OFICINA DE PARTES 2 FIA
RECEPCIONADO

FECHA: 12-03-21
HORA: 13:24
N° INGRESO: 67221

# Evaluación de resultados de iniciativas I+D+i en recursos hídricos para el sector agrario, agroalimentario y forestal, en la Macrozona Norte

## Informe Final

## Evaluación de resultados de las iniciativas FIC de I+D+i en Recursos Hídricos en el ámbito de la Macrozona Norte

Natal
Asesoría

Coquimbo, 10 de marzo de 2021

**Agradecimientos**

Antes de entrar en el estudio, en nombre de todos aquellos que participamos de este estudio queremos agradecer a los actores que nos ofrecieron gentilmente su tiempo para hablar de las temáticas de recursos hídricos, a los investigadores que, a pesar de sus estrechas agendas, respondieron a la encuesta, y en especial a quienes nos acompañaron durante la ejecución del equipo mandante.

## Resumen Ejecutivo

La Fundación para la Innovación Agraria mandante de Natal Asesoría, encargó la "**Evaluación de resultados de iniciativas I+D+i en recursos hídricos para el sector agrario, agroalimentario y forestal, en la Macrozona Norte"**, con el propósito de definir nuevas orientaciones del instrumento FIC-R que se utiliza para la innovación y competitividad regional.

La evaluación de las iniciativas en I+D+i en recursos hídricos obedece a conocer si estas han cumplido los propósitos considerados en la focalización de los recursos o concursos generales establecidos por los gobiernos regionales de la Macrozona Norte, en los impactos sociales, productivos y ambientales; así como también, en la disminución de las brechas detectadas, por ejemplo.

Para el cumplimiento de este objetivo Natal Asesoría se asoció a LabGEOPI, un grupo de estudio que forma parte del Instituto de Geociencias de la Universidad de Campinas/Brasil, altamente especializado en la evaluación de instrumentos públicos destinados a la financiación de proyectos de innovación, en este caso el instrumento FIC-R.

Para la evaluación de las iniciativas en recursos hídricos se construyó una base de datos de los proyectos financiados por el concurso FIC-R, estableciéndose líneas temáticas principales y secundarias financiadas e instituciones postulantes. Esta información obtenida permitió conocer si las iniciativas financiadas respondían a los instrumentos de planificación regional – Estrategia Regional de Desarrollo y Estrategia Regional de Innovación.

Se diseñaron acciones tendientes a obtener esta evaluación; entre ellas, la reunión presencial con actores relevantes del ecosistema hídrico de la Región de Coquimbo, con ejecutivos de la Fundación para la Innovación Agraria y del Gobierno Regional de Coquimbo; la encuesta Web dirigida a investigadores que han dirigido proyectos en recursos hídricos y entrevista a directivos de diversas instituciones relacionadas con instituciones financiadoras, instituciones que ejecutan proyectos, instituciones que regulan y gestionan los recursos hídricos de la Macrozona Norte.

Al desglosar las iniciativas, destacan las asociadas al ámbito productivo, principalmente promovidas por FIA, asociadas a manejos agronómicos que aumenten la disponibilidad del agua. Por su parte el GORE, promueve por parejo otras temáticas, concentrando todas las iniciativas de instrumentación tendientes a aumentar la disponibilidad y reducir pérdidas de agua y también destacan los estudios en recursos hídricos asociados a disponibilidad, eficiencia y biodiversidad de cauces. La escala piloto y centrarse en la eficiencia de uso del agua, resultaron ser ampliamente mayoritaria para las iniciativas, mientras que el aspecto comercial fue poco promovido. Destaca que la mayoría de los resultados de las iniciativas fueron usados, principalmente a menos de un año de haber finalizado y este uso se ha mantenido en el tiempo y que la baja priorización público-privada son causantes del no uso de algunas de ellas. La formalidad de transferencia de los resultados más usada fue el acuerdo o convenio de cooperación tecnológica, dejando prácticamente de lado los instrumentos de propiedad intelectual.

Menos de la mitad de las iniciativas generaron redes o asociaciones para innovar y de éstas, la mayoría está asociada a temáticas en recursos hídricos y cambio climático y a relaciones con usuarios de agua, empresas y entidades públicas. Entre las dificultades para participar en redes están, el costo alternativo de participar en ellas, un funcionamiento muy centralizado y una dispersión institucional relacionada al agua.

En cuanto a la gestión de los datos, se observa un desfase entre el avance en conocimiento y datos disponibles y su adopción por parte de los usuarios, principalmente por la existencia de una brecha digital y por la centralización de las decisiones en desmedro de la autonomía regional. Afectando esto la escalabilidad y replicabilidad de los resultados, claves para fortalecer el Sistema de Innovación Regional. Investigaciones sobre manejo y aumento de la disponibilidad del agua, en general, permean poco hacia los usuarios u organizaciones de agua, sin embargo, las iniciativas han ido generando vínculos para aumentar la competitividad local. Como dificultades específicas destacan el poco tiempo de financiamiento de las iniciativas, la falta de capital humano capacitado en recursos hídricos (tanto a nivel técnico como de autoridades) y falta de una política de reúso de aguas residuales tratadas. Interesante destacar es que la mayoría de las iniciativas generaron datos nuevos, pero la mitad de ellas están almacenadas en papel y menos de un tercio en formato digital.

En cuanto al impacto de las iniciativas, se evidencian mayormente en las dimensiones social (tranquilidad de disponer de agua para producir) y productiva (mayor rentabilidad). Menor impacto ha tenido en la dimensión ambiental, donde destaca el volumen de agua tratada.

Importante ha sido la generación de producción académica y científica por parte de las iniciativas. Tesis para diferentes grados académicos y trabajos presentados en eventos, destacan entre las publicaciones hechas.

En términos consolidados, los lineamientos estratégicos han logrado que la institucionalidad se vaya adaptando al escenario de escasez hídrica, principalmente en temas relacionados con eficiencia hídrica, disponibilidad de diferentes fuentes de agua y en generación de información para el desarrollo de tecnologías. Rezagados aun, están los temas de estudio y manejo integrado de cuencas y de una cultura de sostenibilidad del recurso hídrico.

Cualitativamente hablando, se puede evidenciar el uso de los resultados a escala piloto, la escasa trazabilidad de la transferencia, por falta de datos y también dificultades en la continuidad de la implementación de las iniciativas. No fue posible determinar si las iniciativas FIC mejoraron las condiciones productivas, pero sí lograron la adquisición de conocimiento habilitante para innovar en la gestión y uso sustentable de recursos hídricos en la Región, generando esto grados de novedad de nivel local.

Las iniciativas generaron productos científico-académicos, pero no la difusión del conocimiento. Se evidenció también la falta encadenamiento de procesos de innovación por una coordinación deficiente del Sistema de Innovación Regional. Por último, tampoco se evidenció el uso de los resultados de las iniciativas para la toma de decisiones por parte de las autoridades.

La información obtenida permitió tener una visión holística del instrumento FIC-R, detectando brechas y oportunidades a enfrentar; entre ellas, fortalecer el Sistema Regional de Innovación, formación de grupos de investigación interdisciplinarios, fortalecer los centros e institutos de investigación regional y su participación activa en los instrumentos de planificación regional, las demandas deben provenir del ámbito local y sectores productivos con su retroalimentación con las instituciones públicas y privadas de innovación, de tal forma que las iniciativas financiadas tengan pertinencia e impactos, pudiendo escalar si la iniciativa lo amerita.

También se detectó que hay una conducta diferencial entre los gobiernos regionales de la Macrozona Norte en la aplicabilidad del instrumento FIC, en la conexión con las realidades regionales y en cumplir con el espíritu de la creación de este instrumento como palanca del desarrollo innovativo y competitivo regional. Donde se destaca la Región de Coquimbo por su perseverancia, conectada con la realidad regional para atender requerimientos específicos, como el concurso focalizado en recursos hídricos en escenarios de sequía. La mirada opuesta la constituye la Región de Arica y Parinacota, donde este instrumento no se aplica, encontrándose detenida la innovación y competitividad regional mientras, las otras regiones presentan conductas intermedias. Estas conductas diferenciales reflejan el compromiso regional y se debe orientar a uniformar las actuaciones regionales y la aplicabilidad del instrumento FIC-R.

Los resultados obtenidos han posibilitado construir una hoja de ruta que conduzca a fortalecer el instrumento FIC-R en el corto, mediano y largo plazo. Para ello se requiere el fortalecimiento del Sistema Regional de Innovación, el cual debe tener conexión con el ecosistema regional de innovación y sus interrelaciones con el nacional e internacional. Este Sistema Regional de Innovación debe contribuir a la generación y estabilidad de las políticas públicas que permitan el desarrollo ecosistémico sustentable, entre ellos, los recursos hídricos y la disponibilidad del agua para la población y sectores productivos.

Esta hoja de ruta también contempla que bajo un escenario de cambio climático y cuencas desbalanceadas, una vez resuelta la productividad del agua con los recursos tradicionales disponibles, se opte por la desalación de agua de mar y el reúso de las aguas residuales urbanas, considerando los marcos normativos existentes y por construir cuidando la sustentabilidad ambiental.

Los resultados de la evaluación de las iniciativas FIC-R en recursos hídricos que se entrega a la Fundación para la Innovación Agraria y al Gobierno Regional de Coquimbo constituyan un aporte valorable a cambiar la dinámica de aplicación y evaluación del instrumento, y se constituya en un camino dinámico a seguir.

# Índice General

1 Introducción ..... 1
2 Antecedentes ..... 3
2.1. Coquimbo en la perspectiva de la Macrozona Norte ..... 3
2.2. Caracterización de los recursos hídricos de la Región de Coquimbo ..... 3
2.3. Sistema Nacional y Sistemas Regionales de Innovación ..... 6
2.4. Sistema Regional de Innovación IV Región de Coquimbo ..... 7
2.5. Orientaciones generales sobre Estrategias de Innovación en Recursos Hídricos ..... 8
2.5.1. Orientaciones generales sobre Estrategias de Innovación en Recursos Hídricos en la Región de Coquimbo ..... 9
2.5.2. Experiencias de Iniciativas en I+D+i en Recursos hídricos IV Región de Coquimbo ..... 11
2.5.3. Síntesis ..... 12
3 Justificación ..... 13
3.1. Demanda Presente y Futura Estimada para la IV Región de Coquimbo ..... 14
3.2. Riesgo Hídrico ..... 15
3.2.1. Déficit Hídrico ..... 15
3.2.2. Exceso de Agua ..... 16
3.2.3. Calidad de Agua ..... 16
3.3. Perspectivas ..... 16
4 Metodología ..... 18
4.1. Evaluación de Resultados de las Iniciativas ..... 19
4.1.1. Métodos estadísticos que se aplican en procesos de evaluación ..... 21
4.2. Diseño y elaboración de Cuestionarios y Entrevistas ..... 22
4.3. Bases metodológicas para el protocolo metodológico para el seguimiento y la evaluación de resultados e impactos, que se proponen a partir de la experiencia de evaluación ..... 23
4.3.1. Objetivos y Etapas de la Evaluación de Iniciativas I+D+i ..... 24
4.3.1.1. Modelo de ciclo completo ..... 25
4.3.1.2. Gestión de datos del modelo de ciclo completo ..... 27
4.3.1.3. Teoría del Cambio como herramienta de planificación para el modelo de evaluación de ciclo completo ..... 28
5 Resultados ..... 30
5.1. Encuesta a investigadores ..... 31
5.1.1. Perfil de los entrevistados ..... 31

5.2. Tema 1 - Resultado principal ..... 32
5.2.1. Descripción del resultado principal ..... 32
5.2.2. Uso del resultado principal ..... 36
5.2.3. Nivel de novedad del resultado principal ..... 40
5.3. Tema 2 Redes o asociaciones para innovar ..... 42
5.3.1. Redes de investigación y relacionadas con recursos hídricos ..... 43
5.3.2. Sociedades gremiales y de investigación y consejos ..... 43
5.3.3. Comisiones de trabajo de entidades públicas ..... 43
5.3.4. Organizaciones de usuarios de agua ..... 44
5.4. Tema Sistema de Innovación y Gestión de Datos ..... 45
5.4.1. Condiciones habilitantes ..... 45
5.4.2. Dificultades para el desarrollo de las iniciativas ..... 47
5.4.3. Dificultades para promover la innovación a partir del I+D ..... 50
5.4.4. Gobernanza de datos ..... 51
5.5. Tema Evidencia de impactos ..... 52
5.6. Tema Producción Académica y Científica ..... 53
5.7. Entrevistas ..... 54
5.7.1. Perfil de entrevistados ..... 54
5.7.2. Presupuesto en I+D+i y medios de adjudicación ..... 55
5.7.3. Dificultades y brechas ..... 56
5.7.4. Recomendaciones ofrecidas por los entrevistados para superar las brechas ..... 59
5.8. Síntesis de los resultados ..... 60
6 Hoja de Ruta ..... 64
6.1. Evidencias para la propuesta de una Hoja de Ruta ..... 64
6.1.2. Presupuesto FIC- R ..... 66
6.1.3. Brechas históricas y actuales, en perspectiva del concurso FIC-R ..... 66
6.1.3.1. Lista de las brechas capturadas, asociadas a subtemas ..... 69
6.1.3.2. Hallazgos en relación con la agricultura y los recursos hídricos, en el sistema de I+D+i ..... 70
Las brechas focalizadas con la relación entre agricultura y recursos hídricos expresadas por los entrevistados son las siguientes. ..... 70
6.1.4. Líneas Temáticas Financiadas ..... 73
6.1.5. Líneas Temáticas por Financiar ..... 74
6.1.6. Políticas Públicas Regionales ..... 75

6.1.7. Otras Partidas Presupuestarias para Recursos Hídricos ..... 75
6.1.8. Recursos Hídricos No Convencionales ..... 75
6.1.9. Impactos ..... 76
6.1.10. Integralidad ..... 77
6.2. Perspectiva a partir de un sistema regional de innovación para la hoja de ruta ..... 77
6.2.1. Modelo conceptual de un Sistema de Innovación para la Macrozona Norte ..... 79
6.2.2. Una perspectiva del ecosistema publico regional ..... 80
6.2.3. Algunas luces de los resultados obtenidos ..... 81
6.3. Hoja de ruta propuesta ..... 82
6.3.1. Líneas temáticas ..... 82
6.3.2. Ejes Estratégicos ..... 85
6.3.3 Propuesta de escalabilidad y/o replicabilidad de las iniciativas propuestas ..... 90
6.3.4 Propuesta de transferencia de los resultados ..... 94
7 Protocolo Metodológico de Evaluación ..... 97
7.1. Protocolo metodológico de evaluación ..... 97
7.1.1. Guía para un Protocolo Metodológico ..... 98
7.1.2. Diseño y operación de los Instrumentos ..... 100
7.1.3. Compromiso de las partes para proveer informaciones y datos a lo largo de la vida de los proyectos ..... 104
7.1.4. Base práctica para el protocolo metodológico de evaluación ..... 104
7.1.5. Ejemplo práctico de un ciclo completo de evaluación ..... 107
7.1.5.1. Ejemplo práctico de un ciclo completo de evaluación plantilla de coordinadores principales ..... 110
7.1.5.2 Ejemplo práctico de un ciclo completo de evaluación plantilla de productores agropecuarios (beneficiarios directos) ..... 110
8 Bibliografía ..... 111
9 APÉNDICE ANTECEDENTES ..... 115
9.1. Características generales de la Macrozona Norte ..... 115
9.2. Caracterización de los recursos hídricos ..... 116
9.3. Sistemas Regionales de Innovación ..... 120
9.3.1. XV Región de Arica y Parinacota ..... 120
9.3.2. I Región de Tarapacá ..... 121
9.3.3. II Región de Antofagasta ..... 121
9.3.4. III Región de Atacama ..... 122

9.4. Experiencias de Iniciativas en I+D+i en Recursos Hídricos ..... 123
9.4.1. Experiencias de Iniciativas en I+D+i en Recursos Hídricos en la Macrozona Norte .. 124
10 APÉNDICE JUSTIFICACIÓN ..... 126
10.1. Demandas Actuales y Futuras (DGA, 2017), para cada una de las Regiones de la Macrozona Norte ..... 126
10.1.1. XV Región de Arica y Parinacota ..... 126
10.1.2. I Región de Tarapacá ..... 127
10.1.3. II Región de Antofagasta ..... 128
10.1.4. III Región de Atacama ..... 128
10.1.5. Macrozona Norte ..... 129
10.2. Riesgo Hídrico para la Macrozona Norte ..... 129
10.2.1. Déficit Hídrico ..... 130
10.2.2. Exceso de Agua ..... 130
10.2.3. Calidad de Agua ..... 130
11 Apéndice Metodología ..... 132
11.1. Resultados del proceso de descomposición y estrategia de relevamiento ..... 132
11.1.1. Síntesis de la descomposición ..... 132
11.1.2. Estrategia de relevamiento cuestionarios ..... 133
11.2. Métodos estadísticos para mensuración de impactos ..... 134
11.2.1. Métodos Cuasiexperimentales ..... 134
11.2.2. Métodos de Subjetividad Controlada ..... 136
12 ANEXO 1 ..... 138
12 ANEXO1 ..... 138
12.1. Temas, indicadores y mecanismos que conforman los instrumentos FP, IT, IF, FC ..... 138
12.2. Métricas resultantes para cada indicador y tema por perfil ..... 144
13 Anexo 2 ..... 155
13.1. Cuestionario Investigadores ..... 155

# Índice de Cuadros

Cuadro 1. Usos del agua en la Región de Coquimbo con relación a la Mz. Norte ..... 4
Cuadro 2. Balance Hídrico en la Región de Coquimbo ..... 5
Cuadro 3. Sustentabilidad del Recurso Hídrico en la Región de Coquimbo ..... 5

Cuadro 4. Comparativa de Estrategias regionales de innovación (ERI) por región de la Macrozona Norte ..... 8
Cuadro 5. Medidas del plan estratégico en el ámbito de gestión de recursos hídricos ..... 10
Cuadro 6. Estimación de la demanda actual y futura para todos los usos en la IV Región de Coquimbo ..... 14
Cuadro 7. Desglose de la variable "déficit hídrico" para determinar el Riesgo Hídrico ..... 15
Cuadro 8. Desglose de la variable "exceso de agua" para determinar el Riesgo Hídrico ..... 16
Cuadro 9. Indicador utilizado para la variable "calidad de agua" para determinar el Riesgo Hídrico ..... 16
Cuadro10: Entidades que han coordinado iniciativas ..... 32
Cuadro 11: Tipos ..... 32
de resultados ..... 32
Cuadro 12: Alcance de los resultados según tipo ..... 34
Cuadro 13: Líneas temáticas según tipo de resultado ..... 35
Cuadro 14: Eficiencia de uso de agua según alcance y tipo de resultado ..... 35
Cuadro 15: Uso del resultado principal una vez terminada la iniciativa ..... 36
Cuadro 16: Continuidad del Uso del resultado principal ..... 39
Cuadro 17: Tipo de resultado por nivel de novedad ..... 41
Cuadro 18: Motivos de satisfacción de los resultados alcanzados ..... 50
Cuadro 19. Fuente de los datos utilizados para desarrollar la iniciativa ..... 51
Cuadro 20: Impactos que se comienzan a observar ..... 52
Cuadro 21: Producción Académica y Científica por tipo de publicación ..... 53
Cuadro 22: Líneas temáticas principales y secundarias que cubre el resultado principal ..... 74
Figura 10. Composición de un Sistema Regional de Innovación ..... 78
Figura 11. Modelo Conceptual Sistema Regional de Innovación Actual ..... 79
Cuadro 23. Brechas Históricas y Actuales del Concurso FIC-R ..... 83
Cuadro 24. Actuaciones para reducir brechas detectadas del instrumento FIC-R en Recursos Hídricos ..... 83
Cuadro 25. Líneas Temáticas en Recursos Hídricos financiadas por instrumento FIC-R ..... 83
Cuadro 26. Líneas Temáticas en Recursos Hídricos a financiar por Instrumento FIC-R ..... 84
Cuadro 27. Eje Estratégico 1 ..... 85
Cuadro 28. Eje Estratégico 2 ..... 85
Cuadro 29. Eje Estratégico 3 ..... 86
Cuadro 30. Eje Estratégico 4 ..... 86
Cuadro 31. Eje Estratégico 5 ..... 87

Cuadro 32. Eje Estratégico 6 ..... 87
Cuadro 33. Eje Estratégico 7 ..... 88
Cuadro 34 Matriz de programas (encabezado de la columna) e iniciativas propuestas por la Hoja de Ruta en Recursos Hídricos para la Región de Coquimbo. ..... 89
Cuadro 34 Matriz de recomendación para escalabilidad y/o replicabilidad en base a los resultados obtenidos ..... 91
Cuadro 34 Matriz de recomendación para trasferencia de los resultados obtenidos ..... 95
Cuadro 34. Ejes y Mecanismos para el Protocolo Metodológico de Evaluación ..... 102
Cuadro 35. Perfiles de Agentes ..... 106
Cuadro 36. Preguntas de línea de base para producción agropecuaria ..... 107
Cuadro 37. Preguntas de informe técnico para producción agropecuaria ..... 107
Cuadro 38. Preguntas de línea de base para producción agropecuaria ..... 108
Cuadro 43. Caracterización General de la Macrozona Norte ..... 115
Cuadro 44. Balance Hídrico de la Macrozona Norte ..... 117
Cuadro 45. Sustentabilidad del Recurso Hídrico en la Macrozona Norte ..... 117
Cuadro 46. Usos del agua en la Macrozona Norte ..... 119
Cuadro 47. Desarrollo Sostenible de la Macrozona Norte ..... 119
Cuadro 48. Estimación de la demanda actual y futura para todos los usos en la XV Región de Arica y Parinacota ..... 126
Cuadro 49. Estimación de la demanda actual y futura para todos los usos en la I Región de Tarapacá ..... 127
Cuadro 50. Estimación de la demanda actual y futura para todos los usos en la II Región de Antofagasta ..... 128
Cuadro 51. Estimación de la demanda actual y futura para todos los usos en la III Región de Atacama ..... 128
Cuadro 52. Resumen estimación de la demanda actual y futura para todos los usos en la Macrozona Norte ..... 129
Cuadro 53: Temas por hipótesis de evaluación ..... 133

# Índice de Figuras

Figura 1. Macrozona Norte de Chile ..... 4
Figura 2: Proceso de Evaluación de Resultados de las iniciativas de I+D+i en Recursos Hídricos ..... 19
Figura 3: Flujo de datos en evaluación de ciclo completo ..... 27

Figura 4. Cadena causal de la teoría del Cambio....29
Figura 7. Esquema para Generación Hoja de Ruta en I+d+i en Recursos Hídricos....65
Figura 8. Percepción de la desconexión del Instrumento FIC-R....67
Figura 9. Percepción de puentes mejorables del Instrumento FIC-R....68
Figura 12. Ecosistema Público del Sistema Regional....80
Figura 13: integralidad del Sistema Regional de Innovación – Recursos Hídricos....81
Figura 25: Grupos de tratamiento y control de la evaluación....110
Figura 14. Sustentabilidad del Recurso Hídrico en la Macrozona Norte....118

# 1 Introducción

La Fundación para la Innovación Agraria (FIA), es la agencia del Ministerio de Agricultura cuya misión es fomentar una cultura de la innovación en el sector agrario, agroalimentario y forestal, promoviendo y articulando iniciativas de innovación que contribuyan a mejorar las condiciones de vida de los agricultores, en todas las regiones del territorio nacional. De esta forma, FIA busca apoyar el fortalecimiento de la competitividad a través de la innovación promoviendo iniciativas del sector de pequeña y mediana escala, las cuales contribuyan al desarrollo de territorios socialmente inclusivos, ambientalmente sustentables y a la base económica de Chile y sus regiones.

Para el logro de dichos propósitos, FIA y el Gobierno Regional de Coquimbo han suscrito el Convenio de Transferencia de Recursos código BIP 30467235-0, a través del cual el Gobierno Regional de Coquimbo asignó recursos provenientes del Fondo de Innovación para la Competitividad - Regional (FIC-R) a FIA para la elaboración e implementación de un estudio de impacto y diseño de una herramienta de evaluación de iniciativas y proyectos asociados a recursos hídricos a través de una "Evaluación de Resultados de Iniciativas I+D+i en Recursos Hídricos en la Macrozona Norte".

Sobre la base de la realidad que atraviesa la Región de Coquimbo asociada a la sequía, déficit hídrico, desbalance hídrico y problemas en la gestión del riego entre otras, el Gobierno Regional de Coquimbo ha dispuesto importantes recursos, mediante el FIC-R, a distintas agencias ejecutoras y receptoras de estos fondos, con el propósito de promover condiciones de I+D+i para hacer frente a las consecuencias asociadas a estos factores en el sector agrario, agroalimentario y forestal regional.
Atendiendo a que esta realidad es consecuencia del fenómeno del cambio climático y que, por lo tanto, se asume como permanente, se requiere que estos sectores generen condiciones para adaptarse a éste y desarrollar una agricultura sustentable en la Región.

Entonces, se asume como necesario evaluar el resultado de las iniciativas hasta ahora ejecutadas en el marco del FIC-R, de manera que sus resultados permitan establecer una línea base en cuanto al estado de dichas inversiones y orientar el desarrollo de futuros lineamientos en innovación en la gestión del recurso hídrico. En esa dirección el presente estudio debe permitir:

- Establecer y diferenciar los lineamientos y enfoques específicos establecidos por el Gobierno Regional que han contribuido de mejor manera a una mejor gestión y/o administración del recurso hídrico.

- Clasificar claramente las iniciativas dentro de los lineamientos de investigación, innovación, desarrollo y/o transferencia.

- Medir los resultados de las iniciativas en función de variables asociadas al territorio, beneficiarios, escalabilidad, replicabilidad y transferencia, entre otros aspectos, que permitan ponderar en función de la inversión y la sustentabilidad de éstas.

- Determinar en materia hídrica las brechas, factores limitantes y habilitantes en innovación y competitividad, susceptible de ser replicables y financiadas por el FIC-R.

- Establecer una cartera y/o programa de iniciativas, sobre la base de los puntos anteriores como herramienta de orientación y discusión para el Gobierno y Consejo Regional y servicios públicos vinculados al financiamiento de iniciativas en esta línea.

Bajo estas necesidades se establece que el objetivo general de la consultoría es "Evaluar los Resultados de las Iniciativas de I+D+i en Recursos Hídricos, para el Sector Agrario, Agroalimentario y Forestal, en la Macrozona Norte", tal que se pueda orientar el proceso de innovación y toma de decisiones en la Región de Coquimbo. Lo que se alcanza a través de los siguientes objetivos específicos, que se listan a continuación:

1. Desarrollar una metodología que permita evaluar los resultados de las iniciativas I+D+i en recursos hídricos para el sector agrario, agroalimentario y forestal en la Macrozona Norte, que está compuesta por las regiones XV, I, II, III y IV.

2. Clasificar claramente las iniciativas dentro de los lineamientos de investigación, innovación, desarrollo y/o transferencia.

3. Evaluar los resultados de las iniciativas I+D+i en recursos hídricos para el sector agrario, agroalimentario y forestal en la Macrozona Norte.

4. Diseñar un protocolo metodológico para el seguimiento y la evaluación de impacto para iniciativas I+D+i en recursos hídricos para el sector agrario, agroalimentario y forestal en la Macrozona Norte.

5. Generar una hoja de ruta en materia de recursos hídricos en el sector agrario, agropecuario y forestal para la Región de Coquimbo, estableciendo brechas, lineamientos, acciones e iniciativas en I+D+i a implementar en la Región. (Alinearse a los documentos programáticos regionales).

6. Difundir los resultados de la consultoría.

En el presente documento se presenta la metodología que se utilizará para atender los objetivos de la evaluación.

# 2 Antecedentes

## 2.1. Coquimbo en la perspectiva de la Macrozona Norte

Aun cuando la Región de Coquimbo esté incluida dentro de la organización territorial de la Macrozona Norte, es importante caracterizar las particularidades que se presentan en las unidades territoriales que componen esa macro agregación. Esto no solo permite visualizar las particularidades de Coquimbo, a la hora de proponer una hoja de ruta de lineamientos estratégicos de I+D+i en recursos hídricos, sino apoyar el diseño de políticas y de decisiones estratégicas cuando el agregado territorial es abordado en perspectiva.

Para destacar lo anterior, se parte desde una visión territorial administrativa, hacia una visión más específica en los recursos hídricos. En la Figura 1se puede observar la composición de la Macrozona Norte que va desde la Región de Arica y Parinacota, como frontera norte, hasta la Región de Coquimbo como frontera sur.

## 2.2. Caracterización de los recursos hídricos de la Región de Coquimbo

La Región de Coquimbo (IV) se localiza aproximadamente entre los 29° 20´ y los 32° 15´ de latitud sur. Tiene una superficie de 40.579,90 kilómetros cuadrados, equivalentes al 5,37% del territorio nacional. Según el Censo 2017 la población alcanzaba los 757.586 habitantes y una densidad de 46,23 habitantes por kilómetro cuadrado. Cuenta con tres provincias y 15 comunas, cuya capital regional es la ciudad de La Serena.

Esta Región presenta un relieve que mantiene las condiciones de la tercera región; su clima deja de ser desértico para entrar a un clima semiárido lo que permite una variada vegetación. Las características del relieve y orografía permiten el desarrollo de una importante red hidrográfica (https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region4).

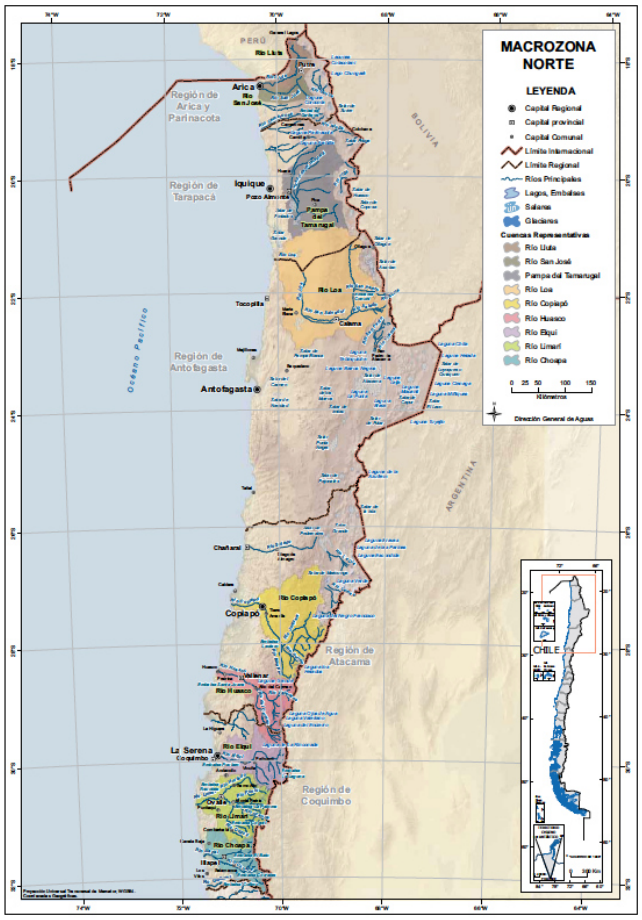
La Región de Coquimbo representa una región de transición entre el desierto y regiones templadas, constituyéndola en una región frágil climáticamente y que, a su vez, genera desafíos tecnológicos – normativos – de gestión de los recursos naturales que deben ser respaldados por los instrumentos de planificación territorial en el I+D+I y fomento.

Se destaca respecto de las otras regiones de la Macrozona Norte, priorizando el uso del agua en la actividad agropecuaria, representando un 85,68%; en cambio en las otras regiones, se destaca la actividad minera representando un 26,17% (tabla 12).

Este mayor uso del agua está asociado a un mayor número de cuencas que se encuentran en una brecha hídrica crítica, destacándose río Los Choros, río Limarí, río Quilimari y río Elqui. (ESCENARIOS

HÍDRICOS 2030 – Fundación Chile), con un desbalance de las cuencas (MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2011. Informe del Estado del Medio Ambiente), equivalente a (-12,8) $m^3/s$ (DGA 2011. Modernización del Mercado de Aguas en Chile).

**Figura 1. Macrozona Norte de Chile**




Fuente: DGA. 2016. Atlas de Chile.

**Cuadro 1. Usos del agua en la Región de Coquimbo con relación a la Mz. Norte**

| Región | Agropecuaria | Agua Potable | Industria | Minería | Energía |
|---|---|---|---|---|---|
| | Caudal por Uso = $m^3/s$ | | | | |
| XV, I, II, III | 24.267 | 2.979 | 3.492 | 20.528 | 1.959 |
| **Coquimbo** | **27.194** | **1.526** | **0,251** | **1.770** | **1.250** |
| TOTAL | 51.461 | 4.505 | 3.743 | 22.298 | 3.209 |
| **Porcentaje Coquimbo** | **85,68** | **4,81** | **0,000** | **5,58** | **3,93** |
| Porcentaje XV, I, II, III | 60,39 | 5,29 | 4,39 | 26,17 | 3,76 |

Fuente: Ministerio del Interior y Seguridad Pública. 2015. Política Nacional para los Recursos Hídricos. 103p.

El Balance Hídrico en la Región de Coquimbo según Radiografía del Agua (FUNDACIÓN CHILE, 2018) muestra que se han entregado más Derechos de Aprovechamiento de Agua en 5,71 veces respecto de la captación, lo que refleja el desbalance general de la Región, que es menos crítico que en las demás de la Macrozona Norte, que alcanza un desbalance de un 73,94%.

**Cuadro 2. Balance Hídrico en la Región de Coquimbo**

| Región | DAA $m^3/s$ | Coeficiente DAA/Captación | Captación $m^3/s$ |
|---|---|---|---|
| XV, I, II, III | 92,36 | 16,20 | 23,37 |
| **Coquimbo** | 209,52 | 5,71 | 36,88 |
| TOTAL | 301,88 | 21,91 | 60,05 |
| **Porcentaje Coquimbo** | **69,41** | **26,06** | **61,08** |
| Porcentaje XV, I, II, III | 30,59 | 73,94 | 38,92 |

Fuente: Fundación Chile.2018. Radiografía del Agua. Brecha y Riesgo Hídrico en Chile. Escenarios Hídricos 2030. 144p.

La sustentabilidad del recurso hídrico en la Región de Coquimbo presenta un mayor soporte de las fuentes de aguas subterráneas, superficiales y de las precipitaciones, comparado con las otras regiones de la Macrozona Norte, lo cual se condice por ser una región semiárida, donde a pesar de la escasez del recurso hídrico y desbalances de las cuencas, es menos crítica que en las demás regiones de la Macrozona Norte.

**Cuadro 3. Sustentabilidad del Recurso Hídrico en la Región de Coquimbo**

| Región | Captación $m^3/s$ | Devolución $m^3/s$ | Consumo | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Huella Azul $m^3/s$ | Huella Verde $m^3/s$ |
| XV, I, II, III | 23,37 | 8,14 | 15,24 | 0,21 |
| **Coquimbo** | 36,68 | 14,72 | 21,96 | 0,95 |
| Total | 60,05 | 22,86 | 37,20 | 1,16 |
| **Porcentaje Coquimbo** | **61,08** | **64,39** | **59,03** | **81,90** |
| Porcentaje XV, I, II, III | 38,92 | 35,61 | 40,97 | 18,10 |

Fuente: Fundación Chile.2018. Radiografía del Agua. Brecha y Riesgo Hídrico en Chile. Escenarios Hídricos 2030. 144p.

En un estudio reciente, CAZALAC[1] aplica en la Región de Coquimbo una metodología para determinar la eficiencia en el uso del agua. En este estudio se presenta una mirada detallada del aumento de la eficiencia desde distintas perspectivas. Este estudio, que fue publicado a fines de 2020, complementa el análisis de esta evaluación en relación con los resultados alcanzados por el fomento a la innovación y competitividad de en la región. Destacando los desafíos para los próximos años. Para tener una mirada comparativa sería deseable promover su realización en las otras regiones de la macrozona norte.

[1] Para más detalles acceder a la publicación mediante el siguiente enlace: https://www.cazalac.org/publico/fileadmin/templates/documentos/eficiencia_uso_del_agua_-_resumen_ejecutivo.pdf

## 2.3. Sistema Nacional y Sistemas Regionales de Innovación

Desde los años 90, nuestro país viene configurando un Sistema Nacional de Innovación a través de distintas iniciativas independientes y no coordinadas, tales como el Plan de Ciencia y Tecnología (1992) y el Programa de Innovación Tecnológica (1996).

A pesar de que, estos esfuerzos independientes atendieron a preocupaciones coyunturales, la concepción de la importancia del desarrollo de la ciencia y la tecnología como motor de la innovación comienza a tomar fuerza en una estrategia unificada desde la primera mitad de la década del 2000.Lo que se puede referenciar a partir de dos (2) hitos fundamentales:

- Creación del Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (2005, actualmente Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, CNID), que reunió a un panel de especialistas y personalidades empresariales como un consejo asesor de la Presidencia de la República en estrategias de Ciencia, Tecnología e Innovación (C&TI).

- Creación del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) el año 2006. A pesar a su nombre, el FIC no es un fondo, sino un programa presupuestario, impulsado desde el Ministerio de Economía y supervisado por la CNID.

Junto con establecer una provisión específica para promover la innovación y la competitividad como eje de desarrollo y crecimiento económico, entre 2006 y 2008, la CNID generó las bases de la actual Estrategia Nacional de Innovación con el objetivo de tener un marco que permitiera sustentar las estrategias bajo una visión de medio y largo plazo. El "Informe Boeninger" (2006) y las rutas "Hacia Una Estrategia Nacional De Innovación Para La Competitividad" vol I (2007) y vol II (2008) establecieron las bases teóricas y objetivos estratégicos a ser seguidos por el Sistema Nacional de Innovación del país. Dentro de sus objetivos estratégicos se encuentran la formación de capital humano, el desarrollo científico aplicado, la generación de una infraestructura habilitante para la innovación e institucionalidad que promueva una cultura de ésta. Además, con énfasis en el desarrollo institucional de las regiones en miras que todos estos objetivos se implementen de forma descentralizada favoreciendo el desarrollo territorial y el empoderamiento de las regiones en materia productiva.

En cuanto al FIC, su rol es ser un elemento ordenador de los distintos programas públicos destinados a la innovación, una herramienta que prioriza y ordena el sistema. Posee doble objetivo: por un lado, busca aumentar los recursos provistos desde el presupuesto regular al sistema de innovación, y por otro, establece los lineamientos que deben seguir esos fondos, de acuerdo con lo que se establece en la Estrategia Nacional de Innovación, preparada por la CNID.

Más adelante, a partir del año 2008, una porción de los fondos FIC (25% en un inicio) se redirigen a los Gobiernos Regionales, creándose la denominada "provisión FIC", también llamada FIC-R o FNDR FIC. El destino de los recursos FIC-R son transferidos, mediante convenios, a CORFO, INNOVA Chile, Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, a las Universidades Estatales o reconocidas por el Estado y a Centros Científicos Tecnológicos de Excelencia.

Ese mismo año, Chile suscribe un convenio de financiamiento específico con la Comisión Europea para implementar el "Programa de Innovación y Competitividad". Dentro de ese programa, el año 2010 se incluye el Proyecto RED, "Apoyando el Desarrollo de un Sistema Regional de Innovación que Promueva Regiones Innovadoras", que buscaba la regionalización del sistema de innovación, incluyendo a las regiones al proceso de planificación estratégica de la inversión pública en innovación y competitividad a mediano plazo, lo que se materializó en las Estrategias Regionales de Innovación (ERI).

En la actualidad, las ERI son los instrumentos que dirigen los concursos de las iniciativas FIC-R en las regiones. Un estudio de percepción regional de la SUBDERE (2017), donde se investigó la apreciación regional para conocer la valoración de los agentes regionales sobre el FIC-R y la ERI. El 73% de los entrevistados del estudio (equivalente a 226 personas) "percibe la influencia de las ERI en la implementación de las decisiones de inversión regional". Asimismo, el 71% de los entrevistados comparte que las ERI entregan orientaciones para el que hacer innovador del entorno de investigación.

Al año2012, cuatro de las cinco regiones de la Zona Norte poseían una Estrategia Regional de Innovación fruto del Proyecto RED. Atacama, después de un largo proceso, publica su ERI durante el año 2020.

La ERI viene a complementar otro instrumento utilizado ampliamente a nivel regional desde la década del 2000: las Estrategias Regionales de Desarrollo (ERD), el principal instrumento de planificación y desarrollo económico de las regiones. La naturaleza, metodología y división de objetivos de las ERD son heterogéneas, respondiendo a objetivos diversos, que no emanan necesariamente de un Plan Nacional, a diferencias de las ERI, cuya base está en la Estrategia Nacional de Innovación. No obstante, ambas contienen objetivos relevantes con relación al desarrollo de I+D+i en sus respectivas regiones.

### 2.4. Sistema Regional de Innovación IV Región de Coquimbo

La Región de Coquimbo (IV), cuya capital corresponde a La Serena, presenta una superficie regional aproximada de 40.579,90 km2, equivalentes al 5,3% del territorio nacional. Su población alcanza los 757.586 habitantes. Su principal actividad económica es la minería, con 27,5% del PIB regional. El PIB destinado a la actividad agropecuaria y silvícola es el 7,1% del total, las que se destinan mayoritariamente a forrajeras y frutales, con54,5% y 20,3% de la superficie total destinada, respectivamente. Además, en la Región se concentra la producción de algunos cultivos, como las viñas pisqueras (93,4% de la superficie total), entre otros (ODEPA, 2019d).

La ERD (2009)[2] contempla, en relación con los recursos hídricos, la creación de condiciones para la investigación y el desarrollo tecnológico en conjunto con el lineamiento de una economía que preserve la base de recursos naturales. En particular se menciona, por un lado, potenciar redes de I+D, y por otro, promover el uso eficiente del recurso hídrico en un contexto no solo de escasez en una región semi-

[2] https://www.gorecoquimbo.cl/gorecoquimbo/site/artic/20150508/asocfile/20150508164205/erd2020.pdf

árida, sino de conflictos en su uso (minería y agricultura, entre otros sectores económicos) y el riesgo de contaminación. No obstante, el concepto de innovación es poco mencionado en los lineamientos.

La ERI (2012)[3] considera el recurso hídrico como un factor clave de prospectiva para la innovación en la Región. Junto con eso, traza cuatro objetivos estratégicos que abarcan, entre otras cosas, la articulación territorial de I+D+i y la economía de desarrollo sustentable basada en el conocimiento, teniendo además como principios estratégicos la Institucionalidad y la Cooperación Público-Privada.

**Cuadro 4. Comparativa de Estrategias regionales de innovación (ERI) por región de la Macrozona Norte**

| Región | ERI |
|---|---|
| Arica y Parinacota | Aún no posee, pero FIA pone énfasis en la promoción y fomento a la innovación en recursos hídricos para el sector agroalimentario |
| Tarapacá | Fomentar la cooperación en I+D+i entre empresa y entidades de investigación |
| | Formación de capital humano |
| | Creación de infraestructura y fortalecimiento de mecanismos de financiamiento para generar una cultura productiva basada en la innovación. |
| Antofagasta | Fomento a iniciativas I+D+i en ERNC y FHNC |
| Atacama | En formación, pero se menciona una Aplicación de riego inteligente y captación de agua. |
| Coquimbo | Articulación territorial de I+D+i |
| | Economía de desarrollo basada en el conocimiento |
| | Institucionalidad del agua |
| | Cooperación público - privada |

## 2.5. Orientaciones generales sobre Estrategias de Innovación en Recursos Hídricos

Las estrategias de innovación en recursos hídricos deben tomar como punto de partida la unidad base, que es la "Cuenca". En esta unidad confluyen diferentes fuentes de aguas (superficial, subterránea), diferentes usos (agrícola, minero, industria, población, ecosistémico) y diferentes escenarios (balanceada y desbalanceada).

Según el documento Desafíos de Agua en Chile (CONSEJO NACIONAL DE INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO, 2016), en una cuenca se debe:

- Generar información y conocimiento de base para la sostenibilidad de los recursos hídricos.
- Desarrollar y hacer disponibles tecnologías para aumentar la oferta y disponibilidad de los recursos hídricos.
- Aumentar la eficiencia en el uso de los recursos hídricos.
- Proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua.
- Fomentar la cultura sostenible de los recursos hídricos.
- Realizar una Gestión integrada de recursos hídricos.
- Diversificar de la matriz hídrica (fuentes hídricas no convencionales).

[3] https://www.gorecoquimbo.cl/gorecoquimbo/site/artic/20150514/asocfile/20150514134702/estrategiaregionaldeinnovacio__ncoquimbo.pdf

Por lo que la elaboración estratégica debe promover las siguientes directrices:

- Programas I+D+i para la comprensión de los procesos hidrológicos.
- I+D+i para la gestión integral de los recursos hídricos.
- I+D+i para la comprensión de la relación agua-ecosistema.
- Desarrollo tecnológico para la sostenibilidad de los recursos hídricos.

En ese contexto, se debe avanzar para establecer una perspectiva por cuenca de la escasez y brecha hídrica, para lo cual se requiere disponer de información actualizada que permita determinar la condición de equilibrio actual o balance hídrico. Con lo que se podrá establecer diagnósticos claros en el desarrollo de estrategias que enfrenten la Brecha Hídrica, en base a:

- Gestión e institucionalidad del agua.
- Conservación y protección de los ecosistemas hídricos.
- Eficiencia y uso estratégico del recurso hídrico.
- Migración e incorporación de nuevas fuentes de agua.
- Determinar el riesgo hídrico.

La Fundación para la Innovación Agraria (FIA) ha focalizado la promoción del fomento para el desarrollo de iniciativas que busquen combatir el cambio climático a lo largo del territorio, potenciando la I+D+i de recursos hídricos regionales, como la reutilización de agua en actividades productivas que no pongan en riesgo el consumo humano.

### 2.5.1. Orientaciones generales sobre Estrategias de Innovación en Recursos Hídricos en la Región de Coquimbo

El Estudio para Elaborar la Estrategia Regional de Recursos Hídricos por Cuenca 2014-2030, Región de Coquimbo (CAZALAC, 2014), tuvo como objetivo general elaborar la estrategia regional de recursos hídricos por cuenca 2014-2030, de la Región. Tuvo como productos el establecimiento de 5 lineamientos estratégicos:

1. Espacios territoriales ordenados en torno a la disponibilidad de uso del agua: Gestionar un ordenamiento territorial, que releve como criterio esencial la sustentabilidad y el manejo integrado del recurso hídrico a nivel regional y de cuencas, por medio de un marco normativo aplicado a todos los sectores productivos, que incluya disposiciones e instrumentos que permitan dar un uso pertinente y adecuado a este recurso, salvaguardando el suministro para consumo humano y los ecosistemas vinculados al agua.

