



Propuesta de la ECLP en el componente agua

Proyecto RG-T3657

**Generación de Insumos en materia de Recursos Hídricos para la Elaboración de
la Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile**

Enero de 2021

Introducción

El Gobierno de Chile ha iniciado el proceso de elaboración de la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) para alcanzar la carbono-neutralidad al 2050 y la resiliencia al largo plazo. En ese marco, dentro del ámbito de la adaptación al cambio climático, el sector recursos hídricos es uno de los sectores priorizados en la ECLP. Este documento contribuye en este desafío a partir del trabajo con grupos expertos a nivel nacional, como también a partir del trabajo realizado en instancias participativas macrozonales con actores de sectores públicos, privados, de la sociedad civil y de la academia vinculados a los recursos hídricos. A partir de ello se rescataron aportes que han sido analizados para ofrecer lineamientos en materia de desempeño, de acciones, de incertidumbres y de información y modelos.

El documento se compone de dos secciones, la primera de ellas denominada “Análisis de los resultados de los talleres DAMI” en la cual se expone una síntesis por componente de la matriz DAMI de los resultados obtenidos a nivel nacional. La segunda sección corresponde a “Aportes al documento de ECLP” y detalla los aportes del equipo consultor al proceso de elaboración del componente agua de la ECLP. Adicionalmente, ambas secciones incluyen anexos digitales, siendo estos las minutas de talleres DAMI macrozonales y el documento preliminar y/o borrador de la ECLP componente recursos hídricos.

Análisis de los resultados de los talleres DAMI

La síntesis de las matrices DAMI nos entrega algunos **lineamientos** respecto de cómo se debe desarrollar una ECLP en el componente agua. En particular se destaca que:

- Existe un **objetivo macro** que guarda relación con mejorar y preservar la **seguridad hídrica** respecto de sostener medios de vida, actividades productivas y conservación de ecosistemas. Pero se reconocen adicionalmente **objetivos transversales** que dan cuenta de la necesidad de una **calidad** de las fuentes de agua y un **uso adecuado** de los recursos, como también objetivos respecto de la **manera en que se toman las decisiones** en materia de recursos hídricos.
- Se reconocen **incertidumbres** que afectan el desempeño de estos objetivos. Estas incertidumbres pueden estar asociadas a los factores o drivers que afectan la seguridad hídrica (disponibilidad y necesidad de agua) o la incertidumbre que existe respecto del funcionamiento de los sistemas hídricos y del proceso de toma de decisiones e implementación de medidas. Un ejemplo de incertidumbre corresponde al cambio climático.
- Para responder a los desafíos y necesidades para lograr los objetivos de seguridad hídrica se proponen **acciones que sirven para mejorar indicadores de seguridad hídrica** o **acciones que habilitan** la mejor toma de decisiones e implementación de acciones específicas.
- Finalmente, se reconoce que para poder evaluar el efecto que la incertidumbre y las acciones tienen sobre el logro de los objetivos se requieren **modelos o herramientas** que permitan representar esas relaciones.

A continuación, se presentan detalles respecto de cada uno de estos lineamientos específicos:

1. Lo deseado: seguridad hídrica, gobernanza e información adecuada para la toma de decisiones

En los talleres DAMI se presentan objetivos de desempeños a nivel transversal respecto de las necesidades de cantidad y calidad y del uso de los recursos hídricos y, además, del desempeño en un contexto de gobernanza y proceso de toma de decisiones. También, existen objetivos específicos respecto de los componentes de la seguridad hídrica.

Respecto a los **objetivos transversales de cantidad, calidad y uso** se enfatiza la necesidad de aumentar la eficiencia hídrica en todos los usos productivos poniendo énfasis en el uso eficiente de agua para riego (sin arriesgar la recarga de acuíferos), el manejo de las aguas residuales (especialmente aquellas provenientes de sistemas de Agua Potable Rural (APR), aumento en el porcentaje de agua reutilizada y la definición de Normas Secundarias de Calidad de Agua (NSCA) a escala de cuencas. Desde el punto de vista de **objetivos transversales de gobernanza**, se destaca la necesidad de que las decisiones se tomen contando con el control (monitoreo) e información de la disponibilidad de agua de forma permanente, que permita tener una comprensión ampliada y compartida de ciclo hidrológico, de sistemas biofísicos y socioambientales. De manera transversal se indica la necesidad de aumentar el porcentaje de cobertura de medición de recursos hídricos superficiales y subterráneos. Respecto de la gestión de los recursos hídricos se propone que exista una integración institucional/normativa y gobernanza participativa a nivel de cuenca con una planificación estratégica y sustentable del recurso hídrico con enfoque de género y en consideración de servicios ecosistémicos. Se incluye también la necesidad de implementar de manera coordinada a la gestión de recursos hídricos, la gestión de riesgos reconociendo los distintos tipos de riesgos que afectan cada macrozona (ej. aluviones en MZ Norte y Centro). Finalmente, se destaca el objetivo de educación en materia de recursos hídricos.

