maritza Jadrijevic	MMA
	Jennifer Lara	Minvu
	Oscar Melo	Equipo
	Ma. Consuelo Morales	MINVU
	Javiera Pérez	DGA
	Jorge Saavedra	CONAF
	Jaime Valderrama	SSFFAA
	3	María Arancibia
Michelle Cancino		Ministerio de Minería
Manuel Contreras Lopez		Equipo
Nora Fredericksen		Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático
Tomás Gómez		Ministerio del Medio Ambiente
Leonardo Lazo		Ministerio de Minería
Mauricio LORCA		DGA - MOP
Loreto Pailaqueo		MINVU
Priscilla Ulloa		Ministerio Medio Ambiente
Catalina Veloso		Equipo
Sebastián Vicuña	Universidad Católica	

Fuente: Elaboración propia



11.2 Discusión conceptual sobre componentes de cadenas de impacto

En el AR5 (IPCC, 2014b) fue incorporado el concepto de **riesgo** de cambio climático lo cual implicó un cambio de paradigma respecto al AR4, donde el marco conceptual anterior estaba centrado en el concepto de vulnerabilidad al cambio climático. De acuerdo al informe RIOCCADAPT²⁵, la idea fundamental es que el cambio climático conlleva riesgos, a los que hay que enfrentarse mediante la adaptación para evitar o reducir sus impactos (Moreno et al., 2020). En el glosario del WGII del AR5, el riesgo de cambio climático se define como:

Riesgo (R): *Potencial de consecuencias en que algo de valor humano (incluidos los propios humanos) está en peligro con un desenlace incierto. A menudo el riesgo se representa como la probabilidad de acaecimiento de sucesos o tendencias peligrosos multiplicada por las consecuencias en caso de que ocurran tales sucesos. Los riesgos resultan de la interacción de la vulnerabilidad, la exposición y el peligro. En el presente informe²⁶, el término riesgo se utiliza principalmente en referencia a los riesgos de impactos del cambio climático (IPCC, 2014a).*

La definición de Riesgo incluye algunos conceptos destacables, por un lado, resalta que las consecuencias son potenciales y con incertidumbre en su desenlace. Además, resalta que el objeto de riesgo es “algo de valor humano”, es decir, el riesgo se da sobre elementos de valor. Por último, explicita la relación con los componentes del riesgo: V, A y E. Considerando lo anterior, se puede resumir que el riesgo corresponde a los impactos potenciales del cambio climático sobre elementos de valor que resultan de la interacción entre la amenaza, exposición y vulnerabilidad.

De esta definición se desprende que los riesgos derivados del clima y el cambio climático surgen como consecuencia de la interacción de tres componentes: amenaza (sinónimo de peligro)²⁷, exposición y vulnerabilidad. De acuerdo a Moreno et al.(2020), las amenazas climáticas se escapan en buena medida a la intervención y control humano, mientras que los factores que contribuyen a la exposición y vulnerabilidad (física, económica, social o ambiental) sí permiten un mayor grado de intervención. Así, por ejemplo, una buena zonificación de un instrumento de planificación territorial puede reducir la exposición a aluviones, un buen sistema sanitario podrá actuar preventivamente frente al calor extremo en poblaciones de riesgo, etc. Es importante destacar que la materialización del riesgo se manifiesta en forma de impactos (por ejemplo, casas inundadas o destruidas; morbilidad y mortalidad de las personas por calor extremo, etc.). El riesgo puede materializarse de forma súbita (por ej., el deslizamiento de una ladera debido a lluvias torrenciales) o gradual, esto es, que aumente el estrés poco a poco (por ej. aumento del nivel mar o la sequía).

El concepto de riesgo como los de vulnerabilidad y exposición, a su vez, están influenciados por procesos socioeconómicos que influyen en los factores que inciden en el riesgo climático (ver Figura 11-1). Como muestra la figura, es importante destacar que los procesos de gobernanza permiten

²⁵ Informe Adaptación frente a los Riesgos del Cambio Climático en los Países Iberoamericanos (Moreno et al., 2020)

²⁶ Se refiere al informe del WGII del AR5. Nótese que la definición de riesgo del glosario general del AR5 (editado por Mach, Planton & Von Stechow) es sutilmente diferente al glosario del WGII (editado por Agard y Schipper)

²⁷ En el texto en inglés se refiere a “Hazard”, que en la traducción oficial se presenta como “Peligro”. Sin embargo, a nivel nacional se utiliza ampliamente el concepto “Amenaza”.

movilizar una serie de medidas y acciones para alcanzar niveles de adaptación y mitigación óptimos para lograr sociedades más resilientes y sostenibles.

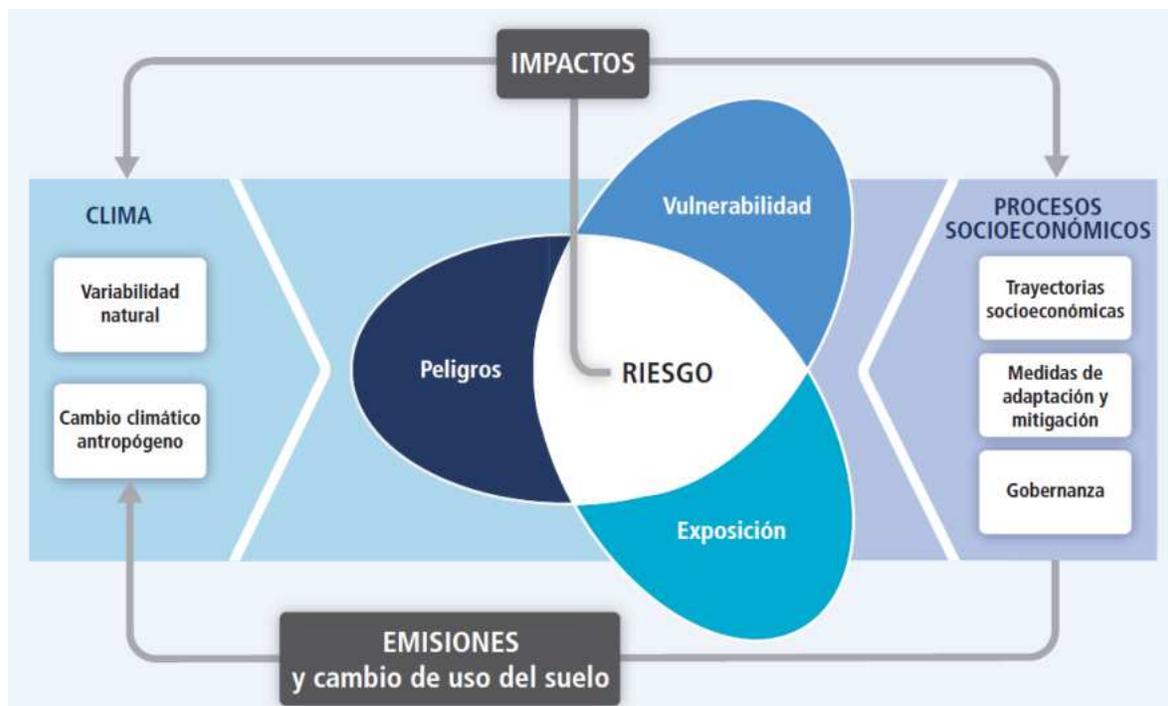


Figura 11-1 Ilustración del marco conceptual de los riesgos del cambio climático

Fuente: (IPCC, 2014b)

Esta definición de riesgo, y la relación explícita con los términos de vulnerabilidad, exposición y amenaza, dan forma al marco conceptual que se utilizó en el proceso de desarrollo de la plataforma del Atlas de Riesgo Climáticos (ARClím) (Pica-Téllez et al., 2020), donde se proponen definiciones operativas basadas en las definiciones del AR5 y de las recomendaciones de GIZ para implementar el enfoque de riesgo del cambio climático (GIZ & Eurac, 2017b).

En particular la definición operativa de riesgo climático utilizada en ARClím es *“la probabilidad e intensidad esperada de impactos negativos sobre un territorio, los sistemas sociales y comunidades humanas que lo habitan, que resulta de sucesos o tendencias de naturaleza climática”* (Pica-Téllez et al., 2020). Esta definición es más operativa en la medida que describe el riesgo en base a las componentes de probabilidad de ocurrencia e intensidad de los impactos en caso de que llegase a ocurrir. También acota la definición al riesgo “climático” vinculándolo con la amenaza climática, entendida como sucesos o tendencias de naturaleza climática, en la definición del IPCC la descripción de Riesgo es aplicable para contextos diferentes al riesgo de cambio climático, acotándose que en el marco del AR5, en general se refiere a riesgos climáticos.

En la descripción metodológica de ARClím, se explica que al momento de estimar el riesgo este se considera como una función de la Exposición, la Vulnerabilidad y la Amenaza, donde la función es ad-hoc para cada cadena de impacto estudiada. En este sentido se puede decir que la estimación del riesgo no se trata de una probabilidad propiamente tal, sino de un valor de susceptibilidad



relativa basada en la integración de los tres factores basales. Esto es relevante de aclarar ya que la incertidumbre ligada al cambio climático impide usar un enfoque probabilístico clásico como puede ser el caso de cálculo de períodos de retorno o métodos similares. Se debe notar que en este marco las intensidades de los impactos no son comparables por lo que tampoco lo es el indicador de riesgo desarrollado. De esta manera si bien los indicadores desarrollados por ARClím tienen una escala común, esto no implica que a un mismo valor de índice los riesgos sean similares. Es decir, no permite priorizar riesgos.

De acuerdo al glosario del WGII del AR5, **amenaza** se define como:

Amenaza (A): *Acaecimiento potencial de un suceso o tendencia físico de origen natural o humano, o un impacto físico, que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, prestaciones de servicios y recursos ambientales. En el presente informe, el término peligro se refiere generalmente a sucesos o tendencias físicos relacionados con el clima o los impactos físicos de este (IPCC, 2014a).*

De esta forma, la amenaza en el contexto de los riesgos del cambio climático, corresponde a una condición climática – ya sea evento o tendencia - cuya potencial ocurrencia puede resultar en impactos negativos para un elemento (físico, económico, social o ambiental) de valor. El IPCC lista los impactos negativos, que se relaciona con las “*potenciales consecuencias sobre algo de valor*” que se incluye en la definición de riesgo: la pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas a la propiedad, la infraestructura, los medios de vida, la prestación de servicios, los ecosistemas y recursos ambientales. De esta forma, la definición de amenaza, en el contexto de riesgo climático, podría reinterpretarse como la posible ocurrencia de un evento o tendencia natural o inducida por el ser humano, que causa impactos en elementos de valor²⁸, a causa del cambio climático.

En la definición de ARClím, la misma lista de impactos es recogida, donde además se realiza la precisión de que, en el marco de ARClím, las amenazas corresponden a “una condición climática”. Por otra parte, la definición de ARClím no explícita si la amenaza puede ser tanto un evento como una tendencia. De lo anterior se deriva que tanto los eventos climáticos extremos puntuales como la variación de las condiciones climáticas (cambios graduales de mediano o largo plazo) en general, son amenazas.

Respecto a la **exposición**, la definición del glosario del WGII del AR5 es:

Exposición (E): *La presencia de personas, medios de subsistencia, especies o ecosistemas, servicios y recursos ambientales, infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales en lugares que podrían verse afectados negativamente (IPCC, 2014a).*

²⁸ En el presente estudio se propone el concepto de “elementos de valor” que se vincula con la definición de riesgo e incluye todos los explicitados por el IPCC: la pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas a la propiedad, la infraestructura, los medios de vida, la prestación de servicios, los ecosistemas y recursos ambientales.



La definición de exposición, de forma análoga a la amenaza, presenta un listado de instancias de “*algo de valor*” referenciado en la definición de riesgo, entendiendo que la presencia de ellos en lugares amenazados (“*que podrían verse afectados negativamente*”) corresponde a la exposición. Con esto una reinterpretación posible de la exposición es que corresponde al conjunto de elementos de valor que se encuentran presentes en lugares y entornos que podrían verse afectados por una amenaza.

ARClm se basa en la definición del IPCC, manteniendo que la exposición se refiere a la presencia de elementos valor en lugares donde podrían verse impactados negativamente. En particular la definición especifica una serie de posibles elementos valorados tales como personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales. El nivel de exposición puede ser expresado, por ejemplo, en términos de valores absolutos, en unidades derivadas de estos tales como densidades o en proporción de los elementos en riesgo (GIZ & Eurac, 2017b).

La última componente del riesgo, corresponde a la **vulnerabilidad**, la cual es definida por el WGII del AR5 como:

Vulnerabilidad (V): *Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación (IPCC, 2014a).*

De esta forma, la vulnerabilidad es entendida como la combinación de factores que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación, y que resultan en la propensión o predisposición a verse afectado negativamente. Conceptualmente, la vulnerabilidad es el factor que relaciona la exposición de un elemento de valor a una amenaza, con las eventuales consecuencias descritas en la definición del riesgo. Si bien la definición textual del IPCC no explícita el sujeto propenso o predispuesto a ser afectado, de la definición de riesgo se deriva que se refiere a “*algo de valor humano*”, de la misma forma, si bien no la definición de vulnerabilidad no está acotada al contexto climático, se podría considerar que en el contexto actual se refiere a los posibles impactos asociados a las amenazas climáticas. Considerando lo anterior, una posible interpretación complementaria del IPCC es que la vulnerabilidad es la propensión o predisposición de elementos de valor a verse afectados por amenazas climáticas. Es función de la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la capacidad de respuesta y de adaptación.

El informe RIOCCADAPT (Moreno et al., 2020) plantea como ejemplo que una inundación severa hará que muchas personas tengan que invertir sus ahorros en reconstruir sus viviendas, quedándose sin recursos para hacer frente a una nueva contingencia, en este sentido estarán más sensibles y menos preparados para enfrentar otro evento, es decir más vulnerables (Romero et al, 2020), sobre todo si se trata de población pobre. Otra definición relevante, que colabora en comprender mejor la definición de vulnerabilidad, es la definición de vulnerabilidad resultante: “*Toda consecuencia residual que queda después de haber realizado la adaptación*” (IPCC, 2014a).

Asociado a la vulnerabilidad, hay dos conceptos relevantes: **sensibilidad** y capacidad de adaptación. El primero de ellos se define como:



Sensibilidad (S): Grado en que un sistema o especie resultan afectados, positiva o negativamente, por la variabilidad o el cambio climático. Los efectos pueden ser directos (p. ej., una variación del rendimiento de los cultivos en respuesta a una variación de la temperatura media, de los intervalos de temperatura o de la variabilidad de la temperatura) o indirectos (p. ej., los daños causados por un aumento de la frecuencia de las inundaciones costeras como consecuencia de una elevación del nivel del mar) (IPCC, 2014a).

De esta forma, el IPCC destaca que es el grado de impacto frente a una amenaza, donde los impactos se entienden como los efectos en los sistemas naturales y humanos. Asociando esta definición a la definición de riesgo, los sistemas naturales y humanos serían los objetos del riesgo y, por lo tanto, serían los elementos de valor mencionados anteriormente. En particular llama la atención, que esta definición, a diferencias de las revisadas anteriormente, incluye los posibles efectos negativos o positivos. Reconocer estos posibles impactos positivos da cuenta de que la adaptación comprende también la identificación y aprovechamiento de oportunidades que surgen del cambio climático. Una reinterpretación de la definición de sensibilidad es el grado en que un elemento de valor es afectado, ya sea negativa o positivamente, por la variabilidad climática o el cambio climático.

Respecto al concepto de sensibilidad, ARCLim, en base a GIZ & EURAC (2017b), lo define como un concepto determinado por todos los factores no climáticos que afectan directamente las consecuencias de un evento climático, por tanto es un concepto más independiente al cambio climático. Esta definición operativa de ARCLim describe los factores que la componen y no lo que la define, como sí lo aclara el IPCC.

Respecto al concepto de **capacidad de adaptación**, en concordancia con la definición de vulnerabilidad, se considera que en realidad se compone de dos conceptos definidos en el glosario del WGII del AR5:

Capacidad de respuesta²⁹: Habilidad de personas, instituciones, organizaciones y sistema, usando aptitudes, valores, creencias, recursos y oportunidades disponibles, de atender, gestionar y superar condiciones adversas en el corto y mediano plazo.

Capacidad de adaptación: Capacidad de los sistemas, las instituciones, los humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias.

El IPCC define el acto de dar respuesta como al uso de recursos para gestionar condiciones adversas con el objetivo de alcanzar un nivel de funcionamiento básico en el corto o mediano plazo. Por su parte, la capacidad de adaptación se define como la capacidad de los sistemas, las instituciones, los seres humanos y otros organismos para ajustarse a los daños potenciales, aprovechar las oportunidades o responder a las consecuencias. En consideración de lo anterior, una posible interpretación única que incluya ambos conceptos es la habilidad de personas, instituciones, organizaciones o sistemas naturales para sobrellevar condiciones adversas a corto o mediano plazo, así como prepararse frente a potenciales daños y/o aprovechar las oportunidades del cambio climático³⁰.

²⁹ La versión en español del glosario del AR5-WGII no incluye el concepto de capacidad de respuesta, es traducido desde la versión en inglés (“*coping capacity*”).

³⁰ Incluye tanto los conceptos del IPCC de capacidad de respuesta como la capacidad de adaptación.



En cuanto a la capacidad de adaptación, de acuerdo a la definición de vulnerabilidad se compone por la capacidad de respuesta y adaptación. Al respecto, ARClím se limita a la definición del IPCC de capacidad de respuesta³¹, sin considerar la adaptación. En GIZ & EURAC (2017b) plantean que la capacidad referida en la definición de vulnerabilidad se refiere a la “habilidad de la sociedad y comunidades de prepararse para y responder a los actuales y futuros impactos climáticos” y se compone de la capacidad de respuesta y de capacidad adaptativa.

En la Tabla 11-4 se presenta una comparación de las definiciones para los conceptos recién revisados. Se observa que, si bien las definiciones oficiales corresponden a las del IPCC, se ofrece una interpretación propia que busca facilitar la comprensión de las definiciones del IPCC, con definiciones enfocadas en lo que indica el concepto (por ejemplo, “*Impactos potenciales del cambio climático sobre elementos de valor*”), y complementadas con la composición del mismo (ejemplo, “*resultan de la interacción entre la amenaza, exposición y vulnerabilidad*”). Las definiciones adaptadas también buscan uniformar el lenguaje utilizado, considerando que las definiciones del IPCC, a su vez, se basa en las definiciones de diferentes fuentes de información.

³¹ Término original en inglés “*coping*”, traducido como afrontamiento en las traducciones oficiales del IPCC.

Tabla 11-4 Comparación de definiciones para conceptos claves de los riesgos del cambio climático

Concepto	Fuente	Definición
Riesgo	IPCC	Potencial de consecuencias en que algo de valor humano (incluidos los propios humanos) está en peligro con un desenlace incierto. A menudo el riesgo se representa como la probabilidad de acaecimiento de sucesos o tendencias peligrosos multiplicada por las consecuencias en caso de que ocurran tales sucesos. Los riesgos resultan de la interacción de la vulnerabilidad, la exposición y el peligro. En el presente informe, el término riesgo se utiliza principalmente en referencia a los riesgos de impactos del cambio climático.
	ARClím	Es la probabilidad e intensidad esperada de impactos negativos sobre un territorio, los sistemas sociales y comunidades humanas que lo habitan, que resulta de sucesos o tendencias de naturaleza climática.
	Reinterpretación propia	<i>Impactos potenciales del cambio climático sobre elementos de valor que resultan de la interacción entre la amenaza, exposición y vulnerabilidad.</i>
Amenaza	IPCC	Acaecimiento potencial de un suceso o tendencia físico de origen natural o humano, o un impacto físico, que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, prestaciones de servicios y recursos ambientales. En el presente informe, el término peligro se refiere generalmente a sucesos o tendencias físicos relacionados con el clima o los impactos físicos de este.
	ARClím	Corresponde a una condición climática cuya potencial ocurrencia puede resultar en pérdidas de vidas, accidentes y otros impactos en salud, como también en pérdidas de propiedad, infraestructura, medios de subsistencia, provisión de servicios, ecosistemas y recursos medio ambientales.
	Reinterpretación propia	<i>La posible ocurrencia de un evento o tendencia natural o inducida por el ser humano, que causa impactos en elementos de valor³², a causa del cambio climático.</i>
Exposición	IPCC	La presencia de personas, medios de subsistencia, especies o ecosistemas, servicios y recursos ambientales, infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales en lugares que podrían verse afectados negativamente.
	ARClím	Es la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios y recursos ambientales, infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales, en lugares que podrían verse afectados negativamente.
	Reinterpretación propia	<i>Es el conjunto de elementos de valor que se encuentran presentes en lugares y entornos que podrían verse afectados por una amenaza.</i>
Vulnerabilidad	IPCC	Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación.
	ARClím	Es la propensión o predisposición a verse afectado negativamente. La Vulnerabilidad se compone de la Sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad para responder y adaptarse.

³² En el presente estudio se propone el concepto de “elementos de valor” que se vincula con la definición de riesgo e incluye todos los explicitados por el IPCC: la pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas a la propiedad, la infraestructura, los medios de vida, la prestación de servicios, los ecosistemas y recursos ambientales.

Concepto	Fuente	Definición
	Reinterpretación propia	<i>Es la propensión o predisposición de elementos de valor a verse afectados por amenazas climáticas. Es función de la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la capacidad de respuesta y de adaptación.</i>
Sensibilidad	IPCC	Grado en que un sistema o especie resultan afectados, positiva o negativamente, por la variabilidad o el cambio climático. Los efectos pueden ser directos (p. ej., una variación del rendimiento de los cultivos en respuesta a una variación de la temperatura media, de los intervalos de temperatura o de la variabilidad de la temperatura) o indirectos (p. ej., los daños causados por un aumento de la frecuencia de las inundaciones costeras como consecuencia de una elevación del nivel del mar).
	ARClím	Es determinada por todos los factores no climáticos que afectan directamente las consecuencias de un evento climático. Lo anterior incluye atributos físicos (como, por ejemplo, el material de construcción de las viviendas, el tipo de suelo agrícola); y sociales, económicos y culturales (como la estructura demográfica) del sistema.
	Reinterpretación propia	<i>Es el grado en que un elemento de valor es afectado, ya sea negativa o positivamente, por la variabilidad climática o el cambio climático.</i>
Capacidad Adaptación	IPCC	<u>Capacidad de respuesta (1)</u> : Habilidad de personas, instituciones, organizaciones y sistema, usando aptitudes, valores, creencias, recursos y oportunidades disponibles, de atender, gestionar y superar condiciones adversas en el corto y mediano plazo. <u>Capacidad de adaptación</u> : Capacidad de los sistemas, las instituciones, los humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias.
	ARClím	Es la capacidad de las personas, instituciones, organizaciones y sistemas para enfrentar, gestionar y superar condiciones adversas en el corto y mediano plazo, utilizando las habilidades, valores, creencias, recursos y oportunidades disponibles.
	Reinterpretación propia	<i>Es la habilidad de personas, instituciones, organizaciones para afrontar condiciones adversas con el objetivo de alcanzar un nivel de funcionamiento básico a corto o mediano plazo, así como prepararse frente a potenciales daños, y/o aprovechar las oportunidades frente al cambio climático.</i>

(1) La versión en español del glosario del AR5-WGII no incluye el concepto de capacidad de respuesta, es traducido desde la versión en inglés (“coping capacity”).

Fuente: Basado en (IPCC, 2014a; Pica-Téllez et al., 2020)

11.3 Glosario

El siguiente glosario define los términos en uso en este informe y a ser utilizados durante esta consultoría.

Componentes de la cadena de impacto

- I. **Amenaza (A):** Acaecimiento potencial de un suceso o tendencia físico de origen natural o humano, o un impacto físico, que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, prestaciones de servicios y recursos ambientales. En el presente informe, el término peligro se refiere generalmente a sucesos o tendencias físicos relacionados con el clima o los impactos físicos de este (IPCC, 2014a).
- II. **Cadena de impacto:** Cadena que representa un hilo conductor de los diferentes elementos básicos del riesgo de cambio climático (Amenaza, Exposición, Vulnerabilidad) terminando en la representación del Riesgo (GIZ & Eurac, 2017).
- III. **Capacidad de adaptación (CA):**
 - a. Capacidad de respuesta: Habilidad de personas, instituciones, organizaciones y sistema, usando aptitudes, valores, creencias, recursos y oportunidades disponibles, de atender, gestionar y superar condiciones adversas en el corto y mediano plazo (IPCC, 2014a).
 - b. Capacidad de adaptación: Capacidad de los sistemas, las instituciones, los humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias (IPCC, 2014a).
- IV. **Exposición (E):** La presencia de personas, medios de subsistencia, especies o ecosistemas, servicios y recursos ambientales, infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales en lugares que podrían verse afectados negativamente (IPCC, 2014a).
- V. **Riesgo (R):** Potencial de consecuencias en que algo de valor humano (incluidos los propios humanos) está en peligro con un desenlace incierto. A menudo el riesgo se representa como la probabilidad de acaecimiento de sucesos o tendencias peligrosos multiplicada por las consecuencias en caso de que ocurran tales sucesos. Los riesgos resultan de la interacción de la vulnerabilidad, la exposición y el peligro. En el presente informe, el término riesgo se utiliza principalmente en referencia a los riesgos de impactos del cambio climático (IPCC, 2014a).
- VI. **Sensibilidad (S):** Grado en que un sistema o especie resultan afectados, positiva o negativamente, por la variabilidad o el cambio climático. Los efectos pueden ser directos (p. ej., una variación del rendimiento de los cultivos en respuesta a una variación de la temperatura media, de los intervalos de temperatura o de la variabilidad de la temperatura) o indirectos (p. ej., los daños causados por un aumento de la frecuencia de las inundaciones costeras como consecuencia de una elevación del nivel del mar) (IPCC, 2014a).
- VII. **Vulnerabilidad (V):** Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación (IPCC, 2014a).



- VIII. **Adaptación:** Acción, medida o proceso de ajuste al clima actual o proyectado, o a sus efectos en sistemas humanos o naturales, con el fin de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas (Proyecto Ley Marco de Cambio Climático, 2020).

Tipos de adaptación

- I. **Adaptación autónoma:** Es aquella que surge en respuesta al clima experimentado y sus efectos, sin una planificación explícita o conscientemente enfocada a abordar el cambio climático (IPCC, 2014).
- II. **Adaptación planificada:** Es el resultado de una decisión política deliberada, basada en la toma de conciencia de que las condiciones han cambiado o están próximas a cambiar, y que se requiere de actuaciones para volver, mantener o alcanzar el resultado deseado (RIOCCADAPT, 2020).
- III. **Indicadores de adaptación:** Medida de la adaptación de las personas o medios ambientales al cambio climático. El indicador puede estar enfocado en el proceso de adaptación o el resultado de la adaptación:
 - a. **Indicador de implementación de adaptación:** Indicador que permite monitorear el avance y el resultado de instrumentos o políticas de adaptación.
 - b. **Indicador de progreso:** Aquellos que se utilizan para el monitoreo y evaluación de los efectos de una o más medidas sobre la reducción de la sensibilidad al cambio climático (vulnerabilidad), la reducción de la exposición o el aumento de la capacidad de adaptación.
 - c. **Indicadores de resultado:** Aquellos que se utilizan para el monitoreo y evaluación del cambio en el riesgo climático producto del proceso de adaptación.