2. Institucionalidad hídrica regional y de cuencas eficiente, resolutiva y transparente: Fortalecer la institucionalidad de gobernanza hídrica, mediante una coordinación efectiva y

complementación de funciones entre instituciones y/o organizaciones públicas y privadas. Para esto se fomenta la creación de una masa crítica especializada, la cual se vinculará a las instituciones como un soporte para la correcta gestión del recurso hídrico. Asimismo, se promoverá acciones que aseguren la transparencia en la gestión hídrica institucional.

3. Mejoramientos tecnológicos y de información para una adecuada gestión hídrica: Avanzar hacia una infraestructura y tecnología hídrica moderna y eficiente, que incorpore modelos de decisión adaptados estratégicamente a las características propias de las zonas áridas y a las incertidumbres climáticas. Se deberá contar, además, con información confiable, accesible, oportuna y de calidad.

4. Sustentabilidad en el uso de los recursos hídricos: Asegurar la cantidad y calidad del agua necesaria para garantizar la conservación de la flora, fauna y los servicios ambientales asociados al recurso hídrico de las cuencas de la Región.

5. La cultura del agua como parte fundamental del comportamiento y actividad de la sociedad regional: Elevar la cultura hídrica de la población urbana y rural, por medio de la transferencia de conocimientos y sensibilización sobre los beneficios del uso sustentable del agua.

En complemento con lo anterior, el GORE de Coquimbo elaboró, en respuesta al año sequía vivido el 2014, el "Plan Estratégico para enfrentarla Escasez Hídrica 2015-2025". En él, se diseñaron medidas en los ámbitos social, productivo y de gestión del recurso hídrico. Se dividieron en 4 lineamientos estratégicos que se presentan en el cuadro 5.

Dentro de las medidas se ha concretado este año el Programa de Magíster en Gestión Recursos Hídricos en Zonas Áridas y Semiáridas, impartido por la Universidad de La Serena en conjunto con el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, CEAZA, y el Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe, CAZALAC. Posee financiamiento del GORE a través de un FIC administrado por CONICYT.

**Cuadro 5. Medidas del plan estratégico en el ámbito de gestión de recursos hídricos**

| Lineamiento | Medidas |
|---|---|
| Ordenamiento territorial para el uso del agua | Cooperación en el ámbito de la gestión de la recarga de acuíferos (CAZALAC-DGA-IMTA México) |
| | Desarrollo de metodología para la selección de localización y diseño de obras para la cosecha de aguas lluvias en áreas de secano |
| | Programa Integración de modelos de gestión hídrica y territorio |
| | Estudios para la gestión y calidad del recurso hídrico: Monitoreo, ordenamiento territorial, integración de modelos entre otros. |
| Institucionalidad hídrica regional y de cuencas | Fortalecimiento a las organizaciones de usuarios del agua, tanto superficial como subterránea |
| | Cursos de postgrado y de capacitación a profesionales de instituciones públicas y/o privadas |
| | Instituto Regional para gestión y operación de los recursos hídricos etapa I. |
| Mejoramientos tecnológicos y de información | Estudio para identificar soluciones innovadoras para el abastecimiento de Agua Potable en el sector rural de la Región de Coquimbo. |
| | Estudios Hidrogeológicos y geofísicos por sectores y microcuencas prioritarias con escasez hídrica |
| | Actualización de Catastros de Usos y Usuarios provincias de Limarí y Choapa |

| | |
|---|---|
| | Catastro y Control Dobles Inscripciones de Derechos de Agua y Regularizaciones vía Tribunales que no seregistran en CPA provincias de Limarí y Choapa |
| Sustentabilidad en el uso de los recursos hídricos | Monitoreo de nieves para modelos de pronóstico para las provincias de Limarí y Choapa |
| | Complementación red de calidad de aguas subterráneas provincias del Limarí y Choapa |

### 2.5.2. Experiencias de Iniciativas en I+D+i en Recursos hídricos IV Región de Coquimbo

En enero de 2018 se inauguró la primera planta de aguas residuales tratadas para uso productivo en zonas rurales en Chile, ubicada en la localidad de Cerrillos de Tamaya en la comuna de Ovalle, Región de Coquimbo. El sistema permite reusar esta agua en el riego de cultivos de alfalfa y, de paso, demostrar los beneficios del reúso para replicar iniciativas de este tipo en todo el país. Proyecto ejecutado por Fundación Chile y financiado por el Gobierno Regional de Coquimbo a través del Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R 2015), que se traduce en transferencia tecnológica de soluciones nuevas a problemas que se han vuelto un fenómeno permanente, como es el caso de la escasez hídrica experimentada por esta Región en la última década (FCH, 2018).

La Iniciativa de Fomento Integrado de Inversiones Estratégicas en Recursos Hídricos (IFI), presentó el Programa de Inversiones Estratégicas en Recursos Hídricos para la Competitividad de la Meso-región Norte Chico, con un presupuesto de MM$ 1.118,24.- y donde se establecieron 4 ejes estratégicos:

- Gestión de recursos y reservas hídricas en cuencas.
- Gestión hídrica en el agro para aumentar su competitividad.
- Eficiencia hídrica y reúso en el sector sanitario.
- Innovaciones tecnológicas nuevas fuentes hídricas.

Entre los productos de esta iniciativa está una Guía para el Diseño de Proyectos de Telemetría Hidrométrica, que tiene como objetivo ayudar a la gestión integrada de cuencas en el Norte Chico.

También, se hizo un análisis comparativo de tecnologías emergentes para desalación de agua de mar, que tuvo como objetivo identificar un arreglo operacional que compitiera con la osmosis inversa convencional. En su informe final indica que la tecnología de nano membranas combinada con la mayor temperatura del agua (30° aproximadamente), podría tener un beneficio en torno al 30% de la tasa de permeación de la osmosis inversa convencional (M&F Consultores, 2019).

Entre las experiencias que involucran directamente a la Región de Coquimbo están las siguientes:

1. Ingeniería de Detalle de Sistema de Abastecimiento Hídrico desde Fuente No Convencional con Integración de Energía Renovable, APR Chungungo-La Higuera. La evaluación económica indicó que con el proyecto se conseguiría que costos de producción de agua sean

significativamente inferiores, disminuyendo en un 80% y 50% para Chungungo y La Higuera, respectivamente (IGD Chile, 2018).

2. Evaluación Proyecto Carretera Hídrica Nacional. Etapa 1: Caracterización Detallada de la Disponibilidad Hídrica, Demanda Potencial, y Disposición a Pago. Como resultado de este estudio, la demanda hídrica total estimada para el año 2050 por nodo de entrega, presenta a la Región de Coquimbo como una de las que tiene mayores requerimientos con valores de 85 m3/s, mientras que para las regiones de Antofagasta y Arica y Parinacota tienen una estimación cercana a los 20 m3/s. Los mayores valores de demandas se presentan entre los meses de octubre y marzo. Este patrón estacional se debe exclusivamente al comportamiento de la demanda agrícola, cuyos valores dentro del año son altamente variables (U de Chile, 2019).

3. Propuesta de un marco regulatorio-institucional-financiero que viabilice el reúso de las aguas residuales en Chile. Como producto intermedio se hizo un levantamiento y diagnóstico de la realidad nacional, el cual indica que la Región de Coquimbo tiene un caudal medio de aguas servidas tratadas de 1,55 m3/s, el más alto de la Macrozona Norte, de los cuales un 76,52% es descargado al mar. También tiene el mayor caudal estimado reusable de 1,19 m3/s para una superficie regable de 4.687 Há (Diagua, 2019).

### 2.5.3. Síntesis

Con todo, es importante destacar que se deben generar directrices estratégicas en materias de legislación para el derecho de aprovechamiento y buen uso del agua, tal que el fomento a la innovación se sustente en las variables social y ambiental (EMBID y MARTÍN, 2017).

Tampoco se debe dejar de lado la formación de capital humano avanzado en diferentes disciplinas que permitan crear competencias y habilidades en la gestión y uso de recursos hídricos. Con ese objetivo, la Comisión Nacional de Investigación Ciencia y Tecnología (CONICYT), en el año 2018, en un concurso piloto que financió programas de magíster a través de becas Chile, priorizó en áreas relacionadas con los recursos hídricos, tales como:

- Desarrollo tecnológico para el manejo de recursos hídricos en agronomía.
- Economía del agua y planificación.
- Dinámicas sociales, culturales y de gestión de los recursos hídricos.
- Comprensión de los procesos hidrológicos y la relación agua-ecosistema. Y;
- El desarrollo tecnológico para sectores minero, sanitario e industrial.

# 3 Justificación

La necesidad de cuidar las fuentes de agua dulce es uno de los grandes desafíos que depara el siglo XXI. El cambio climático ha producido una escasez relativa que, año a año aumentan los casos de sequía e inundaciones, sumados al aumento de la población, urbanización, migraciones, cambios en el estilo de vida, poniendo en riesgo el suministro de este preciado recurso. Lo que ha motivado que, el 28 de julio de 2010, el acceso al agua se haya reconocido como un derecho humano fundamental, en la asamblea de las Naciones Unidas (UN).

Analistas estiman que las oportunidades de mercado a nivel global para el sector de recursos hídricos pueden generar hasta 1 billón de dólares para el año 2025 (ROBECOSAM, 2015). Se incluye en esto el suministro de agua potable, recolección y tratamiento de aguas residuales. (BRUNO y ERBETTA, 2014). Estos pronósticos están basados en que la demanda por soluciones innovadoras aumentará, ofreciendo oportunidades para el desarrollo de tecnologías y sistemas de gestión que permitan un uso más eficiente de los recursos hídricos (PINSENT MASONS, 2011).

Si bien invertir en soluciones innovadores que busquen un uso más sostenible y eficiente del recurso hídrico es una idea clara, su realidad financiera sigue muy por debajo de lo invertido en otros recursos naturales usados en la industria, como el sol y el viento en el sector energético. Por ejemplo, durante el período 2000-2013, las inversiones en energía limpia han excedido ampliamente a aquellos en la industria del sector del agua con MM US$58 contra MM US$8, respectivamente (AJAMI; THOMPSON JR y VICTOR, 2014). Además, el agua es considerado como el recurso natural que presenta menos soluciones innovadoras en los sectores productivos, cuando se le compara con otros recursos naturales renovables (WEHN y MONTALVO, 2018).

Chile, aun siendo uno de los países con reservas hídricas importantes, no ha quedado exento de los impactos del cambio climático, si se considera que le afectan siete de los nueve criterios para la vulnerabilidad enunciadas por la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 2017). Además, Chile aparece dentro de los 30 países con mayor Riesgo Hídrico en el mundo, siendo la única nación latinoamericana que pasará a un escenario de estrés hídrico extremadamente alto al año 2040 (WORLD RESOURCES INSTITUTE, 2018).

Específicamente, Chile tiene una marcada heterogeneidad hídrica. Esto se ve reflejado en que Chile posee actualmente una disponibilidad de agua promedio nacional de 82,6 m3/s que al año 2030 aumentará a 149 m3/s, estimada al comparar la disponibilidad de agua con las proyecciones de crecimiento económico e infraestructura prevista a construir. Por el contrario, en la Macrozona Norte se registra un déficit entre oferta y demanda, con promedio de 14,25 $m^3/s$, y se proyecta en 15 años empeorará, aumentando a un déficit promedio de 23 $m^3/s$, es decir un incremento de 8,72 $m^3/s$, de déficit en la disponibilidad (ESCENARIOS HÍDRICOS 2030, 2018).

### 3.1. Demanda Presente y Futura Estimada para la IV Región de Coquimbo

Aplicando la metodología de cálculo de demandas actuales y futuras (DGA, 2017), se resume la demanda para el año 2015 y la proyección de ésta para los años 2030 y 2040, para cada uso para la IV Región de Coquimbo.

**Cuadro 6. Estimación de la demanda actual y futura para todos los usos en la IV Región de Coquimbo**

| | Demanda (Mm³/año) | | |
|---|---|---|---|
| | 2015 | 2030 | 2040 |
| **Agua Potable Urbano** | 39.496 | 47.667 | 52.123 |
| **Agua Potable Rural** | 6.214 | 7.230 | 7.505 |
| **Agrícola** | 462.090 | 720.118 | 790.984 |
| **Pecuario** | 1.470 | 2.664 | 3.198 |
| **Minero** | 41.967 | 46.021 | 40.900 |
| **Industrial** | 4.742 | 6.629 | 8.034 |
| **Generación Eléctrica** | 0 | 0 | 0 |
| **TOTAL CONSUNTIVO** | **555.979** | **830.328** | **902.744** |
| | | | |
| **Acuícola** | 154 | 556 | 211 |
| **Generación Eléctrica** | 189.100 | 214.735 | 229.268 |
| **TOTAL NO CONSUNTIVO** | **189.254** | **215.290** | **229.479** |

En el caso del agua potable urbano se aprecia un aumento de un 32%, mientras que en el caso de la demanda de agua potable rural el aumento entre 2015 y 2040 es de un 21%, ambos aumentos concuerdan y se relacionan directamente con la dinámica poblacional de la Región. Con relación a la demanda agrícola, se produce un importante aumento de un 71% entre los años 2015 y 2040, por lo que esta Región se estima como productora agrícola de la zona norte. La demanda pecuaria aumenta en más de un 118%, mientras que la demanda minera aumenta en el año 2030 y luego, en el año 2040, disminuye a valores similares al año 2015, principalmente debido a las mejoras tecnológicas en términos de eficiencia de procesos. La demanda industrial aumenta en un 69% en 25 años, principalmente atribuible al desarrollo del sector pesquero y destilerías alcohólicas; por otra parte, no existe demanda consuntiva en uso de generación eléctrica.

La demanda acuícola aumenta al año 2030 en un 37%, y se mantiene constante hasta el año 2040. La demanda de generación eléctrica no consuntiva aumenta entre el año 2015 y el 2040 en sólo un 21%.

La mayor demanda actual de uso consuntivo es agrícola, seguido por la demanda de agua potable urbana y minera; la menor demanda la constituye el de uso pecuario (demanda eléctrica de uso consuntivo es cero).

### 3.2. Riesgo Hídrico

Ahora bien, aproximadamente un 72% de las tierras del país tiene algún grado de sequía en sus diferentes categorías (leves, moderadas, graves), estas cifras corresponden aproximadamente a 55 millones de hectáreas. La población afectada con un grado de sequía asciende aproximadamente a 16 millones, la cual representa al 90% de los habitantes del país (SUD-AUSTRAL CONSULTING SpA, 2016).

En ESCENARIOS HÍDRICOS 2030 (2018) se desarrolla el término "Riesgo Hídrico", que se refiere a la posibilidad de ocurrencia de un daño económico, social y/o ambiental en un territorio y período de tiempo determinado, derivado de la cantidad y la calidad de agua disponible para su uso. Se centra en las siguientes variables:

- Déficit hídrico
- Exceso de agua
- Calidad de agua

#### 3.2.1. Déficit Hídrico

**Cuadro 7. Desglose de la variable "déficit hídrico" para determinar el Riesgo Hídrico**

| | |
|---|---|
| SPEI | Balance Precipitaciones y Evapotranspiración (indicador de déficit meteorológico) |
| NIVELES DE POZOS | Tendencia en niveles de aguas subterráneas |
| TENDENCIA CAUDALES | Tendencia en caudales de aguas superficiales |
| GLACIARES | Balance de masa y retroceso área y frontal de glaciares |

El índice SPEI indica cambios significativos para la Región de Coquimbo, donde la sequía meteorológica se hace cada vez más intensa principalmente en el Valle del Elqui. Desde su frontera norte hasta Los Vilos, esta Región presenta un elevado nivel de evapotranspiración por aumento de la temperatura y de la sequedad del aire.

En relación con las aguas subterráneas, a partir del año 2000 se observa en la Región de Coquimbo una gran cantidad de estaciones donde la tendencia negativa aumenta, a excepción de la zona intermedia de la Provincia del Limarí donde es positiva.

Al analizar las tendencias de caudales de aguas superficiales, la Región de Coquimbo es la que presenta mayor cantidad de estaciones con tendencia negativa a nivel nacional.

.

### 3.2.2. Exceso de Agua

**Cuadro 8. Desglose de la variable "exceso de agua" para determinar el Riesgo Hídrico**

| | |
|---|---|
| INUNDACIONES | Inundaciones, lluvias y avenidas torrenciales. |
| ALUVIONES | Flujo de agua con arrastre de material por ladera, quebrada o cause. |
| TSUNAMIS | Onda oceánica generada por perturbaciones asociadas principalmente a sismos. |

La Región de Coquimbo tiene un bajo índice de inundaciones y aluviones. En el siglo XX se registraron 58 inundaciones, mientras en lo que va corrido del actual, 9.

### 3.2.3. Calidad de Agua

**Cuadro 9. Indicador utilizado para la variable "calidad de agua" para determinar el Riesgo Hídrico**

| ÍNDICE CALIDAD DE AGUAS: Mide calidad de aguas para diferentes usos |
|---|
| PARÁMETROS CONSIDERADOS<br><br>Generales: Oxígeno Disuelto, pH, DQO, Conductividad Eléctrica.<br><br>Críticos: Arsénico, Cadmio, Cromo (VI), Cobalto, Níquel y Plomo.<br><br>No críticos: Cianuro, Cobre, Fluoruro, Mercurio, Molibdeno disuelto, Nitrato, Nitrito, Plata y Selenio. |

En la Región de Coquimbo, nueve estaciones de monitoreo han revelado calidad insuficiente, independiente de la época del año, relacionado a los niveles de arsénico, cadmio y cobre, todas ellas en la parte alta de la cuenca del Río Elqui.

## 3.3. Perspectivas

Frente a este complejo escenario, la reutilización de las aguas residuales es una posibilidad para acceder a nuevas fuentes de recursos hídricos para distintos fines después de ser sometido a un tratamiento. En las cinco regiones de la Macrozona Norte, el 100% de las aguas servidas recolectadas recibe tratamiento, sin embargo, solamente se reutiliza el 4% del agua tratada en algún uso alternativo, como el riego. El volumen de aguas servidas alcanza a 146,3 millones de m3/año en la Macrozona Norte (4.639,14 L/s), que equivale al 11,57% del total nacional.

Una alternativa ampliamente reconocida tanto en las estrategias como en la literatura es la generación de una institucionalidad específica para abordar el tema de forma permanente, frente a los diferentes escenarios del país y de la Macrozona Norte en particular. Esto posibilitará una mejor direccionalidad y orientación del financiamiento en I+D+i para las investigaciones y desarrollo en recursos hídricos.

Esto llevará a que las agencias de financiamiento nacional generen convocatorias permanentes sobre gestión, diversificación de la matriz hídrica, desarrollo tecnológico, eficiencia en el uso del agua, formación de capital humano avanzado; y también apoyar a aquellos centros, institutos y universidades que tienen como área prioritaria los recursos hídricos.

A través del CNID, a partir del año 2015 en adelante, se ha realizado un esfuerzo significativo en la formación de la Red H20. Esta red convoca a más de 26 centros, institutos y universidades dedicados a la investigación y desarrollo en recursos hídricos, colocando a disposición a sus investigadores, infraestructura y laboratorios, para avanzar de forma orgánica y ser referente a nivel nacional para los organismos públicos y privados, que actualmente se ha traducido en la ejecución de diferentes proyectos de interés público.

Con todo, también es importante observar que otras de las principales barreras para la innovación están relacionadas con la forma en que las muchas capas de agencias gubernamentales y entidades orientadas al recurso hídrico manejan el ámbito del agua, tanto en relación con su sostenibilidad como su uso en los sectores productivos de la nación. Entre las principales barreras de gestión y políticas que menciona la literatura, por mencionar algunos, se encuentran:

- Bajas tasas de precios para el uso productivo del agua en relación con su conservación y reutilización en el sistema.
- Restricciones regulatorias poco claras, que dificultan el desarrollo productivo.
- Ausencia de incentivos regulatorios para el uso sustentable y responsable.
- Falta de fomento e instancias de acceso a capital.
- Preocupaciones sobre la salud pública y los posibles riesgos asociados con la adopción de nuevas tecnologías con registros limitados.
- Fragmentación geográfica y funcional de la industria.
- Larga esperanza de vida, el tamaño y la complejidad de la mayoría delos sistemas de agua.

Aunque los primeros cuatro factores son inherentes al sector del agua y difíciles de cambiar, son factibles reformas sustanciales de políticas que podrían alterar los precios, la regulación y las finanzas en el sector del agua, todo de manera que fomente la innovación (AJAMI; THOMPSON JR y VICTOR, 2014).

# 4 Metodología

La evaluación se realizó a través de la ejecución de una batería de metodologías que permiten responder a los objetivos de evaluar los resultados obtenidos por las iniciativas de I+D+i en Recursos Hídricos que se han ejecutado en la Región de Coquimbo, que estén finalizados, entre el año 2009 y 2019 (operativamente finalizados a septiembre de 2019). Proponiendo herramientas que permitan generar datos (evidencia) para la elaboración de estrategias con el objetivo de orientar los procesos de innovación de la Región de Coquimbo en materia de Recursos Hídricos, bajo una visión holística de la Macrozona Norte.

Al respecto de los insumos necesarios para la realización de la consultoría es importante indicar que el equipo trabajó sobre una lista de documentos y bases de datos entregados por el mandante, entendiendo que es el universo completo para elaborar los instrumentos y realizar los análisis requeridos (base de datos completa). Con el universo de los datos completos se indicará el alcance
del producto que respecta a la evaluación de resultados.

El alcance metodológico se fijó en la Región de Coquimbo, siendo su Estrategia de Innovación Regional la referencia de evaluación para las iniciativas de I+D+i en Recursos Hídricos. Como las estrategias regionales de innovación se desprenden de la estrategia nacional de innovación, el marco de evaluación para la Macrozona Norte se fija sobre los puntos coincidentes y homogéneos de la Estrategia Nacional de Innovación para todas las regiones de la Macrozona Norte y para cada estrategia regional de innovación, sin considerar sus particularidades regionales. Es importante destacar que la nueva Política Nacional de Ciencia y Tecnología, conocimiento e Innovación, publicada durante 20202, promueve una visión territorial para la investigación y el desarrollo que sustentan la innovación y la competitividad[4].

En relación con las fuentes de financiamiento público o programas orientados a la innovación[5], que son ejecutados a través de convenios con el GORE de Coquimbo para fomentar las iniciativas, lo que se

[4] Para mayores detalles ver la publicación https://www.minciencia.gob.cl/politicactci/documentos/Politica-Nacional-CTCi_Chile-2020.pdf

[5]El financiamiento público de la innovación se rige por el Decreto N° 68, de 23 de febrero de 2009, que instruye el Reglamento para elegibilidad de las instituciones receptoras de recursos provenientes de la provisión del Fondo de Innovación para la Competitividad de decisión regional, con el propósito de apoyar el desarrollo de territorial y productivo de las regiones, promoviendo el fomento de la innovación y la competitividad, dotando a los GORE con la decisión del uso de los recursos públicos destinados a ciencia, investigación aplicada, emprendimiento innovador, desarrollo, difusión y transferencia tecnológica, incluida la destinada al fortalecimiento de redes de innovación regional, formación y atracción de recursos humanos especializados, infraestructura y equipamiento de apoyo y promoción de la cultura en favor de la innovación y emprendimiento (DECRETO NO 68, MINISTERIO DE ECONOMÍA., 2009). Cabe destacar que el Artículo 2 del mencionado decreto establece la provisión de los fondos, según se detalla a continuación:

**Artículo 2°:** *Los Gobiernos Regionales, teniendo en consideración la Estrategia Nacional de Innovación para la Competitividad, el Plan de Acción 2008-2010 aprobado por el Comité de Ministros para la Innovación, la respectiva estrategia regional de desarrollo, las políticas regionales y las agendas regionales de desarrollo productivo e innovación y los programas de mejoramiento de la competitividad, definirán el destino de estos recursos, para lo cual deberán transferirlos, mediante convenios, a la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), al Comité INNOVA Chile de CORFO, al Comité INNOVA Bío Bío de CORFO, a la Fundación para la Innovación Agraria, a la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, a las Universidades Estatales o reconocidas por el Estado, o instituciones incorporadas en el Registro de Centros para la Realización de Actividades de Investigación o Desarrollo establecido en la ley No 20.241, o los institutos, centros tecnológicos o centros de transferencia tecnológica nacionales, públicos o privados, que posean recursos humanos y materiales*

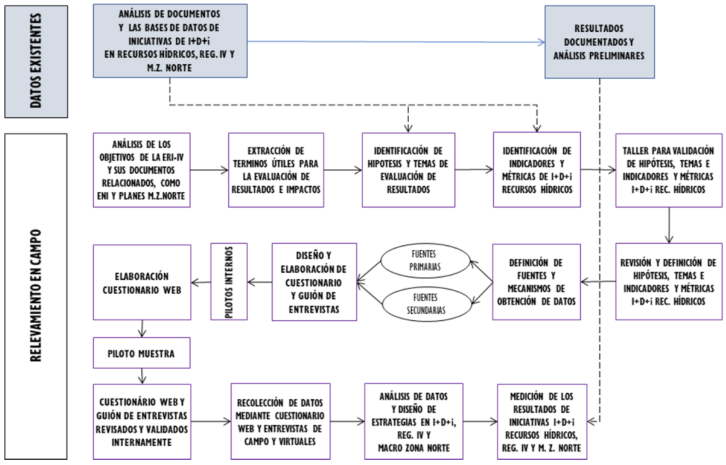
evalúa no es la ejecución con relación a la agencia operadora de la iniciativa y sus objetivos específicos, sino el resultado con relación a las directrices establecidas por la Estrategia Regional de Innovación del GORE de Coquimbo.

Se debe notar que, el aprendizaje obtenido en la evaluación de resultados de las iniciativas permitirá que el GORE de Coquimbo podrá gestionar o fiscalizar la ejecución de las iniciativas futuras, a través de los protocolos que se elaborarán en este estudio. La implementación de un sistema de seguimiento y evaluación de iniciativas FIC, le permitirá al GORE reunir evidencia de forma sistemática para informar al CORE de Coquimbo y permitir que los procesos de fomento se orienten para fortalecer los lineamientos estratégicos que promuevan la innovación en recursos hídricos. Con ese propósito, y para facilitar el proceso completo que se llevó a cabo en este estudio, en esta sección también se presentan los principios metodológicos que sustentarán la propuesta de los protocolos.

### 4.1. Evaluación de Resultados de las Iniciativas

La evaluación de resultados de las iniciativas de I+D+i en Recursos Hídricos se hizo a través de un conjunto de metodologías que promueve el LabGEOPI[6], para el diseño, elaboración y la ejecución de una evaluación multidimensional de los resultados de las I+D+i. Esta propuesta permite proyectar los impactos generados y/o esperados, así como complementar la construcción de los protocolos metodológicos. El proceso completo de la evaluación de resultados se presenta en la Figura 2.

**Figura 2: Proceso de Evaluación de Resultados de las iniciativas de I+D+i en Recursos Hídricos**




*idóneos así como experiencia en investigación, desarrollo tecnológico, transferencia y difusión tecnológica, y cuya actividad principal sea la investigación, el desarrollo tecnológico y la transferencia y difusión tecnológica.*

En base de lo descrito en el Artículo 2 del Decreto N° 68, se entiende que toda iniciativa de I+D+i ejecutada en regiones por órganos o agencias de gobierno, con la finalidad de promover la innovación, es provisionada a través del FIC mediante convenios con los GORE e intermediado por la SUBDERE. Con todo, lo importante en términos de realizar una evaluación de resultados, es que las iniciativas que son gestionadas por el GORE de Coquimbo sean orientadas por la carta de navegación que se utiliza para promover y fomentar iniciativas de innovación en Recursos Hídricos.

[6]Grupo de Estudios de la Organización de la Investigación y la Innovación, del Departamento de Política Científica y Tecnológica del Instituto de Geociencias de la Universidad de Campinas, y que fue presentado en la postulación de la consultoría.

En los cuadros sombreados de la Figura 2 se retrata el análisis de los documentos que guían los concursos o programas que promueven y/o fomentan la I+D+i en recursos hídricos en la Región de Coquimbo, junto con las bases de datos de las iniciativas de I+D+i en recursos hídricos que se han ejecutado hasta septiembre de 2019.

Usando como referencia las directrices de la ERI-Coquimbo, se analizaron las bases de las iniciativas ejecutadas por el GORE o por otras agencias gubernamentales, como FIA, que están en la base de datos completa, con el objetivo de implementar la metodología de descomposición.

El método de descomposición[7] es una de las etapas utilizadas en el proceso de evaluación y tiene por objetivo generar proposiciones, del tipo hipótesis de investigación sobre los resultados de la evaluación en distintas dimensiones del contexto evaluado. El proceso para generar las proposiciones sobre los resultados de las iniciativas de I+D+i en Recursos Hídricos comenzó con la revisión de las bases de los concursos que las adjudicaron. Es decir, a partir de lo que se ha financiado se induce lo que se espera haber promovido a través del fomento. Luego, el método continúa con la etapa deductiva, donde se contrasta las bases de los concursos con la carta de navegación regional establecida por la EIR-Coquimbo. El resultado del proceso inductivo-deductivo son las proposiciones y ámbitos de evaluación, también conocidas como dimensiones. Una de las ventajas de presentar lo que se va a evaluar y cómo, es la posibilidad de generar una discusión crítica con los actores relevantes (stakeholders) que están en torno del Sistema de Innovación Regional.

Además, esta aproximación permite contrastar las afirmaciones como verdades verificables a través de las métricas obtenidas en el relevamiento de datos en campo, con lo que se aceptarán o rechazarán las hipótesis de evaluación. La segunda línea de la Figura 2, representa el método de descomposición, el que termina con el taller (workshop) de validación y proposición de hipótesis, temas y métricas de evaluación (ver Apéndice Metodología).

Con la validación final de las hipótesis, temas y métricas, por parte del mandante, se comenzó con la elaboración de los instrumentos de relevamiento de datos, como se muestra en la tercera línea de la Figura 2. En esta etapa se pueden complementar cuestionarios y entrevistas las que deben atender al método estadístico seleccionado de acuerdo con los requerimientos que estos tienen para validar sus resultados. Así, las preguntas permiten construir los indicadores y las variables, primarias y derivadas, para poder cuantificar los resultados y o impactos. Los indicadores se presentan en la sección del protocolo.

En este estudio, debido a la limitación de los datos, un número reducido de iniciativas se propuso de manera inicial un análisis descriptivo de los indicadores, de diferentes perspectivas de los actores. Con la intención de realizar análisis multivariado a partir del beneficiario, donde se proyectaba, de acuerdo con los informes entorno de 1.000 usuarios. Incluso, de acuerdos con las posibilidades de campo y la constatación de cómo se implementó la iniciativa, se pre diseño la posibilidad de realizar un cuasi

[7] Sobre el método de descomposición consultar Salles-Filho, Bonacelli et al (2011).

experimento partir de los usuarios que, viviendo en la misma localidad, no participaron del desarrollo de la iniciativa por motivos que sea posible controlar mediante variables objetivas y controlables. La primera dificultad que se generó para la implementación de técnicas estadísticas que permitieran medir los resultados fue la inexistencia de una base de dato tabulada con los beneficiarios. En algunos casos los investigadores solo guardaron hojas de papel y en otros solo registraron el nombre de contacto de los dirigentes. Aunque se hizo un gran esfuerzo para recopilar esos datos de contacto, con el objetivo de montar los diseños muestrales, el volumen de trabajo que les significaba al investigador responsable en montar las bases de datos limitó las posibilidades de aplicar diseños experimentales (de todos los formularios para levantamiento de beneficiarios que fue enviado a los beneficiarios, solo dos investigadores respondieron con la lista de los usuarios que participaran en sus iniciativas). Siguiendo el propósito de poder realizar un análisis multivariado se programó un trabajo de campo para visitar las iniciativas. Sin embargo, la pandemia limitó cualquier posibilidad de campo.

Con todo, dada la contingencia sanitaria, aun cuando se buscó la forma de sortear la dificultad de registro de beneficiarios, sólo se aplicó un cuestionario web a los investigadores del Sistema de Innovación Regional de Coquimbo[8] (para detalles de cómo se realizó relevamiento de la encuesta ver Apéndice Metodología) .Además, se aplicó una entrevista virtual a los principales actores del Sistema de Innovación Regional, como SEREMIS de agricultura, directores de planificación y desarrollo del GORE, directivos de centros de investigación de referencias.

### 4.1.1. Métodos estadísticos que se aplican en procesos de evaluación

Aun cuando se explica de forma práctica en el protocolo metodológico, para tener flexibilidad de plantear distintas técnicas estadísticas, es sumamente importante establecer un diseño para la colección de datos, identificando la trazabilidad de los indicadores y su temporalidad. La gobernanza de los datos también debe considerar otras consideraciones, como la accesibilidad y seguridad de los datos. Es recomendable que, una vez que se determinan las variables que se relevaran a través de distintos instrumentos, a lo largo del ciclo de evaluación, como se explica luego, se coordinen con las unidades de TI del GORE Coquimbo, para poder generar una arquitectura integrada. Un buen diseño de relevamiento de variables y una gobernanza de datos bien integrada, le permitirá a la institución tener flexibilidad en la elección de las metodologías estadísticas en el futuro. Esto es sumamente relevante si se plantea el uso de cuasiexperimentos, ya que el diseño de contrafactuales debe ser establecido con anterioridad a la implementación de la evaluación. Esto últimos detalles se explican en las bases de los protocolos y en la propuesta realizada en la última sección del estudio.

Como es tradicionalmente recomendado por la costumbre de evaluación, lo más apropiado es realizar diseños cuasi experimentales para evaluar los impactos de los programas, ya que esta metodología ofrece resultados robustos desde el punto de vista de la causalidad que se le puede atribuir al programa,

[8]En el diseño de la muestra se propuso realizar una selección de las iniciativas cumple con un criterio de aprendizaje, que permite captar las iniciativas modelo y aquellas que enfrentaron mayores dificultades para su ejecución. Lo ideal, como se propondrá en el protocolo metodológico, es que esta clasificación se haga en los formularios de seguimiento y finalización de la iniciativa, donde se deben agregar observaciones. El criterio y la forma de evaluar el aprendizaje se debe establecer por trienio, y ajustarlo a medida que el aprendizaje se vaya asimilando.

que en este caso es el fomento sobre la innovación y la competitividad. Aunque la evaluación propuesta es de resultado y no de impacto, se presenta esta metodología para diseñar los protocolos con miras a tener la posibilidad futura de aplicarla, pues precisa de los diseños muestrales especiales (que garanticen la aleatoriedad del tratamiento en la población investigada, distinguiéndolo de un contrafactual). Para mayores detalles ver el Apéndice Metodología.

El LabGEOPI, con amplia experiencia en la evaluación del fomento público en C&Ti, ha creado metodologías alternativas que substituyen a los métodos cuasi experimentales en los casos donde la complejidad del objeto evaluado no permite cumplir con los requisitos básicos para aplicar el método, tal como tener suficientes medios de contraste y la posibilidad de controlar el sesgo de selección. Una de ellas es la subjetividad controlada, que ha sido validada en una serie de estudios, se ha mostrado robusta para medir la apreciación de los actores involucrados contrastando sus perspectivas y la subjetividad propia de la apreciación, mejorando su precisión en la medida que el tamaño de la muestra es grande. A continuación, se presentan ambas metodologías de medición de impactos y resultados. Para mayores detalles vea el Apéndice Metodología.

### 4.2. Diseño y elaboración de Cuestionarios y Entrevistas

El diseño del instrumento de relevamiento se basa en la metodología estadística que se busca utilizar. Por este motivo, luego de haber determinado los indicadores y decidido la metodología que se implementará, de acuerdo con el diseño muestral que se puede implementar con las bases de datos existentes de las iniciativas, se pasa al diseño del cuestionario o guion de entrevistas.

En este estudio, debido a todos los problemas que ya se expusieron, el diseño del instrumento se orientó a un cuestionario web que capturara los temas propuestos en el taller participativo. Las buenas prácticas de evaluación promueven el diseño de instrumentos flexibles que permiten el relevamiento de datos cualitativos y cuantitativos.

El proceso de construcción de los cuestionarios es largo y demanda mucho tiempo, no solo por la elaboración y redacción de preguntas, sino además el diseño de las preguntas en la pantalla del computador. A este proceso se debe sumar el proceso de pilotos con muestras seleccionadas o contrafactuales, para delimitar la redacción y medir la adherencia de las preguntas. En el caso de este estudio, para no excluir iniciativas, se realizó un piloto del cuestionario de investigadores con coordinadores de iniciativas FIC en la Región de Tarapacá. Con los resultados de ese piloto, se finalizó la elaboración del cuestionario. Debido a la contingencia, el cuestionario se mantuvo en línea alrededor de tres meses, desde el 15 de julio de 2020 (en el Anexo 2 se presenta el cuestionario diseñado).

Las entrevistas se prepararon a partir del diseño de preguntas, adecuando el formato a guion. Donde se le pide la opinión a especialistas y autoridades que trabajan en la planificación y desarrollo de estrategias de innovación en sus Sistemas de Innovación Regionales, con relación a sus apreciaciones de los temas investigados con referencia a las materias de recursos hídricos. En este caso, se realizó un piloto interno, entre el equipo coordinador del mandante y la consultora.

Entre los indicadores relevados, se destacan los siguientes:

- Financiamiento y su proporción con el PIB Regional y Macrozonal.
- Eficiencia en el uso del agua.
- Cobertura de las iniciativas.
- Aspectos Productivos que deben ser fomentados por las iniciativas.
- Aspectos Organizacionales que deben ser fomentados por las iniciativas.

Junto con al diseño de ambos instrumentos se elaboró un diccionario de variables y una estrategia de tabulación para almacenar los datos colectados de forma segura y accesible. Para ambos casos se contrataron servicios de computación en nube. Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico R y de procesamiento computacional Python, que son de licencia abierta y gratuita.

### 4.3. Bases metodológicas para el protocolo metodológico para el seguimiento y la evaluación de resultados e impactos, que se proponen a partir de la experiencia de evaluación

El propósito del protocolo es contar con una guía metodológica para orientar la toma de decisiones en los procesos de evaluación futura. El diseño de estos protocolos metodológicos se enfoca en el seguimiento y la evaluación de las iniciativas I+D+i en recursos hídricos, incluyendo indicadores, instrumentos, tipo de fuentes y análisis.

Las premisas para este protocolo parten del establecimiento de un proceso de evaluación continua y de ciclo completo de los fondos FIC (Fondo de Innovación para la Competitividad) con orientación a recursos hídricos. Es decir, un ejercicio evaluativo permanente que abarque desde el momento de la postulación hasta un período razonable de tiempo posterior al término administrativo del proyecto. Esto permite reunir datos no únicamente de los proyectos adjudicados, sino también de los no adjudicados, ofreciendo la oportunidad de aplicar técnicas estadísticas que midan la causalidad. (cuasi experimentos con tratamiento/control).

De igual manera, a través de los postulados y herramientas provistos por la Teoría del Cambio, se procura hacer uso de mecanismos técnicos de evaluación valorando las especificidades del contexto económico y social en el que se desenvuelven las iniciativas evaluadas. Las actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación requieren mecanismos de evaluación que aseguren que los esfuerzos invertidos sirvan a las necesidades e intereses de las comunidades y que resulten en beneficio e impactos positivos hacia la sociedad (Osuna, Grávalos y Palacios, 2007).

La evaluación de iniciativas de I+D+i en general y en particular, las relacionadas con el fomento a la productividad a través de la innovación en el uso de recursos hídricos, es un proceso completo que implica la interacción de múltiples agentes o *stakeholders* con culturas, objetivos y roles muy diversos. Como indican Osuna, Grávalos y Palacios (2007: 12) “La dificultad de comprender, medir y explicar

la innovación, su origen y sus efectos, requiere el análisis sistemático de cuantas ideas, datos y recursos genere el sistema de I+D e innovación, de forma que todos los implicados puedan obtener la información adecuada para guiar o corregir, en su caso, sus actuaciones".

Por todo esto, la evaluación de iniciativas de I+D+i se ha convertido en un instrumento determinante para comprender y mejorar este proceso completo, y que en última instancia procura mejorar las condiciones de vida de los integrantes de las comunidades a las que sirven las propias políticas de fomento.

Dada la complejidad que implica evaluar iniciativas de investigación, desarrollo e innovación, para mejorar la captura del contexto evaluado es recomendada la combinación de procesos inductivos y deductivos que ayuden a determinar y validar de forma participativa cuáles son los principales aspectos que deben ser sometidos a evaluación. FECYT (2005) propone analizar el proceso de evaluación con preguntas clave que orientan la comprensión del contexto en el que se realiza el ejercicio evaluativo. ¿Por qué se evalúa? ¿Quién inicia el proceso de evaluación? ¿Qué se evalúa? ¿Quién y cómo se evalúa?

A continuación, se presentan los principales objetivos que se deben buscar en un ejercicio evaluativo de I+D+i, orientándolo a la temática de recurso hídrico.

### 4.3.1. Objetivos y Etapas de la Evaluación de Iniciativas I+D+i

Los Objetivos generales que un protocolo debe atender son, como se lista a continuación**:**

- Garantizar la calidad del proceso de evaluación.
- Favorecer la transparencia e independencia del proceso de evaluación.
- Proporcionar instrumentos para recoger y analizar sistemáticamente información relevante sobre iniciativas de I+D+i en recursos hídricos.
- Contribuir al logro de la eficacia y efectividad de las actividades de I+D+i en recursos hídricos propuestas por el Gobierno Regional (GORE) según sea procedente.
- Ofrecer herramientas para la toma de decisiones y la gestión de los fondos FIC, a partir de los resultados obtenidos, teniendo en consideración la experiencia de los usuarios, ejecutores, gestores, autoridades, beneficiarios y actores en general.
- Generar evidencia para evaluar la toma de decisiones en relación con los recursos invertidos (idealmente por áreas temáticas).
- Formar una base de datos robusta que permita decidir aproximaciones metodológicas para distintos enfoques de evaluación.

El protocolo que se propondrá en este estudio se basará en un principio de Evaluación de Ciclo Completo, de forma que los distintos momentos en que se busca identificar información, con relación a las actividades determinadas por una herramienta de planificación, por ejemplo, la Teoría de Cambio, puedan ser calificados o cuantificados con el objetivo de orientar el rumbo de la hoja de ruta u otras instancias de toma de decisiones que se determinen por a la autoridad regional.

#### 4.3.1.1. Modelo de ciclo completo

Si bien en la última sección se presenta la aplicación metodológica que se describe en esta sección, a continuación, se muestra de manera detallada los objetivos que se procuran obtener en cada una de las etapas de un ciclo completo de evaluación, utilizada como planteamiento predominante en este Protocolo de Evaluación para iniciativas de I+D+i en recursos hídricos, de acuerdo se listan a seguir:

**1. Evaluación *ex-ante*:** Es la línea de base, enfocado en la selección de los proyectos con la aplicación de un formulario que permita recoger la información suficiente de todos los postulantes para que, se tenga la posibilidad de diseñar investigaciones cuasi experimentales que involucren proyectos adjudicados, así como los no adjudicados (Note que esto es una de las aproximaciones que se pueden establecer dentro de un diseño cuasiexperimental, entre otros que se puedan diseñar en el futuro. Lo importante es que, una vez que se implemente el diseño, esto se complemente con la estrategia de relevamiento y seguimiento de las variables claves). Derivado de esta etapa se procura:

- Contribuir a la coherencia de las actividades planificadas con los objetivos estratégicos de la política, plan o programa en las que se insertan.
- Tener estimativas creíbles de impactos esperados.
- Favorecer la transparencia e imparcialidad en la evaluación de las propuestas.
- Facilitar la agilidad en el proceso de evaluación y selección de las propuestas.
- Favorecer la capacidad de los organismos gestores para dinamizar y reorientar las actividades de los agentes del sistema de I+D e innovación.
- Proporcionar instrumentos de recogida y análisis de información que faciliten el seguimiento y la evaluación ex-post de los resultados de las actividades de I+D+i en recursos hídricos.

**2. Evaluación de Seguimiento:** Es la etapa de monitoreo con frecuencia no observada, pero de vital importancia con base a informes de avance. En esta etapa se busca:

- Permitir la detección y corrección de las desviaciones entre las actividades programadas y las realizadas, tanto por parte del organismo gestor como por parte del responsable del proyecto.
- Favorecer la evaluación ex-post de los resultados mediante la recogida y sistematización de la información relevante en etapas intermedias.
- Mejorar la visibilidad y el conocimiento sobre los efectos de las actividades financiadas a lo largo del ciclo de ejecución de las iniciativas.
- Identificar la problemática que se está enfrentando en la ejecución de las iniciativas que permita realizar ajustes (por ejemplo, problemáticas administrativas, problemáticas de los ejecutores)

**3. Evaluación *ex-post***. Se refiere a la evaluación de resultados y de impacto. Como parte concluyente del ciclo completo de evaluación, estas etapas se enfocan en:

- Conocer los resultados directos alcanzados por las iniciativas.
- Proporcionar información sobre los resultados indirectos de las iniciativas.
- Favorecer la comparación de los resultados obtenidos con los previstos y con los obtenidos en otras iniciativas de similares características y según los casos.
- Proporcionar información sobre la contribución de las iniciativas a los efectos agregados del programa para que el organismo gestor pueda mejorar el diseño y rendimiento de sus intervenciones.
- Determinar la eficacia y eficiencia de la gestión de los recursos de las iniciativas.
- Determinar qué aspectos favorecen y qué aspectos afectan alcanzar buenos resultados o mayor rentabilidad.

La utilización del Modelo de Ciclo Completo propuesto por el LabGEOPI (Salles-Filho, et al 2010, 2011), busca generar un proceso de gestión de datos coherente con las prácticas utilizadas por el GORE de Coquimbo a partir de las experiencias de la FIA.

La evaluación de Ciclo Completo permite:

- Emplear indicadores multidimensionales, así como cuantitativos y cualitativos para medición *ex ante* y *ex post* de resultados e impactos.

- Tener en cuenta los resultados e impactos esperados (además de la calidad de la formulación y capacidad de ejecución) en la clasificación y selección de propuestas a ser adjudicadas.

- Garantizar la coherencia entre indicadores usados en los distintos ejes de la evaluación, lo que significa que los impactos obtenidos por las iniciativasdeben ser evaluados sobre la misma base de indicadores que se usan para evaluar los impactos potenciales.

- Garantizar que la línea base se cree al momento de la postulación de las propuestas, lo que implica recolectar la información que será usada para la medición de los impactos.

- Garantizar un mecanismo para la creación de una base *contrafactual* que permita desarrollar evaluaciones cuasi experimentales (datos para pseudo grupos de control con base en las propuestas no adjudicadas), en el momento de registro de propuestas.

- Buscar la simplificación y mayor estructuración de los instrumentos de relevamiento (preguntas cerradas y empleo de escalas).