Con respecto a los **objetivos asociados a la seguridad hídrica** se destaca a nivel transversal la necesidad de garantizar el derecho humano a agua potable y lograr la confiabilidad en el suministro de agua potable y saneamiento para la población rural. Se ve menos relevante destacar la necesidad de lograr confiabilidad para el suministro de agua potable para la población urbana (aunque se destacan los problemas de calidad en la MZ Norte). Se propone una prioridad de uso para la vida tanto para el consumo humano como para los ecosistemas, entendiendo que el agua debe ser considerada como base de la sostenibilidad. De forma general, en todas las macrozonas se enfatiza en los objetivos de conservación y restauración de los ecosistemas proveedores de servicios ecosistémicos (en particular servicios asociados al ciclo hidrológico). Existen diferencias respecto de los énfasis en ecosistemas a proteger entre las distintas macrozonas (ej. MZ Norte bofedales y humedales en zonas altas y costeras, MZ Centro Sur zonas degradadas por incendios y MZ Sur vegetación ripariana y palustre).

Respecto de las actividades productivas se destaca a nivel transversal el objetivo de lograr la confiabilidad de suministro hídrico para la agricultura. Para distintos sectores productivos se destaca la necesidad de contar con métricas de sustentabilidad, de eficiencia hídrica y de rentabilidad y productividad del agua y regulación en cantidad y calidad del recurso hídrico para distintos sectores productivos (minería, industria, energía).

Algunos objetivos específicos relevantes por macro zona se reportan en la Tabla 1.

Tabla 1. Objetivos de desempeño específicos por macro zona.

Objetivos de desempeño	MZ Norte	MZ Centro Norte	MZ Centro	MZ Centro Sur	MZ Sur	MZ Austral
Extracción sostenible de acuíferos y recuperación de niveles freáticos	X		X			
Gestionar y asegurar disponibilidad de agua que satisfaga todos los requerimientos de la población incluyendo usos recreativos y culturales y para sostener los medios de vida ancestral	X	X		X	X	X
Instaurar caudal ecológico mínimo	X	X	X	X		
Confiabilidad en la calidad del agua para cultivar	X					
Confiabilidad de suministro de agua para la ganadería, acuicultura y estuarios.					X	
Confiabilidad de suministro de agua para sectores productivos (minería, industria y energía).	X		X	X		

2. Las incertidumbres que pueden afectar el logro de lo deseado

Como se indicó anteriormente, las incertidumbres reconocidas por los actores convocados a los talleres macrozonales se asocian a: i) aquellos elementos que condicionan la oferta o la demanda hídrica, afectando en este sentido a la seguridad hídrica; ii) falta de comprensión del sistema hídrico, tales como vacíos o escasa información de algunas variables relevantes a nivel de cuenca y iii) elementos asociados a la gobernanza.

Las incertidumbres del **sistema hídrico** (punto i) se visualizan como amenazas transversales a los objetivos planteados en cada una de las dimensiones de Seguridad Hídrica, vale decir, desarrollo económico sustentable, medios de vida y protección de ecosistemas. Entre estas se destacan, en todas las macrozonas, elementos como los posibles impactos de los escenarios de cambio climático, el aumento de la población y los consumos per cápita, el aumento de la contaminación, escenarios productivos y de uso de suelo inciertos, elementos relacionados con la demanda hídrica, en sus dimensiones de calidad y cantidad como el desconocimiento sobre la demanda real y comprometida, sobre su potencial aumento, entre otras. Este tipo de incertidumbre influye en el éxito de todos los desempeños asociados a la confiabilidad de suministro de agua para diferentes actividades (acceso, asequibilidad, etc.). A su vez, en algunas macrozonas se indicaron incertidumbres asociadas a los impactos y la periodicidad de eventos extremos, el desconocimiento sobre las demandas hídricas de aguas subterráneas e incertidumbre sobre la variabilidad de la oferta hídrica.

Las incertidumbres asociadas al **conocimiento** de las variables del sistema hídrico, punto ii), condicionan a los desempeños transversales (cantidad, calidad y uso, y gobernanza) y a desempeños de cada una de las dimensiones de la Seguridad Hídrica. En específico, se identificaron falencias de conocimiento en aspectos genéricos como lo son el funcionamiento y dinámica hidrológico con énfasis en variables con bajo conocimiento hoy en día como lo es el agua subterránea, nieves y glaciares y los ecosistemas acuáticos, todas ellas apuntan a objetivos transversales de cantidad, calidad y uso. A su vez, las incertidumbres de este tipo también condicionan a los desempeños específicos en la línea de la Seguridad Hídrica, dado que inciden en la posibilidad de identificar y darle seguimiento al logro de estos desempeños en el tiempo y en la posibilidad de generar herramientas e instrumentos que nos permitan cerrar estas brechas.

La incertidumbre de conocimiento común a todas las macrozonas corresponde a la falta de información de las variables hidrológicas, dado por la baja cobertura de estaciones hidrometeorológicas. En algunas macrozonas se indican elementos como la confiabilidad de los modelos de proyección de cambio climático, falencias de información respecto a ecosistemas y humedales, capacidad de carga, uso efectivo de agua, e impactos de la desalación (presente en macrozona norte y macrozona centro sur).