11.4 Fichas de cadenas ARClím

11.4.1 Recursos hídricos

Tabla 11-5 Ficha Inundaciones en zonas urbanas

Nombre de la cadena	Inundaciones en zonas urbanas	
Indicadores	Amenaza	Afectación de las comunas por inundaciones debido al cambio en los eventos de precipitación extrema entre el presente y el futuro (falla en el sistema de recolección de aguas lluvias).
	Exposición	Combinación de indicadores de densidad poblacional, densidad educacional y cantidad de servicios críticos disponibles para la comunidad en las zonas urbanas de las comunas analizadas, evaluada en la condición actual (2018).
	Vulnerabilidad	Vulnerabilidad frente a inundaciones urbanas se evalúa considerando la calidad de viviendas y de los servicios públicos/críticos (bomberos, carabineros, servicios de salud y educación), evaluada en la condición actual (2018).
	Riesgo	Cambio en el nivel de riesgo asociado a inundaciones urbanas en las distintas comunas de Chile, debido al cambio climático.
Uso de conceptos	Amenaza	Uso de concepto reconoce impactos intermedios al incluir la probabilidad de falla del sistema de recolección de aguas

		lluvias.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Se incluye solo parcialmente la susceptibilidad al daño ya que no reconoce las características del sistema de recolección de aguas lluvias.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Absoluto.
	Exposición	Relativo, en base al menor y mayor valor.
	Vulnerabilidad	Relativo, en base al menor y mayor valor.
	Riesgo	Relativo, en base al menor y mayor valor.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cualitativo.
	Riesgo	Cuantitativo y cualitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Set de predictores compuesto por: <ul style="list-style-type: none"> - Precipitación, altitud, pendiente, área, erodabilidad, latitud y longitud de cada ciudad. - Porcentaje de falla de los colectores según periodo de retorno de la precipitación.
	Exposición	Indicadores: densidad poblacional, educacional y de servicios críticos disponibles.
	Vulnerabilidad	Indicadores: Residencial (materiales de las paredes y los techos); sensibilidad de los servicios críticos.
Disponibilidad datos	Exposición	Desconocida.
	Vulnerabilidad	Desconocida.
Periodicidad datos	Exposición	Desconocida.
	Vulnerabilidad	Desconocida.
Cobertura espacial datos	Exposición	Limitada a solo algunos centros urbanos.
	Vulnerabilidad	Limitada a solo algunos centros urbanos.
Agregación geográfica		Centros urbanos según comunas.
Pertinencia		La cadena es más pertinente al sector de infraestructura.
Intersectorial		Infraestructura, Ciudades y Asentamientos Humanos, salud.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-6 Ficha Riesgo en el Aprovechamiento de Agua Superficial en Riego

Nombre de la cadena	Riesgo en el Aprovechamiento de Agua Superficial en Riego	
Indicadores	Amenaza	Cambio de la precipitación media en las cuencas hidrológicas analizadas: diferencia entre la precipitación anual (en milímetros) del clima futuro (2035-2065) e histórico (1980-2010), expresado como porcentaje de la precipitación histórica.
	Exposición	Zonas de riego en función del requerimiento medio de agua (en m ³ /s) de estas.
	Vulnerabilidad	Sensibilidad asociada a la vulnerabilidad extrema (en porcentaje) de cada zona de riego. Es decir, indica la sensibilidad climática del sistema y la capacidad de ejercer la extracción deseada de recursos hídricos superficiales.
	Riesgo	Riesgo asociado a cambios en la vulnerabilidad extrema

		para las zonas de riego expuestas. El riesgo aumenta al existir una disminución en los caudales, impidiendo ejercer el uso del derecho íntegramente.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Sensibilidad incluye variables climáticas relacionadas con la amenaza.
	Riesgo	Corresponde al producto entre exposición y sensibilidad, ya que la sensibilidad incluye la amenaza.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Absoluto.
	Exposición	Absoluto.
	Vulnerabilidad	Absoluto.
	Riesgo	Absoluto.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Variable: Precipitación media de la cuenca.
	Exposición	Variable: Caudal medio anual requerido para las zonas de riego.
	Vulnerabilidad	Índice en base a sensibilidad climática del sistema y capacidad de ejercer la extracción deseada (DAA e infraestructura).
	Riesgo	Exposición y vulnerabilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos en snia.dga.cl
	Vulnerabilidad	Datos públicos en snia.dga.cl
Periodicidad datos	Exposición	Desconocida.
	Vulnerabilidad	Desconocida.
Cobertura espacial datos	Exposición	Cobertura de las cuencas de los ríos Copiapó, Limarí, Choapa, Petorca, La Ligua, Maipo y Maule.
	Vulnerabilidad	Cobertura de las cuencas de los ríos Copiapó, Limarí, Choapa, Petorca, La Ligua, Maipo y Maule.
Agregación geográfica		Centros urbanos según comunas.
Pertinencia		Es pertinente.
Intersectorial		Silvoagropecuario, infraestructura.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-7 Ficha Sequías Hidrológicas

Nombre de la cadena	Sequías Hidrológicas	
Indicadores	Amenaza	Afectación de las comunas del país por sequías hidrológicas (debido a los cambios en los caudales medios diarios y el número de días promedio en los cuales la cuenca se encuentra en una condición de sequía) entre el clima histórico (1979-2014) y futuro (2025-2060 bajo el escenario RCP 8,5).
	Exposición	Población rural residente en distintas comunas del país en el año 2017 y la proyección de la población rural al año 2035.
	Vulnerabilidad	Susceptibilidad de las personas, como seres potencialmente

		expuestos a la sequía hidrológica, debido a las condiciones demográficas, socioeconómicas y a la presencia de infraestructura hídrica).
	Riesgo	Cambio en el nivel de riesgo asociado a sequías hidrológicas en las distintas comunas de Chile, considerando el clima futuro (2025-2060 bajo el escenario RCP 8,5) en relación con el clima histórico (1979-2014)).
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, en base al menor y mayor valor.
	Exposición	Relativo, en base al menor y mayor valor.
	Vulnerabilidad	Relativo, en base al menor y mayor valor.
	Riesgo	Relativo, en base al menor y mayor valor.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Indicadores: caudales medios anuales presentes y futuros; días de sequía y días seguidos de sequía.
	Exposición	Variables: población residente en cada comuna actual y proyectada al futuro.
	Vulnerabilidad	Índices de: <ul style="list-style-type: none"> - Condiciones de sensibilidad territorial: zonas de escasez hídrica, declaraciones de prohibición y restricción de aprovechamiento del recurso hídrico, índice de desertificación, huella hídrica y SSR con derechos de agua. - Condiciones de sensibilidad poblacional – socioeconómica: incidencia de pobreza por ingreso, incidencia de pobreza multidimensional, proporción de población con reducida educación y fuente principal de suministro de agua por camión aljibe. - Condiciones de sensibilidad poblacional – etaria y de salud: proporción de la población en la categoría de adulto mayor, proporción de población infantil y prevalencia de condiciones de riesgo por desnutrición. - Condiciones de sensibilidad demográficas: proporción de hogares liderados por una mujer, proporción de habitantes pertenecientes a pueblos originarios, proporción de población inmigrante y número promedio de habitantes por vivienda.
	Riesgo	Amenaza, exposición y vulnerabilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos en INE.
	Vulnerabilidad	Datos públicos en INE.
Periodicidad datos	Exposición	Datos actualizados según realización de CENSOS.
	Vulnerabilidad	Datos actualizados según realización de CENSOS.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.

	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Cuencas y comunas
Pertinencia		Es pertinente.
Intersectorial		Silvoagropecuario, biodiversidad, infraestructura.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-8 Ficha Seguridad hídrica doméstica urbana

Nombre de la cadena	Seguridad hídrica doméstica urbana	
Indicadores	Amenaza	Variación en la incidencia de sequías meteorológicas entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP8.5).
	Exposición	Indicador: población urbana histórica y que se proyecta residir en distintas comunas del país en 2035.
	Vulnerabilidad	Índice de vulnerabilidad compuesto por: <ul style="list-style-type: none"> - Índice de sensibilidad: condiciones demográficas, socioeconómicas y de infraestructura hídrica que aumentan la susceptibilidad de la comuna a sufrir impactos adversos en su seguridad hídrica doméstica urbana. - Índice de resiliencia genérica: capacidad de distintos asentamientos humanos para responder y adaptarse a las amenazas climáticas a las que están expuestos
	Riesgo	Existen tres definiciones: <ul style="list-style-type: none"> - Variación en impactos negativos en la salud de la población urbana de cada comuna, entre el periodo histórico y el futuro debido al cambio de incidencia de sequías meteorológicas y la evapotranspiración potencial. - Disposición a sufrir impactos adversos asociados a la inseguridad hídrica doméstica urbana bajo las condiciones climáticas, sociales e institucionales históricas y/o futuras. - Inseguridad hídrica doméstica urbana.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad. Se habla de resiliencia en lugar de capacidad adaptativa.
	Riesgo	Las definiciones hacen referencia al impacto. La principal definición habla de impactos de salud, sin embargo, la definición correcta sería aquella sobre la disposición a sufrir impactos adversos asociados a la inseguridad hídrica doméstica urbana.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, promedio ponderado de periodos de retorno.
	Exposición	Relativo, agregación difusa del logaritmo de la población (para disminuir la heterogeneidad).
	Vulnerabilidad	Relativo, agregación difusa.
	Riesgo	Relativo, agregación difusa.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo y cualitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Indicadores: frecuencia de sequía (periodos que poseen menos del 75% de precipitación acumulada del periodo de referencia), evapotranspiración potencial (combinación de variables de

	insolación, temperatura relativa y viento)
Exposición	Indicadores: población urbana comunal histórica y proyectada al 2035.
Vulnerabilidad	<p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilidad: incidencia pobreza por ingreso, incidencia pobreza multidimensional (5), población adulto mayor, población infantil, proporción de hogares liderados por una mujer con población dependiente, población migrante, población perteneciente a pueblos originarios, hacinamiento en áreas urbanas, proporción de viviendas urbanas fuera del área de cobertura de la empresa sanitaria, proporción de viviendas urbanas abastecidas por camiones aljibe, nivel de dependencia del suministro a fuentes de agua superficiales, percepción de los usuarios sobre la calidad del servicio de agua potable, nivel de continuidad del servicio de abastecimiento, nivel de demanda del recurso hídrico (huella hídrica), nivel de estrés hídrico, comunas con sobre otorgamiento de derechos de agua, frecuencia de decretos de escasez hídrica en los últimos 10 años, asentamientos humanos no planificados. - Resiliencia: capacidad de respuesta (riesgo de desertificación, degradación de las tierras y sequía, existencia de actividades económicas productivas expuestas a amenazas, déficit habitacional, emplazamiento de infraestructura en zonas de amenaza, tasa establecimientos de salud, compañías de bomberos y unidades o destacamentos de carabineros cada 100.000 habitantes, planificación de seguridad pública en situaciones de emergencia, cantidad de localidades aisladas, porcentaje de población en situación de aislamiento, localización de asentamientos humanos en zonas de amenaza, presencia de asentamientos humanos irregulares y estrategias de intervención) y capacidad de adaptación (municipio cuenta con Instrumentos Planificación Territorial, Sistema de Certificación Ambiental Municipal, Estrategia de Comunicación de Cambio Climático, Ejecución de proyectos financiados por Programa de prevención y mitigación de riesgos, municipio cuenta con plan de inversión en obras de mitigación, gestión local y adaptación al cambio climático, municipio cuenta con Instrumentos locales para GRD, municipio cuenta con Perfil Climático Municipal, municipio cuenta con acceso a información sobre impacto del cambio climático, estructura municipal cuenta con Unidad de GRD y/o Protección Civil, capacitación equipo municipal GRD, autonomía financiera y de toma de decisiones para GRD, carácter de la participación ciudadana, conformación COSOC, organizaciones de la sociedad civil con intervención en GRD del territorio, espacios municipales de expresión e integración multicultural, enfoque inclusivo en ámbitos de la gestión municipal, municipio comunica oferta de programas sociales, mecanismos de rendición de cuentas

		de la gestión municipal)
	Riesgo	Indicadores: Amenaza, Exposición, Sensibilidad y Resiliencia.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos en Censo 2017 y proyecciones del INE 2019.
	Vulnerabilidad	Datos públicos en Censo 2017, Casen 2015, Mapa de Cobertura de Suelos de Chile 2014 (archivo raster), Permisos de edificación (INE), Encuesta nacional de salud 2015-2016, IDE, ONEMI – FSRC.
Periodicidad datos	Exposición	En general los datos se actualizan cada 5-10 años (periodicidad del Censo).
	Vulnerabilidad	Algunos datos se actualizan cada 5-10 años (periodicidad del Censo y Encuesta Casen), otros no están sujetos a actualización periódica (ONEMI).
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Comuna.
Pertinencia		Si.
Intersectorial		Ciudades y Asentamientos Humanos, Salud y Infraestructura.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-9 Ficha Seguridad hídrica doméstica rural

Nombre de la cadena	Seguridad hídrica doméstica rural	
Indicadores	Amenaza	Variación en la incidencia de sequías meteorológicas entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP8.5).
	Exposición	Población rural histórica y que se proyecta residir en distintas comunas del país en 2035.
	Vulnerabilidad	Índice de vulnerabilidad compuesto por: <ul style="list-style-type: none"> - Índice de sensibilidad: condiciones demográficas, socioeconómicas y de infraestructura hídrica que aumentan la susceptibilidad de la comuna a sufrir impactos adversos en su seguridad hídrica doméstica urbana. - Índice de resiliencia genérica: capacidad de distintos asentamientos humanos para responder y adaptarse a las amenazas climáticas a las que están expuestos
	Riesgo	Existen 3 definiciones: <ul style="list-style-type: none"> - Variación en impactos negativos en la salud de la población urbana de cada comuna, entre el periodo histórico y el futuro debido al cambio de incidencia de sequías meteorológicas y la evapotranspiración potencial. - Disposición a sufrir impactos adversos asociados a la inseguridad hídrica doméstica urbana bajo las condiciones climáticas, sociales e institucionales históricas y/o futuras. - Inseguridad hídrica doméstica urbana.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad. Se habla de resiliencia en lugar de capacidad adaptativa.
	Riesgo	Las definiciones hacen referencia al impacto. La principal definición habla de impactos de salud, sin embargo, la definición correcta sería aquella sobre la disposición a sufrir impactos adversos asociados a la inseguridad hídrica doméstica rural.

Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, promedio ponderado de periodos de retorno.
	Exposición	Relativo, agregación difusa del logaritmo de la población (para disminuir la heterogeneidad).
	Vulnerabilidad	Relativo, agregación difusa.
	Riesgo	Relativo, agregación difusa.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo y cualitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Indicadores: frecuencia de sequía (periodos que poseen menos del 75% de precipitación acumulada del periodo de referencia), evapotranspiración potencial (combinación de variables de insolación, temperatura relativa y viento)
	Exposición	Indicadores: población comunal rural histórica y proyectada al 2035.
	Vulnerabilidad	Indicadores: <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilidad: recurrencia de implementación de decretos de escasez, sobre-otorgamiento de derechos de aprovechamiento de aguas, estrés hídrico basal, huella hídrica, organizaciones de Agua Potable Rural (APR) sin derechos de aprovechamiento de agua, proporción de hogares en condición de pobreza por ingreso y multidimensional, proporción de personas mayores de 18 años con menos de 12 años de escolaridad, proporción de hogares sin acceso a red de agua potable, población adulto mayor, población infantil, prevalencia de riesgo nutricional, proporción de hogares liderados por una mujer con población dependiente, población migrante, población perteneciente a pueblos originarios, hacinamiento (promedio de habitantes por vivienda) - Resiliencia: capacidad de respuesta (riesgo de desertificación, degradación de las tierras y sequía, existencia de actividades económicas productivas expuestas a amenazas, déficit habitacional, emplazamiento de infraestructura en zonas de amenaza, tasa establecimientos de salud, compañías de bomberos y unidades o destacamentos de carabineros cada 100.000 habitantes, planificación de seguridad pública en situaciones de emergencia, cantidad de localidades aisladas, porcentaje de población en situación de aislamiento, localización de asentamientos humanos en zonas de amenaza, presencia de asentamientos humanos irregulares y estrategias de intervención) y capacidad de adaptación (municipio cuenta con Instrumentos Planificación Territorial, Sistema de Certificación Ambiental Municipal, Estrategia de Comunicación de Cambio Climático, Ejecución de proyectos financiados por Programa de prevención y mitigación de riesgos, municipio cuenta con plan de inversión en obras de mitigación, gestión local y adaptación al cambio climático, municipio cuenta con Instrumentos locales para GRD, municipio cuenta con Perfil Climático Municipal, municipio

		cuenta con acceso a información sobre impacto del cambio climático, estructura municipal cuenta con Unidad de GRD y/o Protección Civil, capacitación equipo municipal GRD, autonomía financiera y de toma de decisiones para GRD, carácter de la participación ciudadana, conformación COSOC, organizaciones de la sociedad civil con intervención en GRD del territorio, espacios municipales de expresión e integración multicultural, enfoque inclusivo en ámbitos de la gestión municipal, municipio comunica oferta de programas sociales, mecanismos de rendición de cuentas de la gestión municipal)
	Riesgo	Indicadores: Amenaza, Exposición, Sensibilidad y Resiliencia.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos en Censo 2017 y proyecciones del INE 2019.
	Vulnerabilidad	Datos públicos en Censo 2017, Casen 2015, Mapa de Cobertura de Suelos de Chile 2014 (archivo raster), Permisos de edificación (INE), Encuesta nacional de salud 2015-2016, IDE, ONEMI – FSRC.
Periodicidad datos	Exposición	En general los datos se actualizan cada 5-10 años (periodicidad del Censo).
	Vulnerabilidad	Algunos datos se actualizan cada 5-10 años (periodicidad del Censo y Encuesta Casen), otros no están sujetos a actualización periódica (ONEMI).
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Comuna.
Pertinencia		Si.
Intersectorial		Ciudades y Asentamientos Humanos, Salud y Infraestructura.

Fuente: Elaboración propia

11.4.2 Energía

Tabla 11-10 Ficha Impactos de disminución del recurso hídrico

Nombre de la cadena	Impactos de disminución del recurso hídrico	
Indicadores	Amenaza	Variación porcentual de la disminución promedio de la energía total generada (en relación con las otras centrales hidroeléctricas del país) debido a la disminución de las precipitaciones entre el clima histórico (1980-2010) y el clima futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP 8.5).
	Exposición	Concentración de demanda eléctrica respecto al consumo máximo en las distintas comunas del país en 2018 (considerando el consumo de cada una de las subestaciones y su porcentaje de participación en la demanda de cada comuna).
	Vulnerabilidad	Susceptibilidad de la comuna a sufrir impactos adversos debido a una menor disponibilidad de los recursos hídricos en el sistema. Se expresa en la variación de costo marginal promedio para cada una de las comunas del país.
	Riesgo	Riesgo de las comunas a registrar cambios sistemáticos en la red eléctrica (reflejado principalmente por las variaciones de los costos marginales promedio) a consecuencia de la disminución del recurso

		hídrico en el sistema.
Uso de conceptos	Amenaza	La amenaza sería la disminución de precipitaciones o cómo indica el informe ARClím de Sistemas Eléctrico la disminución de los caudales de los sistemas hídricos.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, en relación con las otras centrales hidroeléctricas del país y del promedio histórico.
	Exposición	Relativo, normalizado por el consumo máximo.
	Vulnerabilidad	Absoluto.
	Riesgo	Absoluto.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Variable: caudales de sistemas hídricos (<i>output</i> Recursos hídricos).
	Exposición	Variable: demanda eléctrica comunal.
	Vulnerabilidad	Indicador: costo marginal de la energía actual y proyectado.
	Riesgo	Indicadores: Amenaza, Exposición y Sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) e Informe Preliminar de Previsión de Demanda 2019-2039 por la CNE.
	Vulnerabilidad	CEN.
Periodicidad datos	Exposición	Horaria.
	Vulnerabilidad	Horaria.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Centrales hidroeléctricas (amenaza). Comunas conectadas al SIC y SING (exposición, sensibilidad y riesgo).
Pertinencia		Si.
Intersectorial		Recursos hídricos, Ciudades y Asentamientos Humanos, Salud, Infraestructura y Minería.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-11 Ficha Impacto del aumento de temperatura sobre líneas de transmisión

Nombre de la cadena	Impacto del aumento de temperatura sobre líneas de transmisión	
Indicadores	Amenaza	Incidencia de cambio relativa de días con altas temperaturas entre el clima histórico (1980-2010) y el clima futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP8.5).
	Exposición	Concentración de demanda eléctrica respecto al consumo máximo en las distintas comunas del país en 2018 (considerando el consumo de cada una de las subestaciones y su porcentaje de participación en la demanda de cada comuna).
	Vulnerabilidad	Susceptibilidad de la comuna a sufrir impactos adversos debido al aumento de temperaturas sobre las líneas de transmisión a las cuales está conectada. Se expresa en la variación de costo marginal promedio para cada una de las comunas del país.
	Riesgo	Riesgo de las comunas a registrar cambios sistemáticos en la red

		eléctrica (reflejado principalmente por las variaciones de los costos marginales promedio) en consecuencia del aumento de temperaturas percibida sobre las líneas de transmisión.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo. La temperatura de la línea de transmisión corresponde la mayor temperatura alcanzada en alguno de los tramos que la constituyen.
	Exposición	Relativo, normalizado por el consumo máximo.
	Vulnerabilidad	Absoluto.
	Riesgo	Absoluto.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Variables: temperatura ambiental, límite térmico de líneas de transmisión.
	Exposición	Variable: demanda eléctrica comunal.
	Vulnerabilidad	Indicador: costo marginal de la energía actual y proyectado.
	Riesgo	Indicadores: Amenaza, Exposición y Sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) e Informe Preliminar de Previsión de Demanda 2019-2039 por la CNE.
	Vulnerabilidad	CEN.
Periodicidad datos	Exposición	Horaria.
	Vulnerabilidad	Horaria.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Centrales de generación solar (amenaza). Comunas conectadas al SIC y SING (exposición, sensibilidad y riesgo).
Pertinencia		Si.
Intersectorial		Recursos hídricos, Ciudades y Asentamientos Humanos, Salud, Infraestructura y Minería.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-12 Ficha Impacto del cambio en radiación solar

Nombre de la cadena	Impacto del cambio en radiación solar	
Indicadores	Amenaza	Porcentaje de cambio relativo de la radiación solar percibida por las centrales de generación solar entre el clima futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP8.5) y el clima histórico (1980-2010).
	Exposición	Concentración de demanda eléctrica respecto al consumo máximo en las distintas comunas del país en 2018 (considerando el consumo de cada una de las subestaciones y su porcentaje de participación en la demanda de cada comuna).
	Vulnerabilidad	Susceptibilidad de la comuna a sufrir impactos adversos o beneficiosos debido a una variación de la radiación solar. Se expresa en la variación de costo marginal promedio para cada una de las

		comunas del país.
	Riesgo	Riesgo de las comunas a registrar cambios sistemáticos en la red eléctrica (reflejado principalmente por las variaciones de los costos marginales promedio) en consecuencia de la variación de la radiación solar en el sistema.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, se usa el perfil representativo horario histórico escalado a la radiación solar media.
	Exposición	Relativo, normalizado por el consumo máximo.
	Vulnerabilidad	Absoluto.
	Riesgo	Absoluto.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Variables: radiación solar media, perfil de generación histórico.
	Exposición	Variable: demanda eléctrica comunal.
	Vulnerabilidad	Indicador: costo marginal de la energía actual y proyectado.
	Riesgo	Indicadores: Amenaza, Exposición y Sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) e Informe Preliminar de Previsión de Demanda 2019-2039 por la CNE.
	Vulnerabilidad	CEN.
Periodicidad datos	Exposición	Horaria.
	Vulnerabilidad	Horaria.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Centrales de generación solar (amenaza). Comunas conectadas al SIC y SING (exposición, sensibilidad y riesgo).
Pertinencia		Si.
Intersectorial		Recursos hídricos, Ciudades y Asentamientos Humanos, Salud, Infraestructura y Minería.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-13 Ficha Impacto de disminución del recurso eólico

Nombre de la cadena	Impacto de disminución del recurso eólico	
Indicadores	Amenaza	Porcentaje de cambio relativo de la velocidad media del viento percibida por las centrales de generación eólica, entre el clima futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP8.5) y el clima histórico (1980-2010).
	Exposición	Concentración de demanda eléctrica respecto al consumo máximo en las distintas comunas del país en 2018 (considerando el consumo de cada una de las subestaciones y su porcentaje de participación en la demanda de cada comuna).
	Vulnerabilidad	Susceptibilidad de la comuna a sufrir impactos adversos o beneficiosos debido a una variación de la velocidad de los vientos en

		las plantas de generación eólica en el país. Se expresa en la variación de costo marginal promedio para cada una de las comunas del país.
	Riesgo	Riesgo de las comunas a registrar cambios sistemáticos en la red eléctrica (reflejado principalmente por las variaciones de los costos marginales promedio) en consecuencia de la variación de la velocidad media de los vientos en el sistema.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo. En relación con velocidades mínimas y máximas de generación y generación histórica.
	Exposición	Relativo, normalizado por el consumo máximo.
	Vulnerabilidad	Absoluto.
	Riesgo	Absoluto.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Variables: velocidad media del viento, perfil de generación histórico.
	Exposición	Variable: demanda eléctrica comunal.
	Vulnerabilidad	Indicador: costo marginal de la energía actual y proyectado.
	Riesgo	Indicadores: Amenaza, Exposición y Sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) e Informe Preliminar de Previsión de Demanda 2019-2039 por la CNE.
	Vulnerabilidad	CEN.
Periodicidad datos	Exposición	Horario.
	Vulnerabilidad	Horario.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Centrales de generación eólicas (amenaza). Comunas conectadas al SIC y SING (exposición, sensibilidad y riesgo).
Pertinencia		Si.
Intersectorial		Recursos hídricos, Ciudades y Asentamientos Humanos, Salud, Infraestructura y Minería.

Fuente: Elaboración propia

11.4.3 Infraestructura

Tabla 11-14 Ficha Inundaciones por Desbordes de Ríos

Nombre de la cadena	Inundaciones por Desbordes de Ríos	
Indicadores	Amenaza	Afectación de centros urbanos por inundaciones por desbordes de ríos debido al cambio en los eventos de precipitación extrema entre el período presente y futuro.
	Exposición	Densidad de infraestructura crítica, siendo ésta, todas las obras hidráulicas contenidas en un buffer de 2 km (considerando el porcentaje de área del centro urbano expuesto a la inundación por desborde de ríos).

	Vulnerabilidad	Vulnerabilidad media de las obras hidráulicas, la cual se basa en el período de retorno de diseño de la obra hidráulica respecto al período de retorno de la crecida evaluada.
	Riesgo	Cambio el nivel de riesgo asociado a inundaciones por desborde de ríos en distintos centros urbanos de Chile, debido al cambio climático.
Uso de conceptos	Amenaza	Nombre del indicador da a entender que corresponde a riesgo más que a amenaza, pero la aplicación es acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, en base al mayor cambio en el periodo de retorno de las crecidas con respecto al histórico.
	Exposición	Relativo, en base al menor y mayor valor.
	Vulnerabilidad	Relativo, en base al menor y mayor valor.
	Riesgo	Relativo, en base al menor y mayor valor.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo y cualitativo.
	Riesgo	Cuantitativo y cualitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Variables de caudales históricos y futuros proyectados.
	Exposición	Índices calculados a partir de indicadores: <ul style="list-style-type: none"> - Densidad de la infraestructura crítica: densidad de la red hidrométrica (estaciones de medición); de infraestructura de captación, almacenamiento, regulación y descarga (CAD) (bocatomas, centrales hidroeléctricas); infraestructura sanitaria (captaciones, plantas elevadoras y de tratamiento); infraestructura vial (puentes). - Porcentaje de área anegada en el centro urbano.
	Vulnerabilidad	Indicadores: periodo de retorno de diseño e índice escala cualitativa de vulnerabilidad (Presencia de defensas fluviales; materialidad de las obras de defensa fluvial y puentes; cercanía de casas e infraestructura a los cauces; ancho de los ríos; superficies de inundación de los ríos libres y/o campos de cultivos que puedan “frenar” superficies de inundación; diferencia de cotas entre río y ciudad).
	Riesgo	Amenaza, exposición y vulnerabilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Desconocida.
	Vulnerabilidad	Desconocida.
Periodicidad datos	Exposición	Desconocida.
	Vulnerabilidad	Desconocida.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Centros poblacionales.
Pertinencia		Es pertinente.
Intersectorial		Recursos hídricos.