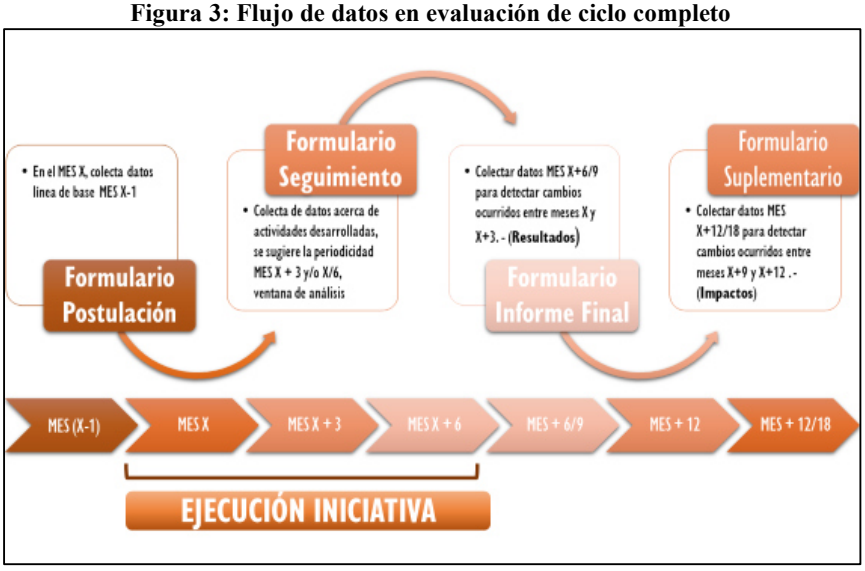
- Establecerlos vínculos entre los distintos momentos de la evaluación (*ex ante*, seguimiento, *ex post* y ex *post facto*), garantizando la coherencia entre los indicadores empleados, así como en la creación de una línea de base.

#### 4.3.1.2. Gestión de datos del modelo de ciclo completo

Desde la perspectiva de la gestión de los datos, un área de la gobernanza de datos, la generación de registros debe estar estructurada y organizada de forma tal que permita homologar los requerimientos de las distintas instancias de información. Es decir, debe existir una coherencia con los sistemas de seguimiento administrativo y financiero y los registros que subsidian el diseño y validación de objetivos estratégicos. Por esos motivos la implementación del modelo se hace a partir de los procesos que existen, proponiendo mejoras y adecuaciones que ayuden a los equipos de planificación y desarrollo en alcanzar procesos de gestión de datos más efectivos.

Dentro del proceso de gestión de datos para el seguimiento y la evaluación de iniciativas de I+D+i en recursos hídricos se proponen cuatro instancias genéricas de registros, uno como entrada, dos como seguimiento y uno de impacto. Lo que se representa en la Figura 3 que, incorpora un sistema de gestión de seguimiento y evaluación basado en el modelo LabGEOPI, el cual es flexible y adaptativo al contexto particular de las demarcaciones administrativas regionales. Se aprecian claramente los momentos de la colecta de datos, así como los instrumentos clave para cada etapa.

**Figura 3: Flujo de datos en evaluación de ciclo completo**




La primera instancia, que se representa en la Figura 3, es un formulario de postulación donde se relevan los registros de la línea de base y otros que serán utilizados para medir el cumplimiento de los objetivos del concurso. La segunda instancia se representa por el formulario de seguimiento donde se documentan

los avances de la ejecución, con el objetivo de medir la ruta y corregir el rumbo si es necesario, de acuerdo con los objetivos establecidos por la iniciativa aprobada. La tercera instancia representa el formulario de la entrega final, momento donde se evalúa los resultados. En una instancia complementaria, con un formulario suplementario construido en parte con los registros históricos y la línea de base, se levantan registros contemporáneos con el objetivo de medir cambios y verificar los impactos. Como esa instancia es realizada por un tercero, una entidad independiente que se especialice en evaluación de impacto conforme recomienda la literatura especializada, la gestión de datos se torna una pieza central, pues mientras el proceso esté documentado y estructurado de forma clara y organizada, mejor será la posibilidad de verificación, más precisa será el diseño y elaboración del formulario suplementario.

#### 4.3.1.3. Teoría del Cambio como herramienta de planificación para el modelo de evaluación de ciclo completo

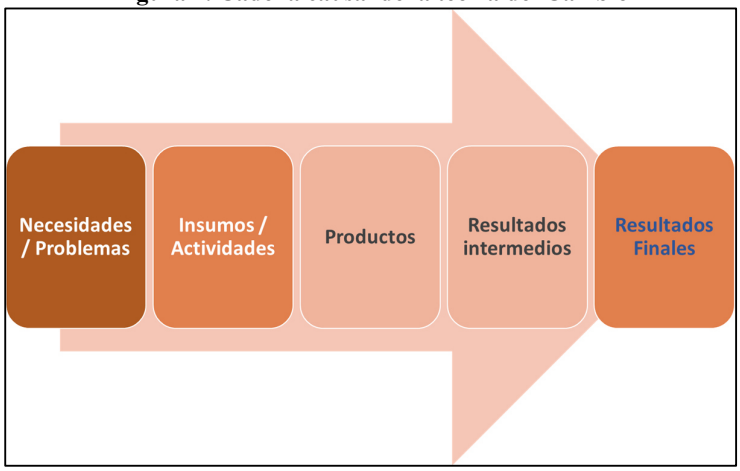
Para poder establecer una lógica común de planificación a lo largo del ciclo de evaluación, se propone usar la aproximación de la teoría del cambio, ya esta metodología permite identificar las complejidades propias de los procesos, sin perder de vista los resultados, o impactos esperados, en base a los productos alcanzados mediante el desarrollo de las iniciativas.

La teoría de cambio fue desarrollada originalmente como una herramienta para apoyar la planificación y la evaluación de intervenciones comunitarias, tiene como objetivo identificar los mecanismos implícitos a través de los que se espera lograr el cambio, en otras palabras, una especie de "caja negra" de las intervenciones: qué pasa cuando se disponen ciertos recursos en forma de intervención en un contexto, y cómo y por qué se llegan a alcanzar ciertos resultados. Aunque es difícil trazar el origen de este marco conceptual, gran parte de sus constructos pueden adjudicarse al campo de la evaluación con autores como HeyChen y Peter Rossi (1987), y Carol Weiss (1995), que consolidaron esta aproximación en los años 90. Desde entonces, teoristas y profesionales de la evaluación evolucionaron este marco de análisis para intentar identificar el cambio social. Para ello, y en una simplificación de esta aproximación, se establecen metas de largo plazo y mapas reversos que permitan identificar precondiciones necesarias. Esta metodología evaluativa explica el proceso de cambio delineando potenciales relaciones causales en una iniciativa específica, por ejemplo, con sus resultados de corto, mediano y largo plazo. Los cambios identificados son mapeados, mostrando cada cambio en una relación lógica con otras modificaciones establecidas en un flujo temporal. Los vínculos entre los resultados son explicados a través de razonamientos o declaraciones sobre por qué un resultado es considerado un requisito del resto.

Asumido como un proceso continuo de reflexión para explorar el cambio, cómo sucede y el papel que desempeñan los distintos agentes dentro de un contexto particular. Se considera esta aproximación particularmente relevante para la evaluación de iniciativas de I+D+i en recursos hídricos para la Macrozona Norte, pues coloca a las personas como centro y considera todos los fenómenos que afectan cómo estas personas piensan e interactúan. La Figura 4 a continuación, muestra de manera simplificada

la cadena causal basada en la Teoría del Cambio (Jpal- Curso Evaluación de Impacto Programas Sociales - Coursera).

**Figura 4. Cadena causal de la teoría del Cambio**




Fuente: (Jpal- Curso Evaluación de Impacto Programas Sociales - Coursera)

Se define cada elemento de la cadena de la siguiente manera:

- **Necesidades/Problemas:** Son las carencias o problemas que motivan una intervención y sobre los cuales se desea lograr un impacto, y se relacionan con los resultados finales de la intervención. Se espera que se identifique el problema principal y los problemas segundarios que afectan a una población. También se debe identificar de forma breve la población afectada o población objetivo.

- **Insumos y Actividades:** Los recursos humanos, financieros y acciones que se requieren para producir los bienes y servicios que constituyen la intervención a entregar al grupo de interés.

- **Productos:** Son los bienes y/o servicios que resultan inmediatamente de la combinación de los insumos y actividades. Deben expresarse como un producto logrado o un trabajo terminado (sistemas instalados, población capacitada, alumnos egresados, etc.).

- **Resultados Intermedios:** Son los cambios en conocimientos, actitudes, capacidades y comportamientos que resultan de la entrega del programa. Se dan normalmente en el corto y mediano plazo. Suelen ser múltiples, dando cuenta de distintos posibles mecanismos por los que los componentes podrían lograr el propósito del programa.

- **Resultados Finales:** Son los cambios últimos y de largo plazo, el aporte concreto del programa a la solución del problema. Son estrechamente vinculados a las necesidades y pueden ser estas mismas expresadas como problemas resueltos.

# 5 Resultados

Antes de presentar los resultados relevados por las encuestas electrónicas, se deben hacer algunas consideraciones de las dificultades enfrentadas por la pandemia. El contexto del COVID-19 limitó las actividades de campo y los cronogramas de entrevistas, debido al alto nivel de tiempo de trabajo que significó el teletrabajo.

La metodología contemplaba relevar datos en tres actores relevantes para entender los resultados desde una perspectiva completa de quienes participan de las iniciativas. No obstante, debido a la pandemia no fue posible realizar el relevamiento de los datos en campo. Lo que perjudicó principalmente la captura de datos en beneficiarios de las iniciativas, que participaron de los pilotos y gestores.

En el caso de los productores y beneficiarios, fue posible hablar con dos dirigentes de la Región de Coquimbo y obtener un par de contactos con beneficiarios de iniciativas FIC de otras regiones, a través de proyectos que aún están ejecución en las regiones donde el equipo consultor tuvo acceso.

Entre las principales dificultades para obtener datos a partir de cuestionarios WEB, la brecha digital fue la principal. Que sumado a los entrabes administrativos que presentaron los procesos solicitados por las asociaciones, dificultaron establecer conversaciones telefónicas. A pesar del esfuerzo, no fue posible contactar a un número representativo de productores, aun cuando se tuvo acceso a conversar con algunos dirigentes mediante entrevistas, quienes nos relataron sus experiencias en representación de su asociación.

En el caso de los gestores, las cargas de trabajo que impuso el teletrabajo y la dificultad de poder individualizar los proyectos limitaron el relevamiento vía WEB. En este caso, todos los gestores que actúan en la Región de Coquimbo nos facilitaron una entrevista, concretando casi la totalidad de las agendas.

Con todo y a pesar de las dificultades, se completaron 36 encuestas digitales (81%), de un universo de 44 iniciativas en la Región de Coquimbo y se entrevistaron a 30 actores relevantes, entre investigadores, gestores y dirigentes que actúan en el ámbito de los recursos hídricos en esta Región.

La mayor parte de las iniciativas evaluadas fue gestionada por el GORE (29). Se obtuvo información de 7 iniciativas que fueron gestionadas por la FIA, de un universo de 10. Lo que representa un menor porcentaje del universo, 70%, en comparación con el GORE donde se alcanzó 85%.

A continuación, se presenta un perfil de los encuestados, para luego contextualizar los resultados alcanzados y por último los hallazgos y dificultades, declaradas en las encuestas y relatadas en las entrevistas.

## 5.1. Encuesta a investigadores

### 5.1.1. Perfil de los entrevistados

En relación con el perfil de coordinador de las iniciativas se puede decir que: por el lado del sexo, se observó una paridad sobre el 40%, si se usa como referencia la tendencia de composición de cargos públicos. Desde el punto de vista de la experiencia, la mayoría está en una etapa senior y 77% cuenta con alguna trayectoria académica superior a la licenciatura, destacando que casi la mitad de las iniciativas fue dirigida por un investigador con grado académico de Doctor. Entre estos últimos se registró un post Doctor.

De los 35 investigadores que respondieron a la encuesta, 10 son de sexo femenino y 25 masculino, estando en ambos casos una paridad de 44% aproximadamente, cuando se distingue por la institución que gestionó el concurso FIC.

27 son mayores de 40 años. FIA concentra 85% (6) de las iniciativas en investigadores mayores de 40 años, mientras que GORE el 72% (21) el mismo porcentaje en el rango etario que va desde 41 a 65 años.

El 53% de los investigadores que coordinó una iniciativa cuenta con el grado académico de doctor, entre los cuales, 6 corresponden a concursos FIA y 12 a concursos GORE. Es importante destacar que 27 iniciativas fueron coordinadas por investigadores con grado académico de magíster (9) o doctorado (19), alcanzando el 77% de las iniciativas evaluadas.

La mayoría de las iniciativas bajo evaluación fueron ejecutadas por universidades (20), seguida de entidades públicas (9), centros de investigación (6) y entidades privadas (3). Entre las universidades destaca que 14 iniciativas se coordinaron por universidades regionales y 7 por universidades externas de la Región, que se concentran en la Región Metropolitana. Entre las entidades públicas destaca el CAZALAC (3), seguido por la CRDP Coquimbo y CORFO, con la misma cantidad de iniciativas cada una (2), e INFOR (1). Entro los centros de investigación, destaca el INIA (5), seguido de CEAZA (1). Como se puede observar en el Cuadro 10 de la siguiente página.

Dentro del ecosistema de entidades ligadas a la ciencia y tecnología, se puede indicar que se observa una participación variada, con mayor presencia regional. Las 29 iniciativas se coordinaron en centros de investigación y 10 por otro tipo de entidades, de las cuales destaca la CPRD de Coquimbo.

También es importante mencionar que, dentro del ecosistema, no solo se ha concentrado mayor número de iniciativas en centros donde se genera investigación, entre los cuales 4 tienen una orientación específica de recursos hídricos, fortaleciendo la cadena de investigación y de desarrollo con el objetivo de promover la innovación, si no también se ha apoyado la ejecución mediante las agencias nacionales y las otras entidades regionales que intermedian iniciativas.

**Cuadro10: Entidades que han coordinado iniciativas**

| Tipo/Nombre Entidad | GORE | FIA |
|---|---|---|
| **Centros de Investigación** | **5** | |
| CEAZA | 1 | |
| INIA | 4 | |
| **Universidades** | **16** | **4** |
| Universidad de Chile | 2 | 2 |
| Pontificia Universidad Católica de Chile | 1 | 1 |
| Universidad de La Serena | 7 | 1 |
| Universidad Católica del Norte | 6 | |
| **Entidades Públicas** | **6** | **2** |
| CAZALAC | 2 | 1 |
| CRPD | 3 | |
| CORFO | 1 | |
| INFOR | | 1 |
| **Entidades Privadas** | **1** | **1** |
| Fundación Chile | 1 | |
| Granja Agrícola y Acuícola Diaguitas | | 1 |

## 5.2. Tema 1 - Resultado principal

### 5.2.1. Descripción del resultado principal

Entre los resultados promovidos se destaca el Manejo Sustentable para la Producción Agrícola (12), seguido de estudios de materia técnica en recursos hídricos (10), modelos predictivos y de medición digital (8) e instrumentos para medición (8). En el siguiente cuadro se puede distinguir por tipo de concurso.

**Cuadro 11: Tipos de resultados**

| Tipo Resultado | GORE | FIA |
|---|---|---|
| Estudios | 9 | 1 |
| Manejo productivo | 8 | 4 |
| Modelos y análisis de datos | 6 | 2 |
| Instrumentos de medición | 5 | |
| **Total** | **28** | **7** |

El Cuadro 11 destaca que FIA se ha centrado en iniciativas que promueven la innovación en el uso sustentable del recurso hídrico en el ámbito productivo. Por su parte el GORE ha promovido todos los tipos de resultados, orientando un mayor número de iniciativas para el desarrollo de estudios en recursos hídricos. Le sigue manejo productivo, con más iniciativas que FIA, el desarrollo de modelos predictivos y de instrumentos de medición.

En los estudios se pueden distinguir que se han financiado3 líneas temáticas, como se describen a continuación:

1. **Aumentar la disponibilidad de agua, disminuyendo el déficit hídrico:** Generando una base de conocimiento para aumentar la disponibilidad del recurso hídrico. En el ámbito de la disponibilidad a través de las fuentes naturales se destaca el estudio de barreras de nieve, análisis de escenarios para construir embalses y los diagnósticos de acuíferos. En el ámbito de prospección de tecnologías para aumentar la disponibilidad mediante la reutilización del recurso se destacan estudios que evalúan económicamente las plantas de reutilización de aguas residuales para la producción agrícola y de depuración y desaladoras, que además proyectan al consumo humano.

2. **Uso más eficiente del recurso en la producción agrícola**: Determinar técnicas de producción agrícolas, entre las que se destacan el estudio de la huella hídrica en la producción sustentable de frutales y la producción de forraje en ambientes hidropónicos.

3. **Preservar la biodiversidad de los cauces:** Se estudia como evaluar caudales ecológicos con el propósito de preservar la biodiversidad de los recursos hídricos.

En el caso de las iniciativas que promovieron el manejo productivo, se distinguen las que validan el uso sustentable del agua a través del manejo agronómico de las que buscaron aumentar disponibilidad de agua. En el primer caso, se validaron distintos manejos agronómicos en escenarios de escasez hídrica, como la reducción del consumo de agua sin efectos significativos en el rendimiento, la implementación de técnicas de captación de agua y conservación de suelo, técnicas hidropónicas para aumentar el rendimiento con bajo uso de agua y manejos integrados para aumentar las alternativas comerciales de la agricultura campesina. En el caso de la disponibilidad, se validaron distintas fuentes y su tratamiento para el reúso de agua en condiciones sanitarias seguras y la implementación de materiales biológicos para aumentar la disponibilidad del agua en el suelo.

En el caso de los modelos, todos buscan una predicción, pero con distintos objetivos. Entre los que se destacan la disponibilidad y los escenarios de evaluación de recursos de agua y suelo para planificación de producción agrícola sustentable. En el caso de la disponibilidad, las predicciones apoyan las actividades de distribución de agua entre los usuarios de una asociación de canalistas. En el caso de la evaluación de los recursos, a través de estos modelos la información cartográfica satelital se puede programar de acuerdo con distintos escenarios que permiten mejorar la toma de decisiones e inversiones en los sistemas agrícolas.

En el caso de instrumentación, se promovieron iniciativas para aumentar la disponibilidad del agua y reducir las pérdidas asociadas en las actividades de distribución. En el primer grupo se destacan la construcción de atrapanieblas, de instrumentos para depuración de aguas residuales y de instrumentos para desalinizar el agua. En el segundo, se destacan instrumentos para medir la distribución del agua entre los asociados de un canal, reducción de las pérdidas y los conflictos producidos por errores de medición de caudal al hacer la distribución de forma tradicional.

Desde una perspectiva del tipo de resultados, es interesante notar como los investigadores clasificaron sus resultados de acuerdo con el alcance, que denota la fase en que el resultado de la iniciativa se centraría dentro la cadena de Investigación y Desarrollo.

**Cuadro 12: Alcance de los resultados según tipo**

| Alcance según tipo de resultado | GORE | FIA |
|---|---|---|
| **Desarrollo experimental** | **7** | |
| Estudio | 5 | |
| Manejo Productivo | 2 | |
| **Piloto** | **19** | **6** |
| Estudio | 3 | 1 |
| Manejo productivo | 5 | 3 |
| Modelos predictivos | 6 | 2 |
| Instrumentos de medición | 4 | |
| **Comercial** | **2** | **1** |
| Estudios | 1 | |
| Manejo productivo | 1 | 1 |
| **Total** | **28** | **7** |

En el Cuadro 12 se puede observar que las iniciativas han tenido un alcance principalmente de pilotos y de desarrollo experimental, siendo la etapa comercial la menos promovida por las iniciativas FIC. Es importante destacar que el GORE ha tenido una acción más transversal dentro del Sistema de Innovación Regional, mientras que FIA ha sido un aliado importante en el desarrollo de pilotos, principalmente concentrado apoyo en iniciativas orientadas al manejo productivo de actividades agrícolas.

Al analizar los resultados por línea temática, como se puede observar en el Cuadro 13, las iniciativas se han centralizado en la eficiencia del uso del agua o recurso hídrico, con 11 iniciativas en torno al manejo productivo en la agricultura y 7 iniciativas que buscan generar bases para la toma de decisiones haciendo uso de análisis de cómputo, a través de modelos. Esto se complementa con 5 iniciativas que buscan ampliar la base de conocimiento (datos) en esta área.

**Cuadro 13: Líneas temáticas según tipo de resultado**

| Líneas temáticas según tipo de resultado | GORE | FIA |
|---|---|---|
| **Calidad del Agua** | **1** | |
| Modelos predictivos | 1 | |
| **Diversificación Matriz Hídrica** | **6** | |
| Estudio | 3 | |
| Modelos predictivos | 2 | |
| Instrumentos de medición | 1 | |
| **Eficiencia de uso de agua o recurso hídrico** | **18** | **7** |
| Estudios | 4 | 1 |
| Manejo productivo | 7 | 4 |
| Modelos predictivos | 5 | 2 |
| Instrumentos de medición | 2 | |
| **Estudios hidrológicos hidrogeológicos** | **3** | |
| Estudios | 2 | |
| Instrumentos de medición | 1 | |
| **Total** | **28** | **7** |

Al hilar más fino en la línea temática más importante, se puede notar que el manejo productivo y los modelos se tornan los resultados más promovidos, como se puede ver en el Cuadro 14.

**Cuadro 14: Eficiencia de uso de agua según alcance y tipo de resultado**

| Eficiencia de uso de aguas según alcance y tipo de resultado | GORE | FIA |
|---|---|---|
| **Diseño Experimental** | **4** | |
| Estudio | 2 | |
| Manejo productivo | 2 | |
| **Piloto** | **12** | **6** |
| Estudio | 1 | 1 |
| Manejo productivo | 4 | 3 |
| Modelos predictivos | 5 | 2 |
| Instrumentos de medición | 2 | |
| **Comercial** | **2** | |
| Estudio | 1 | 1 |
| Manejo Productivo | 1 | |
| **Total** | **18** | **7** |

En el contexto de una economía digital esto es muy relevante y nota una orientación estratégica importante para la generación de datos en la línea de eficiencia del uso del recurso hídrico. En ese contexto es interesante notar que se ha creado un complemento importante dentro de la producción de conocimiento, en la combinación de los tipos de resultados con los alcances diseños experimentales y pilotos. Por un lado, en la etapa de diseños experimentales, no solo se reúnen evidencias sino también se genera una demanda específica de datos que son puestos a prueba y calibrados de forma experimental.

Lo que permite discriminar resultados promisorios que sigan a la etapa piloto. Donde se implementan con experiencias prácticas en una escala productiva controlada.

Cabe notar que una de las deficiencias indicadas durante el taller, y que contó con el consenso de todos, fue la falta de datos verificados (de buena calidad, de acuerdo con la fuente y al método con que fue colectado) con relación al uso de agua para la toma de decisiones de amplio espectro, desde las de planificación desde la perspectiva de la autoridad regional, hasta la producción en el predio, por parte de los productores. Por esto, que las iniciativas se concentren en estas dos fases es un resultado importante. No solo se ha potenciado la cadena de generación de conocimiento específico en una de las temáticas de mayor interés para la región, sino, además, se ha generado las bases para el uso del poder de cómputo como cimento de modelos que luego se transforman en criterios de decisión mediante el análisis de instrumentos y registros de manejo productivo. En ese sentido, la calidad de los datos es un sustrato clave para promover la innovación[9] y sustentar el aumento de la competitividad.

### 5.2.2. Uso del resultado principal

En el siguiente cuadro se describe el uso del resultado principal luego de finalizada la iniciativa. Distinguiendo los resultados que fueron utilizados en menos de un año de finalizada, de aquellos que fueron utilizados después de un año. También se discriminó las iniciativas cuyos resultados no han sido utilizados.

La distinción temporal del uso y la discriminación si el resultado principal fue utilizado, ayuda el análisis sobre posibles dificultades de implementación, bajo la premisa de que los resultados generados se esperan sean utilizados, en la progresión de un estudio a un modelo, por ejemplo, o incluso en la adopción de una técnica de producción que promueva el uso sustentable del agua.

**Cuadro 15: Uso del resultado principal una vez terminada la iniciativa**

| Uso del resultado principal | GORE | FIA |
|---|---|---|
| **Fue utilizado en menos de un año, de finalizada la iniciativa** | **15** | **4** |
| Estudios | 6 | |
| Manejo productivo | 3 | 3 |
| Modelos predictivos | 3 | 1 |
| Instrumentos de medición | 3 | |
| **Fue utilizado en más de un año, de finalizada la iniciativa** | **8** | **1** |
| Estudio | 2 | |
| Manejo productivo | 2 | |
| Modelos predictivos | 2 | 1 |
| Instrumentos de medición | 2 | |
| **No ha sido utilizado, pero se espera que sea utilizado** | **5** | **2** |
| Estudios | 2 | 1 |

[9]En las secciones que siguen se explicará con más detalle cómo se recomienda analizar la novedad de los resultados producidos por las iniciativas.

| | | |
|---|---|---|
| Manejo productivo<br>Modelos predictivos<br>Instrumentos de medición | 2<br>1 | 1 |
| **Total** | **28** | **7** |

En el Cuadro 15 se observa que la mayoría de las iniciativas en evaluación (28) fue utilizada, lo que es positivo en relación con el número, pero que presenta una alerta en relación con las 7 iniciativas cuyos resultados no han sido utilizados.

También se observa que, de las iniciativas cuyos resultados fueron utilizados, en 19, sus resultados fueron utilizados en menos de un año después de haber finalizado y en 9 iniciativas sus resultados fueron utilizados después de un año de haber finalizado. En el primer caso, se destacan el tipo de resultados de manejo productivo y estudios. En el segundo caso, no hay diferencia entre los tipos de resultados, acumulando 3 casos en el tipo de modelos predictivos, una iniciativa más que el resto de los tipos de resultados. Por lo que se puede deber a dificultades específicas y/o coyunturales que presentaron las iniciativas.

Profundizando en el caso donde los resultados aún no han sido utilizados, aunque se esperan que lo sean, esto se ha dado en los tipos de resultado de estudios y modelos productivos con mayor énfasis que en modelos predictivos. Siendo que no se observó en el tipo de instrumentos de medición.

Al analizar el caso de los estudios, se nota que uno de los motivos para el no uso del resultado se debe a que no es promovido y/o exigido para ser utilizados por los actores públicos y/o privados en sus operaciones/procesos. Entre las explicaciones de los investigadores se nota que, en el caso de modelos, no se ha analizado un rango relevante del patrón histórico (precipitaciones) por parte de la autoridad, para poder distinguir patrones de escasez y lo innovador de la tecnología desarrollada, que aun necesita ser validada en otras cuencas de la Región.

En el tipo de resultado manejo productivo, se exponen las inhabilidades económicas como las principales causas, sea por la pérdida de competitividad de las especies usadas, principalmente por la baja de precios en el consumo final o sea porque están en una etapa de búsqueda de financiamiento para realizar un piloto con los resultados obtenidos. En el tipo de modelos predictivos, se indica que los resultados generados por la iniciativa no están siendo priorizados administrativamente en la actualidad por el Gobierno Regional y tampoco están siendo promovidos y/o exigidos para ser utilizados por los actores públicos y/o privados en sus operaciones/procesos.

Si bien existen riesgos de factores exógenos, como el cambio de precios o la pandemia, que no se pueden controlar cuando se define un criterio de selección de iniciativas, estos se pueden reducir si se planifican líneas temáticas explicitas en recursos hídricos donde se quiere promover la innovación. En la medida en que esa planificación se fundamente en un Sistema de Innovación Regional, se puede generar una serie de criterios que faciliten y promuevan la coordinación de la escalabilidad de las iniciativas con mejores resultados (o exitosas), junto con los lineamientos estratégicos que se buscan para promover la innovación. Una hoja de ruta reduce el riesgo de que las iniciativas sean deshabilitadas por falta de interés de las autoridades, además de promover el uso de sus resultados.

Entre las iniciativas que fueron utilizadas, los investigadores destacan que los resultados alcanzados se utilizaron principalmente para el manejo productivo y el uso instrumentos de medición. Con menor frecuencia se utilizaron para modelos predictivos y para la formulación de normativas y/o políticas.

En el caso de formulación de normativas, se destacan las reglas de distribución de agua entre los usuarios de las organizaciones de agua. Estos resultados se complementan con el uso de modelos predictivos e instrumentos de medición que apoyan la toma de decisiones y la planificación de las organizaciones de usuarios de agua y las juntas de vigilancia. Adicionalmente, en complemento a lo que han expuesto los investigadores se debe indicar que esos datos, generados en el uso cotidiano, deberían centralizarse en una base maestra para permitir desarrollar opciones analíticas que apoyen la toma de decisiones y la planificación a nivel de las cuencas en la Región.

En el caso de las políticas, se destacó la planificación de infraestructura de la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, las definiciones del concurso de la Ley 18.450 en Chalinga (Choapa) y la distribución del agua en Elqui durante 2019/20 y actualmente 2020/21.En el caso de instrumentos de medición los investigadores destacaron el apoyo para la determinación de la ubicación de una bomba de extracción de agua y la gestión de los pozos.

El caso de uso para manejo productivo se destacan dos usos, mejorar el uso sustentable del agua y aumentar la disponibilidad para consumo humano. En el primer caso se destacó la investigación sobre resiliencia de sistemas agrícolas de la Región de Coquimbo en frutales y las experiencias de capacitación de manejo productivo agro-acuícola integrados en los mercados locales en liceos y escuelas agrícolas. En el segundo caso, los investigadores destacaron que los resultados fueron utilizados para el desarrollo de sistemas de reúso de aguas residuales a nivel nacional generando múltiples beneficios de desarrollo productivo local, impacto social y ambiental, además de generación de una nueva fuente de agua, permitiendo diversificar la matriz hídrica. Uno de los casos en donde se espera que esa tecnología tenga alto impacto, es en zonas extremas con acceso a agua salada, pero sin acceso a fuentes convencionales de energía eléctrica, donde los requerimientos de agua, incluso para el consumo humano, se puede cubrir mediante sistemas autónomos basado en osmosis reversa mediante energía fotovoltaica.

No fue posible reunir evidencia sobre el número de usuarios de los resultados alcanzados por la iniciativa. No obstante, los investigadores, en general, notan que el número de usuarios fue mayor durante la iniciativa, reduciendo el uso del resultado alcanzado una vez que la iniciativa fue finalizada. Para reunir evidencias de los motivos de esa reducción, como la constatación del uso de los resultados se hace necesario un relevamiento en campo, como ya se mencionó. En ese sentido, en los protocolos metodológicos se recomienda hacer un seguimiento del uso de los resultados, en base a un registro detallado de los beneficiarios que participaron de la iniciativa. De esa forma será posible diseñar estrategias muestrales que permitan medir el uso de las iniciativas en las localidades u organización de usuarios.

En otra dimensión sobre el uso del resultado, trata sobre la formalidad con que es transferido el resultado principal a los usuarios o es entregado al mandante. En la mayoría de los casos donde se declaró algún tipo de formalidad (14 iniciativas), en 12 se indicó que la formalidad fue un acuerdo y/o convenio de cooperación tecnológica, un caso de contrato de proveedores de tecnología y otro de memorándum de entendimiento. Si bien estaba la posibilidad de indicar que no existe ninguna formalidad, que 22 iniciativas no respondieron a la pregunta, esto podría indicar que la formalidad de transferencia de los resultados alcanzados no es un requerimiento que se exigido al ejecutor de la iniciativa. Nótese que tampoco está establecido en las bases este tipo de formalidad, ni en los procedimientos, porque de serlo, sería un dato de la ejecución. Esto no solo afecta la propiedad y la posibilidad de acelerar la competitividad por medio de licencias de uso derivadas de las innovaciones, sino que revela la deuda pendiente que existe en la generación de instrumentos de propiedad intelectual adecuados a la realidad productiva local, permitiendo la apropiación de las ganancias derivadas de las innovaciones que se sustenten en el conocimiento generado por las iniciativas de I+D.

La pregunta sobre el uso de instrumentos de propiedad intelectual para registro de los resultados fue respondida por 28 investigadores. De esas, en 22 iniciativas se declaró que no se contempló el uso de propiedad intelectual. En cuatro iniciativas no estaba contemplado, pero se está pensando en hacerlo y en una se contempló, pero no se consiguió. En dos iniciativas se contempló y se alcanzó. En los casos que se alcanzó, el tipo de instrumento utilizado fue el derecho de autor. Llama la atención que solo en dos iniciativas iniciaron un proceso de registro a lo largo del periodo evaluado.

La formalidad con que se transfieren los resultados alcanzados, por un lado y la existencia de instrumentos de propiedad intelectual que se ajusten a la realidad local, por otro, son necesarios para fortalecer la institucionalidad del Sistema de Innovación Regional. No solo se establece más claridad a las reglas del juego, en relación con los derechos comerciales sobre los usos, sino que se genera una estructura de incentivos a adecuada a la estrategia de fomento productivo que promueva la competitividad a través de la innovación. Siendo que esa innovación se espera que se genere a partir del conocimiento generado por los esfuerzos públicos.

En relación con la continuidad del uso del resultado desarrollado por la iniciativa, 23 iniciativas mantienen el uso de sus resultados, siete iniciativas ya no utilizan el resultado y 5 investigadores omitieron la pregunta. En el Cuadro 16 se muestra la continuidad del uso por tipo de resultados.

**Cuadro 16: Continuidad del Uso del resultado principal**

| Continuidad de uso del resultado principal | GORE | FIA |
|---|---|---|
| **El resultado principal sigue en uso** | **15** | **5** |
| Estudios | 5 | |
| Manejo productivo | 3 | 3 |
| Modelos predictivos | 4 | 2 |
| Instrumentos de medición | 4 | |
| **El resultado principal sigue en uso y dio origen a un nuevo uso** | **4** | |
| Estudio | 1 | |
| Manejo productivo | 1 | |
| Modelos predictivos | 1 | |

| | | |
|---|---|---|
| Instrumentos de medición | 1 | |
| **Total** | **19** | **4** |

Entre las iniciativas que utilizaron los resultados, se declaró que siete descontinuaron su uso, tres son del tipo estudio, tres del tipo manejo productivo y uno de modelo predictivo. Entre los motivos indicados se destacó que faltaron recursos para mantener los dispositivos, maquinarias y/o plantas y que el resultado fue menos competitivo (costo-efectivo) en relación con nuevas alternativas de mercado que no existían cuando la iniciativa fue ejecutada. Con menor frecuencia se mencionó que entre los motivos para descontinuar el uso del resultado está la falta de recursos para continuar con su implementación, el cambio de las condiciones ambientales, nuevos escenarios de crisis hídricas derivados de factores económicos y sociales y la baja priorización por la institución de fomento para su continuidad, como su escalabilidad y otros.

Otros motivos que fue mencionado por los investigadores tienen que ver con la poca claridad que se tiene si seleccionan de iniciativas sigue una planificación que busque atender las deficiencias regionales de los recursos hídricos. Indican que no existe un documento que se oriente de forma específica a la estratega de innovación en recursos hídricos con el propósito de la promoción de la competitividad productiva. Como se retomará en la hoja de ruta, es importante plantear la convocatoria de iniciativas bajo un plan estratégico del Sistema de Innovación Regional que tenga como columna vertebral el agua (o recurso hídrico).

### 5.2.3. Nivel de novedad del resultado principal

Esta sección buscó conocer que tan novedoso fue el resultado principal que se desarrolló con la iniciativa. Esta medida indicaría el conocimiento generado y las bases para generar innovaciones. Cabe notar que todos los niveles son importantes y cada uno dependerá del contexto social y su alcance territorial. De esa forma, cuando se busca el desarrollo productivo de la Región, los niveles de organización y localidad son de extrema importancia porque permiten generar los cimientos del Sistema de Innovación Regional.

Cuando se analiza el nivel de novedad de los resultados de acuerdo con los investigadores, se identifica que las iniciativas tienen grados de novedad bastante distribuidos. Es importante notar que para contrastar esta novedad hubiese sido importante tener las respuestas de los beneficiarios. Con esto se podría calificar el grado de innovación que se observa debido a las iniciativas promovidas a través de fondos FIC.

En el nivel de novedad para la organización destacan los resultados del tipo estudio, con cuatro iniciativas, seguidos por los tipos manejo productivo e instrumentos de medición, con una iniciativa cada uno. El nivel de novedad de la localidad, se destacan el tipo de uso manejo productivo, con tres iniciativas, seguido de los instrumentos de medición con dos iniciativas y modelos predictivos con una iniciativa. En el nivel de novedad regional se observan los cuatro tipos, con 3 iniciativas en modelos predictivos, dos iniciativas en estudios y una iniciativa en los tipos manejo productivo e instrumentos de medición. En el nivel de novedad para la Macrozona Norte, solo se declaran dos iniciativas en el tipo

de uso de manejo productivo. En el nivel de novedad mundial, se destacan 3 iniciativas de modelos productivos y una iniciativa para cada uno de los otros usos.

Se declara una iniciativa con nivel de novedad mundial en el tipo de uso de manejo productivo. Esta iniciativa corresponde a al sistema biointegrado de producción de peces de agua dulce y hortalizas, junto con el complemento de la comercialización en los mercados locales. Es importante recordar que lo anterior es la percepción del investigador sobre la novedad de su investigación y que esta no pudo ser contrastada a nivel de los beneficiarios.

En el Cuadro 17, se pueden observar los tipos de resultados para el nivel de novedad declarado en 29 iniciativas, de las 36 evaluadas. Entre las iniciativas que declararon nivel de novedad, 13, poco más de un tercio, han generado resultados novedosos a nivel de la organización. Este resultado se debe destacar, ya que la posibilidad de innovación depende de los incentivos generados en el contexto social donde operan las organizaciones. En ese escenario, la transferencia de conocimiento y la capacitación en el uso de esos conocimientos mejoran la competitividad productiva de las organizaciones. Es decir, en la medida que se fomente la competitividad productiva por el uso de nuevas técnicas, desconocidas antes de la ejecución de la iniciativa, se generaran incentivos para mejorar las condiciones productivas de la localidad y las unidades territoriales adyacentes.

Se debe notar que a medida que se acumula conocimiento, la capacidad de resiliencia y de adecuación a los nuevos escenarios de escasez hídrica, facilita las decisiones productivas más convenientes a los territorios. Por ese motivo, el nivel de novedad local puede ser tan importante como los niveles superiores.

**Cuadro 17: Tipo de resultado por nivel de novedad**

| Tipo de uso por nivel de novedad | GORE | FIA |
|---|---|---|
| Estudios | 7 | |
| Organización | 4 | |
| Región | 2 | |
| Nacional | 1 | |
| Manejo productivo | 6 | 3 |
| Organización | | 1 |
| Localidad | 2 | 1 |
| Regional | 1 | |
| Macrozonal | 2 | |
| Nacional | 1 | |
| Mundial | | 1 |
| Modelos predictivos | 5 | 2 |
| Localidad | 1 | |
| Regional | 2 | 1 |
| Nacional | 2 | 1 |
| Instrumentos de medición | 5 | |
| Organización | 1 | |
| Localidad | 2 | |

| | | |
|---|---|---|
| Regional | I | |
| Nacional | I | |
| **Total** | **23** | **5** |

Por último, para enfrentar las brechas existentes en el desarrollo de la gestión hídrica, bajo escenarios de escasez, requiere una coordinación adecuada para planificar la promoción de la competitividad en el marco de un Sistema de Innovación Regional que no solo distinga claramente cuáles son las demandas del territorio, sino también que permita el avance gradual del conocimiento para promover la innovación en los distintos niveles de novedad de acuerdo con el alcance territorial. Esto a su vez, debe estar vinculado con una planificación estratégica que sea capaz de captar las demandas locales en sus distintos alcances territoriales. Como se ha mencionado y se explica en detalle más adelante, la recomendación del estudio es que esa planificación debe privilegiar una mirada de gestión de recursos hídricos a partir de cuenca, más que niveles territoriales administrativos, donde los esfuerzos de fomento van en la búsqueda de mejorar las condiciones de vida de la comunidad asociada con un determinado cauce de agua, fomentando la mejoras de las condiciones productivas (mediante el conocimiento y la implementación de tecnologías de bajo costo), sin descuidar la sustentabilidad del medio natural.

### 5.3. Tema 2 Redes o asociaciones para innovar

En este tema se buscó evaluar si las iniciativas generaron redes o asociaciones en torno a la investigación y desarrollo del recurso hídrico o en temas diversos asociados al agua.

En 19 iniciativas, de 29 investigadores que respondieron a la pregunta, se declaró participación en redes y/o asociaciones de investigación en recursos hídricos. De esas, solo 17 indicaron que se observó cambios en el número de redes en que participaba antes de ejecutar una iniciativa. En tres casos se indicó que el número de redes en que participa aumentó en más de 50%, la iniciativa tuvo una influencia entre 40 % y 50% en dos casos y 100% en un caso. En 10 iniciativas los investigadores indicaron que el número de redes en que participa aumento hasta un 50%, con una influencia de la iniciativa que promedió 45%. En dos iniciativas los investigadores indicaron que el número de redes en que participa no cambió, es decir, la iniciativa no influenció su participación en redes y/o asociaciones. En dos iniciativas, los investigadores indicaron que el cambio en el número de redes se redujo más que 50% y se asignó una influencia entre 11% y 20% a la iniciativa. Dando como motivo de la reducción el término de ejecución de la iniciativa.

En 20 iniciativas, de 28 investigadores que respondieron a la pregunta, se indica participación en redes y/o asociaciones vinculadas con temáticas en recursos hídricos y cambio climático. De las cuales, 18 investigadores indicaron cambios en el número de redes que participan, en relación con la situación inmediatamente anterior a la ejecución de la iniciativa. En tres iniciativas se indicó que el número de redes aumentó más de 50%, con una influencia promedio atribuida a la iniciativa FIC de 60%. En 11 iniciativas se declaró que el número de redes y/o asociaciones en que participan aumentó hasta 50%, con una influencia promedio atribuida a la iniciativa FIC de 42%. En tres iniciativas no se declaró

cambio en el número de redes que participan los investigadores, indicando en todos ellos que la iniciativa no tuvo influencia. Solo en un caso se indicó que la participación en el número de redes se redujo hasta 50%, con influencia atribuida a la iniciativa de 20%. En este caso, al igual que la participación en redes de investigación, el motivo del cambio fue la finalización de la iniciativa.

Entre las redes en que influenció la iniciativa, los investigadores mencionaron que, en la mayoría de los casos, la relación se generó entre los distintos actores que participaron de la iniciativa *(networking*). Entre los que se destacan usuarios de agua, empresas y entidades públicas en sus distintos niveles. Revelando, al menos desde la perspectiva del investigador, que la ejecución de la iniciativa generó una buena comunicación entre sus participantes, lo que llevó a la generación de relaciones de trabajo y de redes de contacto entre ellos.

A continuación, se presentan las redes y/o asociaciones indicadas por investigadores.

### 5.3.1. Redes de investigación y relacionadas con recursos hídricos

- Red de Recursos Hídricos y/o Mesas Hídricas regionales y nacionales, Escenarios Hídricos 2030.
- Andex (Programa mundial del Clima).
- European Geosciences Union Network.
- Red de especialistas de riego para el desarrollo de una plataforma satelital nacional (PLAS).
- Red de Restauración Ecológica.
- Red Agrícola del Norte.
- Consorcio Tecnológico Quitay-Anko .
- Asociación en Investigación ECN (Chile)- DELTARES (Holanda).
- CNRD (Internacional).
- Partners for Water (Holanda).

### 5.3.2. Sociedades gremiales y de investigación y consejos

- Consejo de la Sociedad Civil de la CNR.
- Sociedad Chilena de la Criósfera.
- Sociedad Internacional de Glaciología.
- Sociedad Agrícola y Ganadera Río Negro Ltda.
- Sociedad Agrícola del Norte A.G.

### 5.3.3. Comisiones de trabajo de entidades públicas

- Política Forestal 2015 – 2035.
- Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025.
- Comité Regional de Participación Sistema de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos de Chile.

- Comité Técnico Regional de Coquimbo (Programa de suelos degradados).
- Grupo Científico Cambio Global (COP_25).

### 5.3.4. Organizaciones de usuarios de agua

- Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta.
- Junta de Vigilancia del Río Elqui.
- Mesa Hídrica Alfalfares de Elqui Bajo.
- Frutícola La Compañía S.A.

Desde la perspectiva de los investigadores, en su mayoría, consideran que la iniciativa ha influido en la participación de redes temáticas, asignando una influencia promedio en torno a 20%. Lo que se puede explicar, en la mayoría de los casos, la posibilidad que ofrecieron las iniciativas para entrar a las redes que ya existían.

Lo importante de esta medida, dentro de la perspectiva del Sistema de Innovación Regional, está relacionado con la integración y la distancia de los centros que generan el conocimiento y el estado del arte de la ciencia. Además de indicar la distancia de ese conocimiento con las realidades locales. Entendiendo, como se mencionó arriba, que esa distancia debe ser ponderada a la realidad territorial y su contexto social.

Para poder acompañar la evolución de esta medida, con el objetivo de ver la integración de los investigadores y gestores en las redes y/o asociaciones de recursos hídricos, este indicador debe estar contemplado en la línea de bases, que se revele con los formularios de postulación. Como se explicará en la propuesta de protocolos metodológicos.

No cabe duda, que una lectura adecuada de las dificultades para la formación de redes y asociaciones en torno a los recursos hídricos presenta oportunidades de mejora. Entre las dificultades que deben ser monitoreadas está el costo alternativo de la participación y mantención de éstas. Sería interesante notar, en un relevamiento futuro, analizar como esa percepción cambia luego de la expansión digital observada en la pandemia, principalmente con la penetración de instancias como Zoom y Teams.

Otra dificultad presentada por los investigadores apunta que en Chile las redes y asociaciones funcionan muy centralizadas o desde una lógica administrativa centrada en la sede de las decisiones, limitando la descentralización de esas comunidades, que muchas veces requiere profundizarse a nivel local para captar de mejor forma las necesidades territoriales.

También se nota que la institucionalidad hídrica, sea por el número de entidades o de normas, sigue disperso, lo que se agrava si se considera la dificultad que existe en descentralizar las redes y/o asociaciones. Se debe notar que, si bien es importante conectar a los investigadores con redes internacionales, ocurre por la propia motivación de los centros y la carrera de investigación. También es importante fortalecer la formación de asociaciones y redes hacia abajo para facilitar la participación

de las localidades, aumentando la apropiación de los territorios y la cercanía de los usuarios con los centros de conocimiento locales.

La dispersión de redes lleva a que se creen instancias redundantes, que deben ser atendidas por el mismo número de investigadores y/o usuarios de agua, lo que termina produciendo falta de participación y pérdida de espacios colaborativos.