Las incertidumbres asociadas a la **gobernanza** condicionan tanto a objetivos transversales como específicos, dado que corresponden a elementos de contexto normativos, políticos, económicos y sociales que pueden dificultar o facilitar el logro de los desempeños. En esta categoría de incertidumbres el contexto político-social nacional así como posibles modificaciones en el marco legal (código de aguas,

normativa ambiental) son reconocidas de manera transversal. Otras incertidumbres mencionadas en la mayoría de las macrozonas corresponden a aspectos económicos en cuanto a financiamiento de acciones de relevancia para los actores locales (fomento, investigación), de inadecuada gobernanza hídrica, coordinación entre actores, integración de políticas sectoriales, y compromiso y voluntad política.

Por último, es importante mencionar que se identificaron incertidumbres mencionadas en pocas macrozonas, pero que dado que no corresponden a elementos particulares de las macrozonas en donde estas fueran mencionadas son considerados elementos transversales. Estas incertidumbres corresponden a cambios tecnológicos, incertidumbres de planificación territorial, falta de capital humano, el nuevo escenario de gobiernos regionales y el centralismo en la toma de decisiones.

3. Las acciones que se pueden implementar para acercarnos a lo deseado

Las acciones levantadas en los talleres DAMI macrozonales fueron categorizadas en acciones **habilitantes** y de **implementación** (se sigue de esta manera lo sugerido en Vicuña et al. 2019). Las primeras constituyen acciones que generan condiciones adecuadas para la ejecución de acciones de implementación, es decir, acciones que nos permiten directamente abordar alguno de los objetivos de desempeño. Las acciones habilitantes se subcategorizaron en acciones de gobernanza y acciones de información y monitoreo. Estas acciones se consideran de carácter comunes, ya que aportan al éxito de tanto objetivos transversales de cantidad, calidad y uso del agua, como objetivos asociados a las dimensiones de Seguridad hídrica.

Las acciones **habilitantes de gobernanza** mencionadas en todas las macrozonas corresponden a las modificaciones normativas (código de aguas, caudales ecológicos, reutilización de aguas, protección de ecosistemas, glaciares, humedales, ordenamiento territorial, entre otros), y planificación territorial en consideración a la disponibilidad del recurso hídrico. También se registraron acciones enfocadas en los actores locales y sus relaciones, siendo estas, el fortalecimiento de las Organizaciones de Usuarios, la creación de instancias de gestión a nivel de cuencas, y la coordinación multisectorial y entre actores. A su vez, se indican como elementos de relevancia la implementación de programas de educación ambiental, el desarrollo de capital humano y la participación ciudadana.

En la línea de la gestión del recurso hídrico se especifica la relevancia de instaurar una gobernanza hídrica adecuada y la gestión integrada de recursos hídricos como estrategia de gestión, siendo destacado como relevante que esta gestión incorpore el riesgo según las amenazas dominantes en cada territorio.

Las acciones **habilitantes de información**, apuntan a cerrar brechas de información respecto a las variables del sistema hídrico, ecosistemas y de servicios ecosistémicos. Una acción común en todas las macrozonas corresponde al fortalecimiento de la red de monitoreo en cuanto a calidad y cantidad de agua. En las macrozonas centro sur y austral se mencionan acciones en torno a la creación de un sistema de información y a la implementación de redes de monitoreo ciudadano. Por último, se exponen acciones que permiten disminuir las brechas de conocimiento a través del desarrollo de estudios en los siguientes temas: servicios ecosistémicos, eficiencia hídrica, aguas subterráneas y caudal ecológico.

Las acciones habilitantes mencionadas apuntan a la generación de condiciones propicias para el avance en el logro de los objetivos de desempeño tanto transversales como los específicos de Seguridad Hídrica.

Las acciones de implementación, por su parte, se subcategorizan en acciones de: i) protección de servicios ecosistémicos, ii) oferta, iii) demanda, eficiencia y productividad y, iv) bienestar humano.

En cuanto a las acciones de **protección de servicios ecosistémicos** en las diferentes macrozonas se menciona la protección de alguno de los siguientes elementos dadas sus funciones proveedoras de servicios: cabeceras de cuencas, cuerpos de agua, ecosistemas y humedales; al mismo tiempo se señala la necesidad de crear y restaurar áreas protegidas. En este ámbito se destaca también como una acción relevante el desarrollar Normas Secundarias de Calidad de Agua.

En la categoría de acciones relativas al **bienestar humano**, si bien no se registraron elementos comunes en todas las macrozonas, se destaca la acción genérica de “mejoras en el bienestar humano”¹, como también acciones de mejora de infraestructura para aumentar la seguridad de la población y la implementación de sistemas de abastecimiento.