Fuente: Elaboración propia

11.4.4 Zonas costeras

Tabla 11-15 Ficha Aumento de *downtime* en puertos estatales

Nombre de la cadena	Aumento de <i>downtime</i> en puertos estatales	
Indicadores	Amenaza	Cambio en el régimen del oleaje (marejadas), expresado en términos de probabilidad.
	Exposición	Carga transferida, considerando exportaciones e importaciones, por cada puerto en el año 2018, escalado por el mayor valor.
	Vulnerabilidad	Estadística histórica obtenida de certificados de cierre de puerto (2015, 2016 y 2017) y de una base de datos de cierres proporcionada por SERVIMET (2007 a abril 2017). Se traduce en: Cantidad histórica de horas de cierre (<i>downtime</i>) normalizado por el mayor valor nacional.
	Riesgo	Aumento del <i>downtime</i> de naves mayores (portacontenedores como buque tipo), calculado en la bocana de los puertos. Cierres de puertos generan impacto económico en la cadena logística.
Uso de conceptos	Amenaza	La amenaza serían las marejadas (condición climática), sin embargo, el indicador hace referencia a la probabilidad de excedencia del límite operacional.
	Exposición	Acorde a la definición
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición. El impacto económico no está considerado en el riesgo.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, normalizado por el máximo valor nacional (San Antonio).
	Exposición	Relativo, escalado por el mayor valor.
	Vulnerabilidad	Relativo, normalizado por el máximo valor nacional (Arica).
	Riesgo	Relativo, representa el ranking entre puertos analizados.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Variable: oleaje (probabilidad de excedencia del límite operacional).
	Exposición	Variable: carga transferida.
	Vulnerabilidad	Indicador: <i>downtime</i> histórico del puerto.
	Riesgo	Indicadores: Amenaza, Exposición y Sensibilidad
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos en Directemar.
	Vulnerabilidad	Datos públicos en Directemar y Camport.
Periodicidad datos	Exposición	Anual.
	Vulnerabilidad	Anual.
Cobertura espacial datos	Exposición	Empresas portuarias estatales.
	Vulnerabilidad	Empresas portuarias estatales.
Agregación geográfica		8 puertos del Sistema Portuario Estatal, que reciben naves portacontenedores y se encuentran expuestos al océano Pacífico (puertos analizados de forma individual).
Pertinencia		Si.

Intersectorial		Infraestructura. Zonas Costeras
-----------------------	--	---------------------------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-16 Ficha Erosión de playas

Nombre de la cadena	Erosión de playas	
Indicadores	Amenaza	Cambio en la cota de inundación (combinación de aumento del nivel de mar y aumento de intensidad de las marejadas), expresado en términos de probabilidad.
	Exposición	Área de playas, escalada por el mayor valor.
	Vulnerabilidad	Índice de sensibilidad compuesto por sensibilidad estructural y tasa de erosión normalizada.
	Riesgo	Erosión de la línea de costa.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición. Sin embargo, la amenaza calculada corresponde al aumento de erosión entre el escenario proyectado y el histórico.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Absoluto.
	Exposición	Relativo, escalado por el mayor valor.
	Vulnerabilidad	Relativo, promedio normalizado por el mayor valor.
	Riesgo	Relativo, representa el ranking entre las playas analizadas.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cualitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Variables: <ul style="list-style-type: none"> - Aumento del nivel del mar - Aumento de intensidad de las marejadas.
	Exposición	Indicador: superficie de playa.
	Vulnerabilidad	Indicadores: <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilidad estructural: tipo de rompiente, existencia de drenaje, existencia de dunas - Tasa de erosión normalizada
	Riesgo	Indicadores: Amenaza, Exposición y Sensibilidad
Disponibilidad datos	Exposición	Fotografías públicas de Google Earth. Requiere procesamiento visual playa a playa.
	Vulnerabilidad	Fotografías públicas de Google Earth. Requiere procesamiento visual playa a playa.
Periodicidad datos	Exposición	Anual.
	Vulnerabilidad	Anual.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		45 playas analizadas en forma individual y agrupadas por comunas, representando 28 comunas de las 102 comunas costeras e insulares (27,45%).
Pertinencia		Si.

Intersectorial	Ciudades y Asentamientos Humanos, Infraestructura, Zonas costeras, Recursos hídricos y Salud.
-----------------------	---

Fuente: Elaboración propia

11.4.5 Silvoagropecuario

Tabla 11-17 Ficha Cambio de Productividad Cultivo de Almendro/Cerezo/Frejol/Maíz/Manzano rojo/Nogal

Nombre de la cadena	Cambio de Productividad Cultivo de Almendro/Cerezo/Frejol/Maíz/Manzano rojo/Nogal	
Indicadores	Amenaza	Cambio en el rendimiento del cultivo (kg/ha).
	Exposición	Hectáreas de cultivo por comuna.
	Vulnerabilidad	Promedio de: índice de ruralidad, índice de balance riego-secano, índice de diversificación, índice de embalses, índice de las pequeñas y medianas explotaciones, índice INDAP y un índice de infraestructura.
	Riesgo	Riesgo u oportunidad en la producción del cultivo de almendras/cerezas/frejol/maíz/manzana roja/nueces.
Uso de conceptos	Amenaza	Uso de concepto reconoce impactos intermedios al incluir la variación del rendimiento producto del cambio climático.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de capacidad adaptativa.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Absoluto.
	Exposición	Absoluto.
	Vulnerabilidad	Relativo, suma ponderada de índices normalizados.
	Riesgo	Absoluto.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Índice climático usa las variables de: temperatura máxima y mínima, precipitación total (lluvia + nieve), radiación solar entrante, humedad relativa máxima y mínima, velocidad del viento.
	Exposición	Variable: hectáreas de cultivo por comuna.
	Vulnerabilidad	Índice se construye en base a siete índices: <ul style="list-style-type: none"> - Índice PYMEX: número de explotaciones de menor tamaño. - Índice IRU: proporción de la población rural con respecto a la población urbana. - Índice Diversificación: representa la diversidad de cultivos que hay por comuna. Se consideraron frutales, hortalizas, cereales, leguminosas, tubérculos y cultivos industriales. - Índice Embalses: número de embalses por comuna. Se consideraron los embalses cuyo uso incluyera: agua

		<p>potable, generación energía y riego.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Índice INDAP: representa la proporción de número usuarios INDAP y el número de funcionarios INDAP a nivel regional. - Índice Infraestructura: número de infraestructuras totales por comuna. Dentro del cálculo se consideró bodegas, cámaras de frío, invernaderos, establos, galpones, gallineros, pabellones, pozos, salas de ordeña, silos, terneras, tranques, oficinas, otros. - Índice balance riego-secano: representa la proporción de superficie cultivada en secano con respecto a la superficie cultivada bajo riego.
	Riesgo	Amenaza, exposición y sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos por ODEPA-CIREN.
	Vulnerabilidad	Datos públicos por INE, DGA, INDAP, ODEPA.
Periodicidad datos	Exposición	Frecuencia de recopilación de datos de 3 a 6 años, dependiendo de la región.
	Vulnerabilidad	Se realizó un nuevo Censo Agropecuario el 2021 (datos utilizados corresponden al 2007). Censo poblacional (INE) y Número de usuarios y funcionarios INDAP actualizados periódicamente (cada 10 años y de forma anual, respectivamente). Datos embalses (DGA) última vez actualizados el 2016.
Cobertura espacial datos	Exposición	Entre las regiones de Atacama y de Aysén. Solo se cuenta con información para comunas con mayores producciones.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Comunas.
Pertinencia		Es pertinente.
Intersectorial		Recursos hídricos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-18 Ficha Cambio en la Capacidad de Carga de Ovinos y Bovinos de Carne/Leche y cambio de productividad de las praderas

Nombre de la cadena	Cambio en la Capacidad de Carga de Ovinos y Bovinos de Carne/Leche y cambio de productividad de las praderas	
Indicadores	Amenaza	Cambio (delta) en la capacidad de carga de ovinos y bovinos de carne/leche (medido en unidades animales/hectárea/año) y cambio (delta) en el rendimiento de las praderas (medido en kilogramos de materia seca/hectárea/año).
	Exposición	Hectáreas de explotaciones agropecuarias a nivel comunal (superficie considerada como equivalente al área de praderas naturales y mejoradas).
	Vulnerabilidad	Índice de sensibilidad calculado como promedio de: índice de ruralidad, índice de balance riego-secano, índice de diversificación, índice de embalses, índice de las pequeñas y medianas explotaciones, índice INDAP y un índice de infraestructura.
	Riesgo	Riesgo o la oportunidad productiva de las praderas en función de las condiciones de exposición, amenaza y sensibilidad existentes

		en cada comuna.
Uso de conceptos	Amenaza	Uso de concepto reconoce impactos intermedios al incluir la variación de la capacidad de carga producto del cambio climático.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de capacidad adaptativa.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Absoluto.
	Exposición	Absoluto.
	Vulnerabilidad	Relativo, suma ponderada de índices normalizados.
	Riesgo	Absoluto.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Calculado en base a las variables de: producción de biomasa de la pradera (kg MS/ha/año); requerimiento de materia seca de una unidad animal (kg MS/UA/año), factor de uso de la pradera y factor de la pendiente.
	Exposición	Variable: hectáreas de explotaciones agropecuarias.
	Vulnerabilidad	Índice se construye en base a siete índices: <ul style="list-style-type: none"> - Índice PYMEX: número de explotaciones de menor tamaño. - Índice IRU: proporción de la población rural con respecto a la población urbana. - Índice Diversificación: representa la diversidad de cultivos que hay por comuna. Se consideraron frutales, hortalizas, cereales, leguminosas, tubérculos y cultivos industriales. - Índice Embalses: número de embalses por comuna. Se consideraron los embalses cuyo uso incluyera: agua potable, generación energía y riego. - Índice INDAP: representa la proporción de número usuarios INDAP y el número de funcionarios INDAP a nivel regional. - Índice Infraestructura: número de infraestructuras totales por comuna. Dentro del cálculo se consideró bodegas, cámaras de frío, invernaderos, establos, galpones, gallineros, pabellones, pozos, salas de ordeña, silos, terneras, tranques, oficinas, otros. - Índice balance riego-secano: representa la proporción de superficie cultivada en seco con respecto a la superficie cultivada bajo riego.
	Riesgo	Amenaza, exposición y sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos de INE.
	Vulnerabilidad	Datos públicos por INE, DGA, INDAP, ODEPA.
Periodicidad datos	Exposición	Datos utilizados corresponden al Censo Agropecuario del 2007. Se realizó un nuevo Censo el 2021.
	Vulnerabilidad	Se realizó un nuevo Censo Agropecuario el 2021 (datos utilizados corresponden al 2007).

		Censo poblacional (INE) y Número de usuarios y funcionarios INDAP actualizados periódicamente (cada 10 años y de forma anual, respectivamente). Datos embalses (DGA) última vez actualizados el 2016.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Comunas.
Pertinencia		Es pertinente.
Intersectorial		Recursos hídricos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-19 Ficha Cambio de Productividad Cultivo de Papa bajo Riego o de Secano/Trigo bajo Riego o de secano

Nombre de la cadena	Cambio de Productividad Cultivo de Papa bajo Riego o de Secano/Trigo bajo Riego o de secano	
Indicadores	Amenaza	Cambio (delta) en el rendimiento de papa bajo riego o de secano (medido en kilogramos de materia seca/hectárea).
	Exposición	Hectáreas de cultivo de papa bajo riego/de secano a nivel comunal.
	Vulnerabilidad	Índice de sensibilidad calculado como promedio de: índice de ruralidad, índice de balance riego-secano, índice de diversificación, índice de embalses, índice de las pequeñas y medianas explotaciones, índice INDAP y un índice de infraestructura.
	Riesgo	Riesgo en la producción del cultivo de papa bajo riego/de secano, en función de las condiciones de exposición, amenaza y sensibilidad existentes.
Uso de conceptos	Amenaza	Uso de concepto incluye impacto intermedio al considerar las características de los cultivos y suelos.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de capacidad adaptativa.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Absoluto.
	Exposición	Absoluto.
	Vulnerabilidad	Relativo, suma ponderada de índices normalizados.
	Riesgo	Absoluto.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Calculado en base a las variables de: temperaturas máximas y mínimas, precipitación total, radiación solar entrante, humedad relativa máxima y mínima, velocidad del viento y propiedades físico-químicas y morfológicas de los suelos.
	Exposición	Variable: hectáreas de cultivo de papa bajo riego o de secano a nivel comunal.
	Vulnerabilidad	Índice se construye en base a siete índices: - Índice PYMEX: número de explotaciones de menor

		<p>tamaño.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Índice IRU: proporción de la población rural con respecto a la población urbana. - Índice Diversificación: representa la diversidad de cultivos que hay por comuna. Se consideraron frutales, hortalizas, cereales, leguminosas, tubérculos y cultivos industriales. - Índice Embalses: número de embalses por comuna. Se consideraron los embalses cuyo uso incluyera: agua potable, generación energía y riego. - Índice INDAP: representa la proporción de número usuarios INDAP y el número de funcionarios INDAP a nivel regional. - Índice Infraestructura: número de infraestructuras totales por comuna. Dentro del cálculo se consideró bodegas, cámaras de frío, invernaderos, establos, galpones, gallineros, pabellones, pozos, salas de ordeña, silos, terneras, tranques, oficinas, otros. - Índice balance riego-secano: representa la proporción de superficie cultivada en secano con respecto a la superficie cultivada bajo riego.
	Riesgo	Amenaza, exposición y sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Públicos del Censo Agropecuario 2007 y datos regionales de ODEPA.
	Vulnerabilidad	Datos públicos por INE, DGA, INDAP, ODEPA.
Periodicidad datos	Exposición	Frecuencia de recopilación de datos de ODEPA de 3 a 6 años, dependiendo de la región
	Vulnerabilidad	Se realizó un nuevo Censo Agropecuario el 2021 (datos utilizados corresponden al 2007). Censo poblacional (INE) y Número de usuarios y funcionarios INDAP actualizados periódicamente (cada 10 años y de forma anual, respectivamente). Datos embalses (DGA) última vez actualizados el 2016.
Cobertura espacial datos	Exposición	Entre las regiones de Coquimbo y de Los Lagos. Solo se cuenta con información para comunas con mayores producciones.
	Vulnerabilidad	Entre las regiones de Coquimbo y de Los Lagos. Solo se cuenta con información para comunas con mayores producciones.
Agregación geográfica		Por comunas.
Pertinencia		Es pertinente.
Intersectorial		Recursos hídricos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-20 Ficha Incendios en Bosques Nativos/Plantaciones Forestales

Nombre de la cadena	Incendios en Bosques Nativos/Plantaciones Forestales	
Indicadores	Amenaza	Variación en la incidencia de temperaturas sobre 30°C (propicias para la ocurrencia de incendios forestales) entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP 8.5).
	Exposición	Superficie comunal cubierta por bosques nativos/plantaciones

		forestales.
	Vulnerabilidad	Índice de sensibilidad de un bosque a experimentar un incendio depende de factores geográficos (p. ej. pendiente del terreno), humanos (p. ej. cercanía de centros urbanos) y de cobertura de suelo (p. ej. tipo de vegetación), según la actividad humana, geografía y topografía, coberturas del suelo.
	Riesgo	Aumento del riesgo de ocurrencia de incendios forestales a consecuencia de olas de calor, entre el periodo histórico y futuro.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, en base al mayor valor.
	Exposición	Relativo, en base al mayor valor.
	Vulnerabilidad	Relativo, en base al mayor valor.
	Riesgo	Relativo, multiplicación de valores normalizados.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Variable: Número de días al año con temperatura sobre los 30°C.
	Exposición	Variable: Cobertura de bosques nativos y plantaciones.
	Vulnerabilidad	Índice multivariables en base a: actividad humana (densidad de caminos, distancia a caminos, distancia a ciudades, densidad poblacional, densidad de casas); geografía y topografía (elevación, pendiente, longitud, latitud); cobertura de suelos (cultivos, bosque nativo, plantaciones forestales, suelos impermeables, matorrales, suelo desnudo, praderas, cobertura del suelo).
	Riesgo	Amenaza, exposición y sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	La principal base de datos utilizada no es pública, pero el informe está disponible en el repositorio de la Universidad de Chile.
	Vulnerabilidad	Datos públicos provistos por la CONAF, MOP e INE.
Periodicidad datos	Exposición	La principal base de datos no es actualizada periódicamente.
	Vulnerabilidad	La frecuencia de actualización es de 1 a 10 años (datos CONAF e INE, respectivamente).
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Comunas.
Pertinencia		Es pertinente.
Intersectorial		Biodiversidad.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-21 Ficha Verdor en Bosques Nativos/Plantaciones forestales

Nombre de la cadena	Verdor en Bosques Nativos/Plantaciones forestales	
Indicadores	Amenaza	Variación en la incidencia conjunta de sequías y olas de calor entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP 8.5).
	Exposición	Superficie comunal cubierta por bosques nativos/plantaciones

		forestales.
	Vulnerabilidad	Potencial efecto del contenido de agua del suelo, la elevación y el índice de humedad topográfico en el verdor del bosque bajo un contexto de cambios en la precipitación y temperatura.
	Riesgo	Aumento del riesgo de pérdida de verdor del bosque nativo entre el periodo histórico y el futuro.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Absoluto.
	Exposición	Relativo, en base al mayor valor.
	Vulnerabilidad	Relativo, en base al mayor valor.
	Riesgo	Multiplicación de valores absolutos y relativos.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Índice calculado en base a las variables: cambio proporcional de la precipitación; cambio proporcional de las temperaturas máximas; y, cambio proporcional en la ocurrencia de olas de calor, calculado como el número de días en el mes con temperaturas máximas sobre 30°C.
	Exposición	Variable: cobertura de bosques nativos y plantaciones.
	Vulnerabilidad	Índice de predicción multivariables en base a: latitud y longitud, elevación, exposición a la radiación solar, TWI (topographic wetness index), porcentaje de agua volumétrico contenido en el suelo a nivel superficial, profundidad del suelo, formación de bosques, disminución porcentual de la precipitación, cambio promedio en el número de días sobre 30°C entre los meses de octubre a marzo, el aumento porcentual de la temperatura entre PreSr (enero 2000 a enero 2010) y Sr (enero 2010 a enero 2018), precipitación anual y la temperatura media
	Riesgo	Amenaza, exposición y sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	La principal base de datos utilizada no es pública, pero el informe está disponible en el repositorio de la Universidad de Chile.
	Vulnerabilidad	Datos públicos por la USGS y el repositorio de la Universidad de Chile.
Periodicidad datos	Exposición	La principal base de datos no es actualizada periódicamente.
	Vulnerabilidad	La USGS produce datos cada 16 días. Los otros datos no son de actualización periódica.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Comunas.
Pertinencia		Es pertinente.
Intersectorial		Biodiversidad, recursos hídricos.

Fuente: Elaboración propia

11.4.6 Minería

Tabla 11-22 Ficha Condición de alta pluviometría

Nombre de la cadena	Condición de alta pluviometría	
Indicadores	Amenaza	Mayor intensidad de precipitaciones con respecto al escenario actual.
	Exposición	Localización de los sitios mineros y de los depósitos de relave, por separado.
	Vulnerabilidad	Se estima como una combinación de: entorno de instalación, preparación o adecuación de infraestructura y tipo de mina.
	Riesgo	Riesgo de inundación local y deslizamientos.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad. La preparación de las operaciones frente a eventos extremos podría considerarse capacidad adaptativa.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Absoluto.
	Exposición	Relativo, normalizado por el número máximo de puntos en una celda.
	Vulnerabilidad	Relativo, normalizado en una escala de 0-1.
	Riesgo	Relativo, ranking de los valores obtenidos.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo y cualitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Variables: precipitación diaria histórica y proyectada.
	Exposición	Indicadores: localización de los sitios mineros y de los depósitos de relave, por separado.
	Vulnerabilidad	Indicadores: disponibilidad de infraestructura en las operaciones, desagregado por tamaño y por tipo de operación para el caso de los sitios mineros, y al estatus para los depósitos de relave. Preparación de las operaciones frente a extremos climáticos. Pendiente del terreno.
	Riesgo	Indicadores: Amenaza, Exposición y Sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Ministerio de Minería (Atlas de faenas mineras) y SERNAGEOMIN (Catastro de depósitos de relave en Chile)
	Vulnerabilidad	INE (modelos digitales de terreno), Ministerio de Minería (Atlas de faenas mineras) y SERNAGEOMIN (Catastro de depósitos de relave en Chile).
Periodicidad datos	Exposición	La actualización no se realiza de manera periódica.
	Vulnerabilidad	La actualización no se realiza de manera periódica.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Faenas mineras y depósitos de relave en el territorio nacional.
Pertinencia		Si.
Intersectorial		Recursos hídricos y Infraestructura.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-23 Ficha Condición de baja pluviometría

Nombre de la cadena	Condición de baja pluviometría	
Indicadores	Amenaza	Menor intensidad de precipitaciones con respecto al escenario actual.
	Exposición	Localización de los sitios mineros.
	Vulnerabilidad	Se estima como una combinación de: preparación o adecuación de infraestructura y viabilidad de suministro de agua de mar.
	Riesgo	Escasez de suministro de agua.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición. Tiene dos componentes. Por un lado, la preparación o adecuación de infraestructura responde a la definición de sensibilidad, sin embargo, también podría ser considerada como capacidad de adaptación. Por otro lado, la viabilidad de suministro de agua de mar se ajusta a la definición de capacidad de adaptación, no obstante, no es un indicador gestionable.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Absoluto.
	Exposición	Relativo, normalizado por el número máximo de puntos en una celda.
	Vulnerabilidad	Relativo, normalizado en una escala de 0-1.
	Riesgo	Relativo, ranking de los valores obtenidos.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo y cualitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Variables: precipitación diaria histórica y proyectada.
	Exposición	Indicadores: localización de los sitios mineros.
	Vulnerabilidad	Indicadores: diferencia relativa normalizada entre los años secos extremos para la condición actual como indicador de la preparación. Cotas de energía entre la fuente de agua desalinizada más cercana y la mina y distancia.
	Riesgo	Indicadores: Amenaza, Exposición, Sensibilidad y Capacidad Adaptativa.
Disponibilidad datos	Exposición	Ministerio de Minería y SERNAGEOMIN (Atlas de faenas mineras).
	Vulnerabilidad	INE (modelos digitales de terreno), Ministerio de Minería y SERNAGEOMIN (Atlas de faenas mineras).
Periodicidad datos	Exposición	La actualización no se realiza de manera periódica.
	Vulnerabilidad	La actualización no se realiza de manera periódica.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Faenas mineras en el territorio nacional.
Pertinencia		Si.
Intersectorial		Recursos hídricos y Infraestructura.

Fuente: Elaboración propia

11.4.7 Pesca y acuicultura

Tabla 11-24 Ficha Salmonicultura: Pérdida de producción por menor provisión de agua dulce

Nombre de la cadena	Salmonicultura: Pérdida de producción por menor provisión de agua dulce	
Indicadores	Amenaza	Estimación de la amenaza climática en base a cuatro indicadores de cambio entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065, bajo el escenario RCP 8.5).
	Exposición	Producción de ovas, alevines y juveniles-smolts de salmónidos generados en cada una de las pisciculturas evaluadas.
	Vulnerabilidad	Aquellos aspectos del paisaje que hacen que la provisión de agua (cantidad, calidad) utilizada para el desarrollo de la salmonicultura sea más "sensible" o "susceptible" a las amenazas climáticas evaluadas.
	Riesgo	Índice de riesgo.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, en base a quintiles del factor estudiado.
	Exposición	Relativo, en base a quintiles del factor estudiado.
	Vulnerabilidad	Relativo, en base a quintiles del factor estudiado.
	Riesgo	Relativo, multiplicación de valores normalizados.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Indicadores de: cambio en el número de días al año con temperatura máximas sobre 25°C; frecuencia de sequías (déficit de precipitación mayor al 75%) entre el clima futuro y el clima histórico; cambio en el número de días consecutivos con precipitación sobre 1mm; cambios en la precipitación media anual (clima actual vs futuro).
	Exposición	Variable: Producción total de las pisciculturas.
	Vulnerabilidad	Indicadores: Cobertura de bosque nativo presente en cada cuenca y razón existente entre esta cobertura y la sumatoria de los usos agrícolas y forestales.
	Riesgo	Amenaza, exposición y sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos proporcionados por SUBPESCA y SERNAPESCA.
	Vulnerabilidad	Imágenes satelitales disponibles por Landsat 8.
Periodicidad datos	Exposición	Actualización anual.
	Vulnerabilidad	Actualización cada 16 días.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Puntual (pisciculturas) y subcuenca asociada.
Pertinencia		Es pertinente.
Intersectorial		Biodiversidad.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-25 Ficha Pérdida de biomasa de salmones por FAN

Nombre de la cadena	Pérdida de biomasa de salmones por FAN
---------------------	--

Indicadores	Amenaza	Reducción de las precipitaciones entre el clima histórico (1980-2010) y el futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP8.5) produciendo un incremento de días secos y mayor disponibilidad de luz lo cual facilitaría la ocurrencia de FAN.
	Exposición	Biomasa de salmones (cosecha) en base al promedio de producción 2017/2018 para cada Agrupación de Concesiones de Salmones (ACS) o barrio.
	Vulnerabilidad	Índice de sensibilidad (Factores físicos, biológicos, oceanográficos y de gestión de la producción que hacen más susceptible al sector y pudiesen maximizar el impacto de las amenazas evaluadas).
	Riesgo	Riesgo de perder biomasa (cosecha) debido a incremento de Floraciones algales nocivas (FAN) como resultado de la reducción de precipitaciones para cada Agrupación de Concesiones de Salmones en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, en base a quintiles del factor estudiado.
	Exposición	Relativo, en base a quintiles del factor estudiado.
	Vulnerabilidad	Relativo, en base a quintiles del factor estudiado.
	Riesgo	Relativo, multiplicación de valores normalizados.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Indicadores de: cambio en el número de días al año con temperatura máximas sobre 25°C; frecuencia de sequías (déficit de precipitación mayor al 75%) entre el clima futuro y el clima histórico; cambio en el número de días consecutivos con precipitación sobre 1mm; cambios en la precipitación media anual (clima actual vs futuro).
	Exposición	Variable: biomasa de salmones (cosecha).
	Vulnerabilidad	Se utilizaron los indicadores de: biomasa cosechada acumulada total; dependencia de ingresos de agua dulce (salinidad en los primeros 10 m de columna de agua); prevalencia de FAN (número de eventos entre el 2000 y el 2016); edad del agua o tiempo de retención estimado por ACS en días. Además, se menciona el siguiente indicador, pero no es claro que efectivamente se use: Variabilidad espaciotemporal de la temperatura superficial del mar (TSM).
	Riesgo	Amenaza, exposición y sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos proporcionados por SUBPESCA y SERNAPESCA.
	Vulnerabilidad	Se utiliza un estudio de disponibilidad pública y datos de SERNAPESCA. La fuente de los otros datos no es clara.
Periodicidad datos	Exposición	Actualización anual.