Un comentario que llamó la atención es que estos espacios colaborativos pueden generar una competencia desleal en los distintos concursos de fomento público. Lo que alerta sobre el cuidado que se debe tener al promover estos espacios de colaboración, sin poner en riesgo la confidencialidad de los participantes, cuestión que debe ser atendida por cada asociación. Este comentario alerta sobre el riesgo que la competencia por recursos debilite la propensión a la asociatividad y el trabajo colaborativo donde la participación debe seguir las costumbres entre científicos.

Por otra parte, y quizás lo más importante, lo presenta la oportunidad de fortalecer redes entre los usuarios y los investigadores, para facilitar la conexión entre los mundos productivo y científico. En ese sentido, este indicador podría medir en el futuro el grado de conexión que existe entre la base en el territorio y los centros de generación de conocimiento, donde se pueden desarrollar soluciones a las dificultades que enfrentan los productores o usuarios de agua. Coordinación que se revela necesaria, como se indicará más adelante en la hoja de ruta y se propondrá en los protocolos.

Con todo, de estos resultados, emerge la necesidad que el GORE pueda actuar como coordinador de las distintas instancias, facilitando la participación local, evitando redundancia y fortaleciendo los vínculos de investigación entre la red existente en la Región y la Macrozona Norte (donde la institucionalidad de los datos juega un rol relevante, como se volverá a mencionar en el siguiente tema).

### 5.4. Tema Sistema de Innovación y Gestión de Datos

En este tema no solo son desafíos para el Sistema de Innovación Regional, sino que además se profundiza sobre la gobernanza de los datos bajo el sistema. En primer lugar, se trata de las condiciones habilitantes que han generado las iniciativas, sus dificultades, para luego explorar como se están gestionando los datos generados y utilizados por las iniciativas.

#### 5.4.1. Condiciones habilitantes

La pregunta fue respondida por 28 investigadores, de los 35 que completó la encuesta. Su exposición indica una variedad de condiciones habilitantes (condiciones que habilitan la escalabilidad y replicabilidad del resultado, fortaleciendo el Sistema de Innovación Regional para promover las innovaciones) que fueron mejoradas por las iniciativas, que van desde el uso de sistemas de cómputo para la toma de decisiones, hasta la integración de los usuarios de organizaciones de agua, pasando por toda la cadena de investigación y desarrollo en torno al agua. Cada vez se tiene más conciencia que los escenarios de producción deben ser revisados bajo la escasez hídrica, entendiendo que la severidad

puede variar año a año, más que seguir pensando que es solo una larga sequía. A continuación, se presentan las condiciones habilitantes expuestas por los investigadores.

1. En los umbrales de la revolución industrial 4.0 o digital, donde la adecuación con el manejo de datos y su lectura se tornan indispensables, las iniciativas que han promovido el uso de los resultados de modelos predictivos han avanzado mucho más allá de la brecha digital que aún existe entre los usuarios de organizaciones de agua. Por un lado, se torna necesaria la generación y recopilación de datos para mejorar la estimación de los modelos, como se discute en el siguiente punto de este tema. Por otro, educa al usuario para usar la información que estas técnicas generan, apoyando la toma de decisiones productivas y/o la planificación de obras. Si bien el uso de modelos no es algo nuevo, la capacidad de gestionar datos (no solo por su mayor volumen, sino además el procesamiento de modelos complejos, que no solo consideran las prestaciones o medidas de clima, sino además las dimensiones geográficas y de infraestructura) y de procesarlos, ha facilitado su uso en dispositivos que estén al alcance de los usuarios en dispositivos móviles o unidades de procesamiento en las sedes de las organizaciones. En este aspecto se presentan dos desafíos, por un lado, disminuir la brecha digital de acceso a internet y por otro, potenciar el desarrollo de tecnología que use la internet de las cosas (o IoT, en inglés) para mejorar las instancias de medida automatizada o de programación de compuertas a la distancia para distribuir el agua entre los usuarios.

2. Ante la prolongación de los déficits hídricos que presenta la Región, la investigación sobre manejo productivo que reduzca el uso del agua de especies comercializables es importante para mejorar el conocimiento de técnicas sobre manejo del agua y de especies con oportunidades comerciales que mejoren la competitividad de los productores locales. En ese sentido, por ejemplo, conocer el desempeño de las plantas frutales ante diferentes escenarios de riego es fundamental para poder proyectar el negocio agrícola en un escenario de cambio climático. Conocer y proyectar los posibles escenarios ante eventos de sequía a nivel de campo permite reducir la incertidumbre en la toma de decisiones.

3. Desde la perspectiva de aumentar la disponibilidad de agua, la investigación y desarrollo relacionada con el manejo y uso de agua de reúso en agricultura permite analizar a nivel regional el potencial completo de reúso de aguas residuales tanto para el nivel urbano como rural, donde el caso de los APR es estratégico. Lo que no solo genera conocimiento para mejorar la calidad del agua utilizada, sea para producción o consumo humano, sino también determinar estándares que se acojan a las normas sanitarias, donde la definición de un estándar podrá separar las inversiones orientadas a fines productivos de las de consumo humano, aumentando la eficiencia y eficacia del uso recursos FIC. En este ámbito también se debe resaltar el conocimiento que genera las experiencias de plantas desaladoras que funcionan con fuentes de energía renovables, como la fotovoltaica, ya que se transforman en alternativas de aumento de disponibilidad de agua en zonas extremas con acceso a mar, en potenciales usos que aún no somos capaces de entender, pero que tienen posibilidad de escala y son sustentables en relación con el uso de energía libre de emisiones.

4. Por el lado de potenciar el uso de Obras de Conservación de Suelo y Agua (OCAS) en el sector de secano de la Región de Coquimbo, la iniciativa FIC han mejorado las condiciones físicas e hídricas del suelo, mejorando los paramentos hídricos relacionados con la capacidad de retención de aguay posibilitando un mejor rendimiento en la producción vegetal. En ese sentido, el uso de colectores no solo permite diversificar la producción vegetal, sino además recuperar la capacidad productiva del recurso suelo. Este tipo de obras tiene el potencial de mejorar las condiciones de competitividad, ya que, a nivel nacional, la Región de Coquimbo es una de las más afectadas por la desertificación y erosión de suelos. En ese sentido, es importante resaltar que las comunidades agrícolas y pequeños agricultores que viven en torno a la agricultura familiar campesina de la Región, son los principales beneficiados.

5. Otra de las condiciones habilitantes que se han generado por las iniciativas, son los vínculos entre usuarios de organizaciones de agua y los investigadores. Lo que permite mejorar la detección de las necesidades prácticas que se necesitan resolver para aumentar la competitividad local. Aun cuando, como se verá en la siguiente sección, esto sigue siendo uno de los principales problemas dentro del Sistema de Innovación Regional.

6. Por último, se destaca que las iniciativas ha permito fortalecer las relaciones con investigadores internacionales, explorando técnicas de producción integradas que se basan en los principios de la economía circular. Por ejemplo, el caso de los polímeros algales para mejorar el manejo del agua en la producción agrícola que se elaboran a partir de macroalgas que son un problema ambiental y el caso de la producción integrada de hortalizas y acuicultura.

Con todo y como será profundizado en la hoja de ruta, se puede indicar que las iniciativas han generados condiciones habilitantes e incluso estratégicas, en el sentido de los modelos y el instrumental. También se debe destacar el conocimiento generado en torno a la producción agrícola, tanto en el manejo del agua como de las especies de con potencial comercial que se pueden adecuar mejor a los escenarios de escasez hídrica. Y quizás lo más importante, está posibilitando un primer acercamiento entre la generación de conocimiento local con los usuarios y productores que demandan tecnologías en el territorio. Esto presenta una buena oportunidad para el GORE, en relación con el diseño arreglos institucionales o potenciar lo que ya existen, para que se facilite el planteamiento de las necesidades territoriales con la oferta de conocimiento de los centros de investigación locales, bajo una planificación Regional de sus cuencas.

### 5.4.2. Dificultades para el desarrollo de las iniciativas

La pregunta fue respondida 28 investigadores, de los 35 que completó la encuesta. Su exposición indica una variedad de condiciones que afectan el uso y/o el desarrollo de los resultados alcanzados por las iniciativas. Si bien se ha avanzado, tal vez la velocidad y las posibilidades no han ido tan rápido como las necesidades que aparecen en la medida que se habilitan condiciones y que superan las viejas dependencias, como la lentitud del proceso de descentralización nacional para aumentar la autonomía de las decisiones regionales.

Quizás la mayor dificultad, derivada de lo anterior, se debe qua que la velocidad de generación de capacidades locales, principalmente en lo que respecta generación de conocimiento y obras de infraestructura, no ha tenido el ritmo necesario para potenciar el Sistema de Innovación Regional, en general. Como tampoco, la formación de capital humano especializado en recursos hídricos.

Con relación a lo anterior, las autoridades presentan dificultades para coordinar las instancias de fomento de acuerdo con la cadena de valor del proceso de investigación y desarrollo, lo que puede dificultar que los distintos esfuerzos realizados no se materializan en la innovación. Una de las principales dificultades para esto se debe a la centralización que aun presentan las Estrategias de Innovación Regional, lo que reduce la flexibilidad necesaria para actualizar la orientación del fomento en acciones que promuevan la competitividad regional, de acuerdo con cambios territoriales que puede diferir de la realidad de otras regiones del país.

Aun cuando estos dos puntos se tratan con mayor detalle en la hoja de ruta, se insiste en que las autoridades regionales vinculadas con la investigación y desarrollo y la promoción de la innovación y competitividad, deben tener la información y potestad necesaria para coordinar los instrumentos disponibles para las distintas etapas de fomento (investigación básica, desarrollo de prototipos, innovación), evitando que la temporalidad de los alcances de las iniciativas (diseño experimental, piloto y comercial) y la disponibilidad de recursos, frustren potenciales innovaciones por motivos administrativos.

En consideración con lo anterior, a continuación, se presentan algunas dificultades específicas presentadas por los investigadores para el desarrollo de las iniciativas generadas.

1. La temporalidad del financiamiento de la iniciativa es presentada como uno de los problemas más importantes del instrumento FIC. Debido a que las especificidades de algunas investigaciones, principalmente de manejo agrícola, necesita más de dos temporadas (a lo menos 36 meses) para poder determinar un resultado. Como se propone en la hoja de ruta, la orientación de la temporalidad de los recursos puede estar asociada al alcance, de acuerdo con el tipo de producto y el ciclo de generación de datos que permitan un resultado concluyente. Además de un proceso de continuidad que sea consistente con las opciones de fomento con que se cuenta a lo largo del Sistema de Innovación Regional, si se lleva en consideración que los recursos FIC son parte de un paquete más amplio de fomento para la innovación. En el caso que el fomento para la innovación es solo el recurso FIC, la autoridad regional debería diseñar una estrategia que permita coordinar los distintos alcances del proceso de investigación y desarrollo, por tipo de resultado y área temática de recursos hídricos, permitiendo la continuidad en base a criterios de avance y progresión en la cadena de valor de la innovación (con el objetivo de promover la competitividad y fortalecer las ventajas comparativascomo lo indican Hansen y Birkinshaw (2007) en su artículo de la *Harvard Business Review*, titulado "*Theinnovationvaluechain*").

2. La falta de capital humano avanzado en temas hídricos también se coloca como una dificultad para el desarrollo de las iniciativas. No solo por la formación para la investigación y desarrollo de tecnologías específicas, sino también para poder realizar la transferencia técnica con los usuarios. En el primer caso, se identifica un déficit en la capacidad de recolección de datos para poder abastecer a los modelos que apoyan las decisiones. Esto se puede deber al costo asociado para implementar instrumentos de medidas y la dificultad en su operación. Lo que se presenta como una oportunidad para el desarrollo de esta línea temática, dado los múltiples beneficios que genera la posibilidad de generar datos de calidad. En el segundo caso, se trata de formación específica de profesionales para operar en escenarios de escasez hídrica, no solo a nivel del predio, sino también con una perspectiva de la cuenca, velando por el uso sustentable del agua y la preservación de los recursos. Esto no solo permite una mejor orientación sino más capacidad para realizar estudios de factibilidad que consideren la escasez hídrica como una de sus variables, proponiendo escenarios que se ajusten mejor a la realidad del territorio y la localidad. Como, por ejemplo, las aguas subterráneas y las nuevas fuentes de disponibilidad, sea por reúso o por depuración.

   En esta línea, pero por otra arista, como se explica con más detalle en la sección de las entrevistas, el déficit de capital humano se ha suplido con la participación de investigadores contratados para la ejecución de las iniciativas. Que por el lado de las autoridades es visto como un incentivo negativo, porque incentivar a los investigadores que no son parte de la planta formal de los centros a proponer iniciativas como un medio sustento, más que como una respuesta a las necesidades de la comunidad para mejorar su competitividad. Si bien, bajo distintas perspectivas, ambas miradas tienen puntos que son válidos, esta diferencia debería ser abordada por la autoridad para garantizar la mantención del capital humano especializado dentro de criterios de la administración pública que cumplan los objetivos de las iniciativas FIC. Como por ejemplo, limitar los tiempos de contratación o generar un directorio de investigadores especializados en la Región de donde las iniciativas seleccionadas puedan contratar bajo los criterios de eficiencia de la administración pública a investigadores calificados, que no sean de su planta.

   Aun en el mismo tema, pero desde la perspectiva de los usuarios de agua, el fortalecimiento de los conocimientos especializados para la gestión del agua se debe llevar a cabo por facilitadores y escuelas técnicas. Esto no solo, aumenta la posibilidad de que el conocimiento creado sea utilizado, sino que también capacita a los usuarios en el uso instrumental requerido para mejorar la toma de decisiones. Como también permite introducir dentro de los planes de estudio y capacitación de la formación técnica productiva los conocimientos de manejo en escenario de escasez hídrica.

3. Desde el punto de vista de la selección de las iniciativas, se indica que sería deseable que se generara un comité asesor del CORE, formado por autoridades con capacidades técnicas en materia de recursos hídricos, que permita aportar al consejo en la planificación de medio y largo plazo, buscando que los ajustes del rumbo deseados por las autoridades electas se alienen de la mejor forma a la planificación que se ha ido desarrollando y construyendo a lo largo del tiempo.

4. Entre los factores exógenos se indica la falta de una política hídrica a nivel país y regional para el reúso de aguas residuales tratadas y el fortalecimiento de las organizaciones de usuarios de agua subterránea. El contexto constitucional que comenzará abre un espacio para que los usuarios del agua puedan internalizar los costos de su uso, y así, financiar la investigación y desarrollo junto con la preservación y el uso adecuado del recurso, lo que debería ser monitoreado por las autoridades locales con el objetivo de asegurar la disponibilidad del consumo, potenciar la competitividad productiva y preservar la sustentabilidad del recurso.

### 5.4.3. Dificultades para promover la innovación a partir del I+D

Esta respuesta solo fue respondida por 16 investigadores. Entre las mayores dificultades se menciona la falta de líneas de financiamiento que provean la continuidad de iniciativas satisfactorias, bien recibidas por los usuarios del territorio y que presenten factibilidad técnica-ambiental y económica para ser escaladas. Le sigue en orden de importancia, según la declaración de los investigadores, la falta de instrumentos que permitan tiempos de ejecución mayores, puesto que los plazos de ejecución efectiva no permiten la promoción del I+D+i.

En esta línea también se menciona que existe una falta de instrumentos que permitan conectar el I+D+i con el fomento productivo en los esfuerzos públicos. Lo que se complementa con la declaración de que falta coordinación entre los órganos que otorgan el financiamiento y las agencias que verifican la ejecución, para potenciar el I+D+i.

Lo que ya fue mencionado arriba y se vuelve a tratar en la hoja de ruta, es el problema de los plazos de los recursos FIC y algunas actividades de investigación, además de la falta de coordinación entre instrumentos o alcances, para poder dar continuidad a resultados que han sido bien recibidos por la comunidad y presentan buenas perspectivas de escalabilidad en el territorio. Estos temas serán tratados con mayor profundidad en la hoja de ruta.

Por último, se les pidió a los investigadores que jerarquizaran los motivos que mejor reflejan su satisfacción con la iniciativa en relación con los resultados alcanzados, de uno a cuatro, donde uno es el principal motivo.

**Cuadro 18: Motivos de satisfacción de los resultados alcanzados**

| Motivos | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Los resultados alcanzados por la iniciativa se han posicionado en el territorio | 11 | 6 | 4 | 3 |
| Los resultados alcanzados por la iniciativa concretaron la posibilidad de escalabilidad | 7 | 8 | 9 | 4 |
| Los resultados alcanzados por la iniciativa ya están mostrando algunos impactos (económicos, sociales y/o ambientales) | 5 | 7 | 10 | 3 |
| Los resultados alcanzados por la iniciativa han permitido fomentar redes regionales, nacionales e internacionales | 3 | 4 | 5 | 15 |

El motivo que tuvo más satisfacción fue el posicionamiento del territorio y el que menos motivos de satisfacción produjo, frente a las alternativas presentadas, fue el fomento de redes. La posibilidad de escalabilidad y los impactos económicos están entre las alternativas anteriores.

Lo interesante del resultado es que, al menos de la perspectiva de los investigadores, lo más importante es que el resultado se posicione en el territorio, lo que es una condición habilitante para promover la competitividad.

### 5.4.4. Gobernanza de datos

Una de las sugerencias para esta evaluación fue introducir el tema de gobernanza de datos debido a la importancia que presentan en la economía digital.

El primer aspecto que se levantó fue la fuente de datos utilizadas para desarrollar la iniciativa. Para 28 de las 35 iniciativas que está bajo evaluación se respondió esta pregunta. Lo interesante es que, en la mayoría de las iniciativas, 25 de las 28, se generaron datos que no existían, siendo que en 12, poco menos de la mitad, no se usaron datos secundarios para desarrollar las iniciativas. Lo que responde a una de las dificultades indicadas con relación a la falta de datos. Si bien son creados datos, aun se debe potenciar su generación para alimentar modelos y calibrar instrumentos de medidas.

Pero de la perspectiva de la gobernanza de los datos existen dos dimensiones que se consideran importantes, el almacenamiento (y la seguridad con que los datos son guardados) y la accesibilidad.

En la primera perspectiva es alarmante que, en 18 iniciativas, independiente de la accesibilidad de la información, sólo está almacenada en papel y que apenas en 11 iniciativas se usan alternativas digitales. Al contrastar el respaldo del almacenamiento de los datos, en 23 iniciativas se usaron sistemas o procesos locales y en 9 de esas se usaron dispositivos externos de la organización. Sólo en 6 iniciativas se usaron servicios de almacenamiento en la nube, sistemas que por protocolos cuentan con altos estándares de seguridad.
Si lo anterior se complementa con el procesamiento de los datos digitalizados y la transferencia de los datos utilizados durante la iniciativa, se evidencia el alto riesgo que existe en esta dimensión del Sistema de Innovación Regional, en relación con la gestión de los datos. Es alarmante que en 26 iniciativas hayan sido digitalizadas en papel, siendo que solo en 12 de ellas algunos datos fueron escritos en planillas de cálculo. Sólo 3 iniciativas realizaron un respaldo de los datos en formatos de manejo de datos.

**Cuadro 19. Fuente de los datos utilizados para desarrollar la iniciativa**

| | GORE | FIA |
|---|---|---|
| **La iniciativa generó datos primarios** | **8** | **4** |
| Estudios | 1 | 1 |
| Manejo productivo | 4 | 3 |
| Instrumentos de medición | 3 | |
| **La iniciativa utilizó datos primarios y secundarios** | **12** | **2** |

| | | |
|---|---|---|
| Estudio | 4 | |
| Manejo productivo | 2 | 1 |
| Modelos predictivos | 5 | 1 |
| Instrumentos de medición | 1 | |
| **La iniciativa utilizó datos secundarios** | **2** | **1** |
| Estudios | 1 | |
| Manejo productivo | 1 | |
| Modelos predictivos | 1 | 1 |
| **Total** | **22** | **7** |

Es importante resaltar que, aunque hay un esfuerzo en la digitalización de los procesos administrativos del GORE, aún queda pendiente establecer una gobernanza que permita resguardar la seguridad del almacenamiento y el acceso a los datos.

### 5.5. Tema Evidencia de impactos

Esta sección depende del contraste de los productores, quienes declaran efectivamente el uso de los resultados. Ante las dificultades para relevar esos datos, como se mencionó al inicio de esta sección, se presenta la descripción de las respuestas de forma general, presumiendo que existen evidencias de generación de impactos. Recomendaciones para fortalecer estas medidas se indican en los protocolos metodológicos, donde se presentarán los indicadores que se buscó levantar en este estudio de forma que se cuenten con datos, que permitan aplicar diferentes metodologías de evaluación, de acuerdo con los objetivos de análisis.

Es interesante notar en el Cuadro 20, que está en la siguiente página, que aun cuando no ha pasado mucho tiempo para la mayoría de las iniciativas bajo evaluación, los principales impactos se comienzan a observar en las dimensiones productivas y sociales. Se observan menos impactos en la dimensión ambiental, lo que además se ve afectado por la severidad del avance de los efectos del cambio climático, aun cuando se han realizados esfuerzos.

En el caso de los impactos productivos se destacó las mejoras de la rentabilidad. En el caso del impacto social es la disponibilidad de agua para la producción. Para el medio ambiente se destaca el volumen de agua tratada.

**Cuadro 20: Impactos que se comienzan a observar**

| Impactos observados según tipo de resultado | Productivo | Social | Ambiental |
|---|---|---|---|
| **Se observaron impactos** | **13** | **14** | **7** |
| Estudios | 1 | 1 | 1 |
| Manejo productivo | 7 | 5 | 3 |
| Modelos predictivos | 2 | 4 | 1 |
| Instrumentos de medición | 3 | 4 | 2 |
| **No se observan impactos** | **10** | **11** | **17** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Estudio | 3 | 4 | 5 |
| Manejo productivo | 3 | 5 | 7 |
| Modelos predictivos | 3 | 2 | 3 |
| Instrumentos de medición | 1 | | 2 |
| **No se aplica a la iniciativa** | **6** | **4** | **5** |
| Estudios | 3 | 2 | 1 |
| Manejo productivo | 2 | 1 | 1 |
| Modelos predictivos | 1 | 1 | 3 |
| Instrumentos de medición | | | |
| **Total** | **29** | **29** | **29** |

Algunos de estos indicadores fueron declarados en la entrevista mantenida con los líderes de organizaciones de usuarios de agua, lo que indicaría que habría evidencia de impacto de las iniciativas. En la siguiente sección de las entrevistas, se apuntarán los impactos declarados por los entrevistados.

Se recomienda introducir estos indicadores en el protocolo metodológico para poder hacer un seguimiento de los impactos declarados en este estudio. Sin perjuicio que otros indicadores puedan ser propuestos por los especialistas regionales para catar los impactos de las iniciativas.

### 5.6. Tema Producción Académica y Científica

En relación con la producción académica y científica, los resultados alcanzados por las iniciativas han generado resultados.

**Cuadro 21: Producción Académica y Científica por tipo de publicación**

| Tipo de Publicaciones | Número |
|---|---|
| **Producción Académica** | **82** |
| Número de Tesis / memorias de formación profesional. | 21 |
| Número de Tesis de Magíster. | 19 |
| Número de Tesis de Doctorado | 20 |
| Número de profesionales con formación superior en recursos hídricos. | 22 |
| **Producción Científica** | **164** |
| Número de Trabajos presentados en eventos nacionales/internacionales. | 44 |
| Número de Publicaciones en revistas indexadas. | 22 |
| Número de Capítulos de libros. | 20 |
| Número de Libros. | 18 |
| Número de Manuales técnicos-operacionales. | 25 |
| Número de Mapas os similares. | 20 |
| Número de citaciones de la producción científica resultante de las inversiones. | 15 |

## 5.7. Entrevistas

Las entrevistas buscaron levantar la opinión de los actores relevantes en el ámbito de recurso hídrico, no solo del ámbito regional, sino también del ámbito de la Macrozona Norte y nacional, tanto del punto de vista de los gestores públicos, investigadores y directivos de organizaciones de agua.

Las entrevistas relevaron la visión de los actores sobre los resultados e impacto de los recursos FIC-R en el fomento de iniciativas orientadas a la investigación y desarrollo que promueva la innovación en Recursos Hídricos para la Región de Coquimbo y en la Macrozona Norte. Abarcando actores de todas las institucionalidades que pueden gestionar este recurso regional, de acuerdo con la ley presupuestaria. Reuniendo la visión de actores de los Gobiernos Regionales y las agencias de fomento, como la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (actualmente ANID). Como también de los actores que coordinan y utilizan los resultados generados por las iniciativas, como investigadores y organizaciones de usuarios de agua. Con todo, se generó un relato que permite dar cuenta de los resultados e impactos en el territorio, a lo largo de la Macrozona Norte y en particular en la Región de Coquimbo, y las miradas en el corto, mediano y largo plazo en un escenario de cambio climático. La experiencia compartida por los profesionales permite comprender mejor los resultados obtenidos por los investigadores además de tener un panorama informado sobre cómo afrontar distintos escenarios de crisis hídrica, que afecta a la población urbana y rural, usos productivos y usos recreacionales o de ocio.

La guía de las entrevistas contó con el apoyo de FIA y GORE Coquimbo, lo que permitió adecuar las particularidades requeridas por el estudio, además de orientar cuestiones específicas que se requieren relevar como recomendaciones para construir la hoja de ruta en I+D+i en Recursos Hídricos de la Región de Coquimbo, de forma participativa.

Los resultados de las entrevistas, luego del perfil de los actores, se presenta de acuerdo con cómo se plantea la conversación con ellos. Después de una breve introducción de los entrevistados y una pregunta general que permitió localizarlos en el ámbito de la conversación, se preguntó sobre el presupuesto regional destinado al I+D+i, en general y, luego en particular orientado a recursos hídricos. Luego se abordaron las dificultades para potenciar la I+D+i y las brechas existentes en materias de recursos hídricos ante los escenarios de crisis hídrica para la promoción de la competitividad. Por último, y a partir de la experiencia personal del actor entrevistado, se solicitó sus recomendaciones profesionales para reducir las brechas existentes y medidas para superar las dificultades que se enfrentan.

### 5.7.1. Perfil de entrevistados

De los 28 entrevistados, 8 eran de sexo femenino y 19 del sexo masculino. 7 de los entrevistados son de gobiernos regionales de la Macrozona Norte, 5 Investigadores, 5 funcionarios de FIA, 8 funcionarios de gobierno (secretarías regionales, DGA) y 2 de instituciones privadas.

Se consideraron como actores claves de la Macrozona Norte a profesionales de los gobiernos regionales, consejeros regionales, directivos de FIA – CORFO - ANID y de otros organismos, entre los cuales está Fundación Chile, Seremis de Agricultura y Dirección General de Aguas (DGA).

### 5.7.2. Presupuesto en I+D+i y medios de adjudicación

No todos los actores del ámbito del I+D+i manejan los presupuestos regionales asignados a las partidas FIC-R, aunque todos tienen una idea de la magnitud. Quienes manejan información más detallada acerca del presupuesto son los actores que pertenecen a los gobiernos regionales. En el caso de Coquimbo, se indica que el presupuesto para I+D+i bordea entre $3.900 MM a $4.000 MM, de los cuales quedan disponibles entre $1.000 MM a $1.500 anualmente. Esto quiere decir que, del total presupuestado para la Región en el erario nacional, al considerar los plazos de los concursos y otros compromisos que están vigentes o que se arrastran, se puede planificar la disponibilidad esperada para un ejercicio futuro de acuerdo con los vencimientos del ejercicio presupuestario vigente.

Entre los entrevistados que conocen el erario regional de I+D+i, cuando se les pide información sobre el presupuesto específico que es asignado en recursos hídricos, se indica que no existen. Observan que la orientación que pueden tomar la asignación de los recursos depende de la ERI y de condiciones específicas. Como los recursos FIC-R son la única partida disponible para promover el I+D+i con que cuenta la Región, sus autoridades, representadas por las distintas etapas decisorias, deben velar por orientar sus usos a través de los temas estratégicos para el desarrollo de la Región, tanto productivo, como social y ambiental.

No obstante, siendo el recurso hídrico un tema importante en el ámbito del desarrollo productivo de la Región, se ha observado que en el periodo investigado se han asignado entre 50% y 75% en líneas temáticas afines. Destacan que, el año 2015 fue un caso especial, porque debido a las severas sequías enfrentada en 2013 y 2014, el 100% de los recursos FIC-R disponibles fue asignado para concursos (23) y otros compromisos relacionado con líneas temáticas afines a los recursos hídricos. Notan que fue tan severo el impacto productivo y el interés político generado que, entre 2015 y 2016 se llegó a colocar alrededor de $7.000 MM en líneas temáticas afines a recursos hídricos.

El principal instrumento para adjudicación de los recursos FIC-R son los concursos FIC. El proceso demora entre 8 a 12 meses, contada la postulación. Los concursos adjudicados tienen un plazo de 24 meses para ser ejecutados (lo que implica un arrastre bianual por concurso). Le siguen los recursos que se ejecutan a través de la Corporación para el Desarrollo Regional (de acuerdo con las directrices presupuestarias del GORE) y las asignaciones directas para materias urgentes para atender las comunidades y el desarrollo productivo, como se destaca la corporación para APR.

### 5.7.3. Dificultades y brechas

Los entrevistados de los gobiernos regionales indican que aún se observan dificultad para transferir los conocimientos generados, desde las universidades o centros de investigación, a los agricultores y a las pymes. Esto ha abierto una discusión sobre cómo dar mayor valoración, en los criterios de adjudicación, para iniciativas que incorporan programa de transferencias bien documentados.

Incluso cuando las iniciativas cuentan con procesos de transferencia a los usuarios bien documentados, solo algunas iniciativas quedan habilitadas para transferir sus resultados una vez terminada su ejecución, debido a que su desarrollo no consigue estar biológicamente finalizado. Lo que genera una dualidad, aun cuando el resultado esperado es alcanzado y promisorio, existen casos donde la naturaleza del resultado necesita de un plazo biológico mayor que el plazo administrativo de la iniciativa, poniendo en riesgo que los resultados sean transferidos satisfactoriamente. En ese sentido, algunos actores indican que debería existir algún criterio de escalabilidad para poder promover las iniciativas con resultados promisores para un segundo financiamiento.

Al respecto de los problemas en la transferencia, los investigadores entrevistados mencionan que existe una brecha cultural a la adopción de resultados que impliquen el cambio de algunos paradigmas consuetudinarios en las costumbres del agricultor. Lo que lleva a una cierta a la adopción de nuevas tecnologías que aumentan la eficiencia del recurso hídrico. Lo que implica que la transferencia no solo es técnica, sino además, cultural. Introduciendo exigencias adicionales (que muchas veces no se pueden cubrir debido a los tiempos y la necesidad de publicar los resultados, debido al proceso de inducción que implica la trasmisión de los beneficios de las técnicas ofrecidas para mejorar la producción) en términos de la preservación del medio natural y la calidad del producto producido (lo que permite alcanzar mejores precios), lo que muchas veces pueden significar una leve caída de los rendimientos.

Otro motivo de la desalineación entre la generación del conocimiento y las necesidades en el territorio está en la presión que presentan algunos centros de investigación por captar recursos de los sistemas de fomento para su subsistencia, sin distinguir sus fines. Esto lleva a que iniciativas que pudieron ser interesantes para los objetivos regionales, muchas veces no se persevera porque dejan de ser de interés del centro, sea por la capacidad de mantener al equipo de investigación, o porque la adjudicación solo respondió al objetivo de la captación para crear conocimiento. En esa línea, se indica que es sumamente importante que el Sistema de Innovación Regional genere los espacios e incentivos adecuados para potenciar el rol de los centros de investigación como actores que den respuesta a problemáticas prácticas en ámbitos de los recursos hídricos. Problemáticas diversas que van desde mejoras productivas, beneficios sociales y/o preservación del medio ambiente. Entre los incentivos adecuados, se menciona una coordinación clara de los distintos instrumentos de fomento. Pues, no hay nada de malo que un centro de investigación quiera captar recursos para generar conocimiento, ya que es su misión, pero para los distintos alcances de esa producción existen distintos instrumentos, como, por ejemplo, instrumentos para generar ciencia básica. Esa falta de coordinación y la excesiva presión por la captación de fomento público por parte de las orientaciones de los centros de investigación, lleva a que se generen problemas de asignación.

De lo anterior se deriva un problema de formación de capital humano que es importante destacar. Entre las presiones de los centros de investigación, públicos, tradicionales y/o privados, en la captación de recursos para investigar está en la necesidad de crear y mantener equipos de investigación. Esto afecta porque en la búsqueda para reducir que estos incentivos distorsionen los lineamientos estratégicos para la innovación regional, los gestores acaban introduciendo reglas operativas que se contradicen con el proceso de investigación y desarrollo. Si bien es importante reducir las dependencias, reduciendo los incentivos para que los centros elaboren estrategias de captación sin responder a los problemas prácticos que estos recursos buscan atender para promover la innovación y la competitividad, también se debe buscar la coordinación de instrumentos o instancias que permitan formar capital humano especializado. En algunos aspectos, si bien este tipo de fomento ha promovido el fortalecimiento de centros especializados en recursos hídricos, se podría destinar dentro del mismo recurso, a través de otro instrumento, o criterios dentro de las bases (cumpliendo los requisitos de la administración pública), espacios para que los centros puedan seguir fortaleciendo su capital humano. Esto, finalmente, permite que exista mayor potencialidad para innovar en temas de recursos hídricos.

Entre los productores a los que se pudo tener acceso, mencionaron que sus condiciones productivas mejoraron debido a los resultados alcanzados por las iniciativas FIC. No obstante, una vez que termina la iniciativa se generan dos problemas. No son capaces de solventar los costos asociados a la tecnología y no tienen los conocimientos adecuados que les permita alcanzar mejores perspectivas comerciales para los nuevos productos generados o por el aumento en el volumen de producción. Por un lado, indican que falta una coordinación con otras instancias de fomento en los casos en que la estructura productiva de los agricultores campesinos no les permite generar las condiciones económicas necesarias para invertir en las nuevas técnicas donde, por ejemplo, INDAP podría jugar un rol protagónico. Por otro, una vez que se resolvió el problema de la producción, se presenta el segundo problema, la falta de conocimiento comercial desde la introducción hasta el marketing. Lo que también revela el problema de la coordinación de instrumentos de fomento que atiendan a etapas específicas dentro de la cadena de valor de la innovación.

En relación con los plazos máximos, otra brecha que se menciona recurrentemente es la falta de instancias que permitan la extensión de las iniciativas, sea para desarrollar un ciclo completo del resultado o para poder continuar con su escalabilidad, cuando su resultado fue satisfactorio y bien recibido por los usuarios. En ese sentido, los impactos esperados tendrían mayor alcance del que se observa actualmente. Incluso, llama la atención que muchos de ellos presentan un alto riesgo de no alcanzar ningún impacto, ya que se pierden los tiempos de implementación y escalabilidad.

Con relación a la falta de coordinación o de articulación de instrumentos de fomento, se menciona que los resultados de muchas iniciativas no se escalan o no se continúa en el alcance comercial, por ejemplo, con instrumentos que apoyen los emprendimientos. En ese sentido, un directorio de soluciones creadas, con una debida difusión de las líneas de interés del gobierno regional, se considera necesario. Esto permite aumentar la rentabilidad de los recursos invertidos en instancias de fomento anteriores.

Una de las soluciones al problema de la continuidad de las iniciativas a otros alcances, desde el punto de vista de los entrevistados, es construir un puente entre los distintos actores que actúan en la ejecución

de las iniciativas y las instituciones gubernamentales, de manera que sea posible los espacios de complemento y sinergias, aumentando la rentabilidad de los recursos públicos. Pero advierten, algunos entrevistados, que para facilitar ese proceso de cambio del alcance se debe tener en consideración que el producto final de los proyectos sea un "producto vivo", lo que se traduce en un producto que no necesite de transformación para utilizarlo en una instancia de escalamiento y/o introducción en los mercados.
Una de las brechas que mencionan los investigadores es la falta de información, datos, de los recursos hídricos en la Región. Esa brecha se hace critica a nivel de subcuenca. Esta falta de información objetiva, a partir de un registro de series de datos, lleva a que se generen conflictos entre los actores con relación a la percepción de la situación hídrica de cada uno. La divergencia de esas percepciones muchas veces se basa en opiniones políticas, dificultando la coordinación de acciones efectivas. En ese sentido, existe una deuda pendiente con relación a fortalecer unidades de medida y toma de datos de calidad, con el alcance y la cobertura que permiten hoy las tecnologías de la información.

La falta de información sobre la realidad hídrica también lleva a la descoordinación, reduciendo los incentivos a la vinculación con la realidad hídrica del territorio y la necesidad de actuar en forma colectiva. En el caso particular de aguas subterráneas, la dificultad de organizarse y realizar una gestión colectiva se debe a que no existe una vinculación que forme la percepción de comunidad por parte de los usuarios. A diferencia de lo que ocurre con el agua superficial, en donde la información sobre la realidad hídrica existente permite que se genere una vinculación de comunidad. Como, por ejemplo, en torno a la infraestructura compartida.

También se aborda la falta de conocimiento en las instancias de fomento público. Por un lado, no existen instancias de difusión que informen bien a las comunidades en cómo buscar apoyos para resolver sus problemas productivos, sociales o ambientales, lo que facilita la acción de centros como promotores de iniciativas. Por otro lado, si conocen instancias de fomentos, la dificultad de los procesos de postulación o la falta de capacitación para entender cómo se deben llevar a cabo los procedimientos de postulación a los concursos públicos, producen que los potenciales usuarios desconsideren esas alternativas, aun cuando las necesiten. Esta es otra deuda pendiente del FIC y, en general, de todo el sistema de fomento. Existe una baja comprensión de cómo se articulan los sistemas de innovación regional y menos en cómo las instancias de apoyo y fomento que este ofrecen pueden ayudar a resolver los problemas en el territorio, a nivel local.

Esta falta de difusión no solo es a nivel local, también se menciona que los lineamientos no se trasmiten en demandas claras que indiquen cuales son los impactos esperados por las iniciativas. Hay deficiencias en la facultad para trasmitir la importancia de cuáles son los impactos que se buscan con un modelo integral del agua, como lo es el manejo de cuencas, investigación primordial para lograr un desarrollo sustentable de recurso hídrico en las regiones, bajo una perspectiva de la Macrozona Norte.

Por último, es importante mencionar un consenso general entre los actores entrevistados de que no existe una visión integral en torno a una gestión integral alrededor de la cuenca para enfrentar los desafíos entorno a los recursos hídricos en la Macrozona Norte. Para poder transmitir este cambio de visón, no solo se requiere coordinación de todas las instancias operativas dentro del Sistema de

Innovación, que tenga como eje central el agua, tanto como recurso hídrico como elemento del sustento humano, sino, además, la voluntad política que lidere una visión estratégica de lo que se busca alcanzar a largo plazo. Si bien las grandes cruzadas internacionales como el acuerdo de Paris o la COP25 son algunas directrices, la necesidad es bajar estos objetivos a una realidad local e integrarlo de forma práctica a través de la operacionalización de estrategias que se articulen dentro del Sistema de Innovación Regional.

### 5.7.4. Recomendaciones ofrecidas por los entrevistados para superar las brechas

Para mejorar la sincronía de los instrumentos de fomento que promueven el I+D+i en recursos hídricos, se recomienda implementar una mesa hídrica en complemento con una comisión permanente de recursos hídricos del Consejo Regional. Esto favorecerá, no sólo la visión convencional sobre el recurso, sino también la búsqueda de nuevas fuentes de recursos hídricos para la agricultura y la zona urbana, además de fomentar fuertemente la educación sobre todo en el buen uso de estos en tiempos de pandemia.

Desde la perspectiva de la investigación, se recomiendan que se debe crear una nueva institución pública cómo un Instituto del Agua o un consorcio entre los centros que ya existen, para favorecer la formación de capital humano especializado y orientarse a líneas específicas de investigación. Indican que, si esta institucionalidad está bajo el alero del Estado, es necesario que esté vinculado a algún programa de gobierno.

Por su parte, los entrevistados del sector privado mencionan que es necesario que exista una hoja de ruta clara y práctica, para que el fomento al I+D+i genere los efectos multiplicadores esperados en la competitividad. En casi la totalidad de los casos se indicó que la perspectiva de la hoja de ruta debía velar por una gestión integral de las cuencas, más que una gestión basada en decisiones administrativas, lo que implica un gran desafío.

Una base fundamental, que no puede quedar olvidada, es la generación de confianzas entre los usuarios de agua y los otros actores en el ámbito de recursos hídricos. Para esto es fundamental contar con datos de calidad, tanto en contenido como alcance. Sin datos, las opiniones favorecen conflictos debido a distintas perspectivas. Con datos, esas opiniones se transforman en evidencias y las éstas, en aprendizajes. Sustrato necesario para apoyar todo el desarrollo e investigación basado en el procesamiento e implementación de modelos que ayuden las instancias de toma de decisiones. Notan que, con buena calidad de la información, es mucho más fácil promover la gestión colectiva del recurso.

En este sentido, y de forma muy delicada, se indica que es necesario discutir la institucionalidad del agua para favorecer la vinculación con el territorio, el cuidado del medio ambiente y la preservación del recurso. Esto no solo genera una conciencia colectiva, y finalmente una cultura sobre el uso sustentable del agua, sino, además, permite mejorar la coordinación de los incentivos para aumentar la eficiencia de su uso. Esto debe estar acompañado por instrumentos o mecanismos que valoren su uso, tal que aquella retribución permita generar mecanismos para invertir, no solo en investigación y

desarrollo, sino también, en infraestructura. Creando un círculo virtuoso en la sustentabilidad del recurso hídrico.

Por último, aunque se realice una gestión integral de cuencas, la gobernanza sobre el recurso hídrico también debe descentralizarse a nivel de los municipios. Se estima que los problemas en el manejo de los recursos hídricos son un 44% por problemas de coordinación y gobernanza, un 12% por el cambio climático y un 14% por contaminación. Por lo cual es necesario aumentar las capacidades técnicas de los municipios ya que la DGA y DOH no llegan a esos niveles.

### 5.8. Síntesis de los resultados

Al realizar un análisis consolidado de los resultados se debe distinguir su s logros desde la perspectiva de los lineamientos estratégicos de la innovación de los cambios generados en la institucionalidad para ejecutar esos lineamientos.

Desde los lineamientos estratégicos de la innovación regional, se observan logros importantes, en el aumento de la eficiencia hídrica, el aumento de las diversificaciones de las hídrica y en la generación de información para desarrollar tecnologías (tipos de resultados) que permitan la gestión sustentable del recurso hídrico. Pero aún no se observan evidencias en la gestión integrada ni en el fomento de una cultura sostenible, sino en la formación de una base de información consolidada que permita catalizar la generación del conocimiento a través de las iniciativas desarrolladas.

Llevando en consideración el plan estratégico desarrollado después de la sequía que azotó el territorio, aunque solo han pasado solo 3 años desde la perspectiva operacional, se puede indicar que, desde los alcances programáticos del fomento FIC se observa evidencia en las siguientes medidas:

- Desarrollo de metodología para la selección de localización y diseño de obras para la cosecha de aguas lluvias en áreas de secano
- Programa Integración de modelos de gestión hídrica y territorio
- Estudio para identificar soluciones innovadoras para el abastecimiento de Agua Potable en el sector rural de la Región de Coquimbo.
- Estudios Hidrogeológicos y geofísicos por sectores y microcuencas prioritarias con escasez hídrica

Cabe notar que esa evidencia no pudo constatarse en campo, por lo que esta relación es solo indicativa a partir de lo que declaran los investigadores en las encuestas y lo que exponen los actores en las entrevistas. Es importante indicar que, debido a las distintas asignaciones FIC, además de los concursos,

algunos propósitos que no estaban en las bases de los concursos se hayan potenciado debido a que deben ser parte d ellos requisitos de los otros tipos de asignaciones del recurso FIC[10].

No obstante, en este corto tiempo se está avanzando y se deben valor que los resultados obtenidos por las iniciativas ayudan a responder a las medidas propuestas en el "Plan Estratégico para enfrentarla Escasez Hídrica 2015-2025".

Desde la perspectiva de las hipótesis, levantadas durante el taller del día 23 de enero de 2020, si bien existe evidencia, ninguna es concluyente debido a la falta de datos para poder inferir estadísticamente de los resultados. No obstante, desde el punto de vista cualitativo si existen evidencias que nos permiten indicar en que grado se ha alcanzado la hipótesis planteada. Lo que también resalta las oportunidades de mejora en la gestión y orientación del recurso FIC para atender el cumplimiento de los objetivos de promover la innovación en recursos hídricos fortaleciendo la competitividad de los sectores productivos de forma sustentable.

La hipótesis 1 planteó que los resultados de las iniciativas fueron implementados o transferidos, generando las bases de potenciales innovaciones para la gestión y uso sustentable de recursos hídricos (producto, proceso, institucional). Si bien se indica que los resultados alcanzados están en uso, no existen mecanismo de transferencia trazables. Sumado a los diversos comentarios en relación con la dificultad que existen cuando se requiere transferir o continuar la está de implementación de los resultados.

Por lo anterior, y ante la falta de un contraste con los beneficiaros de las iniciativas, se puede indicar que las iniciativas han generado bases para potenciales innovaciones, pero en pilares muy frágiles, lo que no asegura una sustentabilidad de los alcances logrados. Para poder fortalecer esta evidencia es importante tener sistema de colección de datos, robustos, bien almacenados bajo estándares de seguridad que no pongan en riesgo la información generada.

La hipótesis 2 planteó que los resultados implementados o transferidos mejoraron las condiciones productivas de los sistemas agroalimentarios y forestales en la Región de Coquimbo. Aunque existe la idea que se han mejorados las condiciones productivas, no fue posible responder a esta hipótesis. Debido a la pandemia no se pudieron realizar las actividades de campo para poder relevar datos que nos permita verificar la hipótesis. Además de las respuestas de los investigadores, se contactaron productores por medio telefónico, quienes nos dieron datos que nos permite indicar que se podría estar observando. La dificultad tecnológica, asociada a la coyuntura de la pandemia, dificultaron alcanzar un número adecuado de productores en distintos territorios.

[10] Por ejemplo, los estudios hidrogeológicos fueron financiados a través de Corfo, con el instrumento de asignación directa, donde la normativa FIC destaca ciertos requisitos que las iniciativas deben cumplir para su adjudicación, tales como los siguientes destinos:

- Investigación (básica, aplicada, desarrollo experimental, I+D)
- Innovación (empresarial, social, pública)
- Difusión y transferencia tecnológica (difusión tecnológica, transferencia tecnológica)
- Aceleración del emprendimiento innovador
- Formación, inserción y a tracción de recursos humanos especializados
- Fortalecimiento de redes para la innovación y equipamiento de apoyo a la competitividad
- Fomento a la cultura del emprendimiento y la innovación del emprendimiento innovador

La hipótesis 3 planteó que las iniciativas FIC lograron la adquisición de conocimiento habilitante por parte de los actores involucrados para innovar en la gestión y uso sustentable de recursos hídricos en la Región. Tanto en las encuestas como las entrevistas se reúne información que las iniciativas han conseguido generar condiciones habilitantes.