Respecto a las acciones orientadas hacia el aumento de la **oferta** de agua, se destaca en todas las macrozonas la implementación de soluciones basadas en la naturaleza y la evaluación de nuevas fuentes, con énfasis en la desalación, la reutilización de aguas grises, y la captura de nieve y agua lluvia. A su vez, en algunas macrozonas se menciona la incorporación de infraestructura de almacenamiento, contención y captación y la regulación y distribución de recursos desde fuentes superficiales y subterráneas.

En cuanto a las acciones de **demanda, eficiencia y productividad**, una acción común corresponde a la implementación de mejoras en eficiencia, si bien es descrita en relación a todas las actividades productivas, hay un énfasis en el riego. En algunas macrozonas se mencionaron acciones como la fiscalización de normas y proyectos, la regulación del uso de suelo, el estudio de la capacidad de carga, el apoyo para la adaptación de pequeños agricultores, el incentivo al reuso del agua y la certificación y beneficios tributarios en torno a la gestión sustentable del recurso hídrico.

En general, cada una de las categorías de acciones de implementación abordan uno o dos objetivos específicos mencionados en la sección 1 de “Lo deseado”. Las acciones de **protección de servicios ecosistémicos** se alinean con los objetivos específicos de conservación de ecosistemas, las acciones de **oferta y demanda, eficiencia, productividad** responden principalmente a objetivos específicos de desarrollo económico y medios de vida. Por último, las acciones de **bienestar humano** se asocian principalmente a objetivos específicos de medios de vida.

A continuación (Tabla 2), se exponen acciones singulares en las macrozonas clasificadas por las categorías antes mencionadas:

¹ Los participantes de los talleres no especificaron más detalles al respecto.

Tabla 2. Acciones singulares presentes en las macrozonas estudiadas.

Acciones	MZ Norte	MZ Centro norte	MZ Centro	MZ Centro sur	MZ Sur	MZ Austral
Consideración de pueblos originarios en las diversas acciones en los territorios	x			x	x	
Desarrollar modelos de Cambio Climático a mayor escala por la alta variabilidad climática						x
Promoción y recuperación de caudales ambientales	x	x		x		
Regeneración de suelos y recarga de acuíferos		x	x			
Incentivar cambios de matriz productiva				x		x
Saneamiento sanitario rural con Soluciones Basadas en la Naturaleza					x	

4. *Los modelos y herramientas que nos permiten evaluar el efecto de las incertidumbres y acciones sobre lo deseado*

Para poder evaluar el impacto que las distintas incertidumbres y acciones tienen sobre los objetivos de desempeño deseados por los actores en las distintas MZ se requiere contar con herramientas (modelos) que permitan hacer estas conexiones. Al respecto, se destaca en todas las MZ la importancia que tienen las herramientas e información desarrollada en el marco de la Actualización del Balance Hídrico Nacional y los modelos desarrollados en el marco del diseño de Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGH). En el caso de la Actualización del Balance Hídrico, la información y herramientas está disponible para todas las MZ, sin embargo, en el caso de los PEGH, el conjunto de herramientas que se desarrollan están disponibles en las cuencas en que estos procesos se están desarrollando (ver listado de cuencas en Anexo 4).

Para cada MZ se destacan también algunos modelos específicos que han sido desarrollados para caracterizar otros componentes del ciclo hidrológico (aparte de la relación lluvia-escurrimiento y la gestión de las extracciones y usos del agua) como son los temas de calidad y uso de suelo entre otros. En la Tabla 3, se presenta una síntesis de esas capacidades de acuerdo con lo destacado en los talleres (no se incluyen otras herramientas que no fueron mencionadas en los talleres).

Tabla 3. Modelos y herramientas específicas destacados en talleres macrozonales.

Modelos y herramientas	MZ norte	MZ centro norte	MZ centro	MZ centro sur	MZ sur	MZ austral
Observatorios del agua y el clima	Observatorio del agua			Banco de Información de Recursos Hídricos VI		Modelos globales predictivos MET
Uso y características de suelo y vegetación	Índices Verdes de Vegetación	Cambio uso de suelo	Cambio uso de suelo WetSpass	Cambio uso de suelo WetSpass Restauración y forestación CONAF Infraestructura Ecológica Maule		
Modelos hidrológicos e hidrodinámicos			Escenarios Hídricos 2030	Escenarios Hídricos 2030 Modelación del Impacto hidrodinámico al 2050 en cuenca Maule		Proyecto RECCA cuenca Río Baker
Modelos asociados al uso de RRHH				Estudio conducente a la política agroalimentaria del Biobío, Modelo CSIRO		