	Vulnerabilidad	Actualización anual para algunos casos (SERNAPESCA) y desconocida para otros.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional/desconocida.
Agregación geográfica		Agrupación de Concesiones de Salmones (ACS) o barrios en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes
Pertinencia		Es pertinente.
Intersectorial		Recursos hídricos, biodiversidad.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-26 Ficha Pérdida de biomasa de salmones por aumento de parásitos

Nombre de la cadena	Pérdida de biomasa de salmones por aumento de parásitos	
Indicadores	Amenaza	Reducción de las precipitaciones entre el clima histórico (1980-2010) y el futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP8.5) generando menor ingreso de agua dulce al mar interior.
	Exposición	Biomasa de salmones (cosecha) en base al promedio de producción 2017/2018 para cada Agrupación de Concesiones de Salmones (ACS) o barrio.
	Vulnerabilidad	Factores físicos, biológicos, oceanográficos y de gestión de la producción que hacen más susceptible al sector y pudiesen maximizar el impacto de las amenazas evaluadas.
	Riesgo	Riesgo de perder biomasa (cosecha) en el clima futuro debido a incremento de parasitismo como resultado de la reducción de precipitaciones para cada Agrupación de Concesiones de Salmones en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, en base a quintiles del factor estudiado.
	Exposición	Relativo, en base a quintiles del factor estudiado.
	Vulnerabilidad	Relativo, en base a quintiles del factor estudiado.
	Riesgo	Relativo, multiplicación de valores normalizados.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Indicadores de: cambio en el número de días al año con temperatura máximas sobre 25°C; frecuencia de sequías (déficit de precipitación mayor al 75%) entre el clima futuro y el clima histórico; cambio en el número de días consecutivos con precipitación sobre 1mm; cambios en la precipitación media anual (clima actual vs futuro).
	Exposición	Variable: Biomasa de salmones (cosecha).
	Vulnerabilidad	Indicadores de: biomasa cosechada acumulada total; dependencia de ingresos de agua dulce (salinidad en los primeros 10 m de columna de agua); condición sanitaria (uso de antibióticos en ton); dominancia de <i>Salmo salar</i> (%).

	Riesgo	Amenaza, exposición y sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos proporcionados por SUBPESCA y SERNAPESCA.
	Vulnerabilidad	Se utiliza un estudio de disponibilidad pública y datos de SERNAPESCA. La fuente de los otros datos no es clara.
Periodicidad datos	Exposición	Actualización anual.
	Vulnerabilidad	Actualización anual para algunos casos (SERNAPESCA) y desconocida para otros.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional/desconocida.
Agregación geográfica		Agrupación de Concesiones de Salmones (ACS) o barrios en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes
Pertinencia		Es pertinente.
Intersectorial		Recursos hídricos y biodiversidad.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-27 Ficha Perdida de biomasa de mejillones en fase engorda por FAN

Nombre de la cadena	Perdida de biomasa de mejillones en fase engorda por FAN	
Indicadores	Amenaza	Reducción de las precipitaciones entre el clima histórico (1980-2010) y el futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP8.5) produciendo un incremento de días secos y mayor disponibilidad de luz lo cual facilitaría la ocurrencia de FAN.
	Exposición	Biomasa de mejillones para la cosecha en base a la información para 2018 en toneladas por comuna.
	Vulnerabilidad	Factores físicos, biológicos, oceanográficos y especialmente de gestión de la captación de semilla que hacen más susceptible al sector y pudiesen maximizar el impacto de las amenazas evaluadas.
	Riesgo	Riesgo de perder biomasa para cosecha debido a incremento de FAN.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, en base a quintiles del factor estudiado.
	Exposición	Relativo, en base a quintiles del factor estudiado.
	Vulnerabilidad	Relativo, en base a quintiles del factor estudiado.
	Riesgo	Relativo, multiplicación de valores normalizados.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Indicadores de: cambio en el número de días al año con temperatura máximas sobre 25°C; frecuencia de sequías (déficit de precipitación mayor al 75%) entre el clima futuro y el clima histórico; cambio en el número de días consecutivos con precipitación sobre 1mm; cambios en la precipitación media anual (clima actual vs futuro).
	Exposición	Variables: Biomasa de cosecha de choritos para exportación.

	Vulnerabilidad	Indicadores de: producción por superficie total concesiones por comuna; preexistencia de FAN (Número de eventos registrados); índice enfriamiento/posible ingreso de agua de sur a norte (TSM); nivel máximo de toxina registrado.
	Riesgo	Amenaza, exposición y sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos proporcionados por SERNAPESCA.
	Vulnerabilidad	Se utilizan datos públicos de SERNAPESCA e INFOR. La fuente de los otros datos no es clara.
Periodicidad datos	Exposición	Actualización anual.
	Vulnerabilidad	Actualización de SERNAPESCA anual y datos de monitoreo mensual de INFOR. La periodicidad de los otros datos es desconocida.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional para SERNAPESCA, entre las regiones de Los Lagos y Magallanes para los datos de INFOR y desconocida para los restantes.
Agregación geográfica		Comunas de la región de Los Lagos
Pertinencia		Es pertinente.
Intersectorial		Biodiversidad, recursos hídricos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-28 Ficha Pérdida de biomasa semilla de mejillones por aumento de salinidad

Nombre de la cadena	Pérdida de biomasa semilla de mejillones por aumento de salinidad	
Indicadores	Amenaza	Reducción de las precipitaciones entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP8.5) resultando en incremento de la salinidad de los primeros metros de la columna de agua.
	Exposición	Biomasa de semilla en base a producción de semilla estimada en toneladas por comuna para el 2018.
	Vulnerabilidad	Factores físicos, biológicos, oceanográficos y especialmente de gestión de la captación de semilla que hacen más susceptible al sector y pudiesen maximizar el impacto de las amenazas evaluadas.
	Riesgo	Riesgo de perder biomasa de semilla de mejillones debido a incremento de salinidad en la columna de agua.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, en base a quintiles del factor estudiado.
	Exposición	Relativo, en base a quintiles del factor estudiado.
	Vulnerabilidad	Relativo, en base a quintiles del factor estudiado.
	Riesgo	Relativo, multiplicación de valores normalizados.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo y cualitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.

Variables involucradas	Amenaza	Indicadores de: cambio en el número de días al año con temperatura máximas sobre 25°C; frecuencia de sequías (déficit de precipitación mayor al 75%) entre el clima futuro y el clima histórico; cambio en el número de días consecutivos con precipitación sobre 1mm; cambios en la precipitación media anual (clima actual vs futuro).
	Exposición	Variable: Biomasa de captación de semillas de choritos.
	Vulnerabilidad	Indicadores de: producción por superficie total concesiones por comuna; estimación del estado de los bancos semilleros (CB); gestión deficiente de la semilla; influencia de ingresos de agua dulce.
	Riesgo	Amenaza, exposición y sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos proporcionados por SERNAPESCA. Nota: La información sobre captación de semilla es menos confiable que aquella de la producción para exportación.
	Vulnerabilidad	Fuente de datos desconocida.
Periodicidad datos	Exposición	Actualización anual.
	Vulnerabilidad	Desconocida.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional para SERNAPESCA, entre las regiones de Los Lagos y Magallanes para los datos de INFOR y desconocida para los restantes.
Agregación geográfica		Comunas de la región de Los Lagos
Pertinencia		Es pertinente.
Intersectorial		Biodiversidad, recursos hídricos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-29 Ficha Pérdida de desembarque pesquero artesanal

Nombre de la cadena	Pérdida de desembarque pesquero artesanal	
Indicadores	Amenaza	Se utilizaron dos indicadores basados en variables meteorológicas: 1) cambio proyectado en la temperatura del aire y 2) cambio proyectado de las precipitaciones, ambos al año 2050 respecto de la base 2002-2012).
	Exposición	Corresponde al desembarque total de recursos en cada caleta, ponderado por su importancia relativa según el tipo de pesquería, a saber: 1) desembarque de peces, 2) desembarque de invertebrados (moluscos, crustáceos y otros) y 3) desembarque de algas.
	Vulnerabilidad	Se utilizaron indicadores de tendencia asociados a número de pescadores y de los recursos pesqueros (estatus, riqueza específica y concentración).
	Riesgo	Riesgo de pérdida de desembarque pesquero artesanal, ponderado por tipo de recurso, asociado al cambio climático.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
	Amenaza	Relativo, en base al cálculo de percentiles.

Tipo de valor/ Base de comparación	Exposición	Relativo, en base al cálculo de percentiles.
	Vulnerabilidad	Relativo, en base al cálculo de percentiles.
	Riesgo	Relativo, multiplicación de valores normalizados.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo y cualitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Indicadores: cambio proyectado de la temperatura del aire y de las precipitaciones al 2050 respecto de la base 2002-2012.
	Exposición	Variables: Desembarque de peces, invertebrados (moluscos, crustáceos y otros) y de algas.
	Vulnerabilidad	Indicadores: Número de pescadores por caleta inscritos en el Registro de Pesca Artesanal; estatus (tendencia del desembarque total por caleta en el periodo 2007-2017); riqueza (número de especies desembarcadas en el periodo) y el índice de concentración de Hirshman-Herfindahl (mide la monopolización de recursos desembarcados por caleta).
	Riesgo	Amenaza, exposición y sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos proporcionados por SERNAPESCA.
	Vulnerabilidad	Los datos públicos entregados por SERNAPESCA se encuentran agrupados por región, no por caleta.
Periodicidad datos	Exposición	Actualización anual.
	Vulnerabilidad	Actualización anual.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Caletas de pescadores artesanales.
Pertinencia		Es pertinente
Intersectorial		Biodiversidad, zonas costeras.

Fuente: Elaboración propia

11.4.8 Turismo

Tabla 11-30 Ficha Pérdida de atractivo turístico invernal en centros de alta montaña

Nombre de la cadena	Pérdida de atractivo turístico invernal en centros de alta montaña	
Indicadores	Amenaza	Disminución del promedio de nieve acumulada debido a cambio climático, expresado como el porcentaje de disminución de la nieve acumulada entre el periodo histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP 8.5).
	Exposición	Centros de esquí identificados como atractivos turísticos en la base de datos de SERNATUR (demanda en temporada alta).
	Vulnerabilidad	Diversidad de oferta en temporada baja, estimada a partir de dos indicadores: (i) presencia de otros atractivos turísticos, distintos a los centros de esquí; y, (ii) demanda en temporada baja.
	Riesgo	Aumento en el riesgo de pérdida de atractivo turístico en alta montaña relacionada con actividades en centros invernales, entre el periodo histórico y futuro.

Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Uso de concepto integra sensibilidad y capacidad adaptativa.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Absoluto.
	Exposición	Relativo, en base al menor y mayor valor.
	Vulnerabilidad	Relativo, en base al menor y mayor valor.
	Riesgo	Relativo, en base al menor y mayor valor.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Variable nieve acumulada.
	Exposición	Estimación en base a las variables: Llegada de pasajeros a establecimientos de alojamiento turístico en los meses de junio a septiembre; porcentaje de visitas motivadas para ir a los centros de invierno de los destinos turísticos relacionados.
	Vulnerabilidad	Indicadores: Presencia de otros atractivos turísticos (que no correspondan al tipo “montaña”, subtipo “área nevada”) y demanda en temporada baja (llegada a los destinos donde existen centros de esquí en enero y febrero).
	Riesgo	Amenaza, exposición y vulnerabilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos en SERNATUR.
	Vulnerabilidad	Datos públicos en SERNATUR.
Periodicidad datos	Exposición	Actualización anual.
	Vulnerabilidad	Actualización anual.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Centros de esquí.
Pertinencia		Es pertinente.
Intersectorial		Recursos hídricos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-31 Ficha Pérdidas de atractivo turístico por incendios forestales

Nombre de la cadena	Pérdidas de atractivo turístico por incendios forestales	
Indicadores	Amenaza	Aumento del riesgo de pérdida de bosque nativo por potenciales incendios forestales, entre el período histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP 8.5).
	Exposición	Comunas con presencia de áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), Santuarios de la Naturaleza, Áreas protegidas privadas (APP), Zonas de Interés Turístico (ZOIT) y destinos turísticos.
	Vulnerabilidad	Dependencia del desarrollo comunal con los atractivos de riqueza natural.
	Riesgo	Aumento de riesgo de pérdida del patrimonio turístico y paisaje natural, debido al aumento de incendios (producto del cambio climático) en bosque nativo, en las comunas vinculadas

		con los sitios del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), Santuarios de la Naturaleza, Áreas protegidas privadas (APP), Zonas de Interés Turístico (ZOIT) y destinos turísticos, entre el periodo histórico y futuro.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, multiplicación de valores normalizados.
	Exposición	Relativo, suma ponderada de valores normalizados.
	Vulnerabilidad	Relativo, suma ponderada de valores normalizados.
	Riesgo	Relativo, multiplicación de valores normalizados.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
VARIABLES INVOUCRADAS	Amenaza	Modelo en base a las variables: Incremento de olas de calor (Temperaturas sobre 30°C), densidad del bosque nativo (a nivel comunal) y sensibilidad (dependiente de presencia de plantaciones forestales en el entorno, densidad de población, rasgos geomorfológicos, etc.)
	Exposición	Indicadores: Ventas de empresas del sector Turismo por comuna (año 2017); porcentaje de la superficie comunal asociada a un área de interés turística relacionada con naturaleza (áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), los Santuarios de la Naturaleza, las Áreas Protegidas privadas (APP), y las Zonas de Interés Turístico (ZOIT)); población flotante por comuna.
	Vulnerabilidad	Indicadores: Fuerza de trabajo de sector Turismo por Comuna (Número de trabajadores dependientes informados, según comuna y actividades (ACT). Se contabilizan las ACT de interés turístico: alojamiento turístico, actividades de provisión de alimentos y bebidas, y actividades de agencias de viajes y de otros servicios de reservas); diversidad de oferta turística (presencia comunal de atractivos turísticos distintos de la categoría "Sitios de naturaleza").
	Riesgo	Amenaza, exposición y sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Público en la SST y SERNATUR.
	Vulnerabilidad	Público en la SST y SERNATUR.
Periodicidad datos	Exposición	Actualización anual.
	Vulnerabilidad	Actualización anual.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Comuna.
Pertinencia		Es pertinente.
Intersectorial		Silvoagropecuario (bosque nativo).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-32 Ficha Erosión de playas

Nombre de la cadena	Erosión de playas	
Indicadores	Amenaza	Cambio en la cota de inundación debido a la combinación de aumento del nivel de mar y aumento de intensidad de las marejadas.
	Exposición	Área de superficie de las playas estudiadas.
	Vulnerabilidad	Sensibilidad calculada a partir de: <ul style="list-style-type: none"> - Índice de sensibilidad estructural considera la importancia relativa del tipo de rompiente, la existencia de drenaje y la existencia de dunas. - Tasa de erosión normalizada.
	Riesgo	Riesgo de aumento de potencial erosivo, respecto a la condición actual, se cuantifica como la multiplicación de la amenaza, la sensibilidad y la exposición.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, en base al mayor valor.
	Exposición	Relativo, en base al mayor valor.
	Vulnerabilidad	Relativo, en base al mayor valor
	Riesgo	Relativo, multiplicación de valores normalizados.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo y cualitativo.
	Riesgo	Cuantitativo y cualitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Aumento del nivel de mar y aumento de intensidad de las marejadas.
	Exposición	Área de superficie de las playas estudiadas
	Vulnerabilidad	Índice de sensibilidad Estructural (SE): Tipo de rompiente, tipo de drenaje y existencia de Antedunas; y, tasa de erosión normalizada (Er).
	Riesgo	Amenaza, exposición y sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	
	Vulnerabilidad	
Periodicidad datos	Exposición	
	Vulnerabilidad	
Cobertura espacial datos	Exposición	
	Vulnerabilidad	
Agregación geográfica		Playas agrupadas por comunas
Pertinencia		La cadena es más pertinente al sector de zonas costeras que al de turismo.
Intersectorial		Zonas costeras

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-33 Ficha Pérdida de atractivo turístico en los destinos de sol y playa

Nombre de la cadena	Pérdida de atractivo turístico en los destinos de sol y playa.	
Indicadores	Amenaza	Aumento de riesgo de erosión de playas entre el periodo histórico (1985-2004) y futuro (2026-2045 bajo el escenario RCP 8.5), considerada como amenaza indirecta para el sector Turismo.
	Exposición	Playas del litoral de Chile cuya erosión ha sido evaluadas en el grupo de trabajo de Costas, y que se puede asociar a un destino turístico de tipología "litoral".
	Vulnerabilidad	Diversidad de oferta estimada en el período presente a partir de dos factores: 1) presencia de otros atractivos turísticos, distintos a los subtipos "balnearios"; y, 2) llegada de pasajeros en período de temporada baja (invierno).
	Riesgo	Riesgo evaluado que corresponde a la pérdida de atractivo turístico en los destinos de sol y playa, debido al cambio de clima de oleaje entre el periodo histórico y futuro.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, multiplicación de valores normalizados
	Exposición	Relativo, en base al mayor valor.
	Vulnerabilidad	Relativo, en base al mayor valor.
	Riesgo	Relativo, multiplicación de valores normalizados.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Riesgo de erosión de playas (ver cadena).
	Exposición	Estimación en base a las variables: Llegada de pasajeros a establecimientos de alojamiento turístico en los meses de enero y febrero; porcentaje de visitas motivadas para ir a las playas de los destinos turísticos relacionados.
	Vulnerabilidad	Indicadores: Presencia de otros atractivos turísticos, distintos a los subtipos "balnearios"; demanda en temporada baja (junio a septiembre).
	Riesgo	Amenaza, exposición y sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos en SERNATUR.
	Vulnerabilidad	Datos públicos en SERNATUR.
Periodicidad datos	Exposición	Actualización anual.
	Vulnerabilidad	Actualización anual.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Playas agrupadas por comunas
Pertinencia		Es pertinente.
Intersectorial		Zonas costeras.

Fuente: Elaboración propia

11.4.9 Biodiversidad

Tabla 11-34 Ficha pérdida de fauna/flora por cambio de precipitación/temperatura

Nombre de la cadena	Pérdida de fauna/flora por cambio de precipitación/temperatura	
Indicadores	Amenaza	Disminución de las precipitaciones promedio/aumento de la temperatura anual en el clima futuro (2035-2065 proyectado bajo el escenario RCP8.5) respecto a las condiciones climáticas históricas (1980-2010), a nivel comunal.
	Exposición	Grado de pérdida de la vegetación natural que ha experimentado el territorio en los últimos 30 años, a nivel comunal.
	Vulnerabilidad	Producto entre el margen de seguridad y la capacidad adaptativa. El margen de seguridad es una métrica de tolerancia climática, calculada como la diferencia entre la mediana del límite superior de las temperaturas proyectadas y las condiciones térmica actual. La capacidad adaptativa corresponde a la amplitud del nicho climático (temperatura) de las especies de fauna.
	Riesgo	Riesgo a la pérdida de la diversidad de especies vegetales producto del cambio futuro en la temperatura promedio anual.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Indicador corresponde a sensibilidad ya que no reconoce presencia de recursos ambientales que podrían verse afectados.
	Vulnerabilidad	Indicador se ajuste mejor a la definición de capacidad adaptativa.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, en base al mayor valor.
	Exposición	Relativo, en base al mayor valor.
	Vulnerabilidad	Relativo, en base al mayor valor.
	Riesgo	Relativo, en base al mayor valor.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Variables: temperatura media anual y precipitación anual.
	Exposición	Variable: pérdida de vegetación (%).
	Vulnerabilidad	Indicadores calculados según las variables: <ul style="list-style-type: none"> - Margen de seguridad: Límite climático observado en las especies y condiciones climáticas medias a largo plazo. - Capacidad adaptativa: Amplitud climática del nicho de las especies.
	Riesgo	Amenaza, Exposición y Vulnerabilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Informe público disponible en la web del MMA.
	Vulnerabilidad	Datos públicos en las bases de datos globales Global Biodiversity Information Facility (GBIF) y Botanical Information and Ecological Network (BIEN).
Periodicidad datos	Exposición	Informe no cuenta con actualización periódica.
	Vulnerabilidad	Actualización de bases de datos con nuevas publicaciones.

Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Comunas y ecosistemas.
Pertinencia		Es pertinente.
Intersectorial		Bosques nativos (silvoagropecuario), recursos hídricos.

Fuente: Elaboración propia

11.4.10 Salud

Tabla 11-35 Ficha Mortalidad prematura neta por cambio de temperatura

Nombre de la cadena	Mortalidad prematura neta por cambio de temperatura	
Indicadores	Amenaza	Cambio en el promedio anual de la temperatura máxima diaria durante el periodo 2035-2064 (proyectadas considerando el escenario RCP8.5) con respecto a promedio de la temperatura máxima observada durante el periodo 1980-2010.
	Exposición	Población comunal proyectada al año 2050 a partir de los datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE).
	Vulnerabilidad	Mortalidad base comunal, que corresponde a la cantidad de muertes por causas no accidentales esperadas al año 2050, sin considerar un aumento de la temperatura producto del cambio climático.
	Riesgo	Mortalidad prematura neta comunal. Corresponde a la cantidad de muertes netas por causas no accidentales esperadas al año 2050, considerando un aumento de temperatura por efecto del cambio climático. La mortalidad neta se calcula como la suma entre la cantidad de muertes y de vidas salvadas, y por lo tanto puede ser positivo (aumento de muertes) o negativo (disminución de muertes).
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Absoluto.
	Exposición	Absoluto.
	Vulnerabilidad	Absoluto.
	Riesgo	Absoluto.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Variables: temperatura máxima proyectada e histórica.
	Exposición	Indicadores: población comunal proyectada al 2050.
	Vulnerabilidad	Índice: índice de mortalidad comunal proyectado al 2050.
	Riesgo	Indicadores: Amenaza, Exposición y Sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Censo 2017.
	Vulnerabilidad	DEIS.
Periodicidad datos	Exposición	En general los datos se actualizan cada 5-10 años (periodicidad del Censo).
	Vulnerabilidad	Anual.
Cobertura espacial	Exposición	Nacional.

datos	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Comuna.
Pertinencia		Si.
Intersectorial		Ciudades y Asentamientos Humanos y Infraestructura.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-36 Ficha Mortalidad prematura por calor

Nombre de la cadena	Mortalidad prematura por calor	
Indicadores	Amenaza	Cambio en el promedio anual de la temperatura máxima diaria durante el periodo 2035-2064 (proyectadas considerando el escenario RCP8.5) con respecto a promedio de la temperatura máxima observada durante el periodo 1980-2010.
	Exposición	Población comunal proyectada al año 2050 a partir de los datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE).
	Vulnerabilidad	Mortalidad base comunal, que corresponde a la cantidad de muertes por causas no accidentales esperadas al año 2050, sin considerar un aumento de la temperatura producto del cambio climático.
	Riesgo	Mortalidad prematura neta comunal. Corresponde a la cantidad de muertes netas por causas no accidentales esperadas al año 2050, considerando un aumento de temperatura por efecto del cambio climático.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Absoluto.
	Exposición	Absoluto.
	Vulnerabilidad	Absoluto.
	Riesgo	Absoluto.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
VARIABLES involucradas	Amenaza	Variables: temperatura máxima proyectada e histórica.
	Exposición	Indicadores: población comunal proyectada al 2050.
	Vulnerabilidad	Índice: índice de mortalidad comunal proyectado al 2050.
	Riesgo	Indicadores: Amenaza, Exposición y Sensibilidad
Disponibilidad datos	Exposición	Censo 2017.
	Vulnerabilidad	DEIS.
Periodicidad datos	Exposición	En general los datos se actualizan cada 5-10 años (periodicidad del Censo).
	Vulnerabilidad	Anual.
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Comuna.
Pertinencia		Si.
Intersectorial		Ciudades y Asentamientos Humanos y Infraestructura.

Fuente: Elaboración propia

11.4.11 Ciudades y Asentamientos Humanos

Tabla 11-37 Ficha Efecto olas de calor en la salud humana

Nombre de la cadena	Efecto olas de calor en la salud humana	
Indicadores	Amenaza	Incidencia de olas de calor entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP8.5).
	Exposición	Población (urbana y rural) histórica y que se proyecta residir en distintas comunas del país en 2035.
	Vulnerabilidad	Índice de vulnerabilidad compuesto por: <ul style="list-style-type: none"> - Índice de sensibilidad: presencia de condiciones poblacionales o territoriales que aumentan la susceptibilidad de la comuna a sufrir impactos adversos de olas de calor, tales como condiciones asociadas a la presencia de la isla de calor urbana, a empleos sensibles, y correspondientes a condiciones socioeconómicas, etarias y de salud, y a otras condiciones demográficas. - Índice de resiliencia genérica: mayor capacidad de respuesta y/o de adaptación frente a múltiples amenazas de origen climático, expresada en términos de redundancia, gestión municipal, diversidad, conectividad y vinculación municipal con la ciudadanía.
	Riesgo	Se presentan dos definiciones según donde ser revise: <ul style="list-style-type: none"> - Variación en el riesgo de impactos de salud a consecuencia de olas de calor, entre el periodo histórico y el futuro. - Cuáles comunas muestran más o menos disposición a sufrir impactos adversos asociados a olas de calor bajo las condiciones climáticas, sociales e institucionales históricas y futuras.
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad. Se habla de resiliencia en lugar de capacidad adaptativa.
	Riesgo	Acorde a la definición. Sin embargo, la principal definición habla de impactos de salud, sin embargo, la definición correcta sería aquella sobre la disposición a sufrir impactos adversos asociados a olas de calor.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, agregación difusa.
	Exposición	Relativo, agregación difusa del logaritmo de la población (para disminuir la heterogeneidad).
	Vulnerabilidad	Relativo, agregación difusa.
	Riesgo	Relativo, agregación difusa.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo y cualitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
VARIABLES INVOLUCRADAS	Amenaza	Indicadores: <ul style="list-style-type: none"> - Número de días en un año con temperaturas máximas >34º - Número promedio de ocurrencias en un año de 3 días consecutivos con temperaturas máximas superiores a 25º, 28º y 30º.