Uno de los resultados que vale la pena destacar es que un grupo no menor de iniciativas ha conseguido generar novedad en niveles de la organización o en la localidad. Esto se debe destacar porque la generación de la innovación no debe ser entendido como un proceso de alta complejidad, alcanzable solo por países desarrollados. La innovación es un proceso que ocurre cuando se ha creado una técnica (sea la propia tecnología o la forma en que se transfiere una tecnología al territorio, lo que por si es innovador, porque la adecuación de tecnologías no siempre implica la lectura del manual, muchas veces implica la traducción y adecuación de ese manual) desconocida que resuelve el problema de su contexto social. Que esto empiece a ocurrir en la base, quiere decir que las iniciativas están logrando cubrir todo el espectro de novedad de la cadena del valor de la innovación.

La hipótesis 4 planteó que las iniciativas FIC lograron la difusión de conocimiento y soluciones que promuevan la innovación sobre gestión y uso sustentable de recursos hídricos nuevos para la Región. Si bien existen producción científica académica, esto no necesariamente indica que hubo difusión. Por el lado de las entrevistas, se critica que no existe una información adecuada de los resultados alcanzado por las iniciativas. Produciendo, para la perspectiva de algunos, problemas en la coordinación de instrumentos de fomento, evaluar la posibilidad de continuidad y reduciendo la posibilidad de aumentar la rentabilidad de los recursos públicos. Con todo, se puede indicar que la evidencia indicaría que las iniciativas no han conseguido lograr la difusión del conocimiento generado.

La hipótesis 5 planteó que las iniciativas FIC poseen las condiciones habilitantes para el encadenamiento de procesos de innovación en recursos hídricos con iniciativas FIC u otras agencias. Si bien no fue posible contrastar con datos desde los beneficiarios, la evidencia indicaría que los resultados no poseen condiciones habilitantes para el encadenamiento. Pero se debe indicar que el problema no son las iniciativas, sino la falta de coordinación que existe en el Sistema de Innovación Regional. Como se plantea en la hoja de Ruta es necesario que las autoridades piensen cómo llevar en consideración las especificidades de los alcances para los distintos resultados, tal que se facilite la continuidad, sea por extensión de plazos o por articulación con otras instancias de financiamiento público para el desarrollo productivo.

La hipótesis 6 planteó que los datos generados por las iniciativas son utilizados por los distintos organismos gubernamentales para la toma de decisiones, propuestas de normativas, y por los organismos privados para emprendimientos y mejoras en su competitividad. Aun cuando no se cuenta con suficientes datos, la mayoría de la evidencia reunida indica que no existe un mecanismo que permita y facilite el uso de los resultados generados por las iniciativas. Aun cuando, se debe resaltar que, los resultados de algunas iniciativas se utilizaron para la toma de decisiones de concurso públicos.

Con todo, se puede concluir que, por el lado de las iniciativas, en términos generales, han atendido a los lineamientos estratégicos propuestas en la ERI-Región de Coquimbo y en el "Plan Estratégico para enfrentar la Escasez Hídrica 2015-2025"[11], reduciendo las brechas existentes y generando condiciones habilitantes para la innovación. Sin embargo, las dificultades encontradas están más relacionadas con la coordinación del Sistema de innovación regional, por el lado de la institucionalidad. Como se propone en la hoja de ruta, esta debe organizarse de una forma integral desde la perspectiva de la gestión en torno a las cuencas. Sumado a la generación de una gobernanza de datos que permita preservar el conocimiento generado.

[11] En complemento a esa estrategia, existe una versión táctica que de denomina Plan de emergencia de Escasez Hídrica 2019-2021 que establece acciones más concretas y manejables en un periodo de tiempo menor. Lo que complementa la gestión estratégica del plan.

# 6 Hoja de Ruta

La construcción de la Hoja de Ruta tiene dos hitos relevantes que son los siguientes:

- Workshop. –"Construcción participativa de las metodologías de evaluación del recurso hídrico en la macrozona norte", realizado en enero del 2019, con la participación de 44 actores relevantes de servicios públicos y productores, de los cuales 33 corresponden a la región de Coquimbo, 4 de la macrozona norte y 6 nacionales, y
- Entrevistas virtuales realizadas entre septiembre y octubre de 2020 a 32 actores relevantes, de los cuales 14 correspondieron a la región de Coquimbo, 12 de la macrozona norte y 8 nacionales.

La Hoja de Ruta se realizó llevando en consideración lo siguiente:

- Establecer y diferenciar los lineamientos y enfoques específicos establecidos por el Gobierno Regional que han contribuido de mejor manera a una mejor gestión y/o administración del recurso hídrico.

- Clasificar claramente las iniciativas dentro de los lineamientos de investigación, innovación, desarrollo y/o transferencia.

- Usar los resultados de la evaluación de las iniciativas en función de variables asociadas al territorio, beneficiarios, escalabilidad, replicabilidad y transferencia, entre otros aspectos, que permitan ponderar en función de la inversión, la sustentabilidad de éstas.

- Determinar en materia hídrica las brechas, factores limitantes y habilitantes en innovación y competitividad, susceptible de ser replicables y financiada por el FIC.

- Establecer una cartera y/o programa de iniciativas o ejes estratégicos, sobre la base de los puntos anteriores como herramienta de orientación y discusión para el Gobierno y Consejo Regional y servicios públicos vinculados al financiamiento de iniciativas en esta línea.

## 6.1. Evidencias para la propuesta de una Hoja de Ruta

Un primer paso para la construcción de esta hoja de ruta se fundamenta en la consulta directa a los principales actores del mundo del agua, en temáticas sobre financiamiento del I+D+i, brechas limitantes y habilitantes para el desarrollo, líneas temáticas prioritarias e impactos observados de los esfuerzos realizados hasta la fecha. Una visión experta, que se ha compartido para esta consulta y que complementa los resultados colectados en los cuestionarios y los especialistas que se han reunido en esta consultoría.

Contempla el 33% del universo de entrevistados, que dan una orientación para definir la Hoja de Ruta que tendrá el siguiente esquema. (Figura 7).

**Figura 7. Esquema para Generación Hoja de Ruta en I+d+i en Recursos Hídricos**

Fuente: Elaboración propia.

La Hoja de Ruta usará, como uno de sus principales insumos la información obtenida de las entrevistas, que, en conjunto con las hipótesis de evaluación y la demanda del mandante, permitirán la generación de los ejes estratégicos y a partir de ahí se propondrán las líneas de acción en el corto (1 a 2 años), mediano (2 a 4 años) y largo plazo (4 a 6 años).

Es importante destacar que, aun cuando la Hoja de Ruta está orientada a la Región de Coquimbo, esta presenta replicabilidad para la Macrozona Norte, diferenciando especificidades para cada "microzona", las cuales tienen que ser detalladas en otros documentos.

Se presenta la perspectiva de los actores nacionales, regionales y locales en el ámbito de los recursos hídricos; también con una perspectiva macrozonal, desde el punto de vista de los desafíos del I+D+i en recursos hídricos.

La información recopilada desde las entrevistas nos muestra que se presentan similitudes generales entre las regiones de la Macrozona Norte y diferencias derivadas de la percepción de la situación hídrica de cada región, que son acogidas por los que toman decisiones de financiamiento de los recursos FIC-R, ya sea través de los concursos públicos y de los que son transferidos a las agencias, tales como FIA, CORFO y ANID (Ex CONICYT) principalmente.

Como se mencionó, la evidencia inicial para la construcción de la **hoja de ruta** es obtenida de las entrevistas realizadas a actores relevantes del ecosistema que tiene relación directa en los recursos hídricos de la Macrozona Norte. En función de las hipótesis de evaluación y la demanda del mandante, con relación a sus interrogantes para poder tomar mejores decisiones estratégicas, en esta primera parte se presentan los principales puntos abordados en la consulta con los actores, sistematizando los hallazgos por grandes temas.

### 6.1.2. Presupuesto FIC- R

El 60% de los entrevistados conocen los presupuestos globales que se asignan en cada uno de los concursos FIC-R, con la excepción de la Región de Arica y Parinacota que hace siete años que no levanta un concurso FIC-R en I+D+i.

A su vez, el 60% de los entrevistados conocen los recursos asignados a proyectos de I+D+i en Recursos Hídricos. Cabe destacar que en la Región de Coquimbo se focalizó en iniciativas en Recursos Hídricos, para generar soluciones para enfrentar la sequía.

La realización de concursos focalizados a Recursos Hídricos y Cambio Climático para asignación presupuestaria específica obedece a situaciones coyunturales, donde cada región decide en su mérito, y no constituye una acción permanente.

### 6.1.3. Brechas históricas y actuales, en perspectiva del concurso FIC-R

El instrumento FIC- R inició su funcionamiento en el año 2006 en todas las regiones del país, a través de los Gobiernos Regionales, con el propósito de promover la Innovación y la Competitividad en todas las áreas prioritarias establecidas en los instrumentos de planificación territorial, como son la Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) y la Estrategia Regional de Innovación (ERI).

Estos instrumentos de planificación se encuentran vigentes o en procesos de actualización en las regiones de la Macrozona Norte, que incluye desde la Región de Arica y Parinacota hasta Coquimbo.

Respecto del soporte de los instrumentos de planificación al instrumento FIC-R, se observa que son estáticos en el período de su vigencia, determinando que los proyectos postulados y aprobados no respondan cabalmente a los ejes y objetivos estratégicos establecidos. Por ello se requiere que los instrumentos de planificación sean dinámicos y que puedan ser revisados y ajustados en un punto de la línea del tiempo con la participación de actores claves regionales, provinciales y comunales.

Por lo tanto, los instrumentos de planificación a actualizar o en proceso, debieran ajustarse considerando las dinámicas del desarrollo y las temáticas prioritarias, tales como recursos hídricos, cambio climático, energía y sustentabilidad poblacional.

La aplicación del instrumento FIC-R en la Macrozona Norte no se manifiesta en concursos regulares, en la Región de Arica y Parinacota hace siete años que no se realiza, en cambio, en la Región de Coquimbo ha sido más regular.

La focalización del concurso FIC-R en un eje o temática prioritaria, por ejemplo, recursos hídricos, también ha sido variable, realizándose en la Región de Coquimbo un concurso específico para abordar la sequía extrema en los años 2014-2015 y también en la Región de Antofagasta, que posteriormente abortó por aspectos administrativos. Con independencia de estos concursos específicos, en general, en

cada una de las regiones se están postulando y adjudicando proyectos en recursos hídricos, con una mayor intensidad en la Región de Coquimbo.

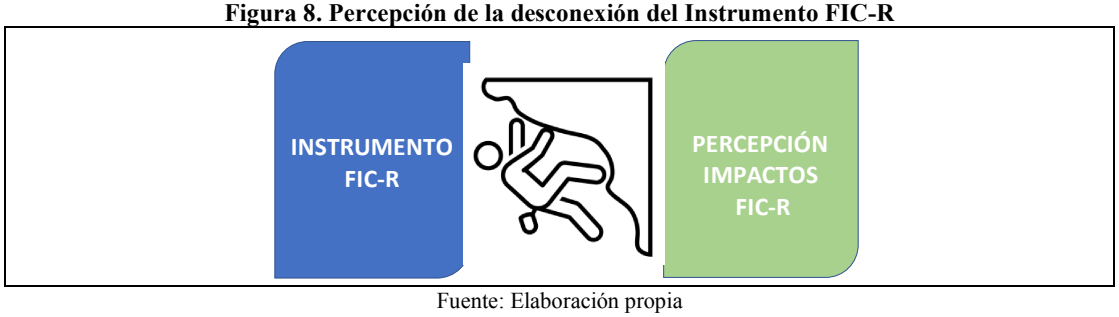
Sin embargo, los proyectos adjudicados dan respuestas a diferentes líneas temáticas, verificándose más dispersión, no focalizándose a un desarrollo más sistémico que vaya resolviendo los diagnósticos realizados, aunque, el mayor número de proyectos financiados se han focalizado en la "eficiencia en el uso del agua", especialmente en la agricultura.

También se indica por los actores relevantes entrevistados, que los proyectos adjudicados no están focalizados solo a innovación y competitividad, sino que hay número relevante de proyectos de emprendimiento que están siendo financiados, que no responden al objetivo del instrumento FIC-R. Esta realidad puede deberse a varios factores, entre ellos: bajo número y calidad de los proyectos de innovación y competitividad, confusión del concepto de emprendimiento, otros factores no técnicos.

Otro aspecto relevante obtenido es la poca conexión del instrumento FIC-R, con los diferentes planos territoriales, especialmente locales, que ha determinado que los resultados obtenidos presenten poca pertinencia y percepción en los impactos sociales, productivos y ambientales, por lo cual, es una debilidad detectada que debe ser corregida, de tal forma que los proyectos surjan de las demandas sociales y sectores productivos, como es planteado en el modelo del Sistema de Innovación Regional presentado en este documento.

La siguiente figura expresa la desconexión indicada entre los ejecutores de los proyectos y los beneficiarios activos, que genera una baja percepción de utilidad en estos.

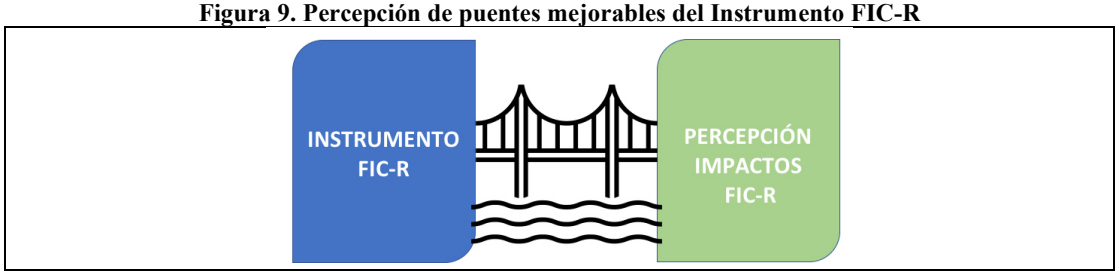
**Figura 8. Percepción de la desconexión del Instrumento FIC-R**




Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, también se tiene la percepción de que existen puentes que deben ser mejorados para que los impactos sean permanentes, mejorables y escalables con instrumentos de fomento, llegando a diferentes planos territoriales.

**Figura 9. Percepción de puentes mejorables del Instrumento FIC-R**




Fuente: Elaboración propia

Aun cuando hay una disparidad en las percepciones del instrumento FIC-R, este constituye el único instrumento que promueve la innovación regional y moviliza diferentes actores, entre ellos los académicos e investigadores de las universidades y centros e institutos de investigación, todos que han aportado conocimiento para el desarrollo regional con diferentes magnitudes.

También, las universidades y centros e institutos de investigación, deben considerar al instrumento FIC-R, ya que se les abre una oportunidad para generar grupos de investigación inter disciplinarios, que les permita abordar los desafíos del desarrollo regional, teniendo como norte el mejoramiento de la calidad de vida de todos los ciudadanos, urbanos y rurales y un incremento de la productividad de los sectores productivos teniendo como propósito la sustentabilidad y sostenibilidad ambiental.

La duración del instrumento FIC-R se ha acotado a 24 meses, con una posible extensión de seis meses a acordar con el Gobierno Regional cuando las condiciones lo ameritan; sin embargo, para generar innovación en frutales, no es un tiempo suficiente para obtener resultados confiables y así también para iniciativas de otras áreas productivas. Por ello, se requiere buscar opciones que permitan financiar etapas del proyecto, quedando debidamente expresadas, como lo han realizado otros instrumentos de innovación y competitividad, tales como la Fundación para la Innovación Agraria, Corporación de Fomento de la Producción y la Agencia Nacional de Innovación y Desarrollo.

En un foco parecido se encuentra que el Sistema de Innovación Regional no contempla el escalamiento o conexión de los proyectos exitosos con instrumentos de fomento que posibiliten su inserción real en sistemas productivos e en la calidad de vida de las personas, quedando truncadas estas proyecciones, debiéndose generar conexiones permanentes y fortalecidas para lograr un impacto real de los proyectos financiados por el instrumento FIC-R.

Para el fortalecimiento del Sistema Regional de Innovación y del instrumento FIC-R, se requiere que los actores regionales en investigación e innovación no solo sean partícipes en ser convocados como actores claves para construir estrategias o postular al concurso FIC-R, sino que su participación debe ir más allá de lo actual y ser considerados en actores permanentes en el desarrollo regional por parte de los gobiernos regionales.
Este ha sido el sentido, la política pública que implementó el Programa Regional de Conicyt (hoy ANID), con la creación de Centros Regionales en temáticas definidas por la Región, con la participación

de los Gobiernos Regionales que aportaron fondos FIC-R para su concreción, porque consideraron en el proceso de descentralización de la investigación, innovación y desarrollo regional.

Sin embargo, a través de los años, han ocurrido diferentes escenarios que han afrontado los Centros Regionales en su relación con la ANID y los Gobiernos Regionales, desde el divorcio por falta de cumplimiento en la consolidación de independencia administrativa o de productos comprometidos en sus fases de creación o consolidación, quedando a la deriva, perdiéndose el objetivo central de esta política pública regional de carácter nacional; así como también de centros regionales que han sido insertados desde su inicio como promotores del desarrollo regional.

Aquí hay un desafío de la actual ANID en conjunto con los Gobiernos Regionales en retomar ese esfuerzo de consolidar los centros regionales para que todas las regiones en este proceso de descentralización general de la investigación en la cual avanza en el país, se vea reflejado en las regiones, a través de la consolidación de los centros regionales basales o en definir otras temáticas básicas en la cual deben focalizarse aquellos centros regionales actualmente nos adscritos a la ANID y los Gobiernos Regionales. Éstos últimos con un mayor compromiso en el tiempo en la investigación y desarrollo regional, más allá de las decisiones políticas que se toman cada cuatro años.

Al Ministerio de Ciencias le cabe un desafío que vaya en el proceso de fortalecimiento de la investigación, innovación y desarrollo en su política nacional y regional, que se visualiza con la creación de las cuatro secretarías regionales, una de ellas en la Macrozona Norte, que debieran tener entre sus acciones la vinculación con los Gobiernos Regionales y su Sistema de Innovación Regional, con su instrumento FIC-R. Adicionalmente, se debe notar el rol que cumple los comités regionales de Ciencia, Tecnología e Innovación para que esto llegue a los territorios, fortaleciendo el proceso de descentralización.

#### 6.1.3.1. Lista de las brechas capturadas, asociadas a subtemas

Las principales brechas generales capturadas del concurso FIC descritas por los entrevistados son.

**a) En relación con los postulantes a los concursos FIC**

- Baja Calidad técnica de los proyectos postulados: lo que se evidencia por la falta de claridad en los objetivos de las propuestas; preparación deficiente de los académicos en temas específicos; falta integralidad de la propuesta; falta de diagnóstico del problema a resolver.
- Bolsa de trabajo para las Universidades.
- Postulación de proyectos similares a diferentes concursos FIC-R.
- Limitaciones a instituciones a postular.
- Falta rigurosidad de las Universidades sobre los proyectos que se postulan.
- Falta análisis adecuado de las bases técnicas por los postulantes.

**b) En relación con la selección**

- Incertidumbre en los criterios de selección por cambio de Consejeros Regionales y las visiones predominantes.
- Sesgo en la selección de los postulantes.
- Falta de conocimiento de los analistas de las iniciativas sobre la estructura de ciencia y tecnología, sus dinámicas y especificidades.
- Se desconoce el concepto "Innovación" por los evaluadores que seleccionan las iniciativas.

**c) En relación con las limitaciones del concurso con la lógica del I+D+i**

- Duración máxima de 24 meses para la ejecución de los proyectos afectan la investigación y los resultados a obtener en algunas áreas, como por ejemplo en el estudio de variedades agrícolas.
- Recursos restringidos.
- Falta planificación territorial en el largo plazo.
- Los proyectos no se articulan con el mercado, falta de proyectos a postular por falta de conexión entre la actividad productiva y la investigación.
- Falta interacción de Académicos con Productores.
- Proyectos no responden a la Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) o a la Estrategia Regional de Innovación (ERI).
- Las agencias que reciben recursos FIC-R debieran postular para asegurar calidad de los proyectos.
- Los concursos FIC no consideran Recurso Humano de las instituciones, No Incremental o Preexistentes, aunque se reconoce que deben existir límites. Esto importante porque permite fortalecer grupos de investigación y ofrecer colaboración externa.

### 6.1.3.2. Hallazgos en relación con la agricultura y los recursos hídricos, en el sistema de I+D+i

Las brechas focalizadas con la relación entre agricultura y recursos hídricos expresadas por los entrevistados son las siguientes.

**a) Dificultades encontradas en el sistema I+D+i en agricultura y recursos hídricos**

Entre las dificultades descritas en las entrevistas realizadas a directivos, investigadores y ejecutivos de empresas privadas ligadas al ecosistema de innovación en materia agrícola hacen relación con la brecha histórica de la resistencia por parte de los agricultores (campesino y de pueblos originarios) a la adopción de nuevas tecnologías que aumentan la eficiencia del recurso hídrico y la productividad del agua por unidad de superficie regada.

Se advierte también una desconexión entre lo que la actividad productiva realiza y lo que la academia investiga, debido posiblemente a la presión que ejercen los centros de investigación y universidades por

cumplir con las cuotas de publicación de los investigadores. Debido a lo anterior se hace a veces difícil contar con el apoyo de los beneficiarios lo que provoca que los proyectos no lleguen a buen término. Estas brechas en parte se han ido reduciendo mediante la promoción de instancias de vinculación con los actores que hacen posibles los proyectos de I+D+i.

Los entrevistados también han identificado brechas a nivel de gestión de cuencas, de fuentes de agua, particularmente donde se realiza la gestión local. Analizando a nivel de subcuenca existen conflictos por las discrepancias en la evaluación del contexto de la situación hídrica, indicando que esto se debe en parte por la falta de información y la baja calidad de ésta. Se destaca que para reducir estas discrepancias se debe avanzar en un sistema de información de calidad reconocida y de disponibilidad de recurso hídrico, como base para generar confianzas a nivel de usuarios y de ahí promover la gestión colectiva del recurso de forma vinculante. Si no hay una organización (ej.: comunidad de aguas), no hay gestión por parte de los organismos públicos, debido a que estos no poseen el presupuesto suficiente o no es de su competencia.

En el caso particular de aguas subterráneas, la dificultad de organizarse y realizar una gestión colectiva recae en que no existe una sensación comunitaria por parte de los usuarios de estos recursos, a diferencia de lo que ocurre con el agua superficial, en donde la infraestructura compartida genera una sensación de comunidad. Esta falta de participación y de organización también es provocada debido a que, a nivel de usuarios, se desconocen las implicancias e impactos que pueden generar dichas organizaciones. Hay deficiencias en la facultad para trasmitir la importancia de cuáles son los impactos que se buscan con un modelo integral del agua.

**b) Brechas actuales de los proyectos I+D+i en recursos hídricos**

Los entrevistados en general señalan que una de las brechas importantes son los plazos acotados de las iniciativas FIC, que por lo general no pasan más allá de los 24 meses. No solo obliga a realizar fases experimentales restringidas, sino, además, provoca que los equipos técnicos que han generado el conocimiento se desarmen sin existir una transición para mantener el capital humano. Esto genera pérdidas de los esfuerzos realizados y pone en riesgo la sustentabilidad de las iniciativas de innovación más allá del periodo de duración de dichos proyectos. También se menciona que al ser cortos los periodos, de igual forma son acotados los resultados o impactos que se logran, y que, en orden de lograr mayores resultados y por ende mayores impactos, se debe trabajar en alargar el tiempo de ejecución de las iniciativas o promover su articulación con otros instrumentos de fomento a través del sistema de innovación regional.

Otra de las dificultades mencionadas, que es importante indicar, es la orientación de las iniciativas hacia la oferta de recurso hídrico, más que por la demanda. Esto ha llevado a proponer iniciativas que consideran el uso de aguas no convencionales que muchas veces no está conectado con la necesidad de los usuarios o beneficiarios (gestión de la demanda). Por ejemplo, las ciudades en general tienen una baja eficiencia en el uso del agua (60%); por ejemplo, si se pudiera aumentar esa eficiencia no sería necesario en el corto plazo la búsqueda de fuentes alternativas de agua; pero sí es relevante en los núcleos poblacionales rurales costeros.

Por otro lado, en la medida que los proyectos se generen por la necesidad de los usuarios finales, más que por la búsqueda de financiamiento de investigación, podría impactar directamente en la sustentabilidad del sistema de I+D+i.

Los Ejecutivos de entidades privadas entrevistados también mencionan que debido a cambios recientes en las bases de las convocatorias especialmente de los FIC, que imposibilitan la participación de personal no incremental propio de la entidad ejecutora, ha significado que dichas entidades queden fuera de muchas convocatorias.

En relación con los recursos hídricos, también se destacan puntos como:

- Existe una propensión por adjudicación de proyectos de emprendimiento, más que de I+D+i.
- Déficit de proyectos postulados y adjudicados en Recursos Hídricos.
- Falta de integralidad en las instituciones públicas hacia los recursos hídricos.
- Falta Planificación Hídrica.
- Falta Evaluación ex post proyectos FIC, para poder identificar escalabilidad e impactos.

Así como los entrevistados mencionaron las brechas, también se les preguntó por las recomendaciones que ellos ofrecerían para reducir esas brechas mencionadas, entre las que se destacan a continuación:

En relación con los postulantes de los concursos:

- Formación de grupos de investigación en los centros.
- Mejorar la coordinación de iniciativas entre instituciones, para encontrar espacios de sinergias.
- Generación de Bases de Datos de iniciativas adjudicados y ejecutadas, para conocer sus resultados y mejorar la articulación de la cadena de I+D+i a partir de los esfuerzos realizados.
- Disminuir Brecha Digital: Fondos más amigables para los campesinos.

En relación con la selección:

- Mejorar el conocimiento de los Analistas de Proyectos sobre el sistema de ciencia y tecnología bajo una perspectiva de Sistemas de Innovación.
- Aumentar la colaboración con expertos de otras regiones y externos para la evaluación de las iniciativas.
- Sistema de evaluación de iniciativas no sea reversible, luego de la clasificación técnica.
- Distinguir las iniciativas de naturaleza de I+D+i entre las vocaciones de fomento a la competitividad, e incluso evaluar instrumentos diferenciados.
- Definir que la evaluación técnica de las iniciativas equivalente a un 90% del concurso.
- Tener una visión más comprensiva de las iniciativas dentro del sistema de I+D+i, para poder garantizar su continuidad en los casos donde existe oportunidad de escalabilidad y/o comercialización.

En relación con los recursos hídricos:

- Coordinar o complementar el escalamiento de iniciativas FIC-R a través de FNDR, bajo una perspectiva del Sistema de Innovación Regional en materia de Recursos Hídricos.

### 6.1.4. Líneas Temáticas Financiadas

Las principales líneas temáticas que han sido financiadas en I+D+i obedecen a los proyectos que fueron seleccionados y adjudicados y no de respaldo a una planificación regional o a sus instrumentos directrices, entre ellos la Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) y la Estrategia Regional de Innovación (ERI).

**En relación con el recurso hídrico:**

- Eficiencia en el uso del agua
- Monitoreo
- Automatización
- Calidad del Agua

**En relación con la seguridad hídrica:**

- Diversificación Matriz Hídrica: Reúso de aguas residuales urbanas tratadas; aprovechamiento de aguas lluvias; agua desalinizada.
- Estudios hidrológicos - hidrogeológicos.
- Seguridad hídrica (embalses).
- Recuperación de acuíferos.
- Disponibilidad Hídrica.
- Recuperación de aguas grises.

**En relación con sistemas productivos:**

- Proyectos de Matriz Productiva.
- Sistemas hidropónicos: NFT y aeroponía.

**En relación con las organizaciones:**

- Gobernanza.
- Organizaciones de Usuarios.
- Agua Potable Rural.
- Gestión Sustentable.

Al comparar esta respuesta con los resultados obtenidos en la encuesta, llama la atención la superposición de las iniciativas financiadas, como se puede ver en Cuadro 22. La principal línea financiada indicada por los investigadores es la Eficiencia en el Uso del Agua, seguida muy atrás por la

línea temática Diversificación de la Matriz Hídrica, con 3 iniciativas. Note que esa respuesta permitía más de una respuesta, lo que permitió a los investigadores poder detallar la temática hídrica.

**Cuadro 22: Líneas temáticas principales y secundarias que cubre el resultado principal**

| Línea temática Principal y secundarias | Número de veces que se mencionó |
|---|---|
| **Calidad del Agua** | **1** |
| Acuíferos | 1 |
| **Diversificación Matriz Hídrica** | **6** |
| Disponibilidad Hídrica | 1 |
| Infraestructura Hídrica | 5 |
| **Eficiencia del Uso del Agua o Recurso Hídrico** | **46** |
| Disponibilidad Hídrica | 4 |
| Eficiencia del Uso del Agua o Recurso Hídrico | 8 |
| Eventos Externos | 2 |
| Estudios Hidrológicos Hidrogeológicos | 2 |
| Gestión sustentable del Recurso Hídrico | 9 |
| Medición de Recursos Hídricos | 4 |
| Organizaciones de Usuarios de Aguas | 5 |
| Recarga de Acuíferos | 1 |
| Reutilización de Recursos Hídricos | 6 |
| **Estudio Hidrológicos, hidrogeológicos** | **3** |
| Diversificación Matriz Hídrica | 1 |
| Recarga de Acuíferos | 2 |

### 6.1.5. Líneas Temáticas por Financiar

Luego, se les preguntó cuales líneas temáticas son prioritarias para enfrentar los desafíos, destacando que la mayoría de los entrevistados focalizó más a los desafíos institucionales, que regionales.

**En relación con el recurso hídrico:**

- Manejo eficiente del agua.
- Telemetría para accionamiento de canales.
- Recursos Hídricos y Adaptación al Cambio Climático.

**En relación con la seguridad hídrica:**

- Seguridad hídrica: embalses de cabecera.
- Diversificación Matriz Hídrica: reúso aguas residuales.
- Estudio de glaciares para estimar potencial hídrico.
- Estudios hidrológicos e hidrogeológicos.

**En relación con los sistemas productivos:**

- Agricultura de precisión.
- Cultivos sin suelo.
- Energía Renovable No Convencional.
- Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN).

- Fondo Verde para Cambio Climático.

**En relación con las organizaciones:**

- Capacitaciones.
- Laboratorio del Desierto.
- Organizaciones de Usuarios de Aguas (ejemplo, Comunidades de Aguas Subterráneas).

### 6.1.6. Políticas Públicas Regionales

En general, no se reconoce que los proyectos de I+D+i hayan generado políticas públicas robustas.

- Los proyectos en general no han generado políticas públicas regionales.
- No hay voluntad política para la generación de políticas públicas a partir de proyectos.
- Proyectos de Plantas de Tratamiento de Agua podrían apoyar la generación Política Pública consistente en no retornar descarte al mar.
- Los resultados de proyectos FIC han sido utilizados por Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) para la toma de decisiones de las Juntas de Vigilancia.

### 6.1.7. Otras Partidas Presupuestarias para Recursos Hídricos

Se identifican otras líneas de financiamiento para Recursos Hídricos no relacionadas con I+D+i. Estas líneas de financiamiento se orientan a actuaciones en fomento productivo y manejo en microcuencas. Corresponden a instituciones públicas regionales y nacionales y también de instituciones internacionales, entre ellas.

- FNDR: Programa de Zonas Rezagadas.
- INDAP: Inversión en riego para la Agricultura Familiar Campesina.
- CONAF: Restauración Hidrológica en Microcuencas.
- CNR: Inversión en riego = canalización.
- Corporación de Desarrollo Productivo de Coquimbo: Proyectos Productivos.
- CORFO.
- FONDEF IDEA.
- UNESCO: se canaliza a través de CAZALAC.
- INIA: Sistemas de riego tecnificados.
- SOQUIMICH.

### 6.1.8. Recursos Hídricos No Convencionales

El 90% de los entrevistados señalan la necesidad de la diversificación de la matriz hídrica.

Uno de los énfasis señalados se relaciona con establecer adecuadamente por cuenca su balance para que las decisiones que se adopten sean integrales y den respaldo técnico al uso de estos Recursos Hídricos No Convencionales.

- Plantas desaladoras de respaldo.
- Reúso de Aguas grises.
- Reúso Agua Residual Urbana Tratada para usos productivos y ocio.

Se debe hacer estudios previos (gestión de la demanda del agua) para determinar el uso de la desalación de agua.

### 6.1.9. Impactos

Se identifican impactos sociales, productivos y ambientales.

**En relación con los impactos productivos:**

- Mayor calidad comercial de los productos para empresas.
- Mayor eficiencia del uso del agua para disminuir la huella hídrica.
- Mayor superficie agrícola utilizando reúso de agua.
- Mayor producción por unidad de superficie.

**En relación con los impactos sociales:**

- Mejor calidad de vida de la población rural con la instalación de sistemas de Agua Potable Rural (APR) en reemplazo de camiones aljibes. Mejor acceso al agua.
- Nuevas fuentes de empleo.
- Creación de Juntas de Vigilancia.

**En relación con los impactos ambientales:**

- Uso de Energías Renovales No Convencionales.
- Cultura del agua.
- Seguridad Hídrica para los cultivos.
- Tratamiento terciario del agua.

### 6.1.10. Integralidad

Los resultados muestran que hay una gran falencia en el Manejo Integral de los Recursos Hídricos y de Cuencas que se refleja en el número de opciones de integralidad de la institucionalidad existente y de la que se puede generar, constituyéndose en un gran desafío.

No hay un convencimiento a nivel político de una gestión integral a nivel de cuenca. Se requiere de una fuerte coordinación más que de una institución o un cargo que lidere la gestión integral. Por lo cual, se necesita una voluntad política con una visión estratégica de lo que se requiere lograr a largo plazo de forma de reforzar la coordinación entre instituciones publico privadas.

- Generar una Comisión de Recursos Hídricos en el Consejo Regional.
- Ordenamiento o Planificación Territorial.
- Instituto del Agua.
- Planes Hídricos para Gestión Integrada de Cuencas y de Recursos Hídricos.
- Generación de Consejos de Agua por Cuenca (caso Perú) o Agencia Nacional del Agua (caso Brasil).
- Incorporación de Municipios para la Gobernanza en los Recursos Hídricos fortaleciendo sus equipos técnicos.
- Mesa Interministerial entre Ciencia y Agricultura.
- Laboratorio del Desierto.
- Definir Hoja de Ruta.
- Planificación regional y nacional.

## 6.2. Perspectiva a partir de un sistema regional de innovación para la hoja de ruta

En los Sistemas Regionales de Innovación, el factor clave de la Competitividad es el Conocimiento y la Capacidad de Innovación. Una de las definiciones de un Sistema Regional de Innovación consiste en la “infraestructura institucional que apoya la innovación en la estructura productiva de una región”. Por lo tanto, el sistema regional de innovación estaría integrado por subsistemas:

- **Subsistema de generación de conocimiento o infraestructura de apoyo regional**, compuesto por laboratorios de investigación públicos y privados; universidades; agencias de transferencia tecnológica; centros de formación continua, entre otros.

- **Subsistema de explotación del conocimiento o estructura de producción regional** compuesto mayormente por empresas.

Sobre estos dos subsistemas actúan las organizaciones gubernamentales y las agencias de desarrollo regional, que pasa a constituirse en otro subsistema. Estos subsistemas estarían insertos en el marco

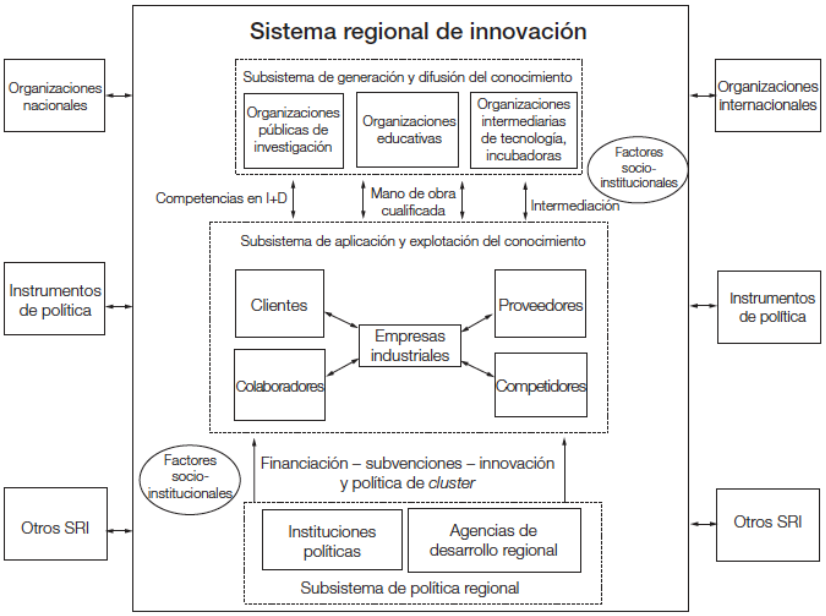
socioeconómico y cultural de la región, los cuales no constituyen una unidad autosuficiente, sino que es un sistema abierto que se encuentra ligado a otros sistemas de innovación.

Por ello Cooke et al (2004) citado por Navarro (2009), señala que un sistema regional de innovación consiste en subsistemas de generación y explotación de conocimiento que interactúan, ligados a otros sistemas regionales, nacionales y globales para la comercialización de un nuevo conocimiento, aunque hay discusión sobre su dinámica.

El esquema espejo de un sistema regional de innovación se detalla en la Figura 10. Este esquema muestra una integralidad entre todos los estamentos del sistema regional de innovación, lo cual asegura participación y democratización en los procesos donde se toman decisiones que afectan a todos los habitantes de un territorio. Esta visión, da pertinencia y aceptabilidad en las decisiones que se toman en I+D+i para una región o una macrozona.

Los autores Planas y Fernández (2018)[12] señalan que, en Chile, las Estrategias Regionales de innovación (ERI) influyen directamente en la política de inversión pública, a través del Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R), que representa el 25% de la inversión nacional del FIC; y en el período 2008-2017, representa el 4,2% del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR). Donde el FIC tiene una orientación estratégica descentralizada de la inversión de interés público para impulsar la transformación competitiva de las economías regionales.

**Figura 10. Composición de un Sistema Regional de Innovación**




Fuente: Tödting y Trippl (2005) citado por Mikel Navarro.2009. Ekonomiaz Nº70. 37p.

[12]Lenia Planas Serralta y Ignacio Fernádez de Lucio. 2018. Primeras Estrategias Regionales de Innovación en Chile. J. Technol. Manag. Innov.13(2):69-81.

Según la Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE)[13], la Provisión FIC es un fondo público de decisión y asignación regional destinado a promover la ciencia, investigación aplicada, emprendimiento innovador, desarrollo, difusión y transferencia tecnológica, incluida la destinada al fortalecimiento de capacidades y redes regionales para la innovación, formación y atracción de recursos humanos especializados, infraestructura y equipamiento de apoyo y promoción de la cultura pro innovación y emprendimiento.

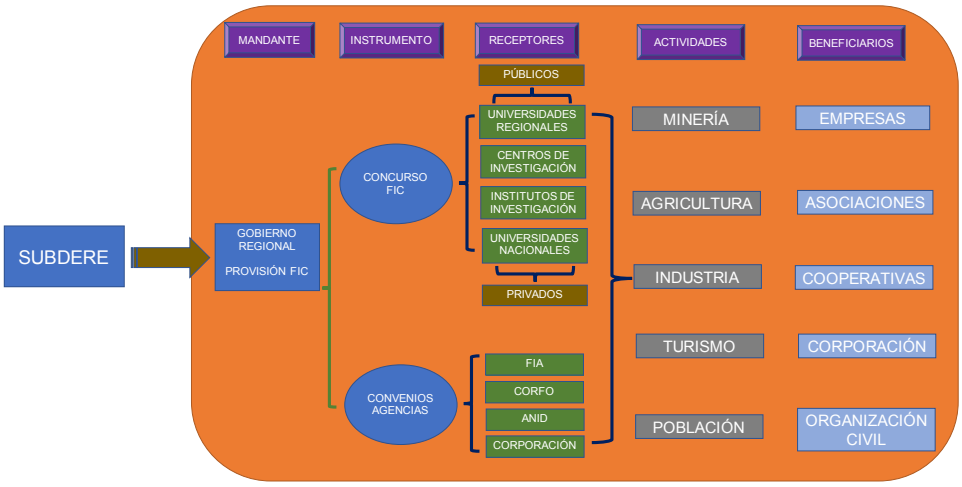
Entre los años 2012-2017, los recursos presupuestarios FIC-R en las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Coquimbo, fueron canalizados mediante distintos instrumentos (concursos, asignación directa, etc.) a través de convocatorias realizadas por los Gobiernos Regionales (Planas y Fernández, 2018). Esas convocatorias respondieron a las necesidades territoriales de fomento productivo de cada región y no siempre estuvieron directamente alineadas con las estrategias, que de alguna manera están fuertemente indexadas a la directriz nacional.

Por lo tanto, el Sistema Regional de Innovación actualmente se ha ido consolidando en los Gobiernos Regionales a través del Fondo para la Innovación y Competitividad (FIC), el cual se manifiesta en concursos o a través de convenios de traspaso a agencias, tales como la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID – Ex Conicyt).

### 6.2.1. Modelo conceptual de un Sistema de Innovación para la Macrozona Norte

El modelo conceptual del Sistema Regional de Innovación actual se presenta en la siguiente figura.

**Figura 11. Modelo Conceptual Sistema Regional de Innovación Actual**




Fuente: Elaboración propia

[13] Para mayores detalles acceda el siguiente enlace http://www.subdere.gov.cl/documentacion/gestión-de-las-regiones-en-el-fondo-de-innovación-y-competitividad-provisión-iniciativ

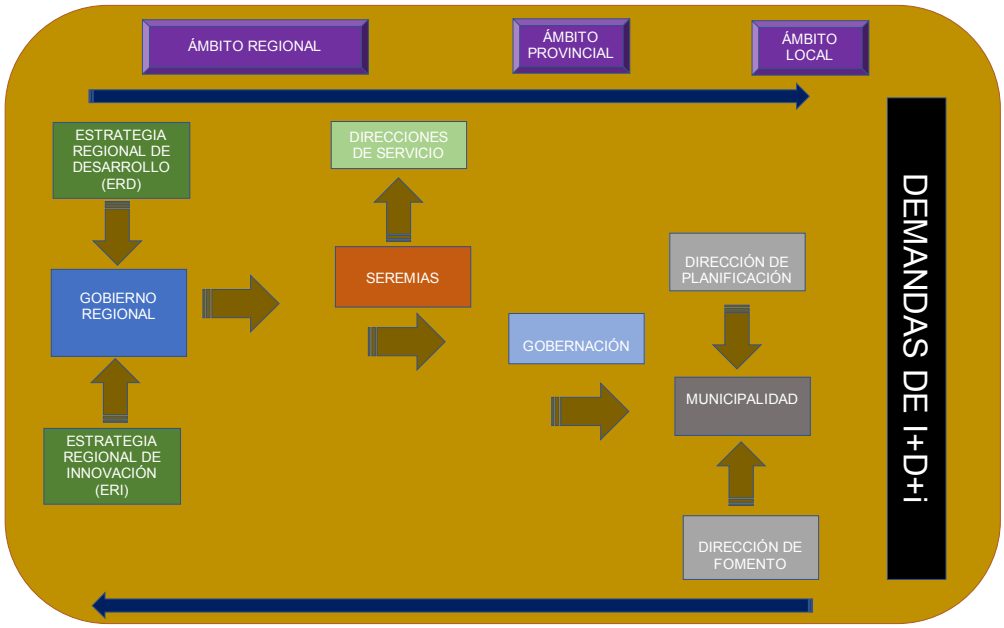
Sin embargo, en este Sistema Regional de Innovación no participan todos los actores del territorio que pueden estar afectando los impactos esperados y también la adopción y el escalamiento de la innovación. Por esto es necesario complementar ese modelo con una perspectiva más inclusiva que permita nutrirse de las demandas de bases.

Actualmente son las instituciones que postulan proyectos vía concurso FIC-R o a través de asignación directa establecida por cada Gobierno Regional, las que definen las temáticas ajustadas a los destinos de la normativa FIC (investigación, difusión y transferencia tecnológica, entre otros), con diferentes grados de participación de los actores territoriales que serán beneficiados, constituyéndose en una barrera para los impactos esperados, para lo cual se plantea la modificación presentada en el punto 6.2.2.

### 6.2.2. Una perspectiva del ecosistema publico regional

El ecosistema público del Sistema Regional de Innovación propuesto se presenta en la Figura 12:

**Figura 12. Ecosistema Público del Sistema Regional**




Fuente: Elaboración propia

Con esta propuesta del Sistema Regional de Innovación se logra una mayor integralidad del ecosistema que permite un mejor conocimiento de las demandas de I+D+i para la Región, que constituyen insumos para la actualización de la Estrategia Regional de Innovación (ERI), de tal forma que sea una guía para las áreas prioritarias a considerar en las bases técnicas de los concursos FIC-R.

Se incorpora el ámbito local representado por la Municipalidad quien tiene un mayor y mejor conocimiento de las demandas en su territorio, requiriendo un fortalecimiento de sus equipos de planificación y fomento, para que se constituyan en actores relevantes y conectados con su población.

Esto permitirá generar información para los instrumentos de planificación y demandas para las instituciones formuladoras de proyectos, estableciéndose una conexión directa con los usuarios finales posibilitando mejorar los indicadores de impacto.

Actualmente el Sistema Regional de Innovación es entrópico, en el ámbito público y privado, pareciéndose más a quien destaca sobre el otro, con escasos niveles de integración y sin una direccionalidad permanente y vinculante, con la excepción de situaciones coyunturales externas, como son la sequía y eventos asociados al cambio climático.

Por ello, la mayoría de los actores relevantes reclaman una mayor integralidad vinculante, que debe ir asociada con una direccionalidad o gobernanza permanente que recae en los gobiernos regionales, quienes son los mandatados a direccionar el Sistema Regional de Innovación, entre ellos el capítulo de los Recursos Hídricos, donde se establezcan las prioridades en I+D+i en el corto, mediano y largo plazo, con la participación de los actores públicos y privados regionales, e integrando miradas nacionales e internacionales. (ver Figura 13).