Por otra parte, se destacan múltiples carencias de herramientas de simulación que sirvan para evaluar los efectos de las incertidumbres y acciones. Uno de los desafíos es poder contar con modelos acoplados de calidad de agua y de cantidad, y complementados con modelos ecotoxicológicos y monitoreos adecuados. Los avances en este sentido, alineados con el desarrollo de las NSCA, son aún muy escasos a nivel nacional (ver Anexo 4). Se destaca también la necesidad de contar con modelos de ecosistemas, haciéndose una especificación del tipo de ecosistema o variable a modelar según la macrozona. Por ejemplo, en la MZ Norte y Centro se destaca la necesidad de modelos para la determinación del caudal ambiental. En MZ Norte, modelos para la variabilidad y vulnerabilidad de humedales altoandinos y balance hídrico de acuíferos y salares. En MZ Centro-Sur, modelos para entender las relaciones bosque-suelo-agua. Y en MZ Sur, modelos que midan manejo de cuencas por servicio ecosistémico y curvas de habitabilidad de especies nativas. También se destaca la necesidad de contar con modelos de planificación territorial, modelos hidrológicos dinámicos e integrados, balance hídrico en comunidades rurales y una serie de modelos que apoyen la gestión de los recursos hídricos a nivel operacional y planificación (ej. monitoreo de rutas de nieve y glaciares, modelo de uso de aguas grises para riego de áreas verdes, modelo de disponibilidad hídrica en tiempo real, modelos hidro económicos, modelos de gobernanza y toma de decisiones como modelos de agentes).

Aportes al documento de ECLP

Los aportes al documento de la ECLP componente de recursos hídricos se llevaron a cabo en las reuniones bisemanales del comité ejecutivo, y a través de un documento Google Docs de co-construcción entre el Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Aguas y el equipo consultor.

En primera instancia, se revisó un esquema inicial del documento de la ECLP componente de recursos hídricos y se propusieron las siguientes modificaciones y compromisos:

- Se compromete la redacción de parte de la introducción del documento (ver Anexo 5 con texto propuesto).
- Se propone un cambio en el orden de los objetivos planteados. Orden sugerido: 3 (el objetivo final), 1 (protección del medioambiente), 7-2-5 (información y educación), 4-6 (gestión a escala de cuenca e institucionalidad) (ver Tabla 4).

Tabla 4. Objetivos planteados originalmente en el diseño de la ECLP componente de recursos hídricos y propuestas de edición.

Objetivo	Propuesta u observación
Objetivo 1: Restaurar, conservar y proteger los ecosistemas y aquellos elementos clave para la estabilidad de las cuencas y del ciclo del agua, tales como glaciares, bosques, humedales, bofedales, estuarios, cuerpos y reservas de agua superficiales y subterráneos, entre otros	Se propone como objetivo 2.
Objetivo 2: Mejorar el acceso y difusión de la información, y promover la educación ambiental y buenas prácticas en el uso y cuidado de los recursos hídricos.	Objetivos 7, 2 y 5 deberían ir juntos
Objetivo 3: Asegurar el acceso universal al agua a lo largo del país en cantidad y calidad, respondiendo de manera resiliente frente a los impactos que el cambio climático y/o desastres socio-naturales tienen sobre el abastecimiento. Priorizando el consumo humano, el equilibrio de las cuencas y ecosistemas y actividades productivas estratégicas.	Objetivo final. Reforzar en objetivo 3 concepto de seguridad hídrica
Objetivo 4: Fortalecer la gestión integrada de cuencas considerando la gestión integrada de los recursos naturales de éstas, y las interrelaciones entre recursos como el suelo y el agua y la capacidad de carga de las cuencas, promoviendo el uso sustentable y eficiente del recurso hídrico.	Objetivos 4 y 6 deberían ir juntos Reforzar objetivo 4 con diseño de herramientas y planes participativos (modelos de gestión (PEGH) y NSCA se pueden establecer metas)
Objetivo 5: Promover la investigación, desarrollo e innovación abierta y coordinada para las soluciones en materia de recursos hídricos y cambio climático, apuntando a tecnologías que permitan explorar nuevas fuentes de agua de manera sustentable y evitando la mala adaptación.	Objetivos 7, 2 y 5 deberían ir juntos. Mencionar Institutos tecnológicos
Objetivo 6: Fortalecer las capacidades técnicas del Estado para la gestión del agua, mejorando la coordinación entre instituciones a diferentes escalas de gobierno, integrando la participación y conocimiento de personas clave de la sociedad y en particular respetando la cosmovisión y conocimiento de los pueblos indígenas.	Objetivos 4 y 6 deberían ir juntos
Objetivo 7: Fortalecer y ampliar los inventarios y sistemas de monitoreo, control y análisis integrado del ciclo hidrológico, sus elementos y el uso del recurso, integrando en éstos a glaciares, humedales, acuíferos, entre otros elementos.	Objetivos 7, 2 y 5 deberían ir juntos, se sugiere incorporar el tema de calidad de aguas y NSCA

- Adicionalmente, se sugiere incorporar un objetivo respecto de la gestión de oferta y demanda de agua
- Se propone la incorporación de un objetivo que se focalice en la Seguridad Hídrica, debido a su relevancia en el contexto de la adaptación al cambio climático y a los lineamientos de la Mesa Nacional del Agua.
- Se indica la imposibilidad de que como equipo consultor podamos fijar metas debido a que los actores participantes de los talleres DAMI no lograron ese nivel de especificidad en sus intervenciones. Se plantea la posibilidad de definir métricas, las cuales estarían asociadas a los objetivos planteados. Respecto a las metas, el Ministerio de Medio ambiente está llevando a cabo reuniones con instituciones sectoriales para definir o rescatar aquellas metas ya planteadas en instrumentos de cada uno de estos sectores.
- El Ministerio de Medio Ambiente pide apoyo respecto a la identificación de actores claves para la definición o recopilación de estas metas. Se indica a la Comisión Nacional de Riego.
- En la sección “Principales instrumentos de gestión de los recursos hídricos” se indica que se puede dar valor a las matrices DAMI y RDM en el diseño de instrumentos, especialmente para el diseño de planes de adaptación a escala de cuenca. Se usaría el producto pensado para el diseño de la Fase 2.