	Exposición	Indicadores: población comunal histórica y proyectada al 2035.
	Vulnerabilidad	<p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilidad: área urbana consolidada, densidad poblacional, proporción del suelo con cobertura vegetal, proporción de trabajadores al aire libre y/o manuales, incidencia pobreza por ingreso, incidencia pobreza multidimensional (5), proporción población con reducida escolarización, viviendas construidas anteriormente al 2002, población adulto mayor, población infantil, prevalencia de condiciones de riesgo cardiovascular, proporción de hogares liderados por una mujer con población dependiente, población migrante, población perteneciente a pueblos originarios, hacinamiento. - Resiliencia: capacidad de respuesta (riesgo de desertificación, degradación de las tierras y sequía, existencia de actividades económicas productivas expuestas a amenazas, déficit habitacional, emplazamiento de infraestructura en zonas de amenaza, tasa establecimientos de salud, compañías de bomberos y unidades o destacamentos de carabineros cada 100.000 habitantes, planificación de seguridad pública en situaciones de emergencia, cantidad de localidades aisladas, porcentaje de población en situación de aislamiento, localización de asentamientos humanos en zonas de amenaza, presencia de asentamientos humanos irregulares y estrategias de intervención) y capacidad de adaptación (municipio cuenta con Instrumentos Planificación Territorial, Sistema de Certificación Ambiental Municipal, Estrategia de Comunicación de Cambio Climático, Ejecución de proyectos financiados por Programa de prevención y mitigación de riesgos, municipio cuenta con plan de inversión en obras de mitigación, gestión local y adaptación al cambio climático, municipio cuenta con Instrumentos locales para GRD, municipio cuenta con Perfil Climático Municipal, municipio cuenta con acceso a información sobre impacto del cambio climático, estructura municipal cuenta con Unidad de GRD y/o Protección Civil, capacitación equipo municipal GRD, autonomía financiera y de toma de decisiones para GRD, carácter de la participación ciudadana, conformación COSOC, organizaciones de la sociedad civil con intervención en GRD del territorio, espacios municipales de expresión e integración multicultural, enfoque inclusivo en ámbitos de la gestión municipal, municipio comunica oferta de programas sociales, mecanismos de rendición de cuentas de la gestión municipal)
	Riesgo	Indicadores: Amenaza, Exposición, Sensibilidad y Resiliencia.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos en Censo 2017 y proyecciones del INE 2019.
	Vulnerabilidad	Datos públicos en Censo 2017, Casen 2015, Mapa de Cobertura de Suelos de Chile 2014 (archivo raster), Permisos de edificación (INE), Encuesta nacional de salud 2015-2016, IDE, ONEMI – FSRC.

Periodicidad datos	Exposición	En general los datos se actualizan cada 5-10 años (periodicidad del Censo).
	Vulnerabilidad	Algunos datos se actualizan cada 5-10 años (periodicidad del Censo y Encuesta Casen), otros no están sujetos a actualización periódica (ONEMI).
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		Comuna.
Pertinencia		Si.
Intersectorial		Infraestructura y Salud.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-38 Ficha Inundaciones

Nombre de la cadena	Inundaciones	
Indicadores	Amenaza	Existen dos definiciones: <ul style="list-style-type: none"> - Variación en la incidencia de inundaciones por desborde de colectores entre el clima presente (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo escenario RCP 8.5). - Aumento de precipitaciones intensas (históricas y futuras).
	Exposición	Población urbana histórica y que se proyecta residir en distintas comunas del país en 2035.
	Vulnerabilidad	Índice de vulnerabilidad compuesto por: <ul style="list-style-type: none"> - Índice de sensibilidad: presencia de condiciones poblacionales o territoriales que aumentan la susceptibilidad de la comuna a sufrir impactos adversos de inundaciones, tales como grupos vulnerables, condiciones de la vivienda, condiciones territoriales. - Índice de resiliencia genérica: capacidad de distintos asentamientos humanos para responder y adaptarse a las amenazas climáticas a las que están expuestos.
	Riesgo	Existen tres definiciones: <ul style="list-style-type: none"> - Variación en la disposición a registrar impactos de salud a consecuencia de inundaciones por desborde de colectores, entre el periodo presente y el futuro. - Disposición a sufrir impactos adversos asociados a inundaciones por desborde de colectores bajo las condiciones climáticas, sociales e institucionales presentes y futuras. - Deterioro de condiciones de la vivienda y servicios críticos.
Uso de conceptos	Amenaza	La amenaza serían eventos de precipitación extremas. La incidencia de inundaciones por desborde correspondería a un impacto intermedio.
	Exposición	Acorde a la definición
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad. Se habla de resiliencia en lugar de capacidad adaptativa.
	Riesgo	Acorde a la definición. Sin embargo, la principal definición habla de impactos de salud, sin embargo, la definición correcta sería aquella sobre la disposición a sufrir impactos adversos por desborde de colectores.

Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, agregación difusa.
	Exposición	Relativo, agregación difusa del logaritmo de la población (para disminuir la heterogeneidad).
	Vulnerabilidad	Relativo, agregación difusa.
	Riesgo	Relativo, agregación difusa.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo y cualitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Indicadores: indicador de inundación de equipo de Hidrología (precipitaciones de periodo de retorno de 5, 10 y 20 relacionados a la probabilidad de falla de colectores, latitud y longitud de la comuna, altitudes máxima, mínima y media, pendientes máxima, mínima y media, área y erodabilidad.
	Exposición	Indicadores: población comunal histórica y proyectada al 2035.
	Vulnerabilidad	Indicadores: <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilidad: incidencia pobreza por ingreso, incidencia pobreza multidimensional (5), población adulto mayor, población infantil, proporción de hogares liderados por una mujer con población dependiente, población migrante, población perteneciente a pueblos originarios, hacinamiento en áreas urbanas, tipos de construcciones en áreas urbanas, materialidad de las viviendas en áreas urbanas, impermeabilización del suelo, historial de inundaciones, asentamientos humanos no planificados, desigualdad socio-material, cantidad de establecimientos de salud y educación por comuna. - Resiliencia: capacidad de respuesta (riesgo de desertificación, degradación de las tierras y sequía, existencia de actividades económicas productivas expuestas a amenazas, déficit habitacional, emplazamiento de infraestructura en zonas de amenaza, tasa establecimientos de salud, compañías de bomberos y unidades o destacamentos de carabineros cada 100.000 habitantes, planificación de seguridad pública en situaciones de emergencia, cantidad de localidades aisladas, porcentaje de población en situación de aislamiento, localización de asentamientos humanos en zonas de amenaza, presencia de asentamientos humanos irregulares y estrategias de intervención) y capacidad de adaptación (municipio cuenta con Instrumentos Planificación Territorial, Sistema de Certificación Ambiental Municipal, Estrategia de Comunicación de Cambio Climático, Ejecución de proyectos financiados por Programa de prevención y mitigación de riesgos, municipio cuenta con plan de inversión en obras de mitigación, gestión local y adaptación al cambio climático, municipio cuenta con Instrumentos locales para GRD, municipio cuenta con Perfil Climático Municipal, municipio cuenta con acceso a información sobre impacto del cambio climático, estructura municipal cuenta con Unidad de GRD

		y/o Protección Civil, capacitación equipo municipal GRD, autonomía financiera y de toma de decisiones para GRD, carácter de la participación ciudadana, conformación COSOC, organizaciones de la sociedad civil con intervención en GRD del territorio, espacios municipales de expresión e integración multicultural, enfoque inclusivo en ámbitos de la gestión municipal, municipio comunica oferta de programas sociales, mecanismos de rendición de cuentas de la gestión municipal)
	Riesgo	Indicadores: Amenaza, Exposición, Sensibilidad y Resiliencia.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos en Censo 2017 y proyecciones del INE 2019.
	Vulnerabilidad	Datos públicos en Censo 2017, Casen 2015, Mapa de Cobertura de Suelos de Chile 2014 (archivo raster), Permisos de edificación (INE), Encuesta nacional de salud 2015-2016, IDE, ONEMI – FSRC.
Periodicidad datos	Exposición	En general los datos se actualizan cada 5-10 años (periodicidad del Censo).
	Vulnerabilidad	Algunos datos se actualizan cada 5-10 años (periodicidad del Censo y Encuesta Casen), otros no están sujetos a actualización periódica (ONEMI).
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Nacional.
Agregación geográfica		40 comunas más pobladas del país (no se incluye algunas grandes ciudades como Valparaíso, Viña del Mar ni Puerto Montt por falta de indicador de inundación para esas comunas).
Pertinencia		Si.
Intersectorial		Salud, Recursos Hídricos y Infraestructura.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-39 Ficha Efectos de Isla de Calor Urbana

Nombre de la cadena	Efectos de Isla de Calor Urbana	
Indicadores	Amenaza	Intensidad máxima del efecto de isla de calor urbana (ICU) que relaciona la población urbana y la velocidad del viento rural para estimar la diferencia entre la temperatura urbana y la rural. Para el cálculo de la amenaza futura, al valor de la ICU se le añadió el efecto del cambio climático correspondiente al incremento de las temperaturas máximas promedio entre el verano histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 RCP 8.5).
	Exposición	Población urbana total para cada ciudad de Chile, en 2017 y calculada mediante un modelo de crecimiento urbano para 2065.
	Vulnerabilidad	Índice de Vulnerabilidad Social (SoVI).
	Riesgo	Riesgo asociado al impacto de la intensidad del fenómeno de Isla de Calor Urbana (ICU) para las diferentes ciudades de Chile, entre al clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 RCP 8.5).
Uso de conceptos	Amenaza	La amenaza corresponde a la diferencia máxima entre campo y ciudad, incluyendo el efecto del cambio climático.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de	Amenaza	Relativo, normalizado en una escala de 0-1.

comparación	Exposición	Relativo, normalizado en una escala de 0-1.
	Vulnerabilidad	Relativo, normalizado en una escala de 0-1. Las variables son medidas en desviaciones estándar que dependen de los valores de la media.
	Riesgo	Relativo, normalizado en una escala de 0-1.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo y cualitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
VARIABLES involucradas	Amenaza	Variables: población urbana, velocidad del viento en m/s a una altura de 10 m en un área no urbana, diferencia de temperatura máxima promedio entre datos históricos y proyección.
	Exposición	Indicadores: población histórica y proyectada al 2065.
	Vulnerabilidad	Variables: porcentaje de viviendas con decil de ingreso per cápita vulnerable, porcentaje de población cesante, porcentaje de mujeres, porcentaje de mujeres jefas de hogar, edad media de la población, porcentaje de población menor de 15 años, porcentaje de población entre 15 y 65 años, porcentaje de población mayor de 65 años, porcentaje de población migrante, porcentaje de viviendas arrendadas, porcentaje de viviendas irrecuperables, porcentaje de viviendas con muros irrecuperables, porcentaje de viviendas con techo irrecuperable, porcentaje de viviendas con piso irrecuperable, porcentaje de viviendas sin red de agua potable, porcentaje de vivienda sin red de alcantarillado, porcentaje de población mayor de 25 años sin educación básica, porcentaje de población analfabeta mayor de 15 años, porcentaje de población jubilada, porcentaje de población estudiante, índice de hacinamiento, porcentaje de población con ocupación en el sector primario y secundario, porcentaje de población con discapacidad, étnica, porcentaje de población en situación de pobreza multidimensional, porcentaje de parques y plazas (áreas verdes), porcentaje de viviendas que no cuentan con sistemas de calefacción, porcentaje de viviendas que no cuentan con sistema de agua caliente, porcentaje de viviendas sin certificación térmica, porcentaje de población en situación de calle, número de viviendas en campamento.
	Riesgo	Indicadores: Amenaza, Exposición y Sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos en Censo 2017.
	Vulnerabilidad	Datos públicos en Censo 2017, Casen 2017, SIEDU, MINVU, Observatorio Urbano MINVU, Informe de Desarrollo Social, TECHO.
Periodicidad datos	Exposición	En general los datos se actualizan cada 5-10 años (periodicidad del Censo y Encuesta Casen).
	Vulnerabilidad	En general los datos se actualizan cada 5-10 años (periodicidad del Censo y Encuesta Casen).
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	En algunos casos se tiene cobertura nacional, en otros la cobertura es a las ciudades de mayor tamaño.
Agregación geográfica		34 ciudades que corresponden a aquellas que tienen sobre los 50.000 habitantes y a las capitales regionales.
Pertinencia		Si.
Intersectorial		Salud y Infraestructura.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-40 Ficha Discomfort térmico ambiental

Nombre de la cadena	Discomfort térmico ambiental	
Indicadores	Amenaza	Índice <i>Humidex</i> : integra la temperatura y la humedad relativa del aire, para el mes más cálido del año (enero), durante el periodo nocturno, correspondiente al periodo futuro (2035-2065); calculado como el indicador de amenaza del Discomfort Térmico Ambiental. Las ciudades sin Discomfort Térmico Ambiental ($Humidex < 29,4$) han sido suprimidas de esta cadena de impacto (No aplica).
	Exposición	Población urbana total para cada ciudad de Chile, en 2017 y calculada mediante un modelo de crecimiento urbano para 2065.
	Vulnerabilidad	Índice de Vulnerabilidad Social (SoVI).
	Riesgo	Riesgo de las diversas ciudades de experimentar Discomfort Térmico Ambiental, debido al calor y la humedad en los meses de verano, entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 RCP 8.5).
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, normalizado en una escala de 0-1.
	Exposición	Relativo, normalizado en una escala de 0-1.
	Vulnerabilidad	Relativo, normalizado en una escala de 0-1. Las variables son medidas en desviaciones estándar que dependen de los valores de la media.
	Riesgo	Relativo, normalizado en una escala de 0-1.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo y cualitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
VARIABLES INVOLUCRADAS	Amenaza	Variables: temperatura del aire, presión de vapor y humedad relativa.
	Exposición	Indicadores: población histórica y proyectada al 2065.
	Vulnerabilidad	Variables: porcentaje de viviendas con decil de ingreso per cápita vulnerable, porcentaje de población cesante, porcentaje de mujeres, porcentaje de mujeres jefas de hogar, edad media de la población, porcentaje de población menor de 15 años, porcentaje de población entre 15 y 65 años, porcentaje de población mayor de 65 años, porcentaje de población migrante, porcentaje de viviendas arrendadas, porcentaje de viviendas irrecuperables, porcentaje de viviendas con muros irrecuperables, porcentaje de viviendas con techo irrecuperable, porcentaje de viviendas con piso irrecuperable, porcentaje de viviendas sin red de agua potable, porcentaje de vivienda sin red de alcantarillado, porcentaje de población mayor de 25 años sin educación básica, porcentaje de población analfabeta mayor de 15 años, porcentaje de población jubilada, porcentaje de población estudiante, índice de hacinamiento, porcentaje de población con ocupación en el sector primario y secundario, porcentaje de población con discapacidad, étnica, porcentaje de

		población en situación de pobreza multidimensional, porcentaje de parques y plazas (áreas verdes), porcentaje de viviendas que no cuentan con sistemas de calefacción, porcentaje de viviendas que no cuentan con sistema de agua caliente, porcentaje de viviendas sin certificación térmica, porcentaje de población en situación de calle, número de viviendas en campamento.
	Riesgo	Indicadores: Amenaza, Exposición y Sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos en Censo 2017.
	Vulnerabilidad	Datos públicos en Censo 2017, Casen 2017, SIEDU, MINVU, Observatorio Urbano MINVU, Informe de Desarrollo Social, TECHO.
Periodicidad datos	Exposición	En general los datos se actualizan cada 5-10 años (periodicidad del Censo y Encuesta Casen).
	Vulnerabilidad	En general los datos se actualizan cada 5-10 años (periodicidad del Censo y Encuesta Casen).
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	En algunos casos se tiene cobertura nacional, en otros la cobertura es a las ciudades de mayor tamaño.
Agregación geográfica		34 ciudades que corresponden a aquellas que tienen sobre los 50.000 habitantes y a las capitales regionales.
Pertinencia		Si.
Intersectorial		Salud y Infraestructura.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-41 Ficha Efecto de las heladas en las ciudades

Nombre de la cadena	Efecto de las heladas en las ciudades	
Indicadores	Amenaza	Índice de Heladas (FDO), que corresponde al promedio de días en que la temperatura mínima es igual o inferior a 0°C, considerando en este caso la estación de invierno (junio, julio y agosto), correspondiente al periodo futuro (2035-2065 RCP 8.5). Las ciudades sin heladas (FDO=0) no poseen amenaza y han sido suprimidas de esta cadena de impacto.
	Exposición	Población urbana total para cada ciudad de Chile, en 2017 y calculada mediante un modelo de crecimiento urbano para 2065.
	Vulnerabilidad	Índice de Vulnerabilidad Social (SoVI).
	Riesgo	Riesgo de las diversas ciudades de Chile a experimentar los efectos adversos de las heladas, entre el periodo histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 RCP 8.5).
Uso de conceptos	Amenaza	Acorde a la definición.
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Relativo, normalizado en una escala de 0-1.
	Exposición	Relativo, normalizado en una escala de 0-1.
	Vulnerabilidad	Relativo, normalizado en una escala de 0-1. Las variables son medidas en desviaciones estándar que dependen de los valores de la media.
	Riesgo	Relativo, normalizado en una escala de 0-1.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.

	Vulnerabilidad	Cuantitativo y cualitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Variables: días con heladas (días donde se registra descenso térmico igual o inferior a 0°C.
	Exposición	Indicadores: población histórica y proyectada al 2065.
	Vulnerabilidad	Variables: porcentaje de viviendas con decil de ingreso per cápita vulnerable, porcentaje de población cesante, porcentaje de mujeres, porcentaje de mujeres jefas de hogar, edad media de la población, porcentaje de población menor de 15 años, porcentaje de población entre 15 y 65 años, porcentaje de población mayor de 65 años, porcentaje de población migrante, porcentaje de viviendas arrendadas, porcentaje de viviendas irrecuperables, porcentaje de viviendas con muros irrecuperables, porcentaje de viviendas con techo irrecuperable, porcentaje de viviendas con piso irrecuperable, porcentaje de viviendas sin red de agua potable, porcentaje de vivienda sin red de alcantarillado, porcentaje de población mayor de 25 años sin educación básica, porcentaje de población analfabeta mayor de 15 años, porcentaje de población jubilada, porcentaje de población estudiante, índice de hacinamiento, porcentaje de población con ocupación en el sector primario y secundario, porcentaje de población con discapacidad, étnica, porcentaje de población en situación de pobreza multidimensional, porcentaje de parques y plazas (áreas verdes), porcentaje de viviendas que no cuentan con sistemas de calefacción, porcentaje de viviendas que no cuentan con sistema de agua caliente, porcentaje de viviendas sin certificación térmica, porcentaje de población en situación de calle, número de viviendas en campamento.
	Riesgo	Indicadores: Amenaza, Exposición y Sensibilidad.
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos en Censo 2017.
	Vulnerabilidad	Datos públicos en Censo 2017, Casen 2017, SIEDU, MINVU, Observatorio Urbano MINVU, Informe de Desarrollo Social, TECHO.
Periodicidad datos	Exposición	En general los datos se actualizan cada 5-10 años (periodicidad del Censo y Encuesta Casen).
	Vulnerabilidad	En general los datos se actualizan cada 5-10 años (periodicidad del Censo y Encuesta Casen).
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	En algunos casos se tiene cobertura nacional, en otros la cobertura es a las ciudades de mayor tamaño.
Agregación geográfica		34 ciudades que corresponden a aquellas que tienen sobre los 50.000 habitantes y a las capitales regionales.
Pertinencia		Si.
Intersectorial		Salud y Infraestructura.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11-42 Ficha Anegamientos de asentamientos costeros

Nombre de la cadena	Anegamientos de asentamientos costeros	
Indicadores	Amenaza	Cambio en la cota de inundación (por una combinación de aumento del nivel de mar y aumento de intensidad de las marejadas), expresado en términos de probabilidad. El cambio corresponde a la

		diferencia entre el clima futuro (2035-2065, bajo el escenario RCP 8.5) y el clima histórico (1980-2010).
	Exposición	Tamaño de los emplazamientos con zonas litorales bajas, medido por el número de viviendas.
	Vulnerabilidad	Promedio normalizado entre densidad poblacional, densidad de vivienda, fracción de tipos de vivienda (casa, departamento en edificio o precaria).
	Riesgo	Riesgo de mayor anegación de asentamientos costeros debido a las marejadas y el alza del nivel del mar, se cuantifica como la multiplicación de la amenaza, la sensibilidad y la exposición.
Uso de conceptos	Amenaza	El cambio en la cota de inundación es un efecto intermedio de las amenazas climáticas (aumento del nivel del mar e intensidad de marejadas).
	Exposición	Acorde a la definición.
	Vulnerabilidad	Acorde a la definición de sensibilidad.
	Riesgo	Acorde a la definición.
Tipo de valor/ Base de comparación	Amenaza	Absoluto.
	Exposición	Relativo, escalado por el mayor valor.
	Vulnerabilidad	Relativo, promedio normalizado por el mayor valor.
	Riesgo	Relativo, representa el ranking entre los asentamientos analizados.
Nivel de cuantificación	Amenaza	Cuantitativo.
	Exposición	Cuantitativo.
	Vulnerabilidad	Cuantitativo y cualitativo.
	Riesgo	Cuantitativo.
Variables involucradas	Amenaza	Variables: marea astronómica, marea meteorológica, <i>runup</i> del oleaje y nivel medio del mar.
	Exposición	Variable: número de viviendas en los asentamientos.
	Vulnerabilidad	Indicadores: tipo de asentamiento, existencia de manzanas censales a menos de 10 msnm, densidad poblacional, densidad de viviendas, fracción de habitantes por vivienda.
	Riesgo	Indicadores: Amenaza, Exposición y Sensibilidad
Disponibilidad datos	Exposición	Datos públicos en Censo 2017.
	Vulnerabilidad	Datos públicos en Censo 2017.
Periodicidad datos	Exposición	Actualización cada 5-10 años (según periodicidad del Censo).
	Vulnerabilidad	Actualización cada 5-10 años (según periodicidad del Censo).
Cobertura espacial datos	Exposición	Nacional.
	Vulnerabilidad	Empresas portuarias estatales.
Agregación geográfica		433 asentamientos humanos (ciudades, pueblos, aldeas y caseríos costeros) emplazados en las 100 comunas costeras y dos comunas insulares, reconocidos por el INE.
Pertinencia		Si.
Intersectorial		Zonas Costeras, Salud y Infraestructura.

Fuente: Elaboración propia

11.5 Agua para riego embalsada respecto de la capacidad del embalse

Tabla 11-43 Mínimo volumen de agua embalsada para riego para periodo entre 2015 y 2020 – Agua embalsada para riego

Embalses de agua para riego con meses

Region	Embalse	Meses	Año					
			2015	2016	2017	2018	2019	2020
Antofagasta	CONCHI	Diciembre						73%
		Enero, Diciembre		68%		68%		
		Enero, Febrero, Diciembre			73%			
		Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo	73%					
		Marzo, Abril, Mayo					73%	
Atacama	LAUTARO	Diciembre				0%	27%	19%
		Enero		17%	54%			
		Enero, Febrero	0%					
Coquimbo	COGOTI	Abril			63%			
		Abril, Mayo	44%					
		Diciembre				62%	32%	14%
		Enero, Febrero, Abril, Mayo, Junio	0%					
	CORRALES	Diciembre					24%	
		Febrero	26%					
		Marzo, Abril		94%				
		Mayo				44%	3%	
		Octubre			84%			
	CULIMO	Abril, Mayo	16%					
		Diciembre				68%	33%	
		Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio	0%					
		Marzo, Abril			40%			
	EL BATO	Noviembre, Diciembre					44%	
		Abril			88%			
		Abril, Mayo, Diciembre				85%		
		Diciembre					42%	15%
		Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Julio	92%					
	LA LAGUNA	Junio	0%					
		Diciembre					95%	82%
Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto		53%						
LA PALOMA	Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre	###	###	###				
	Abril			43%				
	Abril, Mayo	2%						
	Diciembre				70%	51%	33%	
	Marzo	23%						
PUCLARO	Diciembre				93%	79%	58%	
	Enero	33%						
	Marzo, Abril	5%						
	Mayo, Diciembre			98%				
RECOLETA	Diciembre				88%	73%	56%	
	Enero	43%						
	Febrero	0%						
	Marzo, Abril			88%				
SANTA JUANA	Agosto			97%				
	Diciembre				94%	72%		
	Enero	44%						
	Marzo	7%				84%		

Fuente: Elaboración propia

Embalses de agua para riego con meses (2)

Region	Embalse	Meses	Año					
			2015	2016	2017	2018	2019	2020
Metropolitana	EL YESO	Enero		82%				35%
		Junio	5%					
		Octubre			45%			
		Noviembre				35%		
		Octubre, Noviembre					27%	
	RUNGUE	Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto	0%					
		Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre			24%			
Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre					0%			
Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre						0%	0%	
Maule	BULLILEO	Marzo		0%				
		Abril			0%			0%
		Marzo, Abril	0%			2%	0%	
	COLBUN	Mayo				27%	40%	24%
		Junio	3%	26%			39%	
	DIGUA	Marzo		3%	2%	6%		
		Abril						0%
		Julio	5%					2%
	LAGUNA DEL MAULE	Marzo				20%		
		Mayo	2%					15%
		Julio			17%			
		Diciembre		31%			26%	
	TUTUVEN	Abril				15%	7%	
		Mayo		4%				
		Diciembre	45%					
Marzo, Abril, Mayo				0%				
Marzo, Abril							5%	
O'Higgins	CONVENTO VIEJO	Marzo	70%			62%	7%	
		Junio	5%					
		Diciembre					32%	
		Marzo, Abril			59%			
	RAPEL	Abril			57%		59%	
		Mayo	5%				57%	
Junio			59%		54%			
Bio Bio	COIHUECO	Enero				0%		
		Marzo		10%				
		Abril	1%				9%	
		Mayo					8%	
		Junio			1%			
	LAGO LAJA	Mayo	1%			15%	17%	14%
		Julio		14%				
		Abril, Mayo			7%			
	PANGUE	Mayo	51%					
		Junio		69%				
		Julio				83%		
		Noviembre					83%	
Febrero, Abril						83%		
RALCO	Mayo, Diciembre			89%				
	Abril	3%	35%			35%		
Valparaíso	AROMOS	Mayo		66%				
		Abril				83%	4%	
		Mayo					54%	
		Agosto						
		Diciembre	34%				28%	
	LAGO	Diciembre	7%	4%		4%	1%	
	PENUELAS	Abril, Mayo			2%		1%	

Fuente: Elaboración propia



11.6 Iniciativas de M&E planificadas

Tabla 11-44 Criterios para la evaluación de indicadores

Proyecto	Productos Esperados	Sector	Plazos
Sistema de MRV (1) del (PNACC-Recursos Hídricos)	Base de datos con metas, indicadores, métricas, herramientas y responsables de las mediadas del PNACC-Recursos Hídricos	Recursos Hídricos	Primer trimestre 2024
Evaluación de la seguridad hídrica a nivel de cuenca (PSA-Recursos Hídricos)	1) Sistematización y análisis de contenidos y desarrollo de los PEGH (2), evaluando la integración de las variables de cambio climático. 2) Desarrollar un conjunto de indicadores y/o índice para medir la seguridad hídrica en al menos 2 cuencas piloto y generar recomendaciones escalabras a otras cuencas	Recursos Hídricos	Cuarto trimestre 2022 a segundo trimestre 2023
Sistema de monitoreo y reporte para la adaptación (PNACC)	1) Plataforma digital para el monitoreo y reporte del NAP, PSAs, PARCCs, SIACC (indicadores que están en construcción) 2) Usos virtuales para usuarios de la plataforma, 2 tipos: para ETICC (sector público en general, enfocado en quienes tendrían que reportar) y público en general, respecto del uso y productos descargables. 3) Manual y otros recursos audiovisuales sobre de la operación del sistema	Multisector	Segundo semestre 2022 a primer semestre 2023
Diseño de indicadores regionales de riesgo y vulnerabilidad climática y creación de capacidades en materia de M&E de la adaptación (ODEPA)	Sistema de M&E PNACC-SAP	Silvoagropecuario	Primer semestre 2022
Consultoría estudio vulnerabilidad de biodiversidad en el marco de la actualización del PNACC-Biodiversidad	Estudio de vulnerabilidad y riesgo climático para biodiversidad	Biodiversidad	2022 (9 meses)
Consultoría respecto al M&E de la actualización del PSA-Biodiversidad	Sistema de M&E	Biodiversidad	2023 (5 meses)
Actualización ARCLIM (BID)	Actualización de la plataforma. Incorporación de nuevos indicadores, actualización de la interfaz, etc.	Multisector	2022



Proyecto	Productos Esperados	Sector	Plazos
Evaluación de la vulnerabilidad y soluciones de adaptación de los pueblos indígenas de Chile (PNACC)	1) Estudio de vulnerabilidad y riesgos de los pueblos indígenas de Chile, con propuestas de soluciones de adaptación e indicadores para la medición del progreso. 2) Mapas de riesgo y sus componentes para incluir en ARClím 3) 9 diálogos indígenas	Multisector	2023
Evaluación de la vulnerabilidad y soluciones de adaptación de tres destinos turísticos (PNACC-Turismo)	1) Estudio de vulnerabilidad y riesgos de tres destinos turísticos en Chile, con propuestas de soluciones de adaptación e indicadores para la medición del progreso. 2) Mapas de riesgo y sus componentes para incluir en ARClím 3) Talleres sectoriales de trabajo	Turismo	2023
Actualización del PNACC	1) Propuesta de medidas de adaptación nacionales transversales con sus indicadores propios. 2) La actualización del NAP contempla una serie de actividades y productos, como guías y lineamientos en diversas temáticas, estudios específicos de vulnerabilidad, económicos, y otros y la construcción del sistema de monitoreo y reporte. El producto al que hace referencia este punto, son los indicadores de las medidas específicas que emanen del proceso, que no están contenidas en planes sectoriales, pues son soluciones transversales nacionales a distintas brechas y necesidades de adaptación, de las cuales el NAP se hace cargo como instrumento referente en la materia.	Multisector	2023

(1) MRV: Monitoreo Reporte y Verificación

(2) PEGH: Planes Estratégicos de Gestión Hídrica

Fuente: Adaptado del trabajo de la contraparte



11.7 Necesidades de indicadores levantadas en el taller 1

Además de las propuestas de indicadores e impactos resumidas en la sección 9.4 las cuales son más específicas con relación al trabajo realizado en la consultoría, también se levantaron múltiples impactos e indicadores propuestos en los talleres sectoriales, muchos de los cuales tampoco pudieron ser abordados, no obstante, se presentan a continuación, de modo de que estos también puedan ser incorporados a trabajos futuros. Cabe destacar que los indicadores e impactos aquí presentados no son necesariamente los más relevantes o atingentes, sino que corresponde a un compendio de todas las propuestas presentadas.