**Figura 13: integralidad del Sistema Regional de Innovación – Recursos Hídricos**

Fuente: Elaboración propia

### 6.2.3. Algunas luces de los resultados obtenidos

Es interesante notar que, tanto en las entrevistas con los actores como en las encuestas a los investigadores, en la sección 5.4.3, las condiciones que dificultan la investigación y el desarrollo que promueva la innovación en la actualidad se concentran en la falta de continuidad de iniciativas

satisfactorias o exitosas y de una cartera de instrumentos que permitan mayores plazos de investigación, con la gradualidad que corresponda.

En relación con los plazos, los límites establecidos por el instrumento FIC no llevan en consideración la lógica de las actividades de investigación y desarrollo. Son más bien una optimización que busca aumentar la disponibilidad para nuevos concursos, reduciendo el arrastre. Sin embargo, dependiendo del alcance del proceso de investigación y desarrollo dentro de la cadena de valor de la innovación, algunas iniciativas requieren plazos mínimos mayores que el límite máximo en que se otorga el recurso. Si bien esto no impide que se presenten propuestas, la investigación y desarrollo que busca aumentar la eficiencia del uso de agua en el manejo productivo se ve perjudicada por no consigue terminar la etapa de diseño experimental y de piloto con rigor científico. Esto significa, las iniciativas se deben adecuar para cumplir con las restricciones administrativas en desmedro del proceso de innovación.

Por el lado de la especificidad de instrumentos FIC, que de alguna forma también tiene que ver con los plazos, emerge el asunto de que no se está dando el apoyo adecuado a través de la cadena de valor de la innovación, de acuerdo con el proceso de investigación y desarrollo que se está fomentando. En ese sentido, también surge la preocupación de que los actores del Sistema de Innovación Regional no tienen claridad como utilizar los distintos instrumentos de fomento gubernamentales de acuerdo con la etapa de investigación y desarrollo que busca atender la iniciativa planteada, o de otra forma, la respuesta al problema productivo que se busca atender.
En ambos casos, se requiere plantear una estrategia de fomento que reconozca los alcances del proceso de investigación y desarrollo dentro de la cadena de valor de la innovación, en base a los instrumentos públicos que se destinan a estos efectos. Pero distinguiendo entre concursos o dentro de un mismo instrumento, tal que, se permita diferenciar especificidades de los tipos de resultados esperados, de acuerdo con su alcance y periodo mínimo que se requiere para obtener resultados robustos, que faciliten su escalabilidad y transferencia.

En complemento con lo que se mencionó en la sección 5.4.3, lo anterior se puede diseñar y articular de mejor forma a través de los modelos propuestos. Mejorando las deficiencias relevadas y la percepción de la perdida de oportunidades de los recursos invertidos en I+D+i en materia de recursos hídricos.

### 6.3. Hoja de ruta propuesta

A partir de las entrevistas, la revisión de las encuestas y la opinión profesional, se determinan los siguientes escenarios que se observan y proyectan, tanto para el instrumento FIC- R, como también para las priorizaciones a efectuar en el I+D+i en Recursos Hídricos para la Región de Coquimbo y a su vez los resultados espejos que se generen para las otras regiones de la Macrozona Norte.

#### 6.3.1. Líneas temáticas

Las principales brechas detectadas en el instrumento FIC-R del Sistema Regional de Innovación, y que deben ser atendidas, son:

**Cuadro 23. Brechas Históricas y Actuales del Concurso FIC-R**

| Línea Temática | Fundamentos |
|---|---|
| Calidad técnica de los proyectos postulados | Mejorar el prejuzgamiento del o los autores del proyecto y considerar una etapa de diagnóstico previa con orientación formativa, para mejorar la formulación del proyecto. |
| Aumentar la postulación y adjudicación de proyectos de I+D+i | Mejorar la comprensión de los sistemas de ciencia y tecnología por parte de los evaluadores, para orientar las postulaciones de naturaleza de I+D+i, coordinando el uso de los recursos comprometidos de la glosa FIC-R que deben ser gastados, junto a otros instrumentos de fomento competitivo. |
| Aumentar las convocatorias en Recursos Hídricos | Existe el desafío de suplir la brecha de especialistas regionales en recursos hídricos; y priorizar iniciativas de mayor impacto en menor tiempo. |
| Aumentar la Adherencia de las iniciativas adjudicadas con la ERD y ERI | La ERD y ERI no son vinculantes para la adjudicación de proyectos postulados al FIC-R, desacreditándose los instrumentos de planificación regional o los tomadores de decisión final se vinculan con otras demandas y falla del sistema regional de innovación. Es necesario evaluar orientaciones estratégicas que sean más actualizadas y que emanan de las demandas basales. |

Las brechas detectadas que se deben reducir para fortalecer el instrumento FIC-R en Recursos Hídricos según los entrevistados son.

**Cuadro 24. Actuaciones para reducir brechas detectadas del instrumento FIC-R en Recursos Hídricos**

| Línea Temática | Fundamentos |
|---|---|
| Formación de Grupos de Investigación para mayor coordinación en la postulación de proyectos | La formación de grupos de investigación permite organizar el Sistema Regional de Innovación, dando una mayor consistencia y coordinación para abordar temáticas relevantes en recurso hídricos de forma holística y de mayor impacto. |
| Evaluación Técnica de los Proyectos tenga una valoración del 90% | Para disminuir la subjetividad en la decisión de financiamiento de proyectos de I+D+i se requiere fortalecer la decisión técnica de los evaluadores externos considerando que los proyectos estén vinculados a la ERI. |
| Mejorar el conocimiento en Ciencias de los Analistas de Proyectos | Se requiere fortalecer la evaluación de los proyectos a través de la capacitación de los analistas de proyectos regionales y también en aquellos actores externos que se convocan. |
| Proyectos Adjudicados no relacionados con la ERD y ERI | Fortalecimiento de los instrumentos de planificación regional, de tal forma que sirva de guía para la postulación de proyectos en I+D+i, que es lo que da conducción a un territorio o región. |

Las principales líneas temáticas financiadas en Recursos Hídricos por el instrumento FIC-R según la información obtenida de las entrevistas son.

**Cuadro 25. Líneas Temáticas en Recursos Hídricos financiadas por instrumento FIC-R**

| Línea Temática | Fundamentos |
|---|---|
| Eficiencia en el Uso de Agua | Los proyectos financiados en esta temática están atendiendo a un primer input relacionado con la baja eficiencia en uso del agua en los sistemas productivos, sin considerar la productividad del agua. |

| | |
|---|---|
| Seguridad Hídrica | Los proyectos financiados en esta temática están atendiendo a un segundo input relacionado con la disponibilidad de agua para la población y sistemas productivos. |
| Automatización de canales | Los proyectos financiados en esta temática están atendiendo a un tercer input relacionado con la contabilidad del agua en una cuenca de vital importancia para las Juntas de Vigilancia y Organizaciones de Usuarios del Agua, para un manejo territorial del agua sustentable. |
| Agua Potable Rural | Los proyectos financiados en esta temática están atendiendo a un cuarto input relacionado con la seguridad hídrica para el abastecimiento de agua de la población rural a través de los programas del Ministerio de Obras Públicas, para mejorar la calidad de vida y reducir la migración a los centros urbanos. |

Las principales líneas temáticas para financiar en Recursos Hídricos por el instrumento FIC-R señaladas por los entrevistados son según su percepción del territorio.

**Cuadro 26. Líneas Temáticas en Recursos Hídricos a financiar por Instrumento FIC-R**

| Línea Temática | Fundamentos |
|---|---|
| Eficiencia en el Uso de Agua | Los proyectos por financiar deben avanzar hacia incrementar la productividad del agua; recirculación; aumentar el número de veces para el uso del agua. |
| Recursos Hídricos y Adaptación al Cambio Climático | Los proyectos por financiar deben avanzar hacia sistemas más resilientes al cambio climático; entre ellos, especies con menor demanda de agua y mayor tolerancia a sales y metaloides, especies con ciclos más cortos. Estas consideraciones deben estar vinculadas con el mercado. |
| Seguridad Hídrica | Los proyectos por financiar deben abordar los balances hídricos de las cuencas. |
| Diversificación Matriz Hídrica | Los proyectos por financiar deben abordar los inputs externos a los balances hídricos de las cuencas, a través del retorno de aguas, como son las aguas grises y aguas residuales urbanas; y también, la desalación de agua de mar. |

### 6.3.2. Ejes Estratégicos

Los ejes estratégicos propuestos para el fortalecimiento del Sistema Regional de Innovación en el ámbito de los Recursos Hídricos para la Macrozona Norte son:

**Cuadro 27. Eje Estratégico 1**

| **Generar Gobernanza Vinculante del Sistema Regional de innovación.** |
|---|
| **Definición:**<br>La Gobernanza es un instrumento de planificación territorial dinámico que permite la direccionalidad de un ámbito determinado (por ejemplo, Recursos Hídricos), alineando al ecosistema de actores regionales.<br><br>**Objetivo:**<br>Las iniciativas generen compromisos de los usuarios finales para adoptar y promover la innovación u otras innovaciones.<br><br>**Metas:**<br>Generación de una hoja de ruta vinculante entre los actores relevantes del ecosistema de innovación regional.<br><br>**Indicador:**<br>Reducir el número de iniciativas que no tienen continuidad por no ser adoptadas por lo usuarios finales. |

**Cuadro 28. Eje Estratégico 2**

| **Actualizar las Estrategias Regionales de Innovación (ERI).** |
|---|
| **Definición:**<br>Las ERI son instrumentos de planificación de la innovación regional que deben ser actualizados cada cinco años, para ir recogiendo las variaciones generadas por el entorno ecosistémico.<br><br>**Objetivo:**<br>Reflejar las demandas de los ámbitos locales, provinciales y regionales, de forma inclusiva participativa.<br><br>**Metas:**<br>Generación de un conjunto de hoja de rutas provenientes de las demandas y necesidades de los ciudadanos para mejorar su desarrollo social y económico sin perder de vista el medio ambiente y las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN), especialmente referido a los Recursos Hídricos.<br><br>**Indicador:**<br>Número de iniciativas postuladas y realizadas vinculadas a los objetivos estratégicos de la ERI. |

**Cuadro 29. Eje Estratégico 3**

**Uniformar las bases técnicas y administrativas del instrumento FIC-R y avanzar en la virtualización del sistema de postulación.**

**Definición:**
El FIC-R es el instrumento del Sistema Regional de Innovación que permite avanzar en el conocimiento básico y aplicado que da respuesta a los objetivos estratégicos de la ERI en los ámbitos productivos y bienestar de la población.

**Objetivo:**
Uniformar el instrumento FIC-R que permita su autoevaluación y la virtualización del proceso de postulación elimine la discrecionalidad y se avance en su simpleza.

**Metas:**
Generación de una hoja de ruta para un proceso de normalización del instrumento FIC-R, que represente la integralidad de una macrozona y la especificidad de una región.

**Indicador:**
Número de procesos normalizados y autoevaluados.

**Cuadro 30. Eje Estratégico 4**

**Generar una Base de Datos Pública de proyectos financiados en I+D+i**

**Definición:**
Las bases de datos públicas democratizan el acceso a la información para el público que la demanda.

**Objetivo**:
Favorecer el encadenamiento del conocimiento, evitando que se generen duplicidades o superposiciones, para promover el desarrollo de la investigación hacia soluciones innovadoras.

**Metas:**
Generación de una hoja de ruta para la concreción de una base de datos integrada que obligue a las instituciones públicas a reportar la información de I+D+i generadas en la región fortaleciendo el Sistema Regional de Innovación.

**Indicador:**
Número de instituciones que anualmente reportan información al administrador de la Base de Datos Pública Regional.

**Cuadro 31. Eje Estratégico 5**

**Generar Grupos de Investigación o Alianzas Estratégicas Interinstitucionales Pública y Privada.**

**Definición:**
Grupos de investigadores interdisciplinarios público - privado en I+d+i que focalizan su interés en un objetivo estratégico para desarrollar para fortalecer el sistema regional de innovación.

**Objetivo:**
Generar un registro de grupos de investigación que reporten su productividad al Sistema Regional de Innovación que permita generar estímulos pecuniarios anuales o bianuales para fortalecer el I+D+i en las áreas temáticas establecidas en la ERI.

**Metas:**
Generar una hoja de ruta para establecer el organismo y mecanismo para fortalecer la formación de grupos de investigación regional y macrozonal.

**Indicadores**
-Formación del Sistema Regional de Innovación.
-Número de Grupos de Investigación formados.

**Cuadro 32. Eje Estratégico 6**

**Actualizar la situación hídrica regional – balance hídrico por cuenca para priorización de proyectos.**

**Definición**:
Corresponde a determinar la situación actual y proyectada del balance hídrico regional, conociendo su oferta y demanda.

**Objetivo**:
Actualizar la situación actual de los recursos hídricos superficiales, subterráneos, los aportes en precipitaciones de agua y nieve, aportes de los glaciares; así como también de la demanda por Derechos de Aprovechamiento de Aguas.

**Metas:**
Generar una hoja de ruta para establecer las instituciones participantes y sus roles.

**Indicadores:**
-Balance Hídrico Regional = $m^3$ Oferta Agua / $m^3$ Demanda Agua
-Balance Hídrico por Cuenca = $m^3$ Oferta Agua / $m^3$ Demanda de Agua

**Cuadro 33. Eje Estratégico 7**

| |
|---|
| **Generar Gestión Vinculante para la escalabilidad del I+D+i con el mercado**<br><br>**Definición:**<br>Escalamiento de los proyectos de I+D+i a través de una sinergia o vinculación entre las instituciones mandantes en I+D+i y las instituciones mandantes en fomento.<br><br>**Objetivo:**<br>Generar un protocolo o reglamento vinculante que permita la continuidad y escalabilidad de un proyecto para aumentar la cobertura de los impactos esperados al territorio.<br><br>**Metas:**<br>Generar una hoja de ruta para interrelacionar las instituciones públicas en I+D+i con las instituciones de Fomento con protocolos vinculantes, asociados a presupuestos comprometidos.<br><br>**Indicador:**<br>Número de proyectos de I+D+i escalados a fomento. |

La matriz de programas y iniciativas que deben ser guías para consolidar la Hoja de Ruta se presentan en la siguiente tabla, donde el título de la columna indica el programa. Bajo el encabezado de cada columna se listan las iniciativas.

**Cuadro 34 Matriz de programas (encabezado de la columna) e iniciativas propuestas por la Hoja de Ruta en Recursos Hídricos para la Región de Coquimbo.**

| Especies agrícolas con bajo requerimiento hídrico y con demanda en el mercado | Hidrogeología de Cuencas | Recarga de Acuíferos | Diversificación Matriz Hídrica | Cosecha de Agua | Gestión del Agua | Glaciares | Cambio Climático |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Disminución de Huella hídrica | Vulnerabilidad | Tecnologías de recarga de acuíferos | Estudios para producir agua de acuerdo con su fuente según uso | Desarrollo de técnicas y tecnologías para la cosecha de agua | Elaboración de capacitación y entrenamiento para la gestión del agua a nivel de usuarios y/o organizaciones<br>.- Jurídica<br>.- Administrativa<br>.- Técnica | Elaboración de Estudios y/o modelos de disponibilidad y variabilidad temporal | Elaboración de estudios y/o modelos de variación climática temporal |
| Aumento de la productividad del agua | Determinación de las normas secundarias de la calidad del agua | Calidad de agua a utilizar para la recarga | Estudios para medir la calidad del agua utilizada/producida | Tecnologías para el almacenamiento del agua | Apoyo en la formación y constitución de usuarios y organizaciones de agua | Elaboración de Estudios y/o modelos de Vulnerabilidad | Elaboración de modelos para la toma de decisiones de actuación a tiempo real |
| Estrategias tecnológicas para disminuir la demanda hídrica | Balance Hídrico | Modelos de variación piezométrica en acuíferos con recarga de agua | Desarrollo de filtros (químicos, físicos y/o biológicos) para la producción de agua | Tecnologías para mantener la calidad del agua almacenada | Modelos de gestión de agua superficial y subterránea para la toma de decisiones | Elaboración de estudios y/o modelos de gestión de glaciares | Generación de una propuesta de la institucionalidad regional para el manejo del cambio climático |

### 6.3.3 Propuesta de escalabilidad y/o replicabilidad de las iniciativas propuestas

A partir de la evaluación los resultados se revisó la evidencia reunida, caso a caso. La recomendación solo consideró iniciativas evaluadas que registraron evidencias.

La recomendación consideró cuatro categorías, dentro de las iniciativas evaluadas, las que corresponden a:

- Sin recomendación,
- Diseño experimental,
- Escalable,
- Replicable,
- Ambos

La categoría Sin recomendación representa las iniciativas que respondieron a la evaluación pero que no entregaron suficiente evidencia, o sus resultados ya no están en uso por cambios en las condiciones de mercado. Retirándose de la lista de análisis de recomendación.

Aquellas iniciativas con bajo nivel de evidencia, pero con resultados que su uso fue descontinuado por motivos distintos a las condiciones de mercado, se presentan como candidatos a proyectos de desarrollo experimental. A juicio de los consultores esas iniciativas necesitan de generar más conocimiento para extender o consolidar mejor los resultados previstos, con potencialidad de ser innovaciones en materia de recursos hídricos.

Las categorías que siguen se aplican de acuerdo con la recomendación de escalabilidad, replicabilidad o ambos.

Junto con cada recomendación se indican tres categorías, el tema hídrico principal, la unidad territorial y el lugar. El primero complementa el ámbito hídrico que se está abordando en la estrategia, para seleccionar las iniciativas. El segundo es una indicación de la mínima unidad de escalabilidad o replicabilidad del resultado recomendado. La tercera indica si la recomendación está siendo propuesta para la Región de Coquimbo o la Macrozona Norte. Esta última incluye a la Región de Coquimbo.

En la siguiente tabla se presentan las iniciativas y su recomendación.

**Cuadro 34 Matriz de recomendación para escalabilidad y/o replicabilidad en base a los resultados obtenidos**

| Código FIA/BIP | Titulo Iniciativa | Tipo de Resultado | Alcance | Área temática | Recomendación | Ámbito Hídrico Principal | Unidad Territorio | Lugar |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3013779-0 | Estudio sobre requerimientos hídricos mínimos para mantener los estándares de rendimiento y calidad del cultivo de nogal bajo las condiciones de restricción hídrica presentes en la zona productiva de la región de coquimbo. | Modelo productivo | Pre Comercial | Eficiencia Uso de Agua | Ambos | Eficiencia hídrica | Predio | Macrozona |
| 30403174-0 | Análisis sistemas automatizado conducción distribución agua embalse recoleta. | Instrumentos de medición | Piloto | Eficiencia Uso de Agua | Ambos | Gestión hídrica | OUA | Macrozona |
| PYT-2016-0152 | Estrategias agronómicas de gestión del riego que permitan aumentar la productividad del agua y la sustentabilidad de sistemas frutícolas ante el proceso de aridización | Estudios | Piloto | Eficiencia Uso de Agua | Desarrollo Experimental | Eficiencia hídrica | Predio | Macrozona |
| PYT-2016-0071 | Modelos agroforestales para la diversificación de las opciones productivas de pequeños propietarios del Secano de la Región de Coquimbo | Modelo productivo | Piloto | Eficiencia Uso de Agua | Escalable | Competitividad | Predio | Macrozona |
| 30404122-0 | Transferencia tecnológica en agronomía del riego frutales. | Modelo productivo | Pre Comercial | Eficiencia Uso de Agua | Escalable | Eficiencia hídrica | Predio | Macrozona |
| PYT-2017-0202 | Desarrollo de insumos sustentables para la agricultura: uso de recursos algales como una estrategia para disminuir la huella hídrica y enfrentar las condiciones extremas del cambio climático | Modelo productivo | Piloto | Calidad del agua | Desarrollo Experimental | Competitividad | Predio | Macrozona |
| 30112031-0 | Desalación de agua de mar mediante sistema de osmosis inversa-energía fotovoltaica para provisión de agua potable en reserva isla damas. | Modelo productivo | Piloto | Diversificación Matriz Hídrica | Desarrollo Experimental | Competitividad | Organizaciones | Macrozona |
| PYT-2016-0151 | Utilización de especies vegetales suculentas con potencial agro productivo como alternativa de diversificación sustentable en zonas áridas | Modelo productivo | Piloto | Eficiencia Uso de Agua | Escalable | Competitividad | Predio | Macrozona |
| 30403172-0 | Análisis tecnología para depuración de aguas residuales. | Instrumentos de medición | Piloto | Eficiencia Uso de Agua | Escalable | Diversificación matriz hídrica | Organizaciones | |
| 30404140-0 | Transferencia en el uso de atrapanieblas para uso productivo. | Instrumentos de medición | Piloto | Diversificación Matriz Hídrica | Escalable | Diversificación matriz hídrica | Predio | Macrozona |
| PYT-2012-0048 | Cultivo integrado de peces de agua dulce y vegetales con tecnología de recirculación de agua | Modelo productivo | Pre Comercial | Eficiencia Uso de Agua | Escalable | Competitividad | Predio | Macrozona |

| Código FIA/BIP | Titulo Iniciativa | Tipo de Resultado | Alcance | Área temática | Recomendación | Ámbito Hídrico Principal | Unidad Territorio | Lugar |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30404141-0 | Análisis gestión predial de recursos hídricos, calidad de suelo. | Estudios | Piloto | Eficiencia Uso de Agua | Ambos | Gestión hídrica | Predio | Macrozona |
| 30403028-0 | Investigación vigilancia online de la calidad del agua. | Análisis de datos | Piloto | Calidad del agua | Ambos | Calidad del Agua | Predio | Macrozona |
| 30349631-0 | Desarrollo de un centro de análisis para la agricultura de riego (capra), para mejorar la gestión de los recursos hídricos de la agricultura regional. | Análisis de datos | Piloto | Eficiencia Uso de Agua | Replicable | Gestión hídrica | Cuenca | Macrozona |
| 30382623-0 | Desarrollo de un sistema de gestión operacional para las aguas de una cuenca, brindando herramientas de autogestión y autoadministración a las organizaciones de usuarios involucradas | Instrumentos de medición | Piloto | Estudios Hidrológicos Hidrogénicos | Ambos | Estudios hidrológicos | Cuenca | |
| PYT-2012-0136 | Investigación áreas potenciales e implementación de barreras de nieve. | Estudios | Piloto | Eficiencia Uso de Agua | Replicable | Gestión hídrica | Cuenca | Macrozona |
| 30403127-0 | Estrategia de manejo agronómico de especies frutales en sequía. | Estudios | Piloto | Estudios Hidrológicos Hidrogénicos | Replicable | Gestión hídrica | Cuenca | Macrozona |
| 30127536-0 | Análisis seguimiento y monitoreo suelo agrícola ordenamiento territorial. | Modelo productivo | Desarrollo Experimental | Eficiencia Uso de Agua | Escalable | Eficiencia hídrica | Predio | Macrozona |
| 30403033-0 | Análisis evaluación de recursos hídricos subterráneos costeros. | Análisis de datos | Piloto | Eficiencia Uso de Agua | Replicable | Gestión hídrica | Cuenca | Coquimbo |
| 30404173-0 | Diseño y puesto en marcha de un sistema de monitoreo de caudales y de un protocolo de determinación de pérdidas de agua para la priorización de las inversiones público-privados. | Estudios | Desarrollo Experimental | Estudios Hidrológicos Hidrogénicos | Ambos | Gestión hídrica | Cuenca | |
| 30137698-0 | Investigación producción acelerada de forraje con bajo consumo hídrico. | Estudios | Piloto | Diversificación Matriz Hídrica | Replicable | Gestión hídrica | Cuenca | Coquimbo |
| 30404078-0 | Destilación solar de agua de mar para consumo humano. | Estudios | Desarrollo Experimental | Eficiencia Uso de Agua | Desarrollo Experimental | Gestión hídrica | Cuenca | Macrozona |
| 30137726-0 | Análisis optimización uso en agua potable en núcleos urbanos. | Instrumentos de medición | Piloto | Diversificación Matriz Hídrica | Escalable | Diversificación matriz hídrica | Organizaciones | Macrozona |

| Código FIA/BIP | Titulo Iniciativa | Tipo de Resultado | Alcance | Área temática | Recomendación | Ámbito Hídrico Principal | Unidad Territorio | Lugar |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30404132-0 | Transferencia tecnológica para la optimización del riego en hortalizas. | Modelo productivo | Piloto | Eficiencia Uso de Agua | Ambos | Diversificación matriz hídrica | Organizaciones | |
| 30404134-0 | Investigación implementación y evaluación de la producción de fvh. | Modelo productivo | Piloto | Eficiencia Uso de Agua | Escalable | Eficiencia Hídrica | Predio | Macrozona |
| 30134507-0 | Diseño de un sistema de gestión hídrica para la junta de vigilancia del río Elqui y sus afluentes, para mejorar la eficiencia en el uso del recurso hídrico bajo escenarios de cambio climático | Análisis de datos | Piloto | Eficiencia Uso de Agua | Replicable | Gestión hídrica | Cuenca | |
| PYT-2017-0215 | Análisis plataforma de modelo predictivo de caudales de cabecera. | Análisis de datos | Piloto | Eficiencia Uso de Agua | Replicable | Gestión hídrica | OUA | Coquimbo |
| 30403032-0 | Análisis plataforma de modelo predictivo de caudales de cabecera. | Análisis de datos | Piloto | Eficiencia Uso de Agua | Replicable | Gestión hídrica | Cuenca | Coquimbo |

### 6.3.4 Propuesta de transferencia de los resultados

A partir de la recomendación anterior, se evaluó la evidencia con relación a:

- Cómo fue utilizado el resultado alcanzado
- Grado de novedad del resultado alcanzado
- Almacenamiento de datos
- Nivel de seguridad de almacenamiento de los datos
- Procesamiento de los datos
- Producción académica
- Producción científica.

Con esa información se realizó un análisis en relación con la utilización del resultado alcanzado, la disponibilidad de la información y la difusión de la experiencia. Del análisis se desprendió el grado de transferibilidad de los resultados alcanzados por la iniciativa. Una estrategia que no permite inferir la transferencia de los resultados ante la ausencia de información de campo.

La utilización del resultado se mide por su uso y el grado de novedad. Resultados alcanzados en uso y con grados de novedad en el territorio tienen mayor probabilidad de ser transferidos que aquellos con grados de novedad nacionales y mundiales. Esta aproximación buscó inferir la usabilidad del resultado y la posibilidad de transferencia dada el conocimiento que puede existir en otros territorios u organizaciones.

La disponibilidad de información busca inferir la posibilidad de tener los datos necesarios para implementar la transferencia. Es este sentido, se privilegia el uso de medios digitales entes que el papel, formatos de planillas de cálculo o archivos de texto ante digitalizaciones, y niveles de seguridad de almacenamiento en servicios de nube o dispositivos externos antes que sistemas locales.

La difusión de la experiencia se infiere por la producción científico y académica. En la medida que existan más registros relacionados al desarrollo de los resultados alcanzados, mayor será la probabilidad de transferir los resultados.

Con ese análisis, aplicado a las recomendaciones con tipo de resultados piloto y pre comercial, se infiere la probabilidad de transferencia, que significa:

- **Alta**: existe un alto grado de transferencia de los resultados alcanzados.
- **Media**: si bien es recomendable su transferencia, los resultados alcanzados por la iniciativa no presentan todas las condiciones que faciliten su transferencia.
- **Baja**: si bien sería deseable transferir los resultados no se presentan condiciones para transferir los resultados alcanzados por la iniciativa.

En la siguiente tabla se presentan las recomendaciones de transferencia por ámbito hídrico principal.

**Cuadro 34 Matriz de recomendación para trasferencia de los resultados obtenidos**

| Código FIA/BIP | Titulo Iniciativa | Tipo de Resultado | Alcance | Recomendación | Posibilidad de Transferencia | Ámbito Hídrico Principal |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3013779-0 | Estudio sobre requerimientos hídricos mínimos para mantener los estándares de rendimiento y calidad del cultivo de nogal bajo las condiciones de restricción hídrica presentes en la zona productiva de la región de coquimbo. | Modelo productivo | Pre comercial | Ambos | 1.- Alta | Eficiencia hídrica |
| 30403174-0 | Análisis sistemas automatizado conducción distribución agua embalse recoleta. | Instrumentos de medida | Piloto | Ambos | 1.- Alta | Gestión hídrica |
| PYT-2016-0071 | Modelos agroforestales para la diversificación de las opciones productivas de pequeños propietarios del Secano de la Región de Coquimbo | Modelo productivo | Piloto | Escalable | 1.- Alta | Competitividad |
| 30404122-0 | Transferencia tecnológica en agronomía del riego frutales. | Modelo productivo | Pre comercial | Escalable | 1.- Alta | Eficiencia hídrica |
| 30403127-0 | Estrategia de manejo agronómico de especies frutales en sequía. | Estudio | Piloto | Replicable | 1.- Alta | Gestión hídrica |
| 30403033-0 | Análisis evaluación de recursos hídricos subterráneos costeros. | Análisis de datos | Piloto | Replicable | 1.- Alta | Gestión hídrica |
| PYT-2012-0048 | Cultivo integrado de peces de agua dulce y vegetales con tecnología de recirculación de agua | Modelo productivo | Pre comercial | Escalable | 2.- Media | Competitividad |
| 30137698-0 | Investigación producción acelerada de forraje con bajo consumo hídrico. | Estudio | Piloto | Replicable | 2.- Media | Gestión hídrica |
| 30404132-0 | Transferencia tecnológica para la optimización del riego en hortalizas. | Modelo productivo | Piloto | Ambos | 2.- Media | Diversificación matriz hídrica |
| PYT-2017-0215 | Análisis plataforma de modelo predictivo de caudales de cabecera. | Análisis de datos | Piloto | Replicable | 2.- Media | Gestión hídrica |
| 30403032-0 | Análisis plataforma de modelo predictivo de caudales de cabecera. | Análisis de datos | Piloto | Replicable | 2.- Media | Gestión hídrica |
| PYT-2016-0151 | Utilización de especies vegetales suculentas con potencial agro productivo como alternativa de diversificación sustentable en zonas áridas | Modelo productivo | Piloto | Escalable | 3.- Baja | Competitividad |
| 30403172-0 | Análisis tecnología para depuración de aguas residuales. | Instrumentos de medida | Piloto | Escalable | 3.- Baja | Diversificación matriz hídrica |
| 30404140-0 | Transferencia en el uso de atrapanieblas para uso productivo. | Instrumentos de medida | Piloto | Escalable | 3.- Baja | Diversificación matriz hídrica |
| 30404141-0 | Análisis gestión predial de recursos hídricos, calidad de suelo. | Estudio | Piloto | Ambos | 3.- Baja | Gestión hídrica |
| 30403028-0 | Investigación vigilancia online de la calidad del agua. | Análisis de datos | Piloto | Ambos | 3.- Baja | Calidad del Agua |

| Código FIA/BIP | Titulo Iniciativa | Tipo de Resultado | Alcance | Recomendación | Posibilidad de Transferencia | Ámbito Hídrico Principal |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 30137726-0 | Análisis optimización uso en agua potable en núcleos urbanos. | Instrumentos de medida | Piloto | Escalable | 3.- Baja | Diversificación matriz hídrica |
| 30404134-0 | Investigación implementación y evaluación de la producción de fvh. | Modelo productivo | Piloto | Escalable | 3.- Baja | Eficiencia Hídrica |
| 30134507-0 | Diseño de un sistema de gestión hídrica para la junta de vigilancia del río elqui y sus afluentes, para mejorar la eficiencia en el uso del recurso hídrico bajo escenarios de cambio climático | Análisis de datos | Piloto | Replicable | 3.- Baja | Gestión hídrica |

# 7 Protocolo Metodológico de Evaluación

## 7.1. Protocolo metodológico de evaluación

Esta sección presenta las premisas y la estructura del protocolo metodológico de evaluación. Como fue referido anteriormente, el Protocolo Metodológico de Evaluación fue desarrollado en consonancia con la propuesta: "Evaluación de resultados de iniciativas I+D+i en recursos hídricos para el sector agrario, agroalimentario y forestal, en la Macrozona Norte. 2019". La propuesta no solo lleva en consideración la experiencia del equipo consultor, sino también la experiencia derivada del ejercicio de evaluación implementado entre los meses de enero a agosto del año 2020, donde fue posible conocer aspectos particulares que indicaron la relevancia de determinadas líneas temáticas que permiten estructurar este protocolo a la medida del GORE de Coquimbo. Adicionalmente, a partir de la recolección de datos primarios, se observaron posibles recomendaciones para mejorar la realización de esta agrupación temática bajo el objeto de facilitar la sistematización del ejercicio evaluativo.

La evaluación de referencia se realizó a través de la ejecución de una batería de metodologías que permitieron responder al ejercicio de evaluación para la Región de Coquimbo. Cuyo objetivo fue estudiar los resultados obtenidos por las iniciativas de I+D+i en Recursos Hídricos que se han ejecutado -y estuvieran finalizados- entre el año 2009 y 2019 (operativamente finalizados a septiembre de 2019) en la Macrozona Norte.

Los protocolos metodológicos tienen como objetivo establecer los criterios que se deben atender para asegurar que el ejercicio de evaluación tenga un balance entre la calidad y las posibilidades prácticas que se pueden alcanzar. Es muy difícil encontrar las condiciones ideales que permitan lograr los mejores estándares técnicos, principalmente en lo que se refiere a la calidad de los datos (convencionalmente, no era una práctica común incluir un diseño de seguimiento y evaluación en la propuesta de los programas de fomento, lo que dificultaba *ex-ante* conocer los datos necesarios para realizar un ejercicio de evaluación). Esta dificultad se amplifica dependiendo de las complejidades del contexto bajo evaluación. Otra dificultad es que el ejercicio de evaluación es pensado generalmente de forma unidireccional. Es decir, como una retroalimentación al gestor sobre los impactos alcanzados. En la propuesta que se hace en este documento, también se consideran las perspectivas de los distintos actores, con el objetivo de mejorar el aprendizaje del ejercicio de evaluación dentro del ecosistema en que actúan, lo que redundará, finalmente, en una mejor adherencia o adopción de los resultados alcanzados por las iniciativas.

Por lo anterior, es altamente deseable conciliar las premisas del *deber ser* (formularios o instrumentos de recolección completos, con información de alta calidad y participación de todos los actores en distintos momentos del proceso) con el *ser* (acceso a información parcial, falta de participación o de respuesta por parte de actores clave, la realización de análisis con base a información fragmentada, entre

otros múltiples desafíos). En este contexto, el protocolo metodológico que se presenta es una guía para implementar un ejercicio de evaluación de ciclo continuo en que se destacan las principales líneas en el ámbito de la investigación y desarrollo, y en particular, su orientación a los recursos hídricos y sus principales líneas temáticas en la Región de Coquimbo.

En cuanto al alcance, si bien las líneas temáticas sobre las que se plantea la evaluación son una referencia internacional sobre los temas relevantes a considerar en los sistemas de innovación, desde una perspectiva territorial, es importante destacar que estos temas fueron validados entre los principales actores de la Región y luego por el GORE de Coquimbo. Los aprendizajes obtenidos desde el ejercicio de evaluación realizado permiten ajustar esta propuesta a la idiosincrasia del GORE de Coquimbo para su objetivo de evaluar las iniciativas de investigación y desarrollo que promuevan la innovación y la competitividad de la Región.

El responsable de verificar que se ejecuten los protocolos, debería ser la más alta autoridad a cargo de la ejecución de los concursos FIC, dentro del GORE de Coquimbo, considerando el apoyo de monitores encargados de cada parte del proceso. Esa unidad también será responsable de orientado el uso y/o sustitución de indicadores hacia los objetivos del gobierno regional en materia de recursos hídricos. Por su parte, el CORE debe ser la entidad que demande las informaciones provenientes del sistema de evaluación para guiar los procesos de adjudicación de los concursos FIC,

A continuación, se propone un protocolo metodológico de evaluación de ciclo completo, sus instrumentos y elementos que lo conforman, cómo y cuándo se deben operar los instrumentos y un ejemplo de cómo se utilizan. También se considera que existirán evaluaciones externas, lo que implica diseñar a priori una gestión de datos efectiva.

### 7.1.1. Guía para un Protocolo Metodológico

El diseño del protocolo metodológico se fundamenta en un ciclo completo de evaluación (como se presentó en la sección metodológica) e incorpora las definiciones de temas e indicadores que se validaron para el ejercicio de evaluación de las iniciativas. A partir de ello se establecen 5 momentos en que ocurre el ejercicio de evaluación, donde cada momento está vinculado con su antecedente y su precedente. De esta forma, la visión continua del diseño es una primera garantía de calidad del proceso. A continuación, se presentan los distintos momentos del diseño, indicando una breve descripción de las actividades que deben ser ejecutadas, tal como:

1. Definición y validación del ciclo completo de evaluación, que a su vez incluye:

    a) Indicadores y métricas de la evaluación *ex-ante* de propuestas dentro de las convocatorias.
    b) Indicadores y métricas de seguimiento proyectadas a los objetivos de las iniciativas, que permita medir el desempeño de la ejecución y los alcances esperados; e
    c) Indicadores y métricas de la evaluación *ex-post* para resultados de las iniciativas, que permita medir los *outcomes* e impactos del programa.

2. Definición de modelos de apoyo a la decisión (algoritmos, heurísticas, entre otros) para elección de iniciativas basados en los indicadores de evaluación *ex-ante*.

3. Diseño de la forma de recolección de datos *ex-ante*, seguimiento y *ex-post* para resultados, *outcomes* e impactos.

4. Preparación para que el ciclo de evaluación sea construido dentro del sistema informático de proyectos del Gobierno Regional; y

5. Aplicación en un piloto (lo que excede a esta propuesta, pero que, el ejercicio terminado se puede considerar un piloto al sistema de ciclo completo que se planea implementar), para realizar ajustes que atiendan a las directrices estratégicas del Sistema de Innovación Regional de Coquimbo.

Los momentos, a su vez, se estructuran bajo la siguiente lógica, como se describe a continuación:

1. **Coherencia temporal**: los ejercicios de evaluación se dividen en distintos ciclos consecutivos, como sucesivas instancias de medición de resultados e impactos de las iniciativas involucradas, conformando un **ciclo completo** de evaluación. Los distintos ciclos se comprenden, según se lista a seguir: *ex ante* (evaluación de mérito y de pertinencia); monitoreo (hitos intermedios y reportes de avances), *ex post* (evaluación de resultados); y *ex post facto* (evaluación de impactos). Esta lógica permite mantener la coherencia temporal entre los momentos, facilitando las medidas y un seguimiento continuo de las distintas líneas temáticas y perfiles que actúan en el ecosistema.

2. **Evaluación continua**: el ejercicio de evaluación debe ser estructurado como un cuerpo único, lo que permite diseñar la gobernanza de datos cuidando de la coherencia temporal. Esto facilita distinguir cada momento y tomar las decisiones estratégicas identificadas, sea para corregir o potenciar el alcance de determinadas líneas estratégicas.

3. **Gestión de seguimiento**: incorporación de la lógica del ciclo completo de evaluación a las prácticas de gestión del GORE Coquimbo. Esta lógica busca que la metodología de evaluación se implemente al alero de un **modelo sistemático** en el cual las rutinas de evaluación sean incorporadas a la rutina de operaciones de procesos recurrentes, desde los llamados públicos a concursar para fondos FIC, hasta la gestión operacional y financiera de las iniciativas. Esto implica, a su vez, la gestión de una base de datos que se ingresa mediante **formularios web**, desde la postulación, durante la ejecución de la iniciativa y después de terminada las iniciativas en los territorios donde estas se han utilizado. El gran desafío está en cubrir los distintos perfiles que actúan en el ecosistema, donde generalmente la mayor dificultad la presenten beneficiarios o potenciales usuarios que no participaron de las iniciativas. En ese sentido, dentro de la gestión de datos, es importante que la distinción de los adjudicados y no adjudicados no pierda la coherencia temporal del ciclo completo.

### 7.1.2. Diseño y operación de los Instrumentos

La colección de datos es una pieza clave del ejercicio de evaluación. Por este motivo el proceso de colecta y los instrumentos utilizados deben ser cuidadosamente diseñados. Mediante preguntas estructuradas y campos de texto (solo para casos debidamente justificados dentro del ejercicio) se deben relevar los indicadores. Un relevamiento consiste en registrar información que se detecta a partir de una observación. Se deben recopilar los datos que son relevantes para el sistema que se investiga. Las preguntas deben ser lo más simple y claras posibles, captando la medida o la cualidad que se busca relevar.

Para comprobar que las preguntas relevan el indicador deseado se debe hacer un piloto, donde se pueden seguir dos estrategias.

La primera, es más directa e implica probar la pregunta, con las opciones que se buscan relevar, más una opción que indique si la pregunta se entiende (buscando una redacción adecuada), dejando abierta la opción de comentarios para explicar que se entiende por la pregunta y las recomendaciones del participante de la prueba.

Una segunda opción, que implica más elaboración, recomienda diseñar opciones de respuestas estructuradas con los posibles entendimientos a la pregunta. Para luego aplicar técnicas estadísticas que indiquen si la pregunta releva los datos que se buscan.

La primera estrategia se recomienda para estudios puntuales, donde no se dispone de presupuesto y tiempo para una prueba más elaborada. La segunda se recomienda para construir un conjunto de preguntas que se usarán durante un largo periodo en los distintos instrumentos aplicados en el ciclo de evaluación. Esta segunda alternativa necesita un estudio propio que se dedique a validar preguntas sobre el tema que se busca investigar. Su creación, además de permitir aumentar la robustez de los datos colectados, es un paso a investigaciones académicas que complementen el proceso de evaluación seguido por el GORE. Con todo, es importante indicar que la segunda estrategia necesita al menos dos años de prueba.

Con relación al contenido del dato, si bien los indicadores cuantitativos son más objetivos, pues representan una medida, la dificultad de su medición radica en establecer claramente como esa medida debe ser tomada, lo que se complica en el caso de que la medición dependa de instrumentos (por la complejidad que pueden alcanzar algunas características instrumentales). En el caso de las medidas cualitativas, que involucran una apreciación cognitiva sobre el atributo u objeto, se recomienda usar escalas Likert (escala de 5 puntos que abordan grados de acuerdo o satisfacción, en general). Estas escalas se han mostrado adecuadas para establecer un grado conceptual. Lo importante es, si requiere usar distintas categorías para establecer la escala, realizar una prueba para verificar si las opciones diseñadas son cognitivamente distinguibles por el público objetivo que responderá el instrumento.

Los instrumentos de relevamiento o colección de datos deben ser operados por medio de formularios que representen adecuadamente cada momento de colecta en el ciclo completo de evaluación. De esa forma, el formulario *ex ante* releva los datos de la postulación de propuestas y debe relevar los datos necesarios para caracterizar a los adjudicados y no adjudicados de forma apropiada. Si un diseño experimental se plantea como medición de impacto; el formulario de seguimiento operacional permite el monitoreo de la ejecución de las iniciativas, distinguiendo sus avances operacionales y presentando alertas para enmendar desvíos de los objetivos iniciales. El formulario de finalización, o *ex post*, permite medir los productos alcanzados detallando todas las actividades realizadas hasta finalizar la iniciativa.; y, cerrando un ciclo, un formulario de impacto (*ex post facto*) que releva los resultados alcanzados por los productos desarrollados en las iniciativas, y que generalmente se levanta después de dos años de finalizada una cartera de iniciativas.

Antes de seguir es importante hacer una diferencia entre lo que se ha descrito como el resultado del impacto observado y el producto alcanzado por el desarrollo de la iniciativa. En el lenguaje usado en las técnicas de planificación de evaluaciones, como la Teoría del Cambio, generalmente se refiere a resultado como el producto observado luego de un tiempo. Posiblemente sea un alcance del lenguaje inglés, pero la convención de medición de impacto establece el resultado como la medida de impacto. El resultado esperado generado por un programa o iniciativa se denomina producto (en su acepción de objeto que es desarrollado, el que puede ser un bien, servicio, modelo, etc.). Sin embargo, en la partida local no existe esa distinción, por lo que la dimensión de impacto se utiliza de acuerdo con su observación temporal.

Continuando con la presentación del tipo de instrumentos para cada momento, Una descripción más operacional de los instrumentos se presenta a continuación:

- **Ficha de Perfil -de Proyecto- (FP):** En la cual constan informaciones de línea base, que en otras palabras representa indicadores al momento de la postulación de propuestas. En este formulario se deben establecer datos claves para la separación posterior entre adjudicados y no adjudicados. Además, se deben registrar datos que permitan medir el cumplimiento de los objetivos.

- **Informe Técnico de Avance (IT)**: Debe ser completado durante la ejecución del proyecto indicando hitos de avance. Aunque se identifica este mecanismo como individual, dependiendo de las decisiones metodológicas que se tomen en su momento, pueden establecerse varios formatos de informe técnico de avance según los agentes o perfil fuente que deban completar el instrumento.

- **Informe Final (IF)**: Debe ser completado al momento inmediato de finalizar la ejecución del proyecto adjudicado. De este instrumento se pueden extraer indicadores de cambio o transformaciones comparadas con lo establecido en la línea de base. Se complementa con medidas financieras de ejecución.

- **Formulario Complementario (FC)**: Debe ser completado a dos años después de finalizada la ejecución del proyecto.

En el Cuadro 34 se ejemplifica la ejecución de los formularios. Se agrega una columna que sugiere el perfil que debe responder el cuestionario en base a la evaluación realizada en este estudio. Nótese que, en el caso de los gestores, el relevamiento de datos se puede realizar por una entrevista más que en cuestionarios, dependiendo del tamaño de la cartera que cada funcionario acompañe, donde las medidas deben ser aproximadas. En todos los casos, las medidas detalladas deben ser generadas por quienes generan el dato, sea el investigador o coordinador o el beneficiario o productor. Solo ellos pueden entregar medidas. El directivo de servicios (o gestores) o asociaciones de usuarios, puede ofrecer medidas cualitativas que ayuden a orientar las acciones a nivel directivo. Por ese motivo se recomienda más una entrevista que un formulario.