En una segunda revisión, durante una reunión bisemanal, se precisan aspectos formales de redacción en el contexto de la elaboración de la ECLP y se propusieron nuevas modificaciones:

- En vista de avances en la introducción se plantean modificaciones a lo cual se indica que se busca que las introducciones sean similares en los distintos componentes.
- Se propone un cambio de título en una sección del documento, correspondiente al reemplazo del enfoque de impacto por desafío. específicamente se plantea reemplazar “Principales impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos” por “Principales desafíos para la adaptación a los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos”. Lo cual permitirá incorporar los elementos listados en el esquema con mayor amplitud. El Ministerio de Medio Ambiente acoge la propuesta, pero indica que consultarán a las personas a cargo del proceso de la ECLP.
- Se indica la consideración de la cuarta comunicación nacional (4CN) como un insumo en la sección de desafíos, específicamente para el diagnóstico nacional.
- Se propone que la descripción de las variables climáticas se incorpore en una introducción transversal a los componentes parte de la ECLP. Esto evitará la repetición de elementos como la mega sequía y las proyecciones, entre otras cosas.

Se adjunta a este informe el documento preliminar y/o borrador del componente recursos hídricos de la ECLP en el Anexo 3.

Referencias

Vicuña, S., P. Aldunce, A. Stehr, F. Cid, A. Rivera, K. Alencar, C. Álvarez, J. Barton, J. J. Berger, C. Berroeta, J. P. Boisier, E. Bustos, S. Bustos, T. Correa, S. Cortés, L. Cubillos, F. De la Barrera, F. Donoso, L. Farías, D. Farías, R. Fuster, P. Gese, A. Godoy, L. Guerra, C. Guida, C. Ibarra, M. Jadrijevic, R. Jiliberto, G. Lillo, E. Medel, C. Meruane, F. Meza, M. Montedónico, J. C. Muñoz, L. Muñoz, M. Musalem, A. Navarro, C. Ovalle, R. Palma, C. Pelano, A. Pica, J. Piquer, D. Poblete, R. Ponce, P. Repetto, M. Rojas, A. Rudnick, G. Santis, J. I. Selles, C. Silva, M. Silva, D. Soto, S. Ureta, C. Vargas, G. Vida y P. Winckler (2019). Lineamientos para el desarrollo de planes de adaptación: Aplicación de recursos hídricos. Informe de las mesas Adaptación y Agua. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Anexos

Anexo 1. Minuta de los talleres DAMI

Se adjuntan como documentos digitales independientes las minutas de los talleres dami. A continuación, se indica la nomenclatura:

Anexo digital 1.1 corresponde a minuta taller DAMI sector norte: “Anexo 1-1_Norte”

Anexo digital 1.2 corresponde a minuta taller DAMI sector centro norte: “Anexo 1-2_Centro_Norte”

Anexo digital 1.3 corresponde a minuta taller DAMI sector centro: “Anexo 1-3_Centro”

Anexo digital 1.4 corresponde a minuta taller DAMI sector centro sur: “Anexo 1-4_Centro_Sur”

Anexo digital 1.5 corresponde a minuta taller DAMI sector sur: “Anexo 1-5_Sur”

Anexo digital 1.6 corresponde a minuta taller DAMI sector austral: “Anexo 1-6_Austral”

Anexo 2. Informe de análisis de talleres DAMI

Se adjunta en formato digital informe de análisis de los talleres DAMI.

Anexo 3. ECLP componente agua

Se adjunta en formato digital documento preliminar y/o borrador del componente recursos hídricos de la ECLP.