11.7.1 Recursos hídricos

11.7.1.1 Indicadores e impactos sectoriales

Tabla 11-45 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Recursos Hídricos – Taller 1

Impacto	Indicador	Comentario
Riesgo en el aprovechamiento de agua superficial de riego	Cambio en los niveles de aguas subterráneas	Impacto e indicador de ARClím.
	Sensibilidad del sistema.	Impacto e indicador de ARClím.
Seguridad hídrica doméstica rural/urbana.	Capacidad de respuesta.	Impacto e indicador de ARClím.
	Capacidad de adaptación.	Impacto e indicador de ARClím.
Sequías hidrológicas	Generación de agua por cuencas.	Este indicador surgió de la necesidad de establecer una estrategia para cuidar el agua y las cuencas. Una cuenca mejor conservada debería proveer un abastecimiento más seguro. Faltó un indicador del nivel de conservación de las cuencas y una función objetivo con respecto a esto.
	Indicadores del nivel de gobernanza del agua/GIRH.	El nivel de gobernanza vendría siendo un indicador de progreso más que de resultado.
	Sensibilidad frente a sequías.	Impacto e indicador de ARClím.
	N° de comunas que disminuyeron su huella hídrica.	
	Fracción de SSR con aumento de DAA.	
	Balance hídrico.	
Disminución volumen de glaciares	Volumen/superficie de glaciares.	
	Km2 de áreas glaciares y peri glaciares protegidas.	
Disponibilidad/ requerimientos de agua en	Monitoreos permanentes de caudal en ríos y de los consumos (levantamiento de datos) no	



Impacto	Indicador	Comentario
la cuenca.	que sea en base a estimaciones.	
Gestión del riesgo	Integración de actores que extraen agua.	Con esto se buscó abordar temas de gobernanza del agua.
	Integración de actores fuera.	
Fortalecimiento de infraestructura verde	N° de infraestructura verde construida en años/n° de infraestructura verde proyectada.	Tener en consideración el impacto que una infraestructura tiene en una cuenca al, por ejemplo, disminuir la infiltración, por lo que se puede generar una infraestructura que esté pensada para disminuir este impacto.
	Porcentaje del total de aguas infiltradas (infiltración de acuíferos).	
Generación de capacidades	N° de campañas de sensibilización pública sobre la eficiencia del agua.	Hacer involucramiento de los distintos grupos de población, podría haber distintas estrategias para esto.
Afectación de servicios ecosistémicos de provisión y regulación	Estado de degradación de servicios ecosistémicos.	Se debatió con respecto a la contraposición entre la conservación de las cuencas y el abastecimiento de agua para consumo humano que se puede dar, por lo que finalmente se abordó desde el punto de vista de la conservación del servicio ecosistémico de provisión. Esto va asociado también a lo que se puede recuperar.
	Niveles de protección de ecosistemas.	Se habló también de verlo desde el punto de vista de áreas manejadas por comunidades.
	Detección de amenazas antropogénicas.	
	Erosión de la cuenca.	

Fuente: Elaboración propia

11.7.1.2 Indicadores e impactos intersectoriales

Tabla 11-46 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Recursos Hídricos – Taller 1

Sectores	Impacto	Indicador	Comentario
Recursos Hídricos Infraestructura Ciudades y Asentamientos Humanos Silvoagropecuario Minería Biodiversidad	Inundaciones en zonas urbanas	Sensibilidad frente a inundaciones.	
		Cantidad de IPT que tienen consideraciones de adaptación al cambio climático (existencia, nivel de actualización).	
		Porcentaje de estudios de riesgo disponibles.	

Sectores	Impacto	Indicador	Comentario
Salud		Planes de gestión de riesgo/planes de evacuación y zonas seguras.	
		Inversión en infraestructura.	
		Daños y pérdidas (pasadas y futuras).	
Zonas costeras Recursos hídricos Salud Silvoagropecuario	Disminución de calidad del agua	Costo del agua asociado para alcanzar la calidad (tarifas).	Por un lado, se busca que la población pueda acceder a agua potable a bajo costo, pero por otro, también se busca que el costo refleje la escasez, aunque en general se relaciona mucho más con la infraestructura.
		Profundidad de los niveles de los acuíferos.	Los acuíferos sobreexplotados hacen que la calidad del agua disminuya de forma importante.
		Acuíferos expuestos a intrusión salina.	
		Parámetros fisicoquímicos.	
		Nivel de dependencia de las comunidades rurales de fuentes externas (ej. Camiones aljibe).	
		Efectos en salud asociados a disminución de calidad.	
		Porcentaje de tratamiento de las aguas.	
Silvoagropecuario Minería Ciudades y Asentamientos Humanos Asentamientos humanos Energía Zonas costeras	Incremento en los requerimientos de energía para disponibilizar agua (bombeo-impulsión)	Relación energía/volumen de agua.	Cada vez tenemos que recurrir a fuentes de agua más costosas. Si disminuye el costo de la energía, aumenta el consumo de agua.
		Costo del agua (\$/m ³).	
		% de energías renovables utilizadas para la producción de agua.	
Silvoagropecuario Minería Población (Asentamientos humanos) Energía Pisciculturas (Pesca y Acuicultura)	Gestión estratégica de cuencas	Continuidad fluvial de los ríos.	La gestión estratégica implica poner a los distintos sectores que conviven en el territorio y que estas sean equilibradas con la disponibilidad de los recursos naturales. La presión que se está ejerciendo obliga a que los ríos se vayan secando y esto es un indicador claro de la salud de los ecosistemas.
		Salud ecosistémica.	Es difícil definir cómo se podría medir esto.



Sectores	Impacto	Indicador	Comentario
Industrias		Indicadores respecto a la infraestructura de monitoreo y conocimiento de los sistemas hidrometeorológicos.	
Recursos hídricos Biodiversidad Silvoagropecuario Turismo	Avance de la desertificación	Km ² de bosque nativo restaurado.	Algunos de los sectores propuestos contribuyen al avance de la desertificación y otros se ven afectados por esto.
		Km ² de suelo degradado /restaurado.	
		Diferenciando lo que corresponde a incendios forestales de las actividades agrícolas.	Cada vez es más extendida la temporada de incendios. Los incendios afectan de diversas formas los suelos y sus propiedades hidráulicas.

Fuente: Elaboración propia

11.7.2 Energía

11.7.2.1 Indicadores e impactos sectoriales

Tabla 11-47 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Energía – Taller 1

Impacto	Indicador	Comentario
Impacto de la disminución del recurso hídrico.	Índice de disminución de generación hidroeléctrica.	
	Capacidades de generación de reserva capaz de suplir la pérdida de generación hidroeléctrica.	
	Fuentes de flexibilidad en el sistema eléctrico (demanda, generación rápida, baterías).	
Impacto del cambio en la radiación solar.	Índice de disminución de generación solar.	
	Capacidades de generación de reserva capaz de suplir la pérdida de generación solar.	
	Fuentes de flexibilidad en el sistema eléctrico (demanda, generación rápida, baterías).	
Impacto del aumento de la temperatura sobre las líneas de transmisión.	-	No solo en líneas de transmisión, también en los transformadores por el límite de capacidades.
Impacto de la disminución en el recurso eólico.	Índice de disminución de generación eólica.	Se indica que el impacto debería ser el cambio del recurso eólico más que la disminución.
	Capacidades de generación de reserva capaz de suplir la pérdida de generación eólica.	



Impacto	Indicador	Comentario
	Fuentes de flexibilidad en el sistema eléctrico (demanda, generación rápida, baterías).	
Impacto de eventos climáticos extremos (aluviones, nevadas, incendios u otros) sobre el suministro.	Índices de vegetación (combustible para incendio).	Impacto de aluviones y nevadas pensado para zona sur y cordillerana (sectorizado).
	Humedad de la vegetación como indicador de la inflamabilidad en caso de incendio.	
	Nº de días al año con temperatura mayor a 30°C (pensando en incendios).	
Impacto de eventos climáticos extremos (aluviones, nevadas, incendios u otros) sobre la infraestructura.	Indicador(es) de vegetación de corredores verdes (reduce el daño de las líneas de transmisión por incendio).	Impacto de aluviones y nevadas pensado para zona sur y cordillerana (sectorizado). La infraestructura contempla centrales de generación o estanques. Estos impactos podrían ser daños o inhabilitaciones en la infraestructura, o aumento de costos de mantenimiento o inversiones.
Confiabilidad de red eléctrica a nivel de transmisión.	Demanda insatisfecha de energía por problemas de la red de transmisión.	
	Cantidad de horas de desacople en la red de transmisión.	
Confiabilidad de red eléctrica a nivel de distribución.	Cantidad anual de energía que no se puede suministrar la demanda por problemas de la red de distribución.	

Fuente: Elaboración propia

11.7.2.2 Indicadores e impactos intersectoriales

Tabla 11-48 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Energía – Taller 1

Sector	Impacto	Indicador	Comentario
Energía Zonas Costeras Pesca y Acuicultura	Impacto del tiempo de cierre de puertos por	Capacidad de almacenamiento de combustible.	El almacenamiento de combustible permitiría indicar que tan factible es el reemplazo frente a un corte en el suministro.
		Sensibilidad de infraestructura portuaria frente a marejadas.	



Sector	Impacto	Indicador	Comentario
Infraestructura Biodiversidad Minería Turismo	marejadas.	<i>Downtime</i> (tiempo efectivo de cierre de los puertos).	El cierre actual de puertos en Mejillones y Quinteros tiene incidencia en el suministro de gas. No había buena logística en el suministro de diésel por lo que los costos marginales se dispararon. Esto ha afectado indirectamente la planificación de los mantenimientos programados porque tuvieron que ser reprogramados para dar suministro a la demanda del sistema, esto cambia la confiabilidad de la planta al aumentar la probabilidad de falla por no mantenimiento. El sector Minería está relacionado especialmente con la capacidad de almacenamiento de combustible.
Energía Silvoagropecuario Recursos Hídricos Ciudades y Asentamientos Humanos Infraestructura Minería Biodiversidad	Impacto de eventos climáticos extremos (aluviones, nevadas, incendios u otros) sobre el suministro e infraestructura	Presencia de corredores verdes (% de líneas de transmisión con presencia de corredor respecto del total de líneas) (longitudinal y/o superficie). Nº de días al año con temperatura mayor a 30º C. % de eventos extremos (aluviones, incendios) que causaron problemas respecto del total. Nº de cortafuegos. SAIDI ³³ SAIFI ³⁴	Se propone separar las cadenas de suministro e infraestructura.
Energía Ciudades y Asentamientos Humanos Minería Turismo Sistema Industrial (Economía)	Confiabilidad de red eléctrica a nivel de transmisión y distribución.	Demanda insatisfecha de energía por problemas de la red de transmisión. Cantidad de horas de desacoples en la red de transmisión. Demanda insatisfecha de energía por problemas de la red de distribución.	Se propone separar las cadenas de transmisión y distribución.

Fuente: Elaboración propia

³³ SAIDI: System Average Interruption Duration Index, se calcula como (Duración total de las interrupciones sostenidas en un año)/(Nº total de consumidores)

³⁴ SAIFI: System Average Interruption Frequency Index, se calcula como (Nº total de interrupciones sostenidas en un año) / (Nº total de consumidores).



11.7.3 Infraestructura

11.7.3.1 Indicadores e impactos sectoriales

Tabla 11-49 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Infraestructura – Taller 1

Impacto	Indicador	Comentario
Inundaciones por desborde de ríos.	% de población en centros poblados con riesgo por inundaciones por desborde de ríos protegidas por obras de mitigación.	
	Tasa de afectación de inundación de centros poblados por efecto de inundaciones.	
	% de equipamiento afectadas por procesos de remoción en masa.	Centrado en infraestructura pública y privada.
	Nº de viviendas y densidad poblacional (hab) en áreas de inundación.	
	Superficie de infraestructura verde urbana (parque, humedales urbanos, etc.) en áreas de inundación.	Como <i>buffers</i> .
Inseguridad hídrica producto de la sequía (Disminución de la disponibilidad de agua superficial y subterránea).	Huella hídrica.	
	APRs con derechos de agua.	
	% de población sin acceso actual al agua vs población beneficiada por obras implementadas.	
	% de SSR sin agua para prestar el servicio de agua potable.	Cómo están funcionando los APR.
Inundaciones en zonas urbanas.	% de incorporación de restricciones de uso de suelo en los IPTs.	
	Superficie urbana con pavimentos permeables.	
	Calidad de las viviendas.	
	Calidad de los servicios públicos o críticos.	
	% de cobertura de red de aguas lluvias.	
	% de población afectada.	
	Superficie de infraestructura verde urbana (parque, humedales urbanos, etc.) en áreas de inundación.	
Desborde de colectores unitarios por ingreso de aguas lluvias.	Km de red de colectores de aguas lluvias separados.	Medida: separar sistemas.
	Nº de conexiones ilegales a red de alcantarillado eliminadas.	Medida: cerrar conexiones ilegales.
	Nº de descargas ilegales en el centro de la ciudad.	
	Nº de <i>bypass</i> en la planta de tratamiento.	Que refleje el efecto de las medidas.
	Colectores de aguas lluvias desarrollados con criterios de cambio climático.	Plan Maestro Ciudades.
Infraestructura Vial con capacidad de resiliencia.	Incorporación de temas de cambio climático en Manual de Carreteras.	
	% de rutas con diseño de adaptación.	
	% de puentes que afectan la conectividad del país por no considerar adaptaciones al cambio climático en el diseño.	Por aumento de movimiento de material en cursos de agua producto de un aumento en la



Impacto	Indicador	Comentario
Conservación o mantención de obras existentes.	Tasa de inversión en conservación/ adaptación de infraestructura para los nuevos impactos climáticos.	<p>pluviometría.</p> <p>Se ha tenido que adaptar la infraestructura existente y nueva para aportar a la conservación y esto ha ido consumiendo el presupuesto de obras nuevas. Enrocados en bordes costeros se han modificado (alturas, profundidad, diseño, forma).</p> <p>Debido a los eventos de catástrofe se han realizado estas acciones de conservación</p>

Fuente: Elaboración propia



11.7.3.1 Indicadores e impactos intersectoriales

Tabla 11-50 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Infraestructura – Taller 1

Sector	Impacto	Indicador	Comentario
Infraestructura Recursos Hídricos Salud Ciudades y Asentamientos Humanos	Deterioro de la calidad del agua.	% de personas en lugares propensos a sequía con acceso confiable y seguro al agua.	
		Nº de sistema de agua potable rural fortalecidos.	
		Horas mensuales con servicio deficiente en el suministro de agua.	
Infraestructura Zona Costera Energía Pesca y Acuicultura MMT (Puertos estatales)	Aumento de <i>Downtime</i> en puertos.	Nº de obras de abrigo instaladas.	
		Nº de horas que impidan la operación de cada puerto.	
		Nº de mantenciones realizadas.	
Infraestructura Minería Ciudades y Asentamientos Humanos Salud Turismo	Impactos por alta pluviometría.	Nº de sistemas de contención instalados.	Indicador de ejemplo.
		Nº de días con eventos de alta pluviometría.	O cantidad de eventos.
		Cantidad de infraestructura necesaria para contener aluviones.	Cantidad de controles aluvionales se han hecho en sectores que antes no lo requerían y que se han tenido que generar por las condiciones climáticas.
Infraestructura Recursos Hídricos Biodiversidad Ciudades y Asentamientos Humanos Turismo Pesca y Acuicultura Silvoagropecuario	Sequía.	% de territorio que no logra continuar con su capacidad productiva.	
		& del territorio que ha subido su productividad	

Fuente: Elaboración propia



11.7.4 Zonas Costeras

11.7.4.1 Indicadores e impactos sectoriales

Tabla 11-51 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Zonas Costeras – Taller 1

Impacto	Indicador	Comentario
Aumento de downtime de caletas de pescadores.	Existencia de AMERB como indicador de la capacidad organizativa.	
	Nº y tipo de proyectos que reflejan la adaptación al cambio climático.	Cómo se organizan y adaptan a los nuevos escenarios.
	Indicador de acción.	Para ver cómo se están enfrentando.
	Nº de personas o caletas que tienen acceso a talleres/capacitaciones en temas de impactos del cambio climático.	El objetivo está orientado a socializar información. Por ejemplo: orientados a compartir sistemas de alerta temprana.
Anegamiento de asentamientos costeros.	% de población expuesta beneficiada por obras de infraestructura.	
	% población beneficiada por la conservación de zonas que protegen la infraestructura.	Por ejemplo: soluciones basadas en la naturaleza.
	Nº y tipo de proyectos que reflejan la adaptación al cambio climático.	Cómo se organizan y adaptan a los nuevos escenarios.
	Indicador de acción.	Para ver cómo se están enfrentando.
	Cantidad de concesiones marítimas cuyo objetivo sea habitacional.	El aumento indicaría un crecimiento en la exposición y vulnerabilidad.
	Nº de viviendas nuevas/superficie habitacional en zonas de mayor riesgo.	Para monitorear la tendencia en el tiempo y estudiar cómo se adaptan. Se indica que es necesario contabilizar viviendas en lugar de personas debido a que la mayoría de estos lugares corresponde a centros vacacionales por lo que la población reportada en el Censo no sería indicador de la exposición.
	Nº de permisos de edificación y recepción final de proyectos.	Se indica que entrega más información que viviendas individuales. Debido a la irregularidad (falta de permisos) este no sería indicador real de la cantidad de viviendas por lo que el indicador anterior sería más efectivo. También podrían realizarse análisis ponderados de este y otro indicador.
Concesiones marítimas	Nº de concesiones rechazadas por motivos de prevención.	
	Nº de concesiones otorgadas en un espacio determinado.	Para obtener la densidad de concesiones en un sector determinado como indicador de la concentración de actividades en el borde costero. Por ejemplo: bahía de Quintero se encontraría saturada de actividades.



Impacto	Indicador	Comentario
		La Subsecretaría realizó un estudio de concentración de concesiones marítimas en el borde costero pero orientado a establecer tarifas más altas a zonas de mayor concentración. Pero podría servir como insumo para la generación de indicadores de densidad.
	Prospección de sectores que llegarán a un estado de saturación de actividades, medido por la cantidad de concesiones otorgadas.	Basada en la actividad económica y el interés de la zona para prevenir situaciones de saturación.
	Vocación de las concesiones.	¿En términos de las actividades que concentran – son incentivadas por obras o por espacios naturales?
	Incorporación del cambio climático en el Sistema de concesiones.	Se levanta la preocupación de los asistentes de relacionar el cambio climático, la conservación y/o zonas de manejo en el Sistema de concesiones.
	Incorporación de la necesidad de conservación y/o zonas de manejo en el Sistema de concesiones.	
	% del borde costero con estudios de líneas de playa actualizada.	
Áreas marinas.	Áreas marinas con planes de manejo.	
-	Indicador de coherencia de la temática de los planes con los impactos del cambio climático y la adaptación.	Preocupaciones sectoriales no relacionadas con un impacto particular.
	Incorporar el cambio climático en los instrumentos de planificación	
	Incorporar temas específicos de cambio climático en el instrumento de Zonificación de borde costero.	

Fuente: Elaboración propia



11.7.4.2 Indicadores e impactos intersectoriales

Tabla 11-52 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Zonas Costeras – Taller 1

Sector	Impacto	Indicador	Comentario
Zonas Costeras Recursos Hídricos Pesca y Acuicultura Biodiversidad	Pérdida de provisión de agua dulce.	Cobertura de bosque nativo por cuenca tributaria.	
		Volumen de agua dulce provista (m ³).	
		Descargas de RILES a cuerpos de agua dulce o salada. (Total de resoluciones de descarga de riles aprobadas por DS 90) / (Total de resoluciones monitoreadas actualmente por la SMA).	Indicador transversal. Regulación actual deficiente, (DS 90 SISS, luego pasa a la SMA pero no tiene la capacidad de monitorear resoluciones tan antiguas y no han tenido actualización). La otorgación de nuevas concesiones no presenta un trabajo colaborativo con el encargado del monitoreo de la descarga de RILES por lo que muchas veces se estima burdamente el impacto y las concesiones se entregan a ciegas. El segundo indicador debería generar un compromiso colaborativo con el ministerio de defensa para traspasar esta información y que pueda ser tomada en consideración a la hora de otorgar concesiones.
		Regulación de agua por presas.	Podría mejorar la resiliencia del sector de regantes pero podría aumentar la vulnerabilidad de la Zona Costera.
Zona Costera Energía Infraestructura SENAPRED³⁵	<i>Downtime</i> en puertos.	Nº de puertos con sistema de alerta temprana ante marejadas.	
Zonas Costeras	Impactos en humedales costeros.	(Nº de solicitudes de protección de humedales costeros) / (Nº de solicitudes de infraestructura costera [ampliación caletas de pescadores, rampas, espigones, dragados]).	En el mismo sector geográfico. Orientados a resguardar los humedales por su importancia en la mitigación y adaptación al cambio climático.
		(Delimitación del humedal) / (Área de manejo o AMERB).	
		Nº de concesiones marítimas en zonas de humedales o zonas identificadas como de mayor riesgo.	
Zonas Costeras Biodiversidad	Pérdida de biodiversidad	Indicadores de Biodiversidad.	

³⁵ SENAPRED: Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres



Sector	Impacto	Indicador	Comentario
Turismo Pesca y Acuicultura	en Zonas Costeras.		
Zona Costera Ciudades y Asentamientos Humanos Turismo Centros industriales	Impacto de la minería de playa.		Relacionado con la seguridad de asentamientos costeros. La extracción de arena compromete la estabilidad de las dunas lo que podría causar impactos en los asentamientos aledaños.
Zonas Costeras	-	Nº de consultas o informes solicitados por la autoridad marítima o dirección de obras municipales con fines de prevención. Permisos otorgados en zonas en las que bajo el permiso de precaución no deberían ser otorgados.	Preocupaciones sectoriales no relacionadas con un impacto particular.

Fuente: Elaboración propia

11.7.5 Silvoagropecuario

11.7.5.1 Indicadores e impactos sectoriales

Tabla 11-53 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Silvoagropecuario – Taller 1

Impacto	Indicador	Comentario
Cambio en la productividad de los cultivos/capacidad de carga de bovinos y ovinos/productividad de las praderas	Índice de sensibilidad.	
	Índice de capacidad adaptativa.	
Incendios en plantaciones forestales/bosque nativo.	Sensibilidad frente a incendios.	Se podría incluir también restauración de áreas quemadas.
	Capacidad adaptativa frente a incendios.	
Verdor en plantaciones forestales/bosque nativo	Sensibilidad frente a pérdida de verdor.	
Migración campo-ciudad	Abandono de superficie.	
	Parcelamiento para viviendas (loteo).	
	Edad de la población en el campo.	
Erosión y degradación de suelos	Has de suelo degradado/zona o región	
	Calidad de los suelos	



Impacto	Indicador	Comentario
	Restauración de áreas quemadas	
	Proporción de suelo cubierto/descubierto en el área productiva.	
Disminución y fragmentación de la superficie de bosque nativo	Aumento/disminución superficie de bosque nativo respecto a línea base	
	% superficie protegida	
Rescate prácticas tradicionales	N° de semillas variedades tradicionales resguardadas/año	
Plagas y enfermedades	Nuevas plagas y enfermedades	
	Frecuencia de aplicaciones para plagas/enfermedades existentes.	
Cambios de especies o variedades productivas	Cultivo de nuevas variedades o productos en la zona	
	Has y rendimiento de cultivos tradicionalmente usados en la zona.	
	Has y rendimiento de nuevos cultivos o variedades en la zona.	
Mejoras en la fiscalización forestales y ambiental implementadas.	Más comunas donde se fortalece la vigilancia forestal y ambiental.	
	Más actividades de inspección realizadas en las regiones.	
Reducción de la disponibilidad de agua	Aumento/disminución del volumen de agua total utilizada por el sector agrícola en cada territorio respecto a la oferta disponible en la cuenca.	
	Metros cúbicos/segundo disponibilizados a partir de eficiencia.	Debería haber un indicador que no solo muestre eficiencia por unidad de cultivo, sino que no se aumente el cultivo cuando hay reducción de la disponibilidad de agua.
Impacto pequeños agricultores	Dependencia de fuentes de agua externas como camiones aljibe	
	Reducción de los ingresos de los agricultores por pérdida rendimiento de cultivos.	
	Reducción de agua disponible debido a la sequía.	
Impacto en la agricultura de subsistencia debido al uso de agua en cultivos intensivos en agua y	No se propusieron indicadores.	