**Cuadro 34. Ejes y Mecanismos para el Protocolo Metodológico de Evaluación**

| Eje para el Protocolo de Evaluación | Principal Mecanismo / instrumento | Momento para Recolección de Datos | Momento de Referencia en el que serán recolectados | Perfil Fuente |
|---|---|---|---|---|
| 1. Evaluación *ex-ante* de los proyectos I+D+i Recurso Hídrico | Formulario de Postulación **FP** | En el momento de la postulación de las propuestas de proyecto | Datos referentes al año inmediatamente anterior al de la postulación (línea base) y expectativas de resultados e impactos futuros proyectados | Postulantes |
| 2. Seguimiento de los proyectos | Informes Técnicos de avance **IT** | Durante la ejecución del proyecto | Datos de seguimiento y monitoreo durante el tiempo de ejecución | Postulantes Adjudicados Beneficiarios Directos |
| 3. Evaluación *ex-post* de resultados de los Proyectos I+D+i Recurso Hídrico | Informe Final **IF** | Momento de finalización del proyecto | Datos de resultados obtenidos durante los años de ejecución | Postulantes Adjudicados Beneficiarios Directos |
| 4. Evaluación *ex-post facto* de impacto de los proyectos I+D+i Recurso Hídrico | Formulario complementario **FC** | Dos años después del término del proyecto | Datos de impactos obtenidos en los dos años que siguen al término de la ejecución | Postulantes Adjudicados y no adjudicados Beneficiarios Directos Gestores |

Fuente: Elaboración según las metodologías LabGEOPI

Es importante notar que el FC corresponde a la evaluación de impacto *ex post facto*. Como esa instancia es realizada por una entidad independiente que se especialice en evaluación de impacto conforme recomienda la literatura especializada, la gestión de datos se torna una pieza central, pues mientras el proceso esté documentado y estructurado con datos de calidad, permitirá garantizar la mayor robustez de la medida. Esto a su vez permite una elaboración de un formulario suplementario que complemente el ejercicio de forma más precisa, donde se detallen los procedimientos metodológicos efectuados, las dificultades identificadas y las recomendaciones de ajustes futuros o de mejoras. Para mayores detalles sobre un ejemplo del alcance de los formularios ver el Anexo 1, secciones 12.1, y 12.2.

Dentro de la operación es importante decidir qué plataformas se deben usar para relevar los datos. Para esta etapa es importante considerar los avances digitales, no solo por sus costos, sino también por la facilidad de tabular los datos. Sin embargo, también se debe considerar la brecha digital y el rezago de la infraestructura de conectividad. Cual sea la decisión, los instrumentos deben ser probados con algunas de las estrategias indicadas arriba en una submuestra de la población objetivo o un contrafactual (población objetivo muy similar en los atributos que se mide el instrumento, donde se pueden descartar sesgos que afectan su aleatoriedad). Lo ideal es hacer no más de dos pruebas. Aunque todo depende del desarrollo necesario para alcanzar el poder de relevamiento esperado (por ese motivo un diseño bien estructurado con al menos 10 revisiones internas, detallados bajo un ejercicio de roles bien identificados, reducirá la necesidad de establecer más de dos pruebas y mejorará el estándar de calidad). Bajo la primera estrategia será una decisión consensuada entre los gestores de acuerdo con los resultados de la prueba. En el caso de la segunda estrategia, dependerá de los indicadores estadísticos que se usen para validar el instrumento (generalmente se evalúa una correlación-ítem-total por pregunta mayor que 0,8 y el Alfa de Cronbach[14], como indicador de consistencia interna, mayor que 0,75).

Entre los instrumentos digitales se pueden indicar los cuestionarios WEB o PDF que se puedan responder en un dispositivo fijo de escritorio, e incluso en un móvil. En todos ellos se debe tener en cuenta el acceso a una infraestructura de internet y el conocimiento de quien responde la encuesta sobre el manejo de esos dispositivos. Otra consideración no menor al usar estos medios es el diseño. Se debe poner atención en cómo se presentarán las preguntas, con relación a su orden y la forma en que se visualizará en la pantalla (las recomendaciones son evitar el *scrolling,* o excesivo desplazamiento en la pantalla*,* en lo posible con nomás de 3 preguntas por pantalla, como también usar una pregunta por pantalla cuando se genere una ramificación). Es más, este paso de estudio del diseño debería ser adicional en la prueba de este tipo de instrumentos en cualquiera de las estrategias escogidas.

Los instrumentos tradicionales son la encuesta y la entrevista, y de esta última está la telefónica y de otros medios de videollamadas. En el caso de las entrevistas se recomienda no hacer más de 10 preguntas, siendo que la primera de ellas debe ser introductoria para permitir contextualizar al entrevistado en el tema que se está relevando. Para la posibilidad de aplicación de analítica textual, si es posible la transcripción, es importante que las entrevistas sigan el mismo orden, para identificar las respuestas en bloques definidos, que luego sean fácilmente separables.

[14] Es una medida de referencia que permite determinar de forma empírica la comprensión (medida por la fiabilidad) de una escala o categorías de respuestas, dentro de un instrumento o sección. Por convención, se considera que valores de alfa entre 0,7 y 0,8 representan una escala fiable. Lo ideal es estar lo más próximo de 1 posible, lo que indica que la escala es fiable para las respuestas. Esto indicaría que el 100 por ciento de los casos la escala representa bien las preguntas. Para más detalles revisar Cronbach, L.J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika 16, 297–334 (1951). https://doi.org/10.1007/BF02310555.

### 7.1.3. Compromiso de las partes para proveer informaciones y datos a lo largo de la vida de los proyectos

El funcionamiento de cada ciclo completo de evaluación continua depende de la alimentación o llenado de los formularios y de la colección de datos secundarios que existan en relación con el objeto evaluado, y que se consideren pertinentes mantener en conjunto con los datos primarios.

Un aspecto muy importante en el llenado de los formularios es que todo postulante debe completarlo. Generando un vínculo que comprometa al postulante a participar de futuras evaluaciones del programa, llenando los formularios de evaluación *ex post facto* aunque no se haya adjudicado el concurso. Aun cuando esta vinculación debe respetar la regulación vigente para presentarse a concursos públicos, se puede generar la obligatoriedad de responder en caso de ser requerido bajo la descalificación o puntaje negativo en un siguiente concurso. Desde el punto de vista de la medición de impacto es sumamente importante contar con esta información. Así que, de la misma forma que se podría punir una negación a participar, se podría premiar con puntaje adicional en concursos posteriores a quienes participen de procesos de evaluación de programas donde no fueron adjudicados, con formularios completos y validados (que la información declarada sea la correcta).

En todos los casos, desde la perspectiva de la Gobernanza de los Datos, se debe tener registros formales sobre la confidencialidad de los datos, para uso exclusivo de la evaluación *ex post facto.* Garantizando el resguardo de los datos y su identificación. Como parte de ese compromiso se puede trabajar con bases agregadas donde los grandes resultados se muestren en rangos, de tal forma que, el equipo que realice la evaluación no tenga la posibilidad de distinguir el origen del dato.

Como se habrá notado, el propósito de generar una base de datos que permita diseños cuasiexperimentales no solo requiere generar el compromiso del postulante, en caso de no ser adjudicado, sino además generar una reglamentación y una gobernanza que garantice la confidencialidad del dato y los incentivos a participar del proceso de evaluación *ex post facto.*

### 7.1.4. Base práctica para el protocolo metodológico de evaluación

Esta sección presenta un ejemplo práctico en base del aprendizaje obtenido de la evaluación de iniciativas de I+D+i para el uso de recursos hídricos de la Región de Coquimbo. Siguiendo el ejercicio, se recomienda usar el agrupamiento de ocho temas de análisis utilizado, los que se describen a continuación:

- **Caracterización de las iniciativas, de los ejecutores y beneficiarios**: Debe permitir segmentar la población objetivo en agrupamientos que permita caracterizar las iniciativas en cuestiones de interés. Por ejemplo, participación por sexo, rango etario, niveles de formación, entidades ejecutoras, entre otros.

- **Uso de Resultados:** Describe y categoriza el producto y/o servicio (o las otras posibles innovaciones descritas en el manual de Oslo) que generalmente se describe como resultado

principal alcanzado por la iniciativa (solo en este caso resultados puede ser entendido como el proceso final de la ejecución de la iniciativa, ya que en términos de la planificación es un producto). El número de resultados alcanzados medidos dependerá del detalle requerido por los gestores, pero se recomienda medir el resultado principal de cada iniciativa, debido a que los temas a seguir se deben describir por cada resultado investigado. Entre las categorías recomendadas está el tipo, que se relaciona con el ámbito que se atendió con la iniciativa (estudio, manejo productivo, programas o modelos, o instrumentos de medición), y el alcance, representando que parte de la cadena de valor de la innovación se está desarrollando y/o investigando.

- **Redes o Asociaciones para Innovar**: Describe la conectividad y posibilidades de intercambio de información/conocimiento de los actores a través de colectivos, presenciales o virtuales, formales o informales, donde se discuten temas I+D+i en torno al cambio climático, o particularmente de recursos hídricos. Entre los indicadores recomendados se sugiere describir el grado de vinculación que se adquiere en los colectivos.

- **Sistema de Innovación Regional y Gestión de Datos**: Describe aspectos claves del Sistema de Innovación Regional con relación al fomento de I+D en recursos hídricos y su alcance en la promoción de la innovación de temas relacionados en recursos hídricos. Note que, también se recomienda abordar como cambia la propensión a la innovación y la reducción de la brecha digital en los beneficiarios o usuarios de los productos/servicios desarrollados. Un indicador muy importante es el grado de novedad del resultado alcanzando, describiendo como el conocimiento se va urdiendo a lo largo del territorio.

- **Impactos Productivos**: Describe la producción, específicamente aspectos relacionados con la productividad física, costos de producción, la agregación de valor en los productos y/o servicios generados por la iniciativa, la competitividad, la generación de nuevos productos y servicios (que permitan mejorar las condiciones de transacción interna o externa), el desarrollo y la vinculación territorial.

- **Impactos Sociales**: Describe los impactos generados por los resultados a nivel de las posibilidades económicas del territorio, sea por aumento de empleo, mejoras de las condiciones de trabajo e integración de criterios de sustentabilidad comercial. En este aspecto también se abordan aspectos de acceso a información y condiciones adecuadas al recurso hídrico, sea para la producción como para el consumo. Note que los efectos en la producción se miden como impactos productivos. En este tema también se considera las posibilidades económicas del territorio desde la perspectiva de la migración y la oferta de capacitación técnica especializada en recursos hídricos para el desarrollo del territorio.

- **Impactos Ambientales y Uso Sostenible del Agua**: Describe los impactos generados por los resultados alcanzados en las iniciativas. Tanto desde el punto de vista físico, como el aumento de la disponibilidad o una mejor gestión del recurso hídrico, como la promoción de una cultura

sostenible del agua sea para la producción como para el uso humano. En este tema, también se recomienda medir los servicios ambientales que ofrece el recurso hídrico.

- **Producción Académica y Científica**: Describe la generación, difusión y popularización del conocimiento en las iniciativas, así como la formación de recurso humano especializado. Aprendizaje, adopción y difusión de conocimiento y/o tecnologías.

Estos temas deben ser usados en los distintos formularios según corresponda, cubriendo los perfiles adecuados. Una de las fortalezas de incluir perfiles en el ciclo completo radica en la posibilidad de obtener una mirada de los distintos actores del ecosistema de recursos hídricos, construyendo una panorámica de 360 grados. La medida justa entre, cubrir a todos los actores posibles y obtener la información necesaria en cada momento del ciclo, y cuidar de no cargar ni hostigar a los actores con un exceso de cuestionarios. Por ese motivo, como se recomienda en el Cuadro 34, el momento de una mirada integral es durante la evaluación *ex post facto*.

En el estudio que termina, se identificaron tres posibles actores del ámbito de los recursos hídricos que ofrecen una perspectiva importante para el proceso de evaluación de ciclo completo. Pero también, durante el desarrollo del estudio, y como estrategia de incrementar el número de respuestas se implementó un cuarto perfil, el beneficiario indirecto, con la idea de investigar si la participación de las actividades de difusión generó algún interés por el uso del producto y/o servicio desarrollado por la iniciativa. Para esto se debe usar una selección de los indicadores usados para el beneficiario directo, además de exigir una base informatizada de las listas generadas con el control de asistencia. En el Cuadro 35 se presenta una descripción de los perfiles sugeridos para implementar una perspectiva de 360 grados a la evaluación de ciclo completo.

**Cuadro 35. Perfiles de Agentes**

| Agente | Agrupa |
|---|---|
| Coordinador principal (CP) | Responsable legal de la iniciativa y que participó en su ejecución. Individuos de instituciones públicas o privadas, como universidades o centros de investigación y desarrollo, quienes actuaron como responsables de la ejecución de la iniciativa FIC y que las distintas etapas de la iniciativa, desde la postulación hasta los resultados. |
| Beneficiarios Directos (BD) | Usuario del resultado desarrollado por el Coordinador Principal, que participa en la prueba piloto del producto desarrollado por la iniciativa. Principalmente productores agrícolas, pero también se incluyen los miembros de las asociaciones de usuarios de agua (Juntas de Vigilancia) de las distintas cuencas. |
| Gestores (G) | Directivos de servicios públicos o asociaciones de usuarios de actividades de iniciativas de I+D+i relacionados a recursos hídricos. Estarían incluidos directivos de agencias públicas de fomento u operadoras (CORFO, FIA), instituciones públicas regionales (GORE) y servicios públicos relacionados al agua (DOH, DGA, etc.), así como también cualquier organismo perteneciente a una institución pública dedicada al levantamiento y monitoreo de proyectos sobre innovación y recursos hídricos. |
| Beneficiarios Indirectos (BI) | Principalmente asistentes a las actividades de difusión, que pueden ir desde productores agrícolas, canalistas, gestores de entidades públicas, hasta público en general que fue registrado en la instancia de difusión y no era un beneficiario directo. |

### 7.1.5. Ejemplo práctico de un ciclo completo de evaluación

La base de un ciclo de evaluación robusto y de un alto estándar de calidad es que su diseño se establezca junto con el diseño del programa de fomento. Esto permite establecer una línea de base de la situación antes del programa, y de los postulantes a lo largo de la vida del programa. Lo que permite distinguir mejor los datos claves para medir el impacto del programa de aquellos necesarios para velar por la ejecución de las actividades, con el objetivo que se alcancen los resultados esperados.
Para ayudar en lo primero pasos de implementación del proceso de ciclo completo, como se recomienda en este protocolo, se presenta un ejemplo de indicadores de producción y la métrica que se sugiere usar para medirlo (note que esto son sugerencias y que las métricas y/o escalas deben ser decididas por los equipos que gestionaran el sistema de evaluación de ciclo completo.

En los formularios de postulación se sugieren los siguientes indicadores para medir los cambios en las métricas de producción agropecuaria con beneficiarios directos:

**Cuadro 36. Preguntas de línea de base para producción agropecuaria**

| Indicador | Formato | Métrica |
|---|---|---|
| Número hectáreas producidas del cultivo principal, que será afectado por el resultado esperado, antes de la iniciativa. | Número cardinal | Número de 1 a ∞ |
| Rendimiento (kg/Há) del cultivo principal, que será afectado por el resultado esperado, antes de la iniciativa, | | |
| Precio/Valor adicionado del cultivo principal, que será afectado por el resultado esperado, antes de la iniciativa. | | |
| Costo de producción del cultivo principal, que será afectado por el resultado esperado, antes de la iniciativa. | | |
| Facturación del cultivo principal, que será afectado por el resultado esperado, antes de la iniciativa. | | |

En los informes técnicos, durante la ejecución, además de datos propios de la gestión del proyecto como porcentaje de avance y cumplimiento de cronograma, se pueden introducir preguntas relacionadas con el aprendizaje de los productores y el proceso de introducción del resultado principal. Estas se pueden medir con una escala Likert asociada a una afirmación, como se presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro 37. Preguntas de informe técnico para producción agropecuaria**

| Indicador | Formato | Métrica |
|---|---|---|
| La participación en la iniciativa reduce/aumenta (dependiendo del resultado esperado) el número de hectáreas destinadas al cultivo principal. | Escala Likert | 1 -Muy en desacuerdo<br>2 -En desacuerdo<br>3 – Ni en desacuerdo ni en acuerdo<br>4 – De acuerdo<br>5 – Muy de acuerdo |
| La participación en la iniciativa reduce/aumenta (dependiendo del resultado esperado) el rendimiento (kg/Há) del cultivo principal. | | |
| La participación en la iniciativa reduce/aumenta (dependiendo del resultado esperado) el precio/Valor adicionado del cultivo principal. | | |
| La participación en la iniciativa reduce el costo de producción del cultivo principal. | | |
| La participación en la iniciativa aumenta la facturación del cultivo principal. | | |
| El equipo técnico de la iniciativa explica claramente los pasos para implementar el resultado principal en mi predio. | | |
| El equipo técnico de la iniciativa se preocupa porque entienda cada paso de la implementación del resultado principal en mi predio. | | |
| El equipo técnico de la iniciativa me entrega todos los insumos indicados durante la postulación | | |
| El equipo técnico de la iniciativa presenta una conducta ética e intachable frente al manejo de los recursos | | |

| | | |
|---|---|---|
| El equipo de la iniciativa tiene un trato igualitario ante todos los participantes de la iniciativa sin discriminar por etnia, orientación sexual, género u orientación religiosa | | |

En el informe final se repiten las mismas cuestiones que en el informe de postulación, que se presentaron en el Cuadro 36, cambiando la frase "antes de la iniciativa", por "una vez terminada la iniciativa". Note que esto será parte del resultado esperado que fue declarado por el ejecutor y servirá como una medida de contraste ante esa expectativa. Además, se pueden repetir algunas preguntas del informe técnico que tienen relación a cuestiones de gestión y buenas prácticas de ejecución, como se muestran en los indicadores cualitativos del Cuadro 37. Otros criterios de desempeño importantes son el cumplimiento de las actividades y la ejecución de los recursos de acuerdo con el cronograma establecido. Usando la misma escala se pueden incluir otras preguntas de buenas prácticas de ejecución que sean de interés del equipo gestor y/o del equipo que asigna los recursos.

Nótese que algunas preguntas de campo abierto se pueden incluir si se estima necesario, o si se cree pertinente que el productor querrá explicar algo. Incluso, se recomienda dejar a lo menos una pregunta de campo de texto, como pregunta abierta para que el productor pueda indicar cualquier punto que considere relevante sobre la iniciativa. Al introducir esa pregunta, se recomienda garantizar e indicar que se cuenta con total confidencialidad (dependiendo del tenor que se le quiera dar a la pregunta, la calidad de la respuesta dependerá de la credibilidad de la confidencialidad).
En el formulario de evaluación *ex-post-facto* se incluyen las mismas preguntas que el Cuadro 36, cambiando la parte "antes de la iniciativa", por "desde el término de la iniciativa hasta la actualidad". En cada una de las preguntas se deben incluir la opción de indicar si hubo cambio, y si ese cambio fue negativo o positivo, para luego pasar a las preguntas de verificación de redundancia. Como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 38. Preguntas de línea de base para producción agropecuaria**

| Indicador | Número actual | Observó Cambio desde el término de la iniciativa hasta la actualidad | Cómo fue el cambio observado | Cambio observado en la producción del cultivo principal donde se aplicó el Resultado Principal (%) | Cuál fue la atribución de la iniciativa en que participó en el cambio observado de la producción del cultivo principal donde se aplicó el Resultado Principal (% - Verificador α) |
|---|---|---|---|---|---|
| Número hectáreas destinadas al cultivo principal, afectado por el resultado de la iniciativa.<br>Rendimiento (kg/Há) del cultivo principal, afectado por el resultado de la iniciativa.<br>Precio/Valor adicionado del cultivo principal, afectado por el resultado de la iniciativa.<br>Costo de producción del cultivo principal, afectado por el resultado de la iniciativa.<br>Facturación del cultivo principal, afectado por el resultado de la iniciativa. | Número de 1 a ∞ | 1 – No<br>2 - Sí | 1 – Negativo<br>2 - Positivo | 1 - 0%<br>2 - Mayor que 0% y hasta a 10%<br>3 - Mayor que 10% y hasta a 20%<br>4 - Mayor que 20% y hasta a 30%<br>5 - Mayor que 30% y hasta a 40%<br>6 - Mayor que 40% y hasta a 50%<br>7 - Mayor que 50% y hasta a 60%<br>8 - Mayor que 60% y hasta a 70%<br>9 - Mayor que 70% y hasta a 80%<br>10 - Mayor que 80% y hasta a 90%<br>11- Mayor que 90% y menor que 100%<br>12 - 100% | |

Si la pregunta es realizada a beneficiarios directos se debe adecuar para capturar desde el momento que utilizó el resultado principal, relevando el año de inicio, donde la diferencia estará con el año de relevamiento. Por otro lado, si la misma pregunta es realizada a los coordinadores principales, con el objetivo de tener una perspectiva que ayuda a controlar los resultados, esta se debe repetir en el mismo formato que a los productores pidiendo que el coordinador o ejecutor de la iniciativa indique las medidas promedio a todos los productores agrícolas. Con esas dos medidas se podrá obtener una medida controlada del impacto observado debido a la iniciativa.

Se debe observar que, si se quiere usar un método cuasiexperimental, aunque se pueden usar las mismas preguntas, bastaría con las preguntas cuantitativas. Las mismas preguntas se deben aplicar a los postulantes no adjudicados con relación al cultivo que habría sido beneficiado por el resultado principal. En esta técnica es sumamente importante levantar en ambos momentos, el de la postulación y el de la evaluación, indicadores observables que permitan controlar diferencias entre los productores. Tal que, las medidas realizadas solo se deben a la participación en la iniciativa. Entre los observables recomendados, sin perjuicio que se pueden determinar otros, están:

- Nivel de facturación bruto del cultivo principal
- Tamaño del predio
- Distancia a centros de distribución
- Acceso a agua
- Escolaridad del productor principal
- Acceso a internet
- Número de trabajadores en el predio para el cultivo principal
- Número de familiares en el predio para el cultivo principal
- Acceso a días de campo relacionados con el producto de la iniciativa
- Acceso a fondos públicos

Los observables deben ser diseñados junto con el ciclo completo de evaluación, cuidando que sean indicadores que se puedan responder con facilidad por los agricultores no adjudicados en el futuro.

El ejercicio cuasiexperimental también puede ser complementado por agricultores que no participaron de la iniciativa pero que tienen condiciones muy similares a los que participaron. Donde es distinguible, o se sabe el motivo de su no participación. Ese grupo de comparación, considerado un segundo mejor, se presenta como una alternativa si el número de no adjudicados que responde el formulario complementario es bajo o necesita ser substituido. En la siguiente figura se presenta un ejemplo.

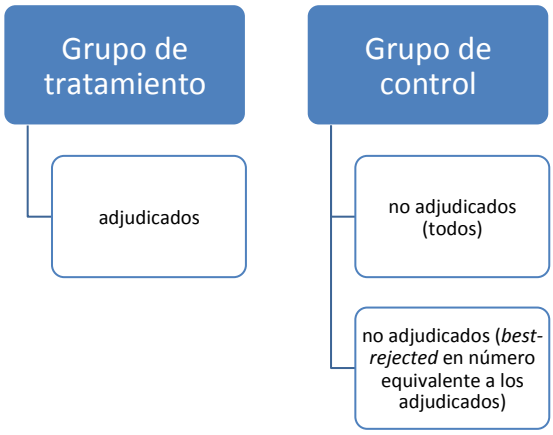



**Figura 2: Grupos de tratamiento y control de la evaluación**

Junto con esta guía se adjuntan dos planillas en MS. Excel donde se hace una descripción de los formularios usando como ejemplo el perfil de coordinador principal o ejecutor de las iniciativas, y productores agropecuarios, como beneficiarios directos.

7.1.5.1. Ejemplo práctico de un ciclo completo de evaluación plantilla de coordinadores principales

La planilla de coordinadores anexa a este documento, se compone de siete pestañas debidamente rotuladas y matizadas a través del uso de colores. La primera pestaña contiene el detalle general de indicadores. En ella se incluyen los temas, así como las escalas de medición relacionadas con resultados e impactos. Las siguientes tres pestañas resaltadas en color amarillo contienen los indicadores a relevar desde la perspectiva *ex ante*, por lo que son datos esperados, es decir, expectativa de resultados e impactos a alcanzar. Finalmente, las tres pestañas de cierre resaltadas en color celeste incorporan indicadores de resultados e impactos efectivamente alcanzados u obtenidos. Esta planilla sería relevada por el coordinador responsable de la ejecución de la iniciativa adjudicada.

7.1.5.2 Ejemplo práctico de un ciclo completo de evaluación plantilla de productores agropecuarios (beneficiarios directos)

Esta propuesta sigue la misma lógica y organización descrita en el acápite anterior. Con relación a la selección propuesta de indicadores, claramente la misma está abierta para ser ajustada agregando otras métricas que se consideren necesarias.

# 8 Bibliografía

AJAMI, N. K.; THOMPSON JR, B. H. y VICTOR, D. G. The path to water innovation. **The Brookings Institution**, 2014.

BANCO CENTRAL. **Base de Datos Estadísticos**. Santiago, 2017.

BCN. **Indicadores socio-demográficos y económicos Región Atacama**. Recuperado el 2019-11-19 de https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region3/indica.htm.

BNC. **Indicadores socio-demográficos y económicos Región Antofagasta**. Recuperado el 2019-11-19 de https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region2/indica.htm.

BRUNO, C. y ERBETTA, F. Benchmarking Regulators: A Data Envelopment Analysis of Italian Water Authorities' Performance. In: HANDBOOK of Research on Strategic Performance Management and Measurement Using Data Envelopment Analysis. IGI Global, 2014. p. 388-406.

CIRILO, J. A. **Public Water Resources Policy for the Semi-Arid Region**. Estudos avanzados, 2018.

CONICYT. **Región de Antofagasta: Diagnóstico de las capacidades y oportunidades de desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación**. 2010a.

_____. **Región de Arica y Parinacota: Diagnóstico de las capacidades y oportunidades de desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación**. 2010b.

_____.**Región de Atacama: Diagnóstico de las capacidades y oportunidades de desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación**. 2010c.

_____.**Región de Coquimbo: Diagnóstico de las capacidades y oportunidades de desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación**. 2010d.

_____.**Región de Tarapacá: Diagnóstico de las capacidades y oportunidades de desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación**. 2010e.

CONSEJO NACIONAL DE INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO. Ciencia e Innovación para los Desafíos del Agua en Chile, 2016.

CONSEJO NACIONAL DE INNOVACIO´ N PARA LA COMPETITIVIDAD (CNIC). Agenda de Innovación y Competitividad. Santiago, 2010.

_____.**Hacia una Estrategia Nacional de Innovación para la Competitividad, vol. I**. Santiago, 2007.

_____.**Hacia una Estrategia Nacional de Innovación para la Competitividad, vol. II**. Santiago, 2008.

_____.**Informe Final. Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad**. Santiago, 2006.

DECRETO No 68, MINISTERIO DE ECONOM´IA. Santiago, Chile: Diario Oficial de la República de Chile, dic. 2009.

Diagua. Desarrollo de un Modelo Regulatorio-Institucional-Financiero que Viabilice el Reúso de las Aguas Residuales en Chile. Informe final. 2019

Dirección General de Aguas (DGA). Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile. S.I.T. Nº 419. Realizado por. Unión temporal de proveedores Hídrica Consultores spa y Aquaterra Ingenieros Ltda. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios Planificación, Santiago, Chile. 2017.

EMBID, A. y MARTÍN, L. El Nexo entre el agua, la energía y la alimentación en América Latina y el Caribe: planificación, marco normativo e identificación de interconexiones prioritarias. CEPAL, 2017.

ESCENARIOS H´IDRICOS 2030. **Radiografía del Agua: Brecha y Riesgo Hídrico en Chile**. Santiago: Fundación Chile, 2018.

Fundación Chile. Claves para la gestión de aguas residuales rurales. Primera planta de reúso de aguas tratadas en la Región de Coquimbo, una experiencia replicable. 2018

_____.**Transición Hídrica: El futuro del agua en Chile**. Santiago: Fundación Chile, 2019.

GORE ARICA Y PARINACOTA. **Estrategia Regional de Desarrollo**. 2009.

GORE ARICA Y PARINACOTA. **Estrategia Regional de Innovación 2012-2015**. 2012a.

_____._____ .2012b.

GORE DE ANTOFAGASTA. **Estrategia Regional de Desarrollo 2009-2020**. 2012a.

_____. **Estrategia Regional de Innovación 2012-2020**. 2012b.

GORE DE ATACAMA. **Estrategia Regional de Desarrollo 2007-2017**. 2012.

GORE DE COQUIMBO. **Estrategia Regional de Desarrollo 2009-2020**. 2009.

_____. **Estrategia Regional de Innovación 2012-2016**. 2012.

GORE Coquimbo. Plan Estratégico para enfrentar la Escasez Hídrica 2015-2025. 2015.

GORE DE TARAPACA. **Estrategia Regional de Desarrollo 2011-2020**. 2012.

_____. **Estrategia Regional de Innovación 2007-2017**. 2011.

Iniciativa de Fomento Integrado de Inversiones Estratégicas en Recursos Hídricos (IFI). Programa de Inversiones Estratégicas en Recursos Hídricos para la Competitividad de la Meso-región Norte Chico. Diseñado en coordinación con DGA, DOH, CNR, y ECONSSA actuando como Organismos Aliados del programa, y financiado por CORFO y el GORE de ATACAMA. 2019.

IGD CHILE. Ingeniería de Detalle de Sistema de Abastecimiento Hídrico desde Fuente No Convencional con Integración de Energía Renovable, Chungungo – La Higuera. Informe final. Topografía, mecánica de suelo, proyectos de ingeniería de detalle y estudio de costos. 2018.

M&F Consultores. Análisis Comparativo de Tecnologías Emergentes para Desalación de Agua de Mar en Modelos Operacionales Integrados de Menor Costo. Informe final. 2019.

MINISTERIO DE ECONOMÍA. Política Nacional de Innovación 2009-2010. Santiago, 2009.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. **Estrategia nacional de biodiversidad 2017-2030**. Santiago, 2017.

ODEPA. **Región de Anfogasta, Información regional 2019**. 2019a. Recuperado el 2019-11-20 de https: //www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/Antofagasta.pdf.

_____. **Región de Arica y Parinacota, Información regional 2019**. 2019b. Recuperado el 2019-11-20 de https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/Arica-y-Parinacota.pdf.

_____. **Región de Atacama, Información regional 2019**. 2019c. Recuperado el 2019-11-20 de https ://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/Atacama.pdf.

_____. **Región de Coquimbo, Información regional 2019**. 2019d. Recuperado el 2019-11-20 de https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/Coquimbo.pdf.

_____. **Región de Tarapacá, Información regional 2019**. 2019e. Recuperado el 2019-11-20 de https ://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/Tarapaca.pdf.

PINSENT MASONS. **Pinsent Masons Water Yearbook 2011-2012**. Londres: Pinsent Masons LLP, 2011.

RIVERA, H. **Metodología para el cálculo del índice de Escasez de Agua Superficial**. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales ideam, 2004.
ROBECOSAM. Water: the market of the future, 2015.

SALLES-FILHO, S.; AVILA, F.; ALONSO, J. E. O. y COLUGNATI, F. A. Multidimensional assessment of technology and innovation programs: the impact evaluation of INCAGRO-Peru. **Research Evaluation**, Beech Tree Publishing, v. 19, n. 5, p. 361-372, 2010.

SALLES-FILHO, S.; BONACELLI, M. B.; CARNEIRO, A. M.; DE CASTRO, P. F. D. y SANTOS, F. O. Evaluation of ST&I programs: a methodological approach to the Brazilian Small Business Program and some comparisons with the SBIR program. **Research Evaluation**, Beech Tree Publishing, v. 20, n. 2, p. 159-171, 2011.

SUD-AUSTRAL CONSULTING SPA. Actualización de cifras y mapas de desertificación; degradación de la tierra y sequía en Chile a nivel de comunas. Santiago, 2016.

UDD. **Índice de Competitividad Regional ICORE**. 2015.

UNIVERSIDAD DE ATACAMA. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado. Caracterización Física e Hidrológica de los Cuerpos Criosféricos en Cuencas Estratégicas de la Región de Atacama. Informe final. 2019.

UNIVERSIDAD DE CHILE. Facultad de Ciencias Agronómicas Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables. Evaluación de Proyecto de una Carretera Hídrica Nacional - Fase 1: Inventario de la Oferta y Demanda de Agua a lo Largo de la Geografía Chilena. Informe final. 2019.

WEHN, U. y MONTALVO, C. Exploring the dynamics of water innovation: Foundations for water innovation studies. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 171, s1-s19, 2018.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Mapping, measuring and mitigation global water challeges**. 2018.

# 9 APÉNDICE ANTECEDENTES

## 9.1. Características generales de la Macrozona Norte

La Macrozona Norte representa el 39,76% de la superficie, el 11,79% de la población del país, con una baja densidad poblacional, 7,34 habitantes/Km$^2$. (Cuadro 43)

**Cuadro 43. Caracterización General de la Macrozona Norte**

| Región | Latitud | Superficie (Km$^{2)}$ | Población |
|---|---|---|---|
| Arica y Parinacota | 17° 30' a 19° 13' | 16.873,73 | 226.068 |
| Tarapacá | 19° 13' a 21° 38' | 42.225,8 | 330.558 |
| Antofagasta | 21° 38' a 25° 55' | 126.049,10 | 607.534 |
| Atacama | 25° 55' a 29° 20' | 75.176,20 | 286.168 |
| Coquimbo | 29° 20' a 32° 15' | 40.579,90 | 757.586 |
| TOTAL, MACROZONA | 17° 30' a 32° 15' | 300.904,73 | 2.207.914 |
| TOTAL, PAÍS | 17° 30' a 51° 45' | 756.700,00 | 18.729.160 |
| **Porcentaje del total del país** | | **39,76%** | **11,79%** |

Fuente: Fundación Chile.2018. Radiografía del Agua. Brecha y Riesgo Hídrico en Chile. Escenarios Hídricos 2030. 144p.

En síntesis, desde la perspectiva administrativa regional, las distintas unidades que componen la macrozona se pueden distinguir, como se presenta a continuación:

- La Región de Arica y Parinacota se caracteriza por poseer tres valles principales, Azapa, Lluta y Chaca, una zona desértica llamada Pampa Concordia caracterizada por poseer aguas subsuperficiales y una zona altiplánica (Putre) con cultivos de secano.

- La Región de Tarapacá por su parte se caracteriza por poseer una amplia zona desértica denominada Pampa del Tamarugal con aguas subsuperficiales, una zona de Oasis denominada Pica con aguas de vertientes naturales, las quebradas de Camiña y Tarapacá con aguas superficiales y un altiplano fronterizo con Bolivia caracterizado por aguas superficiales y cultivos de secano.

- La Región de Antofagasta si bien es cierto tiene características similares con la Región de Tarapacá, difiere en poseer una incipiente agricultura costera caracterizados por cultivos sin suelo y sistemas hidropónicos (Antofagasta) y cultivos de bajos requerimientos hídricos(Taltal); una zona desértica de altura con agricultura periférica a la ciudad de Calama, alimentada con agua superficial de los ríos Salado y Loa; los sectores de Chiu-Chiu y Lazana, que aprovechan el cauce del rio Loa; La Quebrada de Caspana y Rio Grande entre otras; una zona precordillerana con pueblos como San Pedro, Toconao y Talabre que son alimentados por escorrentías superficiales y una zona Altiplánica, con Socaire y Peine, que poseen fuentes de agua superficiales y cultivos de secano.

- Luego están las regiones de Atacama y Coquimbo, que difieren de las del norte grande, por poseer valles fluviales extensos como el Copiapó y Huasco en la Región de Atacama y el Elqui y Limarí en la Región de Coquimbo.

### 9.2. Caracterización de los recursos hídricos

Antes de ir de lleno a las características hídricas de la zona en cuestión, debemos entender algunos conceptos para su comprensión.

La Brecha Hídrica es un indicador que muestra la relación entre la demanda potencial de agua y la oferta hídrica disponible en las fuentes de abastecimiento. Se le conoce también como Índice de Escasez Hídrico.

Brecha Hídrica = (Demanda Potencial Hídrica / Oferta Hídrica) x 100%

- Por sobre 40% se considera una Brecha Hídrica alta.
- Entre 20 y 40%, media.
- Entre 10 y 20%, moderada.
- E inferior a 10%, baja.

La oferta hídrica se estima a partir de información existente de balances hídricos, tanto de aguas superficiales como subterráneas, publicadas por organismos como la DGA.

Por su parte, la demanda hídrica se construye con los siguientes elementos:

a) Derechos de Aprovechamiento de Agua (DAA): Agua que los usuarios tienen la facultad para extraer de fuentes superficiales y subterráneas. Información obtenida del Catastro Público de Aguas – DGA.

b) Captación de agua: Volumen de agua dulce superficial y/o subterránea extraída de fuentes naturales para ser utilizada por diferentes usuarios. Información obtenida por sectores (agrícola, minero, agua potable y saneamiento, industrial, forestal, generación eléctrica y pecuario) y modelos.

c) Consumo de agua (se obtiene con la metodología Huella Hídrica Directa):
:

- Consumo de Huella Hídrica Azul, que se refiere al volumen de agua fresca extraída de fuentes superficiales y/o subterráneas por parte de los diferentes usuarios, que no retorna al ambiente de donde se extrajo, durante el tiempo de medición.

- Consumo de Huella Hídrica Verde, que se refiere al volumen de agua lluvia utilizada por los sectores que aprovechan esta fuente de riego. Esta agua queda temporalmente almacenada en la parte superficial del suelo, la que se puede evaporar, evapotranspirar o incorporar en la vegetación.

Pues bien, con relación a los recursos hídricos de la Macrozona Norte, ésta presenta los valores más bajos de oferta de agua superficial y subterránea del país con 45,29 $m^3/s$ (RADIOGRAFÍA DEL AGUA, 2018).

Cuando se establece la relación entre Demanda/Oferta de agua en la Macrozona Norte, el balance es positivo (Radiografía del agua, 2018), como se puede observar en el Cuadro 44, aun cuando en algunas regiones se presenta cuencas desbalanceadas (CNR-UNAP-CIDERH, 2019).

**Cuadro 44. Balance Hídrico de la Macrozona Norte**

| Región | DAA $m^3/s$ | Coeficiente promedio DAA/Captación | Captación $m^3/s$ |
|---|---|---|---|
| Macrozona Norte | 301,88 | 4,38 | 60,05 |
| Total País | 3.335,44 | 38,98 | 1825,71 |
| Porcentaje | 9,05 | 11,24 | 3,29 |

Fuente: Fundación Chile.2018. Radiografía del Agua. Brecha y Riesgo Hídrico en Chile. Escenarios Hídricos 2030. 144p.

Desde la perspectiva de la sustentabilidad, entendida como el retorno de agua al sistema hídrico en la Macrozona Norte, éste alcanza sólo el 7,29%. Un número bajo y que debe ser monitoreada permanentemente para su gestión adecuada, debida a sus impactos en el consumo y los ámbitos productivos, como la agricultura (Cuadro 45).

**Cuadro 45. Sustentabilidad del Recurso Hídrico en la Macrozona Norte**

| Región | Captación $m^3/s$ | Devolución $m^3/s$ | Consumo | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Huella Azul $m^3/s$ | Huella Verde $m^3/s$ |
| Macrozona Norte | 60,05 | 4,38 | 37,2 | 1,16 |
| Total País | 1.825,71 | 22,86 | 211,73 | 437,34 |
| Porcentaje | 3,28 | 19,16 | 17,57 | 0,26 |

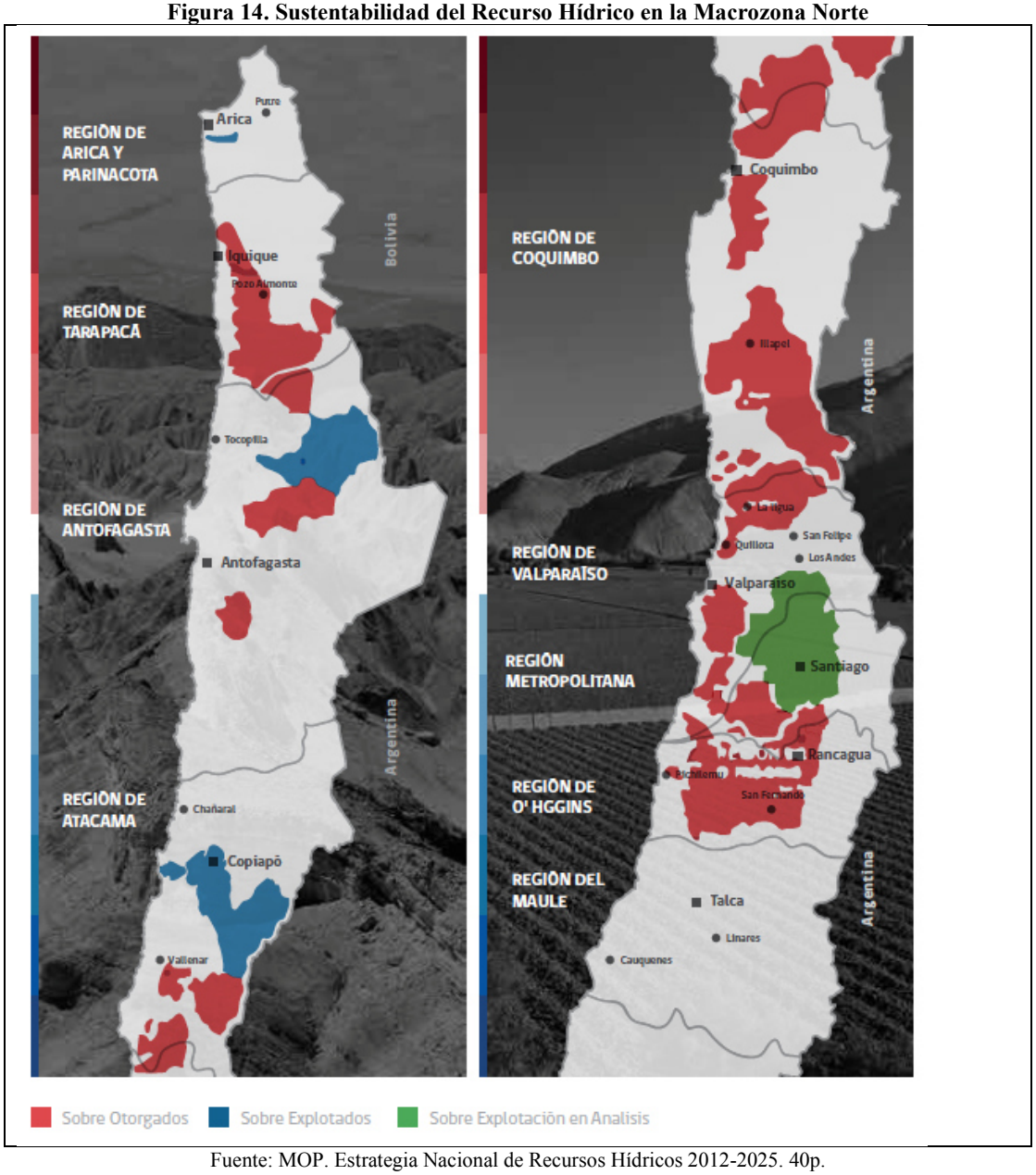
Fuente: Fundación Chile.2018. Radiografía del Agua. Brecha y Riesgo Hídrico en Chile. Escenarios Hídricos 2030. 144p.

En perspectiva de cuenca, de acuerdo con el Banco Nacional de Aguas (BNA), se identifican un total de 39 cuencas en la Macrozona Norte, de las cuales ocho (8) son endorreicas y treinta y uno (31) exorreicas. (DGA, 2016). La sustentabilidad observada en la Macrozona Norte es frágil y se puede clasificar como:

- Brecha hídrica alta (62,5% = Río Los Choros, Río San José, Río Limarí, Río Copiapó, Río Elqui)
- Brecha hídrica moderada (12,55% = río Lluta),
- Brecha hídrica media (25% = Pampa del Tamarugal, río Huasco). (DGA, 2016)

Las cuencas de la Macrozona Norte con baja sustentabilidad se observan en la Figura 14.

**Figura 14. Sustentabilidad del Recurso Hídrico en la Macrozona Norte**




Fuente: MOP. Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025. 40p.

Con relación al uso del agua, Los usos en la Macrozona Norte se detallan en el Cuadro 46.

**Cuadro 46. Usos del agua en la Macrozona Norte**

| Agropecuaria | Agua Potable | Industria | Minería | Energía |
|---|---|---|---|---|
| Caudal por Uso = $m^3/s$ | | | | |
| 51.461 | 4.505 | 3.743 | 22.298 | 3.209 |
| 60,39% | 5,29% | 4,39% | 26,17% | 3,76% |

Fuente: Ministerio del Interior y Seguridad Pública. 2015. Política Nacional para los Recursos Hídricos. 103p.

Los usos del agua en la Macrozona Norte (Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2015) son espejo de lo que se presenta a nivel nacional, donde el mayor usuario de agua en Chile es la agricultura, con un 73% del total nacional, lo que abastece a una superficie regada de 1,1 millones de ha entre las regiones IV y X (INE, 2007). Un 6% del consumo es agua para fines doméstico. Los usos mineros alcanzan al 9% y los industriales al 12% (citado por ODEPA[15], 2016 - AYALA, 2010). En muchas regiones del país los derechos de aprovechamiento existentes superan a la disponibilidad real del recurso, lo que ha llevado a declarar numerosas regiones como agotadas tanto en sus aguas superficiales como subterráneas (citado por ODEPA 2016 - BANCO MUNDIAL, 2011).

Cuando la disponibilidad de agua es desagregada por región se pueden apreciar las diferencias y especificidades, como se muestran en el Cuadro 47. La que permiten entender la necesidad de mirar a los recursos hídricos bajo la perspectiva de cuencas, más que macrozona, a la hora de implementar estrategias de gestión para asegurar la disponibilidad sustentable de este recurso.

**Cuadro 47. Desarrollo Sostenible de la Macrozona Norte**

| Región | Disponibilidad $m^3/s$ | Escorrentía Per Cápita $m^3$/persona/año | Diferencial Desarrollo Sostenible* $m^3$/persona/año |
|---|---|---|---|
| Arica y Parinacota | 5,5 | 725 | (-) 1.275 |
| Tarapacá | 6,4 | 599 | (-)1.401 |
| Antofagasta | 0,9 | 47 | (-) 1.953 |
| Atacama | 1,9 | 190 | (-) 1.810 |
| Coquimbo | 22,2 | 908 | (-) 1.092 |
| **TotalMacrozona** | **36,9** | **2.469** | **(-) 7.531** |
| Total País | 29.245 | 5.216.188 | |
| Porcentaje | 13,0 | 0,05 | |

Fuente: DGA. 2016. Atlas del Agua
Nota: * - corresponde a la fuente Banco Mundial. 2011. 2.000 $m^3$/persona/año

De acuerdo con las proyecciones realizadas en función del crecimiento económico y de la infraestructura prevista a construir, se registra un déficit entre oferta y demanda en la Macrozona Norte, con promedio de 14,25 $m^3/s$, y se proyecta en 15 años empeorará, aumentando a un déficit promedio de 23 $m^3/s$, es decir un incremento de 8,72 $m^3/s$, de déficit en la disponibilidad (MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA, 2015). Alerta que debe ser tomada con urgencia por las

[15]ODEPA. 2016. El Cambio Climático y los Recursos Hídricos en Chile. Documento elaborado por Fernando Santibáñez Q. 60p.

autoridades (nacionales, provinciales y locales), y donde el I+D+i juega un papel protagónico, con miras al consumo humano y el dinamismo de las actividades productivas, tradicionales y modernas.