Anexo 4. Modelos PEGH y NSCA

Macrozonas	Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGH)	Fecha previsible de cierre	Tipo de modelo	Normas Secundarias declaradas	Normas Secundarias en proceso
Macrozona Norte	Río Lluta	may-21	W/M	No hay	No existen procesos abiertos
	Pampa del Tamarugal	may-21	W/M		
	Río Loa	abr-21	W/M		
	Salar de Atacama	may-21	W/M		
Macrozona Centro Norte	Río Copiapó*	nov-20	W/M	No hay	
	Cuenca de Maricunga	dic-21	Sin información		
	Río Huasco	nov-20	W/M		Huasco
	Río Elqui	nov-20	W/M		Elqui
	Río Limarí*	nov-20	W/M		Limarí
	Río Choapa*	nov-20	W/M		
Macrozona Centro	Maricunga	Licitada	Sin información		
	Río Quilimarí	nov-20	W/M		
	Río Petorca*	nov-20	W/M-NWT		
	Río la Ligua*	nov-20	W/M-NWT		
	Río Aconcagua	nov-20	W/M		Río Aconcagua
	Estero Casablanca	dic-21	Sin información		
	Cuencas Costeras entre Maipo y Rapel	dic-21	Sin información		
Río Maipo**	may-21	W/M	Río Maipo		
Macrozona Centro Sur	Río Rapel	dic-20	Sin información		Tinguiririca
	Río Mataquito	dic-20	Sin información		Cachapoal
	Río Maule**	nov-20	W/M		Río Mataquito
	Río BioBio	may-21	W/M	Río BioBio	
Macrozona Sur	Río Imperial	may-21	W/M		
				Cuenca del Lago Villarrica	
				Cuenca del Lago Llanquihue	
	Toltén	dic-21	Sin información		
	Bueno	dic-21	Sin información		
Río Valdivia	may-21	W/M		Río Valdivia	
Macrozona Austral	No hay por ahora.			Río Serrano	Baker

Alcance territorial de los Planes Estratégicos de Gestión Hídrica

Entrega 2020

CUENCA	ÁREA Km ²
Río Copiapó	18.703,07
Río Huasco	9.813,19
Río Elqui	9.825,43
Río Limari	11.695,75
Río Choapa	7.653,27
Río Quilimari	783,42
Río Petorca	1.988,15
Río Ligua	1.980,05
Río Aconcagua	7.333,81
Río Maule	21.052,30

Entrega 1° - 2° Sem 2021

CUENCA	ÁREA Km ²
Río Lluta	3.437,04
Pampa del Tamarugal	17.353,15
Río Loa	33.081,40
Salar de Atacama	15.575,81
Río Maipo	15.273,14
Río Rapel	13.765,83
Río Mataquito	6.331,73
Río BioBio	24.368,80
Río Imperial	12.667,88
Río Valdivia	10.244,18

Entrega 2020 - 2021

CUENCA	ÁREA Km ²
Salar de Maricunga	3.145,68
Estero Casablanca	695,37
Cuencas Costeras entre Maipo y Rapel	1.071,97
Río Toltén	8.448,16
Río Bueno	15.365,53

2019 - 2021

Datos importantes:

Área cubierta (superficie)
271.654 km²

Porcentaje de cobertura respecto a Chile
36%

Porcentaje de cobertura respecto a macrozonas norte, centro y sur (sin macrozona austral).
53%

Anexo 5. Texto de aporte a Introducción Sección Agua de ECLP

El recurso hídrico es indispensable para las distintas actividades y sistemas que dependen de él. Los impactos sobre los recursos hídricos repercuten también de esta manera sobre otros sistemas y sectores (ej. Agrícola, Energía, Ciudades, Pesca y Acuicultura y Turismo entre otros). Las necesidades hídricas cambian a lo largo del territorio en función de las actividades y ecosistemas que ahí existen. De acuerdo con DGA (2017a) la principal demanda actual corresponde al uso agrícola, seguido por el uso de agua potable urbana y rural, el uso industrial y el uso minero existiendo importantes diferencias regionales en las demandas relativas de estas actividades. Por otra parte, de acuerdo a los antecedentes de la Actualización del Balance Hídrico Nacional (DGA 2017b; 2018), la disponibilidad de recursos hídricos ha disminuido, sostenida y crecientemente, en un 20% en la macrozona del sur y en un 50% en las macrozonas norte-centro. Por otra parte, las alzas de temperaturas e isoterma cero producen deshielos prematuros y precipitaciones líquidas sobre la reserva nival, generando mayores escorrentías y disminuyendo las reservas de agua en la cordillera, principalmente de glaciares, que han disminuido en un 8% la última década (DGA, 2018). Trabajos recientes (ej. Boisier et al, 2016; Garreud et al., 2019) han detectado tendencias climáticas recientes en precipitación que siguen estas mismas tendencias y que han sido atribuidas a una manifestación temprana del cambio climático en los efectos de una megasequía que ha afectado a parte importante del país. Estos cambios en precipitación se complementan también con cambios en la evolución de la criósfera que ha quedado registrado en trabajos recientes (ej. Stehr et al., 2017; Braun et al., 2019; Cordero et al., 2019) que coinciden en indicar que en la zona central de Chile hay una disminución en la extensión y persistencia del manto nival y glaciares.