Impacto	Indicador	Comentario
monocultivos de la gran agricultura como paltas, cerezas, entre otros.		
Disponibilidad de agua	Disponibilidad en las reservas (glaciares)	
	Caudal de ríos	
	Sistemas de riego en los cultivos.	
Impacto en biodiversidad	Pérdida de la biodiversidad por el uso de cultivos.	
	Proyectos de reforestación y restauración.	
Cambio en la dieta alimenticia hacia más vegetales menos carnívora, lo cual tiene un impacto en el uso de agua y suelo.	No se proponen indicadores	
APL, acuerdos/estándar de sustentabilidad	Presencia/ausencia de estos en distintos sectores, asociados al manejo del suelo, protección de la biodiversidad, gestión del agua, manejo de plagas u otras medidas asociadas a la resiliencia del sistema productivo.	Surgió la discusión de si estos corresponden a mitigación o adaptación. Habría que revisar cada uno de los APL para ver su implementación. Una invitada comentó que los APLs son la forma más cercana para llegar al productor y otra contraargumentó señalando que se puede llegar más directamente mediante los instrumentos de fomento. Aportan a distintas escalas, por lo que la pertinencia depende de a que escala se quiera llegar. La prioridad debería ser los más vulnerables, pero un marco nacional debería abarcar a todos.
Sin impacto asociado	Diversidad de cultivos	

Fuente: Elaboración propia

11.7.5.2 Indicadores e impactos intersectoriales

Tabla 11-54 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Silvoagropecuaria – Taller 1

Sectores	Impacto	Indicador	Comentario
Biodiversidad Silvoagropecuaria Recursos Hídricos Energía Consumo humano (Sanitario/APR) Turismo	Sequías hidrológicas (disminución de la seguridad hídrica)	Estado de los ecosistemas/ servicios ecosistémicos asociados a la provisión de agua.	
		Daños y pérdidas intersectoriales.	
		Volumen anual de agua consumido por sector productivo.	
		Balance hídrico por cuenca (relación oferta/demanda).	
		Caudal proyectado para conocer la oferta y planificar la demanda sostenible.	



Sectores	Impacto	Indicador	Comentario
OUA, DGA Datos meteorológicos DMC		Seguridad hídrica.	
		Disponibilidad de agua por persona (APR).	
Sanitario APR Energía Silvoagropecuario	Uso de energía (ERNC)	Relación uso de agua/energía utilizada (por ej. Bombeo de pozos, impulsión, etc.)	
		Sustitución de combustibles fósiles en maquinarias y equipos.	
		Biodigestores.	
		Producción de biofertilizantes derivados de biocombustión.	No es claro que este indicador haya estado ligado al impacto de uso de energía por su disposición en el Miro.
Infraestructura Minería Ciudades y Asentamientos Humanos Agrícola Energía Turismo Recursos Hídricos ONEMI	Inundaciones (Gestión de riesgo)	Estado de los sistemas naturales y servicios ecosistémicos que mitigan el riesgo.	
		Disponibilidad de infraestructura.	
		Planes de gestión y respuesta (coordinación y gobernanza entre actores).	
		Inversión pública/privada para la gestión.	
		Daños y pérdidas (pasados/evitados).	
Existencia y estado de avance de los IPT en sus distintas escalas.			
Derretimiento de Glaciares (DGA – MOP) Extracción alta aguas subterráneas (DGA – MOP) Biodiversidad	Altas temperaturas y cambio de patrones de lluvia	Superficie de bosque o matorrales nativos.	
		Reducción del volumen de agua dulce disponible en los sectores cordilleranos y precordillera, ríos para regar, etc., debido a la reducción del tamaño de glaciares o la acumulación de nieve a largo plazo, ya que es en el verano que se cuenta con esta agua.	
		Disminución de rendimiento de cultivos.	
		Reducción volumen de agua subterránea disponible para riego y consumo humano (actualmente se encuentra sobreexplotado por la agroindustria y pequeños agricultores).	
		Pérdida de biodiversidad, número de especies nativas extinguidas.	
		Superficie de suelos degradados debido a incendios y desertificación.	
		Reducción de población rural en edad laboral (15 a 59 años)	



Sectores	Impacto	Indicador	Comentario
		debido a la pérdida de cultivos (migración hacia ciudades).	
Puertos (Zonas Costeras) Pesca y Acuicultura Ciudades y Asentamientos Humanos Turismo Minería	Eventos climáticos extremos	Porcentaje del PIB regional/comunal destinada a eventos climáticos extremos (pasado y proyectado) – Gasto climático.	
		N° e intensidad de olas de calor al año.	
		N° e intensidad de tormentas al año.	
		N° e intensidad de heladas al año.	
		Cambios en la diversificación productiva territorial.	
MIDESO Trabajo Ministerio del Interior Silvoagropecuario ONEMI	Migraciones y repercusión en disponibilidad de mano de obra	No se proponen indicadores.	
Biodiversidad SAP	Pérdida de servicios ecosistémicos	N° de servicios ecosistémicos degradados o pérdida en unidad territorial (km ²).	
No se definieron sectores.	Medios de vida de los agricultores	Pérdida de ingreso por disminución de la productividad.	
		Brechas de género se agudizan.	

Fuente: Elaboración propia

11.7.6 Minería

11.7.6.1 Indicadores e impactos sectoriales

Tabla 11-55 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Minería – Taller 1

Impacto	Indicador	Comentario
Escasez hídrica en faenas mineras.	Tasa de decrecimiento anual de uso de agua continental respecto al 2020.	
	Consumo unitario de agua continental.	
	Consumo de agua de mar, agua tratada, recirculación, relaves con menos agua (espesados en pasta, etc.).	Complementa al indicador anterior. Es un indicador operacional de la faena, por sí solo no expresa el uso de agua.
	Gestión integrada de recursos hídricos en la cuenca.	La minería debería formar parte de la gestión integrada de recursos hídricos de manera de generar esfuerzos conjuntos (entre usuarios/sectores) para



Impacto	Indicador	Comentario	
		mejorar la gestión del recurso hídrico. Enfocado en acción colectiva.	
Alta pluviometría en faenas mineras y relaves.	Nº de relaves abandonados a nivel nacional.	Relacionado a relaves. Tipos de relaves (en pasta y filtrados) no tienen ningún riesgo por lo que se podría generar esta diferencia, además se comenta que este tipo de relaves está asociado a la pequeña y mediana minería.	
	Nº de relaves monitoreados.		
	Monitoreo de la seguridad de depósitos de relave y comunicación pública.		
	Estándares de seguridad de depósitos de relaves que incluyan eventos extremos.		
	Capacidad de depósitos de relaves utilizada respecto a la aprobada.		
	Capacidad de depósitos de relaves disponible respecto a precipitaciones proyectadas		
	Estándares de seguridad del resto de la infraestructura, propia y compartida (camino) que incluyan eventos extremos.		
	Planes de apoyo a comunidades del entorno.		
	Infiltración de acuíferos.		Como oportunidades para aprovechar los efectos del cambio climático se propone.
	Usar rajas y depósitos abandonados para embalsar agua.		
Incluir modelos de comportamiento de cambio climático.			
Economía circular	Proyectos de minería secundaria.		
	Generación de indicadores de circularidad.		
	Obtención de la mayor cantidad de elementos presentes en el mineral (Cu, Fe, Sílice, etc.)		
Regulación	Guía de marco jurídico para plantas desalinizadoras.	La minería debería formar parte de la gestión integrada de recursos hídricos de manera de generar esfuerzos conjuntos (entre usuarios/sectores) para mejorar la gestión del recurso hídrico. Enfocado en acción colectiva.	
	Protección de glaciares.		
	Infraestructura compartida.		
	Gestión integrada de cuencas (GIRH).		
Olas de calor.	Estándares de seguridad para trabajadores.		
Impactos de la minería en ecosistemas y biodiversidad	Mapeo, línea base de los impactos sobre ecosistemas (ambiente glaciar y periglaciar; bofedales y humedales; salares, lagos y lagunas).		
	Recuperación de ecosistemas dañados por la minería.		
	Disminución de los impactos sobre ecosistemas con respecto a información base.		
	Cantidad de proyectos que generan Impacto Neto Positivo (NPI).		

Fuente: Elaboración propia



11.7.6.2 Indicadores e impactos intersectoriales

Tabla 11-56 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Minería – Taller 1

Sector	Impacto	Indicador	Comentario
Minería Infraestructura Ciudades y Asentamientos Humanos	Impacto de alta pluviometría.	Nº de sistemas de contención instalados (deslizamientos de tierra).	
		Mayor capacidad de embalses.	
		Infiltración de acuíferos.	
		Planes de recuperación de obras viales.	
Minería Recursos Hídricos Ciudades y Asentamientos Humanos Silvoagropecuario Zonas Costeras Industria	Escasez hídrica.	Plantas desalinizadoras multisectoriales.	Si la adaptación a la escasez se basa en el desarrollo de plantas desalinizadoras, entonces se generarán impactos asociados a la actividad en si y la generación de residuos (salmuera), y la gestión de estos últimos. Considerar el impacto en el ecosistema marino, para ello se propone un ordenamiento del borde costero en el impacto sobre la biodiversidad.
		Determinar la capacidad de instalación de plantas desalinizadoras.	
		Planes de gestión integrada de cuencas.	Relacionado con la gestión integrada de cuencas.
		Gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH).	
		Recuperación de aguas grises.	
Minería Infraestructura Zonas Costeras	Aumento del nivel del mar.	Capacidad de operación de puertos.	
		Operación acorde de los puertos.	Trasladado de la pregunta 2 a la 3 por su intersectorialidad.
Minería Zonas Costeras Turismo Biodiversidad	Impactos sobre la biodiversidad y ecosistemas.	Cantidad de proyectos que generan Impacto Neto Positivo (NPI).	Estos impactos están enfocados en los impactos de la minería sobre la biodiversidad, pero también se comenta que la presencia de ecosistemas sanos permite una mejor adaptación al cambio climático en relación con la disponibilidad hídrica.
		Adaptación de exigencias de compensación dado que el cambio climático hace menos viables ciertas especies en determinadas zonas.	
		Plan de ordenamiento del borde costero, que incluya desalinizadoras.	Un aumento de la necesidad de buscar nuevas fuentes de agua por la escasez hídrica podría llevar a una faena minera a extraer agua de un lugar antes no explotado llevando a cambios en los ecosistemas y biodiversidad.
		Aumento de proyectos de compensación/ conservación/ preservación de ecosistemas en zonas cercanas a donde se genera el impacto con respecto a una línea base.	Se menciona que la relación entre el impacto y la minería no se encuentra tan claro en relación al cambio climático.

Fuente: Elaboración propia



11.7.7 Pesca y Acuicultura

11.7.7.1 Indicadores e impactos sectoriales

Tabla 11-57 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Pesca y Acuicultura – Taller 1

Impacto	Indicador	Comentario
Salmonicultura: Pérdida de producción por menor provisión de agua dulce.	Índice de sensibilidad.	Impacto e indicador de ARClím.
Pérdida de biomasa de salmones/mejillones por FAN.	Generar una base de datos que consolide las pérdidas de biomasa y eventos FAN (especia, abundancia, área de dispersión) para determinar relaciones de impactos.	
Pérdida de biomasa de salmones por parásitos.	Índice de sensibilidad.	Impacto e indicador de ARClím.
Pérdida de biomasa de mejillones por aumento de salinidad.	Índice de sensibilidad.	Impacto e indicador de ARClím. Se podría generalizar a moluscos bivalvos e incorporar el efecto de la disminución del pH.
Pérdida de desembarque pesquero artesanal.	Índice de sensibilidad.	Impacto e indicador de ARClím.
	Estadística número de nuevas especies.	
	N° de especies comercializables (legislación, canales de venta, etc.).	No es solo importante el número de nuevas especies, sino qué producto generar y a quién venderlo. Esto se ve claramente en los proyectos de descarte, donde salen muchas especies que no se pueden vender porque son cantidades muy bajas, que no tienen mercado, que no se pueden procesar, etc. Además, deben tener autorización para comercializarlos.
Cambios negativos en la distribución del recurso pesquero.	Cambios en la latitud o profundidad del recurso, que impacta en la disponibilidad para pescadores.	Esto tiene importantes impactos en los ingresos de los pescadores.
Incremento de plagas en cultivos de algas.	N° y duración de eventos.	
Potencial aumento de zonas anóxicas/hipóxicas de los fondos marinos.	Desarrollar estudios en las áreas donde se desarrollan las actividades de pesca y acuicultura.	
	Desarrollar modelos o análisis que permitan comprender la dinámica en la disponibilidad de oxígeno.	
	Evaluar otras variables relacionadas a condiciones de anoxia/hipoxia.	
Disminución de la dependencia	Índice de diversificación de actividades productivas	



Impacto	Indicador	Comentario
económica de la actividad pesquera.	(caleta).	
Disminución de dependencia de cadena de valor tradicional.	Índice de valor agregado a los productos.	
Menor participación de la mujer en la producción de productos con valor agregado.	Índice de participación de la mujer en la cadena de valor de los productos del mar.	
	Promover la pertinente y oportuna incorporación, con enfoque de género, de representantes de la pesca y acuicultura en la gestión para adaptar al sector pesquero artesanal y de acuicultura de pequeña escala a los efectos esperados del cambio climático.	
Promover la diversificación productiva.	Apoyar la diversificación de los medios de vida de las comunidades dependientes de la pesca y la acuicultura, considerando los impactos del cambio climático.	Esto se puede relacionar con la adaptación autónoma.
Pérdida de especies comerciales/pérdida de ingresos.	N° de especies nuevas por caleta.	
	Nuevos productos con valor agregado.	
Falta de sistema de monitoreo y/o sistematización a nivel local.	Registro de indicadores locales (según unidad de análisis).	
Bajo conocimiento de las comunidades locales a los impactos del cambio climático y acciones de adaptación.	Índice de conocimiento y/o sensibilización de la comunidad y el sector.	
No asociado a impactos.	Estado del recurso que se refiera al volumen (no n° de stock).	Antes se hacía la medición del número de stock que se encontraba en cierta condición (plena explotación, sobreexplotación, agotado, etc.), pero indicar el volumen es más relevante por temas de seguridad alimentaria. En Chile se informa del estado de pesquerías de especies que ya no se pescan hace años y se indican como agotadas porque no hay datos actualizados.

Fuente: Elaboración propia



11.7.7.2 Indicadores e impactos intersectoriales

Tabla 11-58 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Pesca y Acuicultura– Taller 1

Sectores	Impacto	Indicador	Comentarios
Biodiversidad Pesca y Acuicultura Zonas Costeras	Pérdida de biodiversidad marina.	Estado de los ecosistemas marinos.	No se tienen instrumentos para evaluar el estado de los ecosistemas al ser declarados áreas marinas protegidas, tampoco se sabe qué pasó con los objetos de conservación y con la gestión intersectorial.
		Áreas marinas protegidas.	
		Áreas marinas protegidas gestionadas por región.	Se comentó que más importante que el número de áreas protegidas es que estas sean representativas de las ecorregiones del país. Alguien contraargumentó indicando que el rol de las áreas marinas es más bien de gestión de los recursos a nivel local, independiente de si son representativas a nivel de ecorregión o no. La prioridad sería poder gestionar estas áreas de forma adecuada y eficiente.
		Avance en planes de manejo en las áreas marinas protegidas.	Las áreas protegidas solo son útiles si hay un plan de manejo de estas.
Economía Social MTT	Comercio internacional (% de pescado para exportación)	Impacto empleo pesca y acuicultura.	
		Pérdidas en cadenas de valor.	
		Pérdida economías regionales.	
Infraestructura Recursos Hídricos Pesca y Acuicultura	Disminución de las precipitaciones (sequía hidrológica)	Incremento de las actividades antropogénicas (plantas desaladoras, por ej.)	
		Fomentar el desarrollo de sistemas de recirculación cerrada en pisciculturas y otros sistemas productivos.	
		Fomentar iniciativas para la obtención del recurso agua (ej. Sistemas para captar agua del aire como FreshWater).	
Pesca y acuicultura Zonas costeras Recursos hídricos	Ordenamiento territorial (zona costera marina)	Instrumentos de PEM.	Contar con una planificación espacial marina es importante, si estos planes no son adecuados, entonces aumenta la vulnerabilidad. Los planes de manejo bajo un enfoque ecosistémico se relacionan con el uso de los espacios costeros y la relación mar y tierra. También se debe considerar la elaboración de los PROT, las zonificaciones de borde costero, la planificación de cuencas hidrográficas
		N° de PROT que consideran el cambio climático.	
		Ley de borde (zona) costero.	
		Planes de manejo que incorporen temáticas de cambio	



Sectores	Impacto	Indicador	Comentarios
		climático.	y los planes reguladores. Existe una deuda en Chile con estos instrumentos de planificación, se requiere una planificación a largo plazo que consideren las variables bajo un escenario de cambio climático.
		Nivel de implementación de los CORECC.	El rol de los CORECC podría ser un indicador intersectorial del nivel de avance de los planes de acción regional y cómo va el funcionamiento efectivo de estos, ya que en estos hay coordinación de todos los servicios. También hay que pensar en el grado de participación de los sectores, ya que los planes podrían estar sesgados.
		Grado de participación de los sectores en los CORECC.	
Zonas costeras Pesca y acuicultura Caletas pesqueras MOP (Infraestructura)	Aumento de la cota de construcción	No se proponen indicadores	
Infraestructura Dirección de obras portuarias	No se proponen impactos.	Existencia de infraestructura de abrigo, muelles, rampas.	Podría ser desarrollado en la ley de caletas. Es parte de la pregunta 1, pero se debería tomar desde un enfoque intersectorial.

Fuente: Elaboración propia

11.7.8 Turismo

11.7.8.1 Indicadores e impactos sectoriales

Tabla 11-59 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Turismo – Taller 1

Impacto	Indicador	Comentario
Pérdida de atractivo turístico en centros de alta montaña.	Aumento de destinos turísticos distintos al subtipo centro de alta montaña.	
Pérdida de atractivo turístico por incendios forestales.	Aumento de destinos turísticos distintos al subtipo naturaleza.	Hay alojamiento que si bien es para turistas, son muy usados por trabajadores forestales, por lo que los incendios repercuten en la demanda de los establecimientos. El efecto de otras industrias se observa en el turismo
Pérdida de atractivo turístico en los destinos de sol y playa.	Aumento de destinos turísticos distintos al subtipo sol y playa.	
	Proporción de destinos de sol y playa que cuentan con planes de emergencia frente a marejadas (incluyendo mecanismos de comunicación efectiva según tipo de turista).	Una cosa es que estén estos planes de emergencia y otra es que estén correctamente comunicados al turista, considerando al tipo de turista, por ejemplo, internacionales, con los que sea más difícil comunicarse.



Impacto	Indicador	Comentario
Disminución de disponibilidad de agua (afectación cantidad y calidad del recurso)	No se propusieron indicadores.	Más que la disminución del agua per se, el problema sería la afectación de la operación de los establecimientos turísticos producto de la disminución del agua. Hay locaciones donde hay problemas grandes con la distribución del agua. Hay sistemas muy desregulados de agua, posiblemente con mucha pérdida.
Afectación del empleo femenino por eventos extremos	Acciones positivas para resguardar la autonomía económica del empleo femenino en turismo.	El sector turístico tiene una participación femenina muy importante, lo que se ve afectado cuando se tiene que llevar a cabo trabajos no remunerados producto del cambio climático (Ej: ir a buscar agua) y se ven más afectadas por eventos extremos, ya que son más vulnerables por circunstancias socioeconómicas.

Fuente: Elaboración propia

11.7.8.2 Indicadores e impactos intersectoriales

Tabla 11-60 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Turismo – Taller 1

Sectores	Impacto	Indicador	Comentario
Actividad forestal	Afectación del sistema de soporte del turismo por incendios forestales	Diversificación de oferta de los destinos y alojamientos.	Si bien los alojamientos para actividades no son turísticos en sí, también es relevante considerarlos. Los indicadores son muy locales.
Actividad industrial		Planificación territorial que considere interrelación entre las actividades productivas.	
Actividad manufacturera		Instancias de coordinación entre representantes de sectores productivos.	

Fuente: Elaboración propia

11.7.9 Biodiversidad

11.7.9.1 Indicadores e impactos sectoriales

Tabla 11-61 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Biodiversidad – Taller 1

Impacto	Indicador	Comentario
Pérdida de fauna por aumento de temperatura	Amplitud del nicho ecológico de las especies.	
	N° total de especies de fauna que salen de las distintas categorías de amenaza.	
Pérdida de flora por aumento de temperatura	Amplitud del nicho ecológico de las especies.	
	N° total de especies de fauna que salen de las distintas categorías de amenaza.	

Impacto	Indicador	Comentario
Pérdida de fauna por disminución de precipitaciones	Amplitud del nicho ecológico de las especies.	
	N° total de especies de fauna que salen de las distintas categorías de amenaza.	
Pérdida de flora por disminución de precipitaciones	Amplitud del nicho ecológico de las especies.	
	N° total de especies de fauna que salen de las distintas categorías de amenaza.	
Capacidad de los ecosistemas de proveer servicios ecosistémicos clave	N° personas desagregadas por sexo o comunidades que hacen uso de los SSEE	
	Mantenimiento de hábitat para especies nativas.	
	Indicador de mantenimiento de composición, estructura y funcionalidad de los ecosistemas.	
	Capacidad de resiliencia de los ecosistemas frente a perturbaciones.	
	N° de SSEE que provee o cantidad de cada SEE.	
	N° de ecosistemas amenazados.	
Degradación de la vegetación	Desviación de la media del NDVI en los últimos 30 años.	
	Áreas de vegetación afectada por especies invasivas.	
	Evaluar degradación de la vegetación en zonas buffer en áreas protegidas.	Actualmente existen, pero no hay fiscalización, por lo que se desconoce su estado.
	Superficie de ecosistemas restaurados.	
	Área de vegetación vulnerable a incendios.	
Superficie cubierta de algas en la zona litoral	Cambio en la superficie.	Se buscaron indicadores para medir el estado de los ecosistemas marinos.
Cambio en la distribución de especies (transformación de ensambles).	N° de especies nuevas en los ecosistemas.	
	Cambio en la superficie protegida del ensamble de especies.	
	Cambio en el grado de endemismo.	
Cambio de uso de suelo por migración.	Cantidad de hectáreas que cambian en zonas rurales y de vegetación nativa por migración urbana.	Se relacionó con el teletrabajo.
	Avances de cultivos en zonas de vegetación nativa.	Cambio de uso de suelo por el desplazo de los cultivos hacia zonas más adecuadas, por ej. Viñas en Aysén.
Protección de ecosistemas	N° de hectáreas protegidas terrestres.	
	N° de hectáreas protegidas marinas.	
Alteración del comportamiento de las especies	Alteración de la fenología de las especies.	Tiene que ver con el comportamiento de las especies, lo que podría afectar toda la cadena trófica, por lo



Impacto	Indicador	Comentario
		que es relevante, pero podría ser complejo de medir.
	Alteración de la dormancia.	
Cambios en la composición de las especies de los ecosistemas.	Cambios en la composición de las especies predominantes en los ecosistemas.	
Aparición de especies invasoras.	Cantidad de especies invasoras.	Sirve para medir el aumento.
	Distribución especies invasoras.	Superficie afectada.
Pérdida de hábitat clave para la biodiversidad	Degradación de turberas, humedales, dunas.	La explotación de las turberas es más grave que el impacto del cambio climático.
	Degradación de bosques de algas y hábitat intermareal.	
Incremento en las presiones antrópicas producto del clima.	N° especies extraídas en la pesca.	Este indicador busca vincular las actividades productivas con los impactos sobre la biodiversidad, lo que disminuye la adaptación al cambio climático.
Cambios en la diversidad de ecosistemas escala de paisajes	Pérdida de hábitats o biotipos en el tiempo	
Degradación en la biodiversidad a escala de paisaje.	Pérdida de la heterogeneidad.	
	Pérdida de la conectividad a escala de paisaje.	
	Grado de fragmentación del paisaje	
	Hectáreas afectadas por incendios.	
	Áreas marinas afectadas por derrames de petróleo.	Fue escrito entre signos de interrogación, ya que no está muy vinculado al cambio climático.
Pérdida de ecosistemas desérticos.	No se propusieron indicadores	

Fuente: Elaboración propia

11.7.9.2 Indicadores e impactos intersectoriales

Tabla 11-62 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Biodiversidad – Taller 1

Sectores	Impacto	Indicador	Comentario
Biodiversidad Pesca y Acuicultura Recursos Hídricos Ciudades y Asentamientos Humanos Salud	Pérdida de provisión de agua dulce	Pérdida de cobertura de bosques nativos por cuencas tributarias.	Faltó incluir zonas rurales en los sectores (se incluyó en el sector de Ciudades y Asentamientos Humanos), ya que es ahí donde se presenta la mayor biodiversidad y que siente de mayor forma los impactos, pero también es importante considerar ciudades, ya que deben cambiar su forma de vivir.
		Metros cúbicos de agua dulce provistos.	
		Metros cúbicos de reciclaje y reutilización de agua.	
		Degradación de glaciares.	

Sectores	Impacto	Indicador	Comentario
Silvoagropecuario Ciudades y Asentamientos Humanos Pesca y Acuicultura Turismo	Pérdida de flora y fauna (polinizadores).	N° total de especies de flora que salen de las distintas categorías de amenazas.	Se podría hacer también un indicador relacionado con la producción de alimentos. Se incluyó el sector de Pesca y Acuicultura para incluir los impactos a lo largo de la cadena trófica.
		Disminución de las especies de flora presentes en el ecosistema.	
Silvoagropecuario MOP (infraestructura) Turismo MINVU (Ciudades y Asentamientos Humanos)	Disminución de la superficie de suelo con capacidad para albergar biodiversidad.	Presencia de biodiversidad asociada a territorios agrícolas.	
		Presencia de biodiversidad en plantaciones forestales.	
		Indicador de biodiversidad (a través de Soluciones Basadas en la Naturaleza) integradas en proyectos rurales/urbanos (MOP).	
		Indicador de presencia de biodiversidad en parques urbanos y áreas verdes en general.	
Pesca y Acuicultura Silvoagropecuario Infraestructura Ciudades y Asentamientos Humanos Turismo Energía Minería	Aumento de presiones antrópicas sobre la biodiversidad	Tasa de extracción de especies.	
		Pérdida de superficie de áreas.	
Silvoagropecuario Biodiversidad Ciudades y Asentamientos Humanos Pesca y Acuicultura (por sedimentación) Turismo Infraestructura	Pérdida y degradación de suelos	Cantidad y distribución de suelos degradados	
		Riesgo de pérdida de suelos.	
Silvoagropecuario Ciudades y Asentamientos Humanos Pesca y Acuicultura	Invasión de plagas	Pérdida de cultivos.	Debe quedar claro que estas pérdidas son producto de plagas.
		Pérdida de biodiversidad.	
		Diversidad de controladores biológicos.	



Sectores	Impacto	Indicador	Comentario
Recursos hídricos Turismo Salud			
Turismo Pesca y Acuicultura Zonas costeras	Degradación ecosistemas marinos	Cantidad de puertos e infraestructura costera.	
		Cantidad agua desalinizada de mar.	
		Cantidad de caletas con y sin plan de manejo.	
Infraestructura Biodiversidad Pesca y Acuicultura Silvoagropecuario Recursos Hídricos (glaciares) Energía Turismo Minería	Degradación del paisaje natural	Pérdida de conectividad del paisaje natural	Se destacó la influencia del sector minería en la degradación del paisaje natural.
		Variación en la diversidad de polinizadores nativos.	
		Monto de dinero destinado a promover buenas prácticas productivas que protejan el patrimonio natural.	
		Número de pesquerías que no están sobreexplotadas.	
		Proporción del paisaje natural que se encuentra bajo alguna figura de protección de los ecosistemas.	
		Grado de cumplimiento de meta de pérdida neta cero en biodiversidad por proyectos ingresados al SEIA.	
		Degradación de los ecosistemas en áreas protegidas.	
		Disminución de glaciares.	
Derecho real de conservación.	Se podría hacer la distinción entre tipos de áreas protegidas. El derecho real de conservación está tomando importancia.		
Turismo Salud (bienestar, salud mental)	Provisión de servicios ecosistémicos	N° de servicios ecosistémicos provistos por las áreas.	