Tomando en cuenta los escenarios futuros de cambio climático se han realizado una serie de análisis a nivel país (ej. DGA, 2017) o de manera individual para algunas cuencas (ej. Cuenca del Rio Maule) que muestran que a futuro estas tendencias recientes se debiesen sostener e incluso acentuar. Síntesis de estos efectos se pueden encontrar en Vicuña et al., 2021, Stehr et al., 2019 y MMA (s/f). En términos generales se puede constatar que en las cuencas del extremo norte del país (hasta 30°S) existe una alta incertidumbre asociada a los cambios en precipitación por lo que no es posible proyectar si la escorrentía se incrementará o disminuirá en el futuro; en las cuencas de Chile central (30 a 36°S) las reducciones esperadas en precipitaciones y aumentos de temperatura reducen la acumulación de nieve y modifican la posición de la línea de nieve, anticipando la escorrentía de deshielo. Se proyectan reducciones de la escorrentía media anual hasta en un 40%, proyectándose también una disminución de la evapotranspiración debido a la disminución de la humedad del suelo; en las regiones de más al sur (36°S a 45°S) se proyecta un aumento de la evapotranspiración debido a la mejor distribución de la precipitación durante el año que permite mantener la humedad del suelo lo que amplifica la reducción en escorrentía producto de la reducción de precipitaciones; finalmente, en las cuencas del extremo sur (45° a 55°S) se proyectan aumentos de precipitación y menores aumentos de temperatura que acelerarían el derretimiento de cuerpos de hielo, con el consiguiente aumento de la escorrentía media anual (MMA, s/f). Estos resultados son coincidentes con los presentados en Stehr et al. (2019), que muestran que producto del cambio climático existiría una ampliación de la zona hiper árida tanto latitudinal como longitudinalmente, aumentando en promedio, aproximadamente, 13.000 km². Por otra parte, se muestra

en Stehr et al. (2019), que aproximadamente 70.000 km² (equivalente a un 10% de la superficie continental) aumentan en su categoría de aridez.

Referencias

- Boisier, J. P., Alvarez-Garreton C., Cordero, R. R., Damiani, A., Gallardo, L., Garreaud, R. D., Lambert, F., Ramallo, C., Rojas, M., & Rondanelli, R. (2018). Anthropogenic drying in central-southern Chile evidenced by long-term observations and climate model simulations. *Elem Sci Anth*, 6: 74. DOI: <https://doi.org/10.1525/elementa.328>
- Braun, M. H., Malz, P., Sommer, C., Farías-Barahona, D., Sauter, T., Casassa, G., ... & Seehaus, T. C. (2019). Constraining glacier elevation and mass changes in South America. *Nature Climate Change*, 9(2), 130-136.
- Cordero, R. R., Asencio, V., Feron, S., Damiani, A., Llanillo, P. J., Sepulveda, E., ... & Casassa, G. (2019). Dry-Season Snow cover Losses in the Andes (18–40 S) driven by changes in Large-Scale climate Modes. *Scientific reports*, 9(1), 1-10.
- DGA (Dirección General de Aguas) (2017) Actualización del Balance Hídrico Nacional. Ministerio de Obras Públicas. Desarrollado por Universidad de Chile y Pontificia Universidad Católica de Chile. S.I.T. 417 Disponible en <http://documentos.dga.cl/REH5796v1.pdf>
- DGA (Dirección General de Aguas) (2017-b). Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile. Informe final (S.I.T. N° 419). Realizado por: Hídrica Consultores SPA y Aquaterra Ingenieros Ltda. Santiago, Chile. Disponible en <http://www.dga.cl/Estudios/01%20Informe/Informe%20Final%20Vol%20I.pdf>
- DGA (Dirección General de Aguas) (2018). Aplicación de la metodología de actualización del balance hídrico nacional en las cuencas de las macrozonas norte y centro. Ministerio de Obras Públicas. Desarrollado por Fundación para la Transferencia Tecnológica y Pontificia Universidad Católica de Chile. S.I.T 435
- Garreaud, R.D., Boisier, J.P., Rondanelli, R., Montecinos, A., Sepúlveda, H.H. y Veloso-Aguila, D. (2019). The Central Chile Mega Drought (2010–2018): A climate dynamics perspective. *Int. J. Climatol.*
- Ministerio de Medio Ambiente (s/f). Cuarta Comunicación Nacional (en proceso de edición para publicación).
- Stehr, A. y Aguayo, M. (2017). Snow cover dynamics in Andean watersheds of Chile(32.0–39.5°S) during the years 2000–2016. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21, 5111–5126. doi: 10.5194/hess-21-5111-2017
- Stehr A., C. Alvarez, P. Alvarez, J. L. Arumi, C. Baeza, R. Barra, C. A. Berroeta, Y. Castillo, G. Chiang, D. Cotoras, S. A. Crespo, V. Delgado, G. Donoso, A. Dussailant, F. Ferrando, R. Figueroa, C. Frene, R. Fuster, A. Godoy, T. Gomez, E. Holzapfel, C. Huneeus, M. Jara, C. Little, K. Lizama, M. Musalem, M. Olivares, O. Parra, R. D. Ponce, D. Rivera, I. Rodriguez, A. Sepulveda, M. Somos, F. Ugalde, R. Urrutia, M. Valenzuela, C. Vargas, X. Vargas, S. Vasquez, I. L. Vera, S. Vicuna, G. Vidal y M. Yevenes (2019). Recursos hídricos en Chile: Impactos y adaptación al cambio climático. Informe de la mesa Agua. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Vicuña S. et al. (2021) Impacts of Climate Change on Water Resources in Chile. In: Fernández B., Gironás J. (eds) Water Resources of Chile. World Water Resources, vol 8. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-56901-3_19