Fuente: Elaboración propia

11.7.10 Salud

11.7.10.1 Indicadores e impactos sectoriales

Tabla 11-63 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Salud – Taller 1

Impacto	Indicador	Comentario
Mortalidad prematura por calor.	Tasa de mortalidad por olas de calor.	
	Tasa de morbilidad por olas de calor.	
	Nº absoluto de muertes atribuibles a la temperatura.	La morbilidad por calor es difícil de medir, por lo que se



Centro UC
Cambio Global



Ministerio del
Medio
Ambiente
Gobierno de Chile



Impacto	Indicador	Comentario
	Exceso de muertes por calor.	proponen los indicadores 3 y 4.
Efectos por inundaciones.	Tasa del incremento de enfermedades en salud mental.	
	Nº de inundaciones mensuales.	
	Exceso de muertes durante eventos de inundaciones.	
	Nº de viviendas expuestas a inundaciones	Indicador de impacto intermedio.
	Consultas en salud asociadas a inundaciones o en zonas de inundaciones.	
Anegamientos costeros (sea level rise).	Cantidad de personas en zonas costeras (exposición).	Se menciona que otros indicadores orientados a mitigar el impacto están asociados a otros sectores.
	Nº de personas afectadas por anegamientos costeros.	
	Nº de eventos de anegamientos costeros.	
	Establecimientos ubicados en zonas costeras.	
Morbilidad atribuible a la temperatura (frío/calor).	Consultas de urgencia en días extremos de frío/calor por trabajadores al aire libre.	
	Licencias médicas (días).	Se indica que estos datos existen y se pueden conseguir por transparencia.
	Planes de Salud Mental ejecutados (%).	Hay pocos planes de Salud Mental o están mal ejecutados.
Enfermedades emergentes	Área de infestación por vectores específicos.	Cobertura de vectores
	Egresos hospitalarios por enfermedades emergentes.	
	Incorporación al Sistema de Vigilancia Epidemiológica (ENO).	
	Aparición de nuevos vectores.	
Olas de calor o calor extremo.	Nº de eventos de olas de calor o calor extremo.	
	Nº de exceso de consultas en eventos extremos.	
	Nº de alumnos/estudiantes/trabajadores que se ven afectados por olas de calor disminuyendo su rendimiento escolar o rendimientos laborales.	
	% de CESFAM que están capacitados para atender pacientes afectados por episodios de olas de calor	Habría que definir qué significa estar preparado y definir qué localidades son las más amenazadas para realizar las capacitaciones o medidas de preparación.
Impacto en establecimientos de salud.	Nº de profesionales y técnicos o personal de establecimientos de salud capacitados para enfrentar los eventos extremos debido al cambio climático.	
	Nº de camas por 100.000 habitantes.	
	\$ destinados a atención de salud de enfermedades atribuibles al cambio climático.	
	Medidas de adaptación al cambio climático implementadas en	



Impacto	Indicador	Comentario
	establecimientos de salud.	
	Medidas en torno a agua potable, electricidad, líneas vitales.	
	Establecimientos que están situados en zonas de sequía.	
Capacitaciones.	Manejo y gestión de episodios extremos (cobertura).	
	Sensibilización de autoridades y personal de salud.	
	Programas de promoción y capacitación comunitaria.	
Sequía o inseguridad hídrica.	% de personas con acceso a agua potable (continua).	
	Grado de exposición de personas a sequía.	
	Nº de planes de manejo de agua en zonas críticas (de sequía).	
	Presencia de floraciones algales nocivas	Relacionado a agua dulce/ continental.
Efectos en la buena nutrición.	Nº de niños, adultos mayores y embarazadas afectados por falta de alimentos saludables (frutas y verduras) por la sequía y desertificación.	Es un tema complejo que necesita ser planteado, sobre todo considerando los índices de obesidad actuales. La obesidad te vuelve vulnerable a muchos problemas, especialmente a los efectos de la temperatura. Además, la temperatura tiene incidencia en la calidad de frutas y verduras por lo que tendría impacto directo en la nutrición.
Climate risk assessments.	Nº de CRA a nivel nacional, regional, comunal.	
	Grado de uso y aplicación de CRA.	
	Cantidad de dinero invertido en CRA.	
Planes de adaptación para el sector Salud.	Nº de planes de adaptación a nivel nacional, regional, comunal.	Esto explicaría las acciones que se están llevando a cabo.
	% de comunas con planes de adaptación.	
Gobernanza dentro del sector.	Comités de adaptación implementados a nivel regional	

Fuente: Elaboración propia



11.7.10.2 Indicadores e impactos intersectoriales

Tabla 11-64 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Salud – Taller 1

Sector	Impacto	Indicador	Comentario
Salud Infraestructura Recursos Hídricos Ciudades y Asentamientos Humanos	Deterioro de la calidad del agua.	% de personas en lugares propensos a sequía con acceso confiable y seguro al agua.	
		Nº de sistemas de agua potable rural fortalecidos.	
		Nº de personas que migran hacia zonas o ciudades para tener acceso a agua.	
Salud Recursos Hídricos Población rural más vulnerable. Silvoagropecuario Biodiversidad	Deterioro de la calidad del alimento saludable (afecta la nutrición).	% de personas con bajo acceso a alimentos saludables debido a la sequía y desertificación	
		Aumento del precio de los alimentos saludables como son frutas y verduras.	
		Incidencia de ETAs (Enfermedades Transmitidas por Alimento).	
Salud Vivienda Energía MIDESO	Impactos de cambios de temperatura.	Nº de casas con planes de aislación actualizados.	Indicadores de adaptación de viviendas a cambios de temperatura, enfocados a la aislación y protección de la vivienda para evitar el uso de energía.
		Vigencia de normativas de construcción.	
		Nº de personas con acceso a vivienda “adecuada” (que cumpla con normativas).	
Salud Transporte Planificación Urbana Arborización Vivienda Trabajo	Islas de calor urbanas.	Casos atribuibles de enfermedad	
		Casos atribuibles de muerte.	
		Cool roofs.	
		Casos atribuibles laborales (ej: construcción).	
Salud Servicios educativos Contaminación atmosférica	Medida: educación de la población.	Nº de enfermedades crónicas no transmisibles descompensadas (obesidad),	El indicador sería un factor de riesgo que hace más vulnerable a la población. Orientada a educar a todos los para mejorar la capacidad adaptativa y cuyos efectos serán en el largo plazo. También se considera la educación en torno a sistemas de alerta para que puedan entenderse.
Salud Ciudades y Asentamientos Humanos Biodiversidad	Impacto de olas de calor	Infraestructura adaptada a las próximas olas de calor y eventos extremos hidrometeorológicos.	
		Nº de trabajadores <i>outdoor</i> afectados por olas de calor (construcción, comerciantes ambulantes, carabineros de tránsito, etc.).	



Sector	Impacto	Indicador	Comentario
Vivienda Trabajo Agricultura Energía		Nº de viviendas con estándares de aislación térmica para poder reducir el impacto de olas de calor.	
		Superficie con arbolado urbano para aumentar la sombra en ciudades para niños/embarazadas y adultos mayores.	
		Nº casos laborales atribuibles (ej agrícolas, construcciones).	Será necesario diferenciar los tipos de trabajadores en subgrupos.
		Nº de casas con aire acondicionado.	El uso de energía para hacer frente a los cambios de temperatura se considera una mala adaptación por lo que el impacto de esta en la demanda de aire acondicionado debe ser estudiado. Se presenta el caso de hospitales que fueron construidos con acondicionamiento térmico pasivo que no funcionaron y se tuvo que implementar sistemas activos.
		Nº de <i>cooling centers</i> .	
	Demanda de energía asociada a aire acondicionado.		
Salud Silvoagropecuario Pesca y Acuicultura	Intoxicación o enfermedades transmitidas por agua/alimentos	Nº de eventos de intoxicación o casos de diarrea.	
		Nº de brotes asociados a consumo de alimentos contaminados.	
		Presencia de floraciones algales nocivas	

Fuente: Elaboración propia



11.7.11 Ciudades y Asentamientos Humanos

11.7.11.1 Indicadores e impactos sectoriales

Tabla 11-65 Impactos e indicadores sectoriales propuestos en mesa sectorial de Ciudades y Asentamientos Humanos – Taller 1

Impacto	Indicador	Comentario
Efecto isla de calor urbana	Superficie de áreas verdes sobre 5000 m ² .	
	% de suelo con cobertura vegetal.	
	Arborización urbana.	
	Índice de vulnerabilidad Social (SoVI).	
Efecto de olas de calor.	Superficie de áreas verdes sobre 5000 m ² .	
	Nº de viviendas en campamento.	
	% de suelo con cobertura vegetal.	
	% de viviendas con materialidad no aceptable.	Es distinto del índice de precariedad.
	Muertes/ ingresos hospitalarios/ atenciones de urgencia causados por olas de calor.	Esto está incluido en los planes de descontaminación (ej: Padre las Casas) y podría ser incluido en más comunas para el monitoreo del impacto y la adaptación. Esto también permitiría caracterizar los grupos (factores de riesgo como morbilidad o edad) más afectados y entender quiénes son más propensos a los efectos.
	Arborización urbana.	
	Nº de personas en situación de calle.	
Anegamiento de asentamientos costeros.	Nº de viviendas hacinadas.	
	Manzanas censales bajo 10 msnm.	
	Densidad de población y vivienda.	
	Fracción de habitantes por vivienda.	
	Vías de evacuación.	
	Obras de infraestructura de contención (infraestructura gris).	Combinación de ambas.
	Áreas verdes de inundación (infraestructura verde).	
	Superficie con áreas verdes.	
	Superficie impermeable.	
Monitoreo del fenómeno desde estudios de suelos/estabilidad/inundaciones.	Monitorear el Nº de estudios o zonas que son mapeadas por el Sernageomin de manera más precisa. Para determinar de qué manera se está monitoreando el riesgo. Podría ser un punto de partida para conocer los riesgos en los territorios.	
Cantidad de infraestructura con gran flujo de personas.	Considera la presencia de establecimientos de salud, educación, atractivos turísticos, caletas de pescadores, industrias	



Centro UC
Cambio Global



Ministerio del
Medio
Ambiente
Gobierno de Chile



GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY
INVESTING IN OUR PLANET



ONU
programa para el
medio ambiente

		registradas en RETC y empresas sanitarias
Heladas en ciudades.	Nº de viviendas con Mejoramiento de estándar térmico.	
	Nº de viviendas en campamento.	Ambos deben complementarse.
	Índice de precariedad de la vivienda (INE).	Índice de precariedad de la vivienda (precariedad recuperable, irrecuperable y adecuada). Nº de viviendas de campamentos podría estar influenciado por otros factores por lo que su uso estaría sesgado.
	Nº de viviendas con Certificación térmica.	
	% de viviendas con materialidad no aceptable.	
	Índice de Vulnerabilidad Social (SoVI)	
Disconfort térmico ambiental.	Indicador de vías arborizadas o sombreadas.	
	Superficie de áreas verdes sobre 5000 m ² .	
	Nº de viviendas en campamento.	Ambos deben ser complementados.
	Índice de precariedad de la vivienda.	
	% de suelo con cobertura vegetal.	
	Índice de Vulnerabilidad Social (SoVI).	
	Arborización urbana.	
Nº de viviendas hacinadas.		
Inundaciones por desborde de cursos de agua. Se menciona que esta cadena se empezó a desarrollar por el equipo de hidrología en ARClím que no se completó por temas de tiempo. Fue agregada a ciudades para levantar su importancia desde este sector y no solo relacionado a recursos hídricos.	Infraestructura crítica en áreas de inundación.	Exposición.
	Densidad de población y viviendas en áreas de inundación.	Exposición.
	Obras de infraestructura de contención (infraestructura gris).	Ambas en conjunto.
	Áreas verdes de inundación (infraestructura verde)	
	Monitoreo del fenómeno desde estudios de suelos/estabilidad/inundaciones.	Monitorear el Nº de estudios o zonas que son mapeadas por el Sernageomin de manera más precisa. Para determinar de qué manera se está monitoreando el riesgo. Podría ser un punto de partida para conocer los riesgos en los territorios.
	Superficie cubierta por tomas y campamentos.	
	Planes maestros de agua lluvia.	
	Superficie impermeable.	
	Superficie con áreas verdes.	
	Señalética.	
	Vías de evacuación.	
	Cantidad de infraestructura con gran flujo de personas.	Considera la presencia de establecimientos de salud, educación, atractivos turísticos, caletas de pescadores, industrias registradas en RETC y empresas sanitarias
	Tasa de incremento de inversión anual en proyectos para la	Será necesario identificar los riesgos. Desde el MINVU



	disminución del riesgo.	mencionan que este indicador sería ideal para hacer seguimiento.
	Inversiones públicas (MOP, MINVU).	Las inversiones públicas tienen un identificador lo que permitiría capturar comunas que tienen planes maestros de aguas lluvias y su estado de ejecución.
	Ocupación del suelo.	
	Indicador de compacidad.	Como indicador del espacio libre/espacio público de movilidad en relación al suelo edificado (espacios cerrados). Esto no existe actualmente en Chile.
Impacto de incendios en ciudades.	Superficie cubierta por tomas y campamentos.	
	Áreas de cortafuegos y áreas de amortiguación (plantaciones/áreas construidas)	
	Cantidad de infraestructura con gran flujo de personas.	Considera la presencia de establecimientos de salud, educación, atractivos turísticos, caletas de pescadores, industrias registradas en RETC y empresas sanitarias
Impacto de aluviones.	Superficie cubierta por tomas y campamentos.	
	Superficie impermeable.	
	% de suelo permeable.	
	Superficie con áreas verdes.	
	Monitoreo del fenómeno desde estudios de suelos/estabilidad/inundaciones.	Monitorear el Nº de estudios o zonas que son mapeadas por el Sernageomin de manera más precisa. Para determinar de qué manera se está monitoreando el riesgo. Podría ser un punto de partida para conocer los riesgos en los territorios.
Derrumbes de tierra.	Superficie cubierta por tomas y campamentos.	
Escasez hídrica en zona urbana.	Áreas verdes.	
	Viviendas urbanas no conectadas al suministro hídrico.	

Fuente: Elaboración propia

11.7.11.2 Indicadores e impactos intersectoriales

Tabla 11-66 Impactos e indicadores intersectoriales propuestos en trabajo en mesa sectorial de Ciudades y Asentamientos Humanos – Taller 1

Sector	Impacto	Indicador	Comentario
Salud Infraestructura Recursos Hídricos Ciudades y	Deterioro de la calidad del agua	% de personas en lugares propensos a sequía con acceso confiable y seguro al agua.	Es solo el indicador de ejemplo, no se agregaron otros.

Asentamientos Humanos			
Ciudades y Asentamientos Humanos Recursos Hídricos. Silvoagropecuario Biodiversidad Infraestructura	Incendios.	Sistemas de alerta y prevención comunitaria.	
		Distancia entre borde urbano y foresta.	Como buffer de protección.
		Áreas de protección ambiental, zonas de conservación.	
		Infraestructura (vialidad, grifos, cobertura de estaciones de bomberos).	Será necesario para contener estos eventos.
		Asentamientos humanos informales.	
		Planes estratégicos de gestión integrada de cuencas.	
		Superficie cubierta por tomas y campamentos.	Son los propuestos en la pregunta 2, el último considera la presencia de establecimientos de salud, educación, atractivos turísticos, caletas de pescadores, industrias registradas en RETC y empresas sanitarias
		Áreas de cortafuegos y áreas de amortiguación (plantaciones/áreas construidas)	
Todos los sectores	Impactos sobre la movilidad (resiliencia de la red vial).	Cantidad de infraestructura con gran flujo de personas.	
		Redundancia.	Presencia de alternativas tanto de vías como de nodos.
		Capilaridad.	Existencia de red conexas (con variedad de nodos).
		Accesibilidad para equipamientos.	Medir pertinencia de ubicar o no un equipamiento en función de su operación frente a eventos climáticos. Aplicable directo en IPT cuando se hace el estudio de equipamiento comunal.
		Capacidad de respuesta frente a emergencias de la red vial.	
		Estudios de riesgo que consideren evacuación.	Permeabilidad de bordes costeros y fluviales, con criterio único.
Ciudades y Asentamientos Humanos Salud Agricultura Economía Recursos Hídricos	Amenaza a la seguridad alimentaria.	Acceso al agua para riego.	
		Adaptación de especies a nuevas condiciones climáticas.	
		IPC alimentos.	Relacionado a la calidad de los alimentos.
		Sustitución de alimentos.	INE tiene un indicador de canastas de alimentos que se podría relacionar con esto.
		Huertos urbanos.	Vía para solucionar la seguridad alimentaria.
		Transferencia condicionada para la provisión de bienes básicos en locales conectados.	Orientados a la protección de la seguridad alimentaria de manera eficiente desde el punto de vista logístico. La presencia de alergias alimentarias y alimentación diferenciada complejiza la entrega de cajas de alimentación únicas por lo que esto permitiría generar alternativas diferenciadas. Se vería favorecido por la consolidación de polos económicos y de servicios a escalas barriales.



Ciudades y Asentamientos Humanos Salud Energía	Suministro eléctrico y pobreza energética.	Pobreza energética.	Indicadores se levantaron en la pregunta 2 pero se movieron a la pregunta 3 por su intersectorialidad.
		Matriz energética.	
		Contaminación atmosférica.	Relacionado a la contaminación atmosférica
		Condiciones de salud preexistentes.	
		Condiciones de la vivienda.	
		Segregación social.	
Todos los sectores	Resiliencia transversal o territorial (43).	Indicadores de flexibilidad (16). Aspectos estructurales: composición de la población, grado de conectividad existente, estado general de sistemas. Indicadores de diversidad (5). Indicadores de redundancia (8). Indicadores de conectividad (3).	Este representa la vulnerabilidad transversal a múltiples amenazas y fue publicado el 3 de septiembre, se indicó que iba a ser enviado. Es una versión mejorada del indicador de resiliencia desarrollado en ARClím por el grupo de asentamientos humanos.
		Indicadores de memoria (12). Algunos indicadores guardan relación con la capacidad institucional y otros con capacidades sociales de la población y conocimientos disponibles y el acceso a la información. Indicadores de registro (6). Indicadores de reflexividad (3). Indicadores de aprendizaje (3).	Indicadores vienen de diferentes fuentes de información.
		Indicadores de autotransformación (15). Muchos tienen que ver con la capacidad de respuesta institucional. Indicadores de coordinación (7). Indicadores de anticipación (5). Indicadores de decisión (3).	Desde el MINVU están desarrollando un índice de resiliencia territorial pero no existe alcance de conceptos entre ambas formulaciones, el de MINVU tiene un sesgo más estructural. Este índice está orientado a caracterizar la vulnerabilidad poblacional frente a desastres de origen natural y es geoespacial.

Fuente: Elaboración propia



11.8 Ejemplo ficha completada de indicadores agregados de implementación del PPCR

El presente anexo tiene el objetivo de complementar las aclaraciones complementarias de la Hoja de Ruta presentadas en la Sección 9.5, en particular los indicadores agregados de implementación propuestos por en el marco de la implementación de los PPCR (ver Sección 9.5.3).

La Figura 11-2 y la Figura 11-3 presentan el ejemplo de la ficha del indicador agregado de implementación 1 y a definición de los criterios.

Ejemplo de criterio de puntuación para el indicador básico 1

GRADO DE INTEGRACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PLANIFICACIÓN NIVEL NACIONAL, INCLUYENDO SECTORES.

PUNTAJE	¿EXISTE UN PLAN APROBADO DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL PAÍS/SECTOR?	¿SE HAN INCORPORADO ESTRATEGIAS DE RESILIENCIA CLIMÁTICA EN LOS DOCUMENTOS DE PLANIFICACIÓN DEL GOBIERNO CENTRAL/ SECTOR PRINCIPAL?	¿SE HA ASIGNADO A LAS INSTITUCIONES O PERSONAS LA RESPONSABILIDAD DE INTEGRAR LA PLANIFICACIÓN DE LA RESILIENCIA CLIMÁTICA?	¿SE HAN IDENTIFICADO Y PRIORIZADO MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA ABORDAR LA RESILIENCIA CLIMÁTICA (POR EJEMPLO: INVERSIONES Y PROGRAMAS)?	¿TODOS LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN EVALUAN DE FORMA RUTINARIA EL RIESGO CLIMÁTICO?
0	No, no existe.	Las estrategias de resiliencia climática no están disponibles.	No se ha realizado ninguna planificación de resiliencia climática.	No se identifican medidas específicas (inversiones o programas) para abordar la resiliencia climática.	No
1	Hay un plan concreto para su desarrollo.	Existen planes para incorporar las estrategias de cambio climático en los principales documentos de planificación del gobierno central.	Existen los planes de asignar a un individuo o institución con la responsabilidad de integrar la planificación de resiliencia climática en la planificación de desarrollo nacional.	Existen planes para identificar las medidas específicas para abordar la resiliencia climática.	Existen planes para identificar medidas específicas para evaluar de forma rutinaria el riesgo climático.
2	Recientemente comenzó el trabajo en el desarrollo del plan de cambio climático.	Recientemente comenzó el trabajo para incorporar las estrategias en los principales documentos de planificación del gobierno central.	Comenzó el trabajo en la planificación del presupuesto y la redacción de TOR's para integrar la planificación de resiliencia climática en la planificación de desarrollo nacional, pero progresa lentamente.	Recientemente se ha iniciado la identificación de medidas para abordar el cambio climático.	Las autoridades han iniciado recientemente a evaluar por riesgo climático.
3	Comenzó el trabajo en el desarrollo del plan de cambio climático, pero progresa lentamente.	Comenzó el trabajo para incorporar las estrategias en los principales documentos de planificación del gobierno central, pero progresa lentamente.	Borradores o referencias y presupuestos fueron preparados para asignar Personal o instituciones o personal con la responsabilidad de integrar la planificación de la resiliencia climática en la planificación de desarrollo nacional.	Recientemente comenzó la identificación de medidas para abordar el cambio climático, pero progresa lentamente.	Recientemente, las autoridades han comenzado a evaluar por riesgo climático con lento progreso.
4	Existe un borrador.	Las estrategias de resiliencia climática fueron incorporadas en los principales documentos de planificación del gobierno central, que existen en forma de borrador.	Las instituciones y el personal está comprometido a integrar la planificación de la resiliencia climática en la planificación de desarrollo nacional.	Se han identificado medidas específicas (inversión y programas) para abordar la resiliencia climática, pero existe en forma de borrador.	Sí, existen algunas evaluaciones piloto para riesgo de cambio climático en una selección de proyectos, pero la evaluación no es obligatoria.
5	Existe y está aprobado, pero no ha sido implementado.	Las estrategias de resiliencia climática fueron incorporadas en los principales documentos de planificación del sector, pero no han sido utilizadas.	La responsabilidad fue asignada a una institución o personal, respaldada/o por presupuestos aprobados y guiada/o por términos apropiados de referencia o descripciones de trabajo.	Se han identificado y mejorado medidas específicas (inversión y programas) para abordar la resiliencia climática, pero no han sido implementadas.	En los proyectos se realizan evaluaciones piloto obligatorias del riesgo del cambio climático.

Figura 11-2 Ejemplo de definición de criterios de puntuación de indicador agregado de implementación 1 – Parte 1

Fuente: (CIF, 2018)

PUNTAJE	¿EXISTE UN PLAN APROBADO DE CAMBIO CLIMÁTICA PARA EL PAÍS/SECTOR?	¿SE HAN INCORPORADO ESTRATEGIAS DE RESILIENCIA CLIMÁTICA EN LOS DOCUMENTOS DE PLANIFICACIÓN DEL GOBIERNO CENTRAL/ SECTOR PRINCIPAL?	¿SE HA ASIGNADO A LAS INSTITUCIONES O PERSONAS LA RESPONSABILIDAD DE INTEGRAR LA PLANIFICACIÓN DE LA RESILIENCIA CLIMÁTICA?	¿SE HAN IDENTIFICADO Y PRIORIZADO MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA ABORDAR LA RESILIENCIA CLIMÁTICA (POR EJEMPLO: INVERSIONES Y PROGRAMAS)?	¿TODOS LOS PROCESOS DE PLANIFICACIÓN EVALUAN DE FORMA RUTINARIA EL RIESGO CLIMÁTICO?
6	Existe, esta aprobado y funcionando con ejemplos tangibles de su implementación, pero mejoras importantes son mejoras necesarias que no han sido claramente identificadas.	Las estrategias de resiliencia climática son incorporadas en los documentos de planificación del gobierno central y son usados en desiciones de planificación. Sin embargo, mejoras importantes son requeridas, las cuales no han sido identificadas.	La responsabilidad fue asignada a una institución o personal, respaldada/o por presupuestos aprobados y guiada/o por términos apropiados de referencia o descripciones de trabajo, pero sin impacto en el desarrollo de la planificación.	Se han identificado y mejorado medidas específicas (inversión y programas) para abordar la resiliencia climática, pero la aplicación no ha sido consistente en las actividades departamentales.	La evaluación es obligatoria, pero la aplicación no ha sido consistente en actividades departamentales.
7	Existe, esta aprobado y funcionando con ejemplos tangibles de su implementación, pero mejoras importantes son mejoras necesarias que han sido parcialmente identificadas.	Las estrategias de resiliencia climática son incorporadas en los documentos de planificación del gobierno central y son usados en desiciones de planificación. Sin embargo, mejoras importantes son requeridas, las cuales han sido parcialmente identificadas.	La responsabilidad fue asignada a una institución o personal, respaldada/o por presupuestos aprobados y guiada/o por términos apropiados de referencia o descripciones de trabajo, pero con pequeño impacto en el desarrollo de la planificación.	Se han utilizado medidas específicas en varios sectores, pero importantes mejoras son necesarias, las cuales han sido parcialmente identificadas.	La evaluación es obligatoria y se lleva a cabo en actividades departamentales, pero importantes mejoras son necesarias, las cuales han sido parcialmente identificadas.
8	Existe, esta aprobado y funcionando con ejemplos tangibles de su implementación, pero mejoras importantes son mejoras necesarias que han sido identificadas.	Las estrategias de resiliencia climática son usadas para informar la implementación de actividades y proyectos de sectores, con un efecto mederado.	La responsabilidad fue asignada a una institución o personal, respaldada/o por presupuestos aprobados y guiada/o por términos apropiados de referencia o descripciones de trabajo, con moderado impacto en el desarrollo de la planificación.	Se han utilizado medidas específicas en varios sectores, pero mejoras menores son necesarias, las cuales han sido parcialmente identificadas.	Sí, la evaluación se aplica sistemáticamente en actividades departamentales, pero mejoras menores son necesarias, las cuales han sido parcialmente identificadas.
9	Sí, existe y necesita mejoras no significativas, ya que se ha implementado de buena manera.	Las estrategias de resiliencia climática son usadas para informar la implementación de actividades y proyectos de sectores, con un efecto mayor.	La responsabilidad fue asignada a una institución o personal, respaldada/o por presupuestos aprobados y guiada/o por términos apropiados de referencia o descripciones de trabajo, con gran impacto en el desarrollo de la planificación.	Sí, específicas medidas han sido consistentemente implementadas en actividades departamentales.	Sí, la evaluación se aplica sistemáticamente en actividades departamentales, con gran efectividad.
10	Sí, existe y no necesita mejoras, ya que se ha implementado de buena manera.	Las estrategias de resiliencia climáticas son usadas en desiciones de planificación y no es necesario complementarla con otra estrategia.	No es necesario revisar los roles/responsabilidades del personal o institución involucrada en la planificación de resiliencia climática.	No se necesitan nuevas medidas para abordar el cambio climático.	No hay necesidad de mejorar el proceso de evaluación.

Figura 11-3 Ejemplo de definición de criterios de puntuación de indicador agregado de implementación 1 – Parte 2

Fuente: (CIF, 2018)