En relación con lo último, se puede afirmar que el desarrollo de actividades económicas en el norte de Chile dependerá en el futuro fuertemente de las posibilidades de generar nuevas fuentes de agua a costos razonables. Donde nueva fuente debe ser entendida no solo como exploración, sino como fortalecer y mejorar la gestión y manejo de las fuentes existentes, a través del I+D+i.

Entre los estudios al respecto, se destaca el de ODEPA (2016), que indicó que para la Macrozona Norte las tecnologías de transporte de agua a distancia o la desalación de agua marina tienen costos claramente por encima de un dólar por $m^3$, lo que deja a la agricultura fuera de posibilidades de acceder a estas soluciones. Dados los grandes volúmenes de agua usados por la agricultura, los que difícilmente bajarán de 6500 $m^3$/ha año, las soluciones viables con esta industria deberán producir agua a menos de 1/10 de los costos que pueden ofrecer estos sistemas. En base a ese estudio, Olave et al. (2016)[16] advirtió que se hace necesario avanzar en tecnologías de recirculación de aguas en los procesos productivos agrícolas, minería (COCHILCO, 2018)[17], industria (BROWN,2003)[18], como tecnologías alternativas a las que se han visto de forma tradicional. En ese sentido, solo fortaleciendo el I+D+i en las regiones se podrán generar tecnologías disruptivas para superar esas dificultades, y otras como las concentraciones de Arsénico y Boro que se presentan en algunos cursos de agua (ODEPA, 2016), e incluso la escasez hídrica, que se configura como la mayor amenaza que nos trae el cambio climático a la macrozona.

### 9.3. Sistemas Regionales de Innovación

#### 9.3.1. XV Región de Arica y Parinacota

La Región de Arica y Parinacota (XV), cuya capital corresponde a Arica, presenta una superficie regional aproximada de 16.873 km2, equivalentes al 2,2% del territorio nacional. Su población alcanza los 226.068 habitantes. Sus principales actividades económicas son relativas a los servicios personales y la administración pública con 16,9% y 16,2% del PIB regional, respectivamente. El PIB destinado a agricultura es pequeño, siendo la actividad agropecuaria y silvícola el 5,9% del total. No obstante, su baja participación en el producto, a nivel de ocupación representa un 12,3% de la fuerza de trabajo de la Región, que se desempeña principalmente en hortalizas, frutales y forrajeras. Estas actividades se desarrollan en los valles de Lluta y Azapa. Este último, a pesar de la escasez hídrica, presenta una alta productividad, lo que permite altas tasa de competitividad en relación con las otras regiones de la macrozona (ODEPA, 2019b).

[16]Olave J.; Torre B.; Chávez W.; González O. 2016. Producción de Lilium bajo invernadero en un sistema aeropónico recirculante con agua residual urbana tratada en el desierto de Atacama. 74p.
[17]COCHILCO. 2018. Consumo de agua en la minería del Cobre al 2017. 41p.
[18]Brown E. 2003. Taller Nacional – Chile. Hacia un Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. 22p.

La Estrategia Regional de Desarrollo (2009) plantea fortalecer los sectores productivos emergentes y tradicionales. Promoviendo el aprovechamiento óptimo de recursos hídricos bajo una cultura productiva sustentable regional. En la misma línea, la Agenda de Innovación Agraria Territorial de la FIA (2009) considera a la disponibilidad de recurso hídrico como un factor limitante transversal, por lo que la promoción y el fomento a la innovación en esta materia son fundamentales para el desarrollo del sector agroalimentario.

### 9.3.2. I Región de Tarapacá

La Región de Tarapacá (I), cuya capital corresponde a Iquique, presenta una superficie regional aproximada de 42.225 km2, equivalente al 5,6% del territorio nacional. Su población alcanza los 330.558 habitantes. Su principal actividad económica es la minería, con 38,4% del PIB regional. La actividad agropecuaria y silvícola representa apenas 0,1% del total de su PIB. Se incluyen en este sector plantaciones forestales (Tamarugo y Algarrobo) y otros cultivos propios de la Región como Limón de Pica, donde se concentra el 79,9% de la producción nacional (ODEPA, 2019e).

Su Estrategia Regional de Desarrollo (2011) diagnostica un estancamiento en lo que refiere a la innovación, ciencia y tecnología. Entre las directrices propuestas para revertir esa situación, se encuentran promover el Desarrollo Humano y la Competitividad Regional, junto a la diversificación y el encadenamiento productivo sustentable. Se priorizan la minería, el turismo y el comercio como polos de desarrollo. En particular sobre recursos hídricos, se propone incorporar alternativas para su suministro y gestión en inversión pública y privada, y avanzar en la utilización de Energías Renovables No Convencionales (ERNC).

La Estrategia Regional de Innovación (2012) propone cuatro prioridades estratégicas. Dentro de los objetivos está fomentar la cooperación en I+D+i entre empresas y entidades de investigación, la formación de capital humano, la creación de infraestructura y el fortalecimiento de mecanismos de financiamiento para generar una cultura productiva basada en la innovación dentro de la Región.

### 9.3.3. II Región de Antofagasta

La Región de Antofagasta (II), cuya capital corresponde a Antofagasta, presenta una superficie regional aproximada de 500 kilómetros de longitud, y abarca un área de 126.049,1 kilómetros cuadrados, equivalentes al 16,7% del territorio nacional. Su población alcanza los 607.534 habitantes. Su principal actividad económica está ligada al rubro de la minería, que representa un 52% del producto regional y el 10% del PIB regionalizado a nivel país, esto le permite posicionarse como la Región con mayores ingresos y la quinta con mayor competitividad, sin embargo, ocupa el último lugar (15) en la dimensión de desarrollo de ciencia, tecnología e innovación (UDD, 2015). La agricultura regional es marginal, con una participación menor a 0.01% del producto y 0.1% de la superficie a nivel nacional.

En términos hídricos, Antofagasta está clasificada como "Zona Árida", caracterizada por ríos de régimen esporádico, en ambientes de extrema aridez. Dentro de los problemas asociados al recurso hídrico, se destacan riesgos de déficit de agua para el consumo humano, dada la baja disponibilidad de agua por habitante (500m3/habitante/año), aguas contaminadas con alta presencia de metales, sumado a una distribución de que favorece a la minería (68 %) por sobre el resto de los sectores, agudiza los procesos de erosión, desertificación y escasez del recurso en la zona.

A fines de 2007, se aprueba la creación del Centro para el Desarrollo de Tecnologías de Explotación Sustentable de Recursos Hídricos en Zonas Áridas (CEITSAZA),por medio del cual se orientan recursos de Innovación para la Región de Antofagasta.

La Estrategia Regional de Desarrollo (2009-20209), concluye que es urgente el fomento a iniciativas en I+D+i que permitan el desarrollo de alternativas de suministro de agua para actividades productivas. Sobre la innovación la ERD menciona que, para alcanzar el desarrollo científico y tecnológico que promuevan el desarrollo productivo y la competitividad en la Región, se debe fortalecer y consolidar a los centros de investigación y desarrollo de tecnologías, promoviendo la relación entre universidad-empresa-gobierno y la orientación del Fondo de Innovación y Competitividad (FIC) en función de los objetivos regionales. Específicamente, la protección del recurso hídrico, por medio del fortalecimiento de la gestión, mayor fiscalización y redes de monitoreo de su uso. Tal que se asegure el debido uso de las aguas subterráneas, cercanas a fuentes protegidas, y la identificación de conflictos sociales y productivos, con consecuencias en el desarrollo humano.

Otros objetivos que se destacan en la ERD, corresponden al posicionamiento de la Región como centro de investigación en (ERNC), la promoción de tecnologías que aseguren la utilización de los recursos hídricos para el consumo humano y las actividades productivas, a través de la generación de políticas que incentiven investigaciones e inversiones y procesos de desalación de agua de mar.

La Estrategia Regional de Innovación 2012-2020 (ERI) está compuesta por cuatro ámbitos de acción. Específicamente, la innovación en recursos hídricos está presente en varios de ellos. El fomento a iniciativas de I+D+i en ERNC y Fuentes Hídricas No Convencionales (FHNC) es una de ellas. Esta se plantea a través de la creación de protocolos que permitan complementar el diseño y el desarrollo de estrategias y opciones de financiamiento a investigaciones aplicadas en: tecnología para la sustitución de agua potable y apta para el consumo humano por FRNC (agua de mar para uso directo o previa desalinización, reprocesamiento de aguas ya utilizadas, otros) para el uso en minería y otros usos urbanos, distintos del consumo humano.

### 9.3.4. III Región de Atacama

La Región de Atacama (III), cuya capital es Copiapó, presenta una superficie de 75.176,2 kilómetros cuadrados, que equivalen al 9,9% del territorio nacional. Cuenta con una población de 286.168 habitantes. Al igual que la Región de Antofagasta, su principal actividad económica es la minería, que

contribuye con un 40% de su producto y al 2.4%del PIB nacional regionalizado. En relación con la agricultura, su participación es solamente un 0.04% del producto regional.

La ERD (2007-2017) plantea la problemática de los recursos hídricos como una de las variables motrices para el desarrollo sustentable de la economía en Atacama. Actualmente se encuentra en proceso de implementación una estrategia de gestión integral del recurso hídrico, con cuatro lineamientos: creación de institucionalidad para el manejo integrado, diseño de herramientas de análisis para la cuenca del rio Copiapó, realización de estudios de otras fuentes en la Región de Atacama y la implementación de una modalidad de gestión eficiente y sustentable del acuífero. Se espera que los resultados de la estrategia generen efectos positivos en el acuífero, junto con la creación de organizaciones de usuarios responsables del recurso, que desarrollen e implementen proyectos hídricamente eficientes en el marco de un modelo de gobernanza hídrica y el uso sostenible del recurso. En cuanto a esto último, ya el año 2004 y debido al desbalance de la cuenca del Copiapó, se constituyó la Comunidad de Aguas Subterráneas(CASUB) que abarca las áreas de jurisdicción de Copiapó - Piedra Colgada y Desembocadura, para orientar la gestión integrada de eficiencia y recursos hídricos.

La promoción de la investigación, el desarrollo y la innovación tiene como objetivos generales para el desarrollo de iniciativas de I+D+i las siguientes directrices: desarrollar diferentes sectores, relevantes para la Región, como salud, medio ambiente, ERNC y recursos hídricos, y potenciar el desarrollo de sectores productivos que contribuyan a una diversificación y sustentabilidad a la base económica regional. Igualmente se presenta dentro de sus lineamientos, la consolidación de un modelo de desarrollo que garantice el uso eficiente y sustentable del recurso hídrico, por medio de la modificación del marco legal, elaborando estrategias que apunten a mejorar la eficiencia y las oportunidades de generar nuevas tecnologías para su manejo.

Recientemente ha desarrollado su estrategia regional, divulgada a final del año 2020. Entre los documentos que dieron forma a esta estrategia se destacan los boletines (ERInfo) que informaron el estado de avance en la formulación de la Estrategia Regional. El documento indica 4 ejes estratégicos, entre los cuales se menciona el Agua, sustentabilidad y cambio climático. Que responde a la creciente preocupación de los efectos del cambio climático en los territorios. Los que dependen en gran medida de la explotación de recursos naturales.

En relación con los recursos hídricos, en los boletines solo se menciona una aplicación de riego inteligente y captación de agua, que podría ser una alternativa sustentable para la gestión del recurso hídrico en la pequeña producción, dada la escasez hídrica que afecta a la Región.

### 9.4. Experiencias de Iniciativas en I+D+i en Recursos Hídricos

En la convocatoria nacional del 2017 de la FIA, en la temática de innovación sobre “adaptación al cambio climático a través de una agricultura sustentable”, se financiaron dos propuestas orientadas a la generación de estrategias de innovación en recursos hídricos para la agricultura focalizadas en la

determinación de los requerimientos hídricos de los principales cultivos en las diferentes zonas agroecológicas de Chile, que son:

- Plataforma agrícola satelital para el seguimiento de la determinación de los requerimientos hídricos de los principales cultivos del país.
- Mapa dinámico a escala diaria de la Evapotranspiración de Referencia (ETo) para determinar las necesidades de riego en Chile.

Actualmente los valores de referencia de las constantes para los cultivos provienen de fuentes externas. Con estos proyectos innovativos se obtendrán constantes de cultivos validadas localmente que se colocarán a disposición de los usuarios a través de una plataforma de acceso público. En estos dos proyectos también se ha generado un proceso innovativo, a través de la participación de investigadores multidisciplinarios de diferentes instituciones dedicadas a esta temática a nivel nacional, como son el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Universidad de Talca, Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Concepción, Universidad Arturo Prat.

Recientemente la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) en conjunto con la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático ha generado procesos innovadores de gestión hídrica a través de la formación del "Nodo Hídrico San Pedro", donde participan todos los actores directos de la cuenca El Yali (V Región).

### 9.4.1. Experiencias de Iniciativas en I+D+i en Recursos Hídricos en la Macrozona Norte

De acuerdo con el Programa IFI (2019), en la Región de Atacama, se hizo una caracterización física e hidrológica de cuerpos criosféricos en sus cuencas estratégicas. Los resultados están disponibles en el informe final ejecutado por la Universidad de Atacama, 2019.

Por otro lado, una experiencia que presenta aprendizajes fue el concurso que e "Innovando en recursos hídricos para riego, en la Región de Antofagasta", de 2018, donde se aprobaron de forma preliminar dos iniciativas:

- Uso de cultivos sin suelo en hortalizas de fruto y ornamentales irrigados con agua natural y agua residual urbana tratada bajo cubierta de protección en la provincia de El Loa, Región de Antofagasta.
- Desarrollo e innovación de una estrategia agronómica integral para la gestión del agua y el lavado de sales como solución eficaz ante el proceso de aridización en la localidad de Chiu-Chiu.

Sin embargo, por decisión regional estas iniciativas no fueron implementadas, lo que presenta un riesgo a la generación de conocimiento en el manejo de los recursos hídricos para fortalecer la agricultura en zonas áridas. Más allá de la decisión regional, que no es asunto de este informe, lo que se intenta mostrar es el aprendizaje para evitar que concursos realizados sean cancelados, bajo el entendido que si estos

llegaron a realizarse existe un diagnóstico del problema que se busca atender a través de los esfuerzos fiscales.

Con todo, es importante resaltar que se debe avanzar en una consolidación de la coordinación de los procesos de fomento al I+D+i orientados a los recursos hídricos para fortalecer su conocimiento y su gestión sustentable, tal que no se arriesgue la competitividad y el desarrollo económico y social de las regiones. Aún más, debido a la importancia que ha tomado el cuidado del agua debido a los efectos del cambio climático, se torna urgente que la Macrozona Norte alinee sus decisiones estratégicas en esta materia para reunir todas las fuerzas posibles que permita enfrentar estas dificultades. Presentando una oportunidad para que el GORE de Coquimbo pueda liderar esta mesa de acción contra el cambio climático en pos de la competitividad y el desarrollo económico y social.

# 10 APÉNDICE JUSTIFICACIÓN

## 10.1. Demandas Actuales y Futuras (DGA, 2017), para cada una de las Regiones de la Macrozona Norte

### 10.1.1. XV Región de Arica y Parinacota

**Cuadro 48. Estimación de la demanda actual y futura para todos los usos en la XV Región de Arica y Parinacota**

| | Demanda (Mm³/año) | | |
|---|---|---|---|
| | **2015** | **2030** | **2040** |
| **Agua Potable Urbano** | 12.926 | 27.049 | 35.772 |
| **Agua Potable Rural** | 604 | 683 | 694 |
| **Agrícola** | 73.010 | 68.087 | 63.067 |
| **Pecuario** | 330 | 479 | 555 |
| **Minero** | 571 | 719 | 849 |
| **Industrial** | 195 | 255 | 290 |
| **Generación Eléctrica** | 0 | 0 | 0 |
| **TOTAL CONSUNTIVO** | **87.635** | **97.272** | **101.226** |
| | | | |
| **Acuícola** | 0 | 0 | 0 |
| **Generación Eléctrica** | 16.170 | 18.518 | 14.951 |
| **TOTAL NO CONSUNTIVO** | **16.170** | **18.518** | **14.951** |

En el Cuadro 48 se verifica que la demanda agrícola va disminuyendo en el tiempo, debido principalmente a la menor superficie cultivable en la Región y al aumento de la eficiencia en los sistemas de riego. En el caso del agua potable urbano se aprecia un aumento importante, casi triplicando la demanda actual de agua. Lo mismo ocurre con la demanda minera, donde en el año 2040 la demanda habrá aumentado en un 49% respecto al 2015.

La demanda de agua potable rural presenta un aumento, pero menor al del agua potable, toda vez que el aumento de la población rural en esta Región es mucho menos importante que la urbana. La demanda de agua industrial presenta un aumento apreciable pero no explosivo en el tiempo, ya que en particular en esta Región el desarrollo industrial de los últimos años no ha sido importante, mientras que la demanda pecuaria aumenta en un 68%, ya que los datos históricos en la cual se basa la estimación han tenido un aumento apreciable en los últimos años.

Con relación al uso no consuntivo en acuícola y eléctrica, se mantiene y disminuye, respectivamente; la demanda eléctrica no consuntiva tenderá a disminuir debido a la entrada de energías renovables, solar y eólica principalmente.

La mayor demanda actual de uso consuntivo es la demanda agrícola, seguido por el agua potable urbana; la menor demanda la constituye la de uso industrial (demanda eléctrica es cero).

### 10.1.2. I Región de Tarapacá

**Cuadro 49. Estimación de la demanda actual y futura para todos los usos en la I Región de Tarapacá**

| | Demanda (Mm³/año) | | |
|---|---|---|---|
| | **2015** | **2030** | **2040** |
| **Agua Potable Urbano** | 21.698 | 29.249 | 34.387 |
| **Agua Potable Rural** | 337 | 534 | 552 |
| **Agrícola** | 17.087 | 17.472 | 16.933 |
| **Pecuario** | 106 | 150 | 182 |
| **Minero** | 51.534 | 48.043 | 49.368 |
| **Industrial** | 4.387 | 6.973 | 8.683 |
| **Generación Eléctrica** | 0 | 0 | 0 |
| **TOTAL CONSUNTIVO** | **95.149** | **102.421** | **110.103** |
| | | | |
| **Acuícola** | 0 | 4.240 | 5.063 |
| **Generación Eléctrica** | 39.210 | 33.499 | 32.026 |
| **TOTAL NO CONSUNTIVO** | **39.210** | **37.739** | **37.089** |

En el cuadro anterior, se puede observar que la demanda agrícola se mantiene en el tiempo, al igual que la demanda minera y pecuaria; la demanda minera presenta una leve baja, siendo el uso de mayor demanda de la Región, seguido por el agua potable urbana y por el uso agrícola (usos consuntivos).

Las demandas de agua potable urbana, rural e industrial también aumentan, en un 58%, 64% y 98%, respectivamente, debido al mayor dinamismo de la industria en esta Región, y además en las cifras de aumento de la población urbana y rural que se da en esta Región de Tarapacá.

Con relación al uso no consuntivo en acuícola y eléctrica, aumenta y disminuye, respectivamente; la demanda eléctrica no consuntiva tenderá a disminuir debido a la entrada de energías renovables, solar y eólica principalmente. Es importante destacar que en caso de la demanda acuícola que, no obstante, es nula en el año 2015, en el período 1996-2016 sí hay demanda, y por lo tanto en base a esa demanda fue que se proyectó a futuro, es por ello que en los años 2030 y 2040 si existe demanda hídrica no consuntiva.

La mayor demanda actual de uso consuntivo es minera, seguido por la demanda de agua potable y agrícola; la menor demanda la constituye el de uso pecuario (demanda eléctrica es cero).

### 10.1.3. II Región de Antofagasta

**Cuadro 50. Estimación de la demanda actual y futura para todos los usos en la II Región de Antofagasta**

| | Demanda (Mm³/año) | | |
|---|---|---|---|
| | **2015** | **2030** | **2040** |
| **Agua Potable Urbano** | 38.705 | 44.480 | 49.085 |
| **Agua Potable Rural** | 481 | 569 | 577 |
| **Agrícola** | 46.230 | 42.315 | 42.395 |
| **Pecuario** | 102 | 146 | 177 |
| **Minero** | 151.072 | 99.566 | 75.990 |
| **Industrial** | 29.563 | 48.836 | 59.700 |
| **Generación Eléctrica** | 0 | 0 | 0 |
| **TOTAL CONSUNTIVO** | **266.153** | **235.912** | **227.924** |
| | | | |
| **Acuícola** | 0 | 0 | 0 |
| **Generación Eléctrica** | 5.397 | 8.353 | 8.790 |
| **TOTAL NO CONSUNTIVO** | **5.397** | **8.353** | **8.790** |

En el caso del agua potable urbano se aprecia un aumento de un 27%, el cual está asociado al crecimiento urbano en la Región, mientras que en el caso de la demanda de agua potable rural el aumento entre 2015 y 2040 es de un 20%. La demanda agrícola disminuye levemente. La demanda minera disminuye drásticamente (50%), y las razones debiesen ser por un aumento en las eficiencias en los procesos de extracción del material. La demanda industrial aumenta en un 102% en 25 años, principalmente asociado a las industrias Enaex y Corpesca (Planta Mejillones).

La mayor demanda actual de uso consuntivo es minero, seguido por la demanda agrícola y agua potable urbana; la menor demanda la constituye el de uso pecuario (demanda eléctrica consuntiva es nula).

La demanda acuícola es nula el 2015, y entre el 2030 y 2040 se mantiene así. Respecto de la demanda hídrica relativa a la generación eléctrica de tipo no consuntiva, se aprecia un incremento del 63 %.

### 10.1.4. III Región de Atacama

**Cuadro 51. Estimación de la demanda actual y futura para todos los usos en la III Región de Atacama**

| | Demanda (Mm³/año) | | |
|---|---|---|---|
| | **2015** | **2030** | **2040** |
| **Agua Potable Urbano** | 17.005 | 18.388 | 19.465 |
| **Agua Potable Rural** | 689 | 779 | 812 |
| **Agrícola** | 140.215 | 189.213 | 210.312 |
| **Pecuario** | 239 | 474 | 568 |
| **Minero** | 39.950 | 48.629 | 33.543 |
| **Industrial** | 15 | 26 | 33 |
| **Generación Eléctrica** | 0 | 0 | 0 |
| **TOTAL CONSUNTIVO** | **198.114** | **257.508** | **264.733** |
| | | | |
| **Acuícola** | 0 | 0 | 0 |
| **Generación Eléctrica** | 89.266 | 198.717 | 198.717 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **TOTAL NO CONSUNTIVO** | **89.266** | **198.717** | **198.717** |

En el caso del agua potable urbano se aprecia un aumento leve de un 14%, debido probablemente a que en esta III Región de Atacama se producirá un estancamiento de las tasas de crecimiento poblacional, tal como se indica en las proyecciones del INE para zonas urbanas, mientras que en el caso de la demanda de agua potable rural el aumento entre 2015 y 2040 es de un 18%.

En la demanda agrícola se produce un importante aumento de un 50%, por la mayor superficie agrícola que se estima será plantada. La demanda minera aumenta en el año 2030 y luego disminuye a valores similares al año 2015, por razones relacionadas con el incremento en las energías renovables no convencionales. La demanda industrial aumenta en un 120% en 25 años, asociada a la industria manufacturera en las comunas de Caldera y Tierra Amarilla.

La demanda acuícola es nula el 2015, y entre el 2030 y 2040 se mantiene constante. La demanda de generación eléctrica no consuntiva aumenta entre el año 2015 al 2030 en un 123%, y luego se mantiene constante hasta el año 2040.

La mayor demanda actual de uso consuntivo es agrícola, seguido por la demanda de agua potable urbana y minera; la menor demanda la constituye el de uso industrial (demanda eléctrica es cero).

### 10.1.5. Macrozona Norte

**Cuadro 52. Resumen estimación de la demanda actual y futura para todos los usos en la Macrozona Norte**

| | Demanda (Mm³/año) | | |
|---|---|---|---|
| | **2015** | **2030** | **2040** |
| **TOTAL CONSUNTIVO** | **1.203.030** | **1.523.441** | **1.606.730** |
| **TOTAL NO CONSUNTIVO** | **339.297** | **478.617** | **489.026** |

En resumen, el mayor crecimiento de la demanda consuntiva de agua se da en el uso de agua potable urbano seguido por el uso industrial. En particular, en el norte chico (III y IV regiones), se adiciona un alza importante en la demanda para uso agrícola y pecuario. En tanto la no consuntiva, aumenta por mayor demanda para generación eléctrica, principalmente, entre la II y IV regiones. No así en la XV y I por la entrada de energías renovables, solar y eólica principalmente.

## 10.2. Riesgo Hídrico para la Macrozona Norte

A continuación, se presenta un resumen de los principales hallazgos relacionados a la Macrozona Norte, desglosando este riesgo en Déficit Hídrico, Exceso de Agua y Calidad de Agua.

### 10.2.1. Déficit Hídrico

El índice SPEI para la Macrozona Norte, indica que las precipitaciones disminuyen, a excepción del Altiplano (norte grande), presentándose cambios significativos entre las regiones de Atacama y Coquimbo, donde la sequía meteorológica de los últimos años se manifiesta con mayor intensidad, siendo significativo su aumento entre las zonas de Vallenar y Elqui, presentando la mayor disminución de precipitaciones en los últimos 15 años en Chile. Esto coincide además, con un aumento relevante de la evapotranspiración potencial de la cobertura vegetal por efecto del aumento de temperatura y sequedad del aire, lo cual se traduce en un mayor requerimiento hídrico (consumo) de la cobertura vegetal. La zona desde Copiapó a Los Vilos presenta el déficit hídrico más grande en magnitud.

En cuanto a las aguas subterráneas, en la Región de Antofagasta, específicamente al noreste de Calama, que presenta pozos con tendencia positiva significativa. Lo mismo se evidencia en la cuenca del río Huasco. Estos resultados podrían tener su origen, en ciertos casos, debido al "efecto embalse", como ocurre en el sector de río Huasco, donde el Embalse Santa Juana y su presencia podría favorecer la recarga subterránea aguas abajo de esta instalación. Las regiones de Antofagasta, Tarapacá y Atacama no presentan cambios significativos en los distintos períodos analizados.

Las regiones de la zona norte que poseen una tendencia de caudal positiva son la Región de Atacama, seguida por la Región de Arica y Parinacota. En cuanto a las estaciones sin tendencia, existe una homogeneidad en todas las regiones de la zona norte.
En el caso de los glaciares, no existe mucha información, sin embargo, entre los glaciares que destacan con mayor porcentaje de variación negativa en su superficie areal se ubican los glaciares del Volcán Sillajuay, ubicado en la Región de Tarapacá.

### 10.2.2. Exceso de Agua

La Macrozona Norte presenta las regiones con mayor número de inundaciones y aluviones, con una tendencia a la baja a medida que se avanza hacia el sur. Eventos de tsunamis solo se han registrado 2 en el siglo XXI.

### 10.2.3. Calidad de Agua

En las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, domina una calidad de agua insuficiente durante todo el año, principalmente por el contenido de arsénico, limitando su uso prioritario. Cabe destacar que la Región de Antofagasta es la que presenta mayor cantidad de estaciones de monitoreo con calidad insuficiente, situación que se asocia a los altos niveles de Arsénico. Estos registros están asociados al río Loa y a la cuenca del Salar de Atacama; luego le siguen las cuencas del río Lluta, río Camarones, cuenca altiplánica y Pampa del Tamarugal. En los últimos 10 años se evidencia una pequeña mejoría en la calidad de agua en las cuencas altiplánicas.

La Región de Atacama presenta, en general, una buena calidad de agua. Particularmente en la cuenca endorreica entre Frontera y Vertiente del Pacífico, se presenta una calidad insuficiente en primavera y verano por concentraciones de arsénico.

# 11 Apéndice Metodología

## 11.1. Resultados del proceso de descomposición y estrategia de relevamiento

### 11.1.1. Síntesis de la descomposición

Luego de pasar por dos procesos de validación después del taller, realizado el 23 de enero de 2020, se generaron dos instancias para validar las hipótesis. Una primera, a través de la WEB, permitiendo que los participantes e invitados al taller (que no pudieron asistir) comentaran sobre el resultado de las actividades, indicando la pertinencia o no de las hipótesis planteadas en la primera síntesis del taller. La segunda, se hizo de forma interna, junto con los gestores y directivos, con el objetivo de verificar si las hipótesis resultantes responden al objetivo del estudio. Esa última instancia completó el tercer proceso de síntesis, resultando en las siguientes hipótesis de evaluación:

H1.- Hipótesis 1: Los resultados de las iniciativas fueron implementados o transferidos, generando las bases de potenciales innovaciones para la gestión y uso sustentable de recursos hídricos (producto, proceso, institucional).

H2.- Hipótesis 2: Los resultados implementados o transferidos mejoraron las condiciones productivas de los sistemas agroalimentarios y forestales en la Región de Coquimbo.

H3.- Hipótesis 3: Las iniciativas FIC lograron la adquisición de conocimiento habilitante por parte de los actores involucrados para innovar en la gestión y uso sustentable de recursos hídricos en la Región.

H4.- Hipótesis 4: Las iniciativas FIC lograron la difusión de conocimiento y soluciones que promuevan la innovación sobre gestión y uso sustentable de recursos hídricos nuevos para la Región.

H5.- Hipótesis 5: Las iniciativas FIC poseen las condiciones habilitantes para el encadenamiento de procesos de innovación en recursos hídricos con iniciativas FIC u otras agencias.

H6.- Hipótesis 6: Los datos generados por las iniciativas son utilizados por los distintos organismos gubernamentales para la toma de decisiones, propuestas de normativas, y por los organismos privados para emprendimientos y mejoras en su competitividad.

Es importante destacar que las hipótesis de evaluación guían los siguientes procesos para el diseño de los indicadores en relación con los temas propuestos y validados por los actores y gestores del fomento FIC. En ese sentido, los temas, se proponen en base a la experiencia del equipo consultor a lo largo de evaluaciones de impacto del fomento público a la innovación, y su adherencia con las líneas temáticas propuestas en los documentos programáticos de la ERI-IV.

En el siguiente cuadro se presenta una relación de los temas e hipótesis de evaluación, lo que permite verificar la pertinencia de las conjeturas planteadas en relación con los temas que se deben evaluar. Note que, durante el proceso de síntesis este procedimiento es realizado para verificar la pertinencia de una hipótesis, se dice que una hipótesis es pertinente si, responde al menos a un tema de evaluación y es posible discriminar la entre otras dos hipótesis en el mismo tema.

**Cuadro 53: Temas por hipótesis de evaluación**

| Hipótesis/ temas | H1 | H2 | H3 | H4 | H5 | H6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| T1: Usos de resultados y cultura de innovación | ■ | | | ■ | | ■ |
| T2: Redes o asociaciones para innovar | | | ■ | | | |
| T3: Sistema de innovación regional y gestión de datos | | | ■ | | ■ | ■ |
| T4 Impacto productivos | ■ | ■ | ■ | | | |
| T5 Impacto social | ■ | | | | | |
| T6 Impactos ambientales | ■ | ■ | | | | |
| T7 Producción académica y científica | | | | ■ | | ■ |

**Fuente**: Elaboración propia a partir de la documentación de los proyectos

Es importante notar que los impactos diferenciados por ámbito productivo, social y ambiental intentan capturar distintas dimensiones económicas donde los resultaos desarrollados por las iniciativas podrán impactar. Con todo, como se puede observar en el cuadro anterior, se busca que un tema responda a los más  a tres hipótesis y una hipótesis responde a lo más 3 temas, contando que los impactos en algunos casos son evaluados de forma conjunta. Esta regla ofrece un criterio de discriminación para seleccionar aquellas conjeturas más importantes y que complementan información en relación con los temas que se deben evaluar. Además de, simplificar el proceso de generación de indicadores e instrumentos de relevamiento de datos.

### 11.1.2. Estrategia de relevamiento cuestionarios

El relevamiento de los datos se realizó a través de cuestionarios electrónicos diseñados y administrados a través de la aplicación SERVEYMONKEY, bajo un plan profesional. Esto permite diseñar el cuestionario, juntamente con una estrategia de colecta de datos, de envío de recordatorios y tabulación de datos integrados.

Una de las ventajas de la aplicación de nube utilizada es que cuenta con un kit de herramientas que facilita la construcción del cuestionario. Esto permite elegir distintos tipos de preguntas, además de personalizar otros. Con este instrumento se diseñaron las preguntas de acuerdo con los indicadores seleccionados en la validación con el mandante. Aunque en general para cada indicador solo fue necesaria una pregunta, en algunos casos, para poder crear el indicador se elaboraron un conjunto de preguntas. Esto ocurre generalmente para los indicadores de impacto. En la sección de la propuesta de un protocolo metodológico se presentan una definición de los indicadores.

Luego de terminar el diseño del cuestionario y probar su funcionalidad, se construyó una lista de correos (*mailinglist*) para el envío del cuestionario. A partir de los registros facilitados por el GORE se diseño una hoja de registro que indicó el código de la iniciativa, el nombre del coordinador principal, el título de la iniciativa y la institución encargada de la ejecución. Todos los datos contenidos fueron revisados por el GORE y la FIA. De forma preventiva, se verifico un segundo correo para programar el redireccionamiento en caso de bloqueos de correos.

La lista fue introducida el aplicativo y se crearon dos tipos de campañas, una genérica a través de un enlace web, para poder realizar un piloto, y una segunda campaña con las iniciativas de la Región de Coquimbo (también se relevaron iniciativas de las regiones de Tarapacá y Atacama, pero el nivel de respuesta fue bajo). Una vez que se validó el piloto, se lanzó la campaña y se estableció un cronograma de recordatorios.

Para presentar el cuestionario se elaboró un mensaje explicativo, como primera hoja del cuestionario y un mensaje electrónico, donde se introduce el enlace del cuestionario. Una vez que se validó el texto escrito del mensaje, se transcribió en lenguaje *htlm* donde se diseñó la presentación gráfica del mensaje en un correo electrónico además de automatizar la carga de los campos claves. Esto último permite que el aplicativo produzca de forma autónoma el envío de los cuestionarios a cada destinatario, además del seguimiento de las respuestas, enviando mensajes de recordatorio.

La encuesta estuvo disponible desde el 15 de julio hasta el 31 de octubre de 2020. En los casos que se presentaron problemas, se diseñaron colectores individuales y se enviaron por correo. Con todo, el proceso completó 36 cuestionarios de investigadores completos.

## 11.2. Métodos estadísticos para mensuración de impactos

### 11.2.1. Métodos Cuasiexperimentales

Los métodos basados en diseños cuasi experimentales son ampliamente usados para medir el impacto en la implementación de políticas públicas. El objetivo de estos métodos es poder identificar y separar los beneficios logrados como consecuencia de la intervención del programa, de los beneficios que hubieran ocurrido independiente de su ejecución, ya sea por la evolución normal de las condiciones del entorno o la acción de otros programas. Por lo tanto, se deben identificar las variables que deben ser medidas para determinar si el programa ha generado realmente los beneficios o impacto esperados.

De este modo, el impacto del programa corresponde a la diferencia en la variable resultado (Y) que registra el individuo (i) con y sin la intervención del programa donde este resultado se puede presentar en dos escenarios:

- $Y1_i$ = resultado potencial del individuo i si recibe el tratamiento o se adjudica la iniciativa concursada.

- $Y0_i$ = resultado potencial del individuo i sin tratamiento o no se adjudica la iniciativa concursada.

Nótese, sin embargo, que no es posible observar $Y1_i$ e $Y0_i$ para un mismo individuo simultáneamente, ya que un individuo i puede presentar sólo uno de los dos estados posibles, recibir o no recibir el tratamiento (adjudicarse o no, la iniciativa concursada). Este problema se conoce como el "problema fundamental de identificación". Una solución a este problema sería medir el impacto esperado o promedio del programa sobre el conjunto de los individuos (lo que se conoce en inglés como Average Treatment Effect (ATE)), que se puede representar como:

$$a = E[Y1_i - Y0_j] \quad (1)$$

Lo que representa la esperanza matemática del impacto del programa y donde ambos resultados representan al conjunto de individuos con posteridad a la intervención del programa, pero $Y1_i$ es el resultado potencial de los individuos que han participado endicho programa (i) y $Y0_j$ es el resultado de los individuos que no han participado en el programa (i). De otra forma, expresado como ecuación:

$$E[Y_jD = 1] - E[Y_jD = 0] = E[Y1_{ij}D = 1] - E[Y0_{jj}D = 0] \quad (2)$$

que se puede reescribir como:

$$E[Y1_i - Y0_j] + E[Y0_{ij}D = 1] - E[Y0_{jj}D = 0] \quad (3)$$

Donde, D = 1 si el individuo recibe tratamiento, y D = 0 lo contrario.

El último término de la ecuación anterior probablemente no será igual acero debido a la existencia de sesgo de selección, es decir, la selección de individuos que participan en el programa responde a ciertos criterios de focalización u otros y no son elegidos aleatoriamente. Esto implica que el impacto del resultado estaría subestimado:

$$E[Y0_{ij}D = 1] - E[Y0_{jj}D = 0] < 0 \quad (4)$$

Para poder resolver el problema ocasionado por la existencia de sesgo de selección se requiere que la selección de individuos beneficiarios del programa sea independiente de sus resultados potenciales. Esto implica que una condición necesaria sería:

$$E[Y0_{ij}D = 1] = E[Y0_{jj}D = 0] \quad (5)$$

Por lo tanto, el resultado promedio o el impacto esperado del tratamiento sería, en términos formales:

$$E[Y1_i - Y0_i] = E[Y1 - Y0_jD = 1] = E[Y_jD = 1] - E[Y_jD = 0] \quad (6)$$

En otras palabras, para que se cumpla la condición de independencia, se requiere que el tratamiento sea asignado aleatoriamente, lo que se conoce como diseño experimental o aleatorio. Dado que en la práctica la selección de los beneficiarios de un programa no es aleatoria, sino por lo contrario su elección se basa en criterios de elegibilidad y focalización, aumenta la complejidad de estos sistemas en la construcción de una aleatorización en la asignación del tratamiento. Lo anterior implica que el impacto del programa no podrá ser estimado a través de la simple diferencia de medias entre la variable resultado del grupo de tratamiento y el grupo control, ya que las diferentes características observables y no observables de los beneficiarios y no beneficiarios implicaría la existencia de sesgo de selección y la medición del impacto del programa resultaría sesgada.

Considerando estos problemas metodológicos y los aspectos fundamentales de los modelos experimentales, se han desarrollado diversos métodos, como el Matching- Propensity Score[19], entre una amplia gama que intenta resolver perspectivas específicas para medir el control del sesgo de selección, así como otros que sean particulares del objeto evaluado.

Con todos los registros, se realizó un preanálisis para determinar la posibilidad de aplicar un método cuasiexperimental, en relación con los registros disponibles y la posibilidad metodológica de aplicarlos. No obstante, los protocolos metodológicos de seguimiento y evaluación tendrán recomendaciones de gestión de datos que permitan preparar un diseño cuasiexperimental en el futuro.

### 11.2.2. Métodos de Subjetividad Controlada

El método de la adicionalidad redundante (AR)[20] es un método desarrollado por el LabGEOPI para controlar la subjetividad en la apreciación de la causalidad de los impactos observados de un objeto bajo evaluación, en este caso, las iniciativas en I+D+i. La importancia de poder categorizar los resultados con la verificación de posibles impactos permite complementar la propuesta metodológica de los protocolos de seguimiento, la evaluación de resultados e impactos y la propuesta estratégica para promover acciones en el fomento y desarrollo de I+D+i en Recursos hídricos en la Macrozona Norte.

El método consiste en una estructura de preguntas ordenadas a la métrica investigada bajo una secuencia definida, que permite comparar los cambios observados en relación con un tiempo pasado, entre el $t_0$ y $t_1$, conocer el sentido del cambio (positivo o negativo) y si este se debe a la iniciativa realizada. Se debe notar que, en la primera parte de la secuencia se identifica el cambio en la métrica investigada ($\Delta(a_{ij})$), y luego se pregunta cuál fue el del cambio observado ($g_{ij}$). Se debe recordar que hasta aquí, la métrica debe estar relacionada a la iniciativa investigada. Luego se busca identificar la apreciación, o atribución subjetiva, que el encuestado asigna al programa ($a_{ij}$), en porcentaje, del cambio observado ($\Delta (a_{ij})$). Esta última etapa es lo que denominamos verificador redundante de causalidad. El método puede ser

[19]Técnica estadística para la generación de grupos de control artificiales, que consiste en encontrar un "clon" de cada individuo del grupo de tratamiento en el grupo de control y comparar las variables de resultados entre ambos. Ponderando las observaciones del grupo de control para que la distribución de sus características observables sea lo más parecida a la de los tratados.

8Para mayores detalles ver Salles-Filho, Avila et al. (2010)

representado a través de la siguiente síntesis, en donde el impacto observado en la iniciativa i sobre un indicador j ($I_{ij}$), es:

$$\Sigma g_{ij} * |\Delta(a_{ij})| * a_{ij} = I_{ij} \quad (7)$$

Donde:

- $g_{ij}$ es el sentido del cambio observado (-1, 0, 1)
- ($\Delta$(aij)) es el cambio observado entre $t_0$ y $t_1$
- ($a_{ij}$) es el factor verificador redundante de causalidad
- ($I_{ij}$) es el impacto medido de una variable j en la iniciativa i

El cambio observado es medido en módulo para poder diferenciar los impactos positivos de los negativos, sin que esto afecte la magnitud del indicador. Con todo, las agregaciones por categorías, dimensiones o actores permiten responder a temas e hipótesis específicas. Con los datos tabulados es posible realizar análisis uni y/o multivariados. Por último, es importante notar que, dado el bajo número de proyectos y aunque se pueda alcanzar significancia estadística, los resultados deben ser complementados con aspectos cualitativos para mejorar su contraste e interpretación. Motivo por el cual se propuso aplicar hasta 20 entrevistas a especialistas.

# 12 ANEXO 1

# 12 ANEXO1

### 12.1. Temas, indicadores y mecanismos que conforman los instrumentos FP, IT, IF, FC

| Temas e Indicadores | Mecanismos | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Uso de Resultados** | FP | IT | IF | FC |
| Tipo de resultado esperado | X | | | |
| Alcance del resultado principal | X | | X | |
| Uso del resultado principal | X | | X | |
| Acuerdo de transferencia de resultados | X | | X | |
| Grado de novedad esperado | X | | X | |
| Grado de novedad producido | | X | X | X |
| Uso o comercialización de resultados producidos | X | | X | X |
| Tipo de innovación generada | X | | X | X |
| Disposición a invertir y/o pagar por innovación | X | | | |
| Búsqueda, acceso y uso de información para promover innovación | X | X | | |
| Descontinuación del resultado principal | | X | X | X |
| Propensión a la innovación | X | | | |
| Valoración de la gestión pública | | X | | |
| Organizaciones que innovaron | | | X | X |

| Temas e Indicadores | Mecanismos | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Redes o asociaciones para innovar** | FP | IT | IF | FC |
| Creación / participación en redes o asociaciones de investigación en recursos hídricos (línea base) | X | | | |
| Creación / participación en redes o asociaciones vinculadas con temáticas en recursos hídricos y cambio climático (línea base) | X | | | |
| Creación / participación en redes o asociaciones de investigación en recursos hídricos al término del proyecto | | | X | |
| Creación / participación en redes o asociaciones vinculadas con temáticas en recursos hídricos y cambio climático al término del proyecto | | | X | |
| Creación / participación en redes o asociaciones de investigación en recursos hídricos dos años después al término del proyecto | | | | X |
| Creación / participación en redes o asociaciones vinculadas con temáticas en recursos hídricos y cambio climático dos años después al término del proyecto | | | | X |

| Temas e Indicadores | Mecanismos | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Sistema de Innovación Regional y Gestión de Datos** | FP | IT | IF | FC |
| Coordinación entre órganos de financiamiento y agencias verificadoras de ejecución | X | X | X | X |
| Instrumentos para conectar el I+D+i con fomento productivo | X | | X | X |
| Enfoque de financiamiento (aumentar disponibilidad, uso más eficiente en la producción agrícola, preservación de biodiversidad de causes) | X | | X | X |
| Líneas de financiamiento enfocadas en la continuidad de iniciativas exitosas | X | | X | X |
| Líneas de financiamiento para extensión en tiempo de ejecución | X | | X | X |
| Invención | X | | X | X |
| Modelo de Utilidad | X | | X | X |
| Diseños | X | | X | X |
| Esquemas de trazados | X | | X | X |
| Tipografías de circuitos integrados | X | | X | X |
| Derechos de autor | X | | X | X |
| Variedades vegetales | X | | X | X |
| Denominación de origen | X | | X | X |
| Indicaciones geográficos | X | | X | X |
| Secretos industriales y empresariales | X | | X | X |
| Información no divulgada | X | | X | X |
| Conocimientos tradiciones y recursos genéticos | X | | X | X |
| Softwares, sistemas y/o aplicativos digitales | X | | X | X |
| Gobernanza de los datos y tipo de registros | X | | X | X |
| Disponibilidad de datos generados por la iniciativa | X | | X | X |
| Fuentes de datos | X | | X | X |
| Almacenamiento de datos | X | | X | X |
| Procesamiento de datos | X | | X | X |
| Entrega de datos | X | | X | X |
| Cumplimiento de cronograma planificado | | X | | |
| Hitos alcanzados en implementación | | X | | |

| Temas e Indicadores | Mecanismos | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Impactos Productivos** | FP | IT | IF | FC |
| Rentabilidad promedio del agua en uso agrícola (kg producto/m3 agua) | X | | | |
| Costo efectividad (costo de uso tecnología / rentabilidad por ciclo de producción) | X | | | |
| Número de tecnologías de riego | X | | | |
| Superficie (Há) usada para la producción | X | | | |
| Recuperación de superficie | X | | | |
| Incremento en los precios de productos o servicios beneficiados por la innovación | X | | | |
| Agregación de valor | X | | | |
| Número de organizaciones que utilizan los resultados | X | | | |
| Disponibilidad de recursos hídricos para la producción | X | | | |
| Volumen de agua para uso doméstico | X | | | |
| Huella hídrica para la producción sustentable (frutales, forraje en ambiente hidropónico) | X | | | |
| Caudales ecológicos para preservación de biodiversidad | X | | | |
| Cumplimiento de cronograma planificado | | X | | |
| Hitos alcanzados en implementación | | X | | |

| Temas e Indicadores | Mecanismos | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Impactos Sociales** | FP | IT | IF | FC |
| Acceso y cultura del agua para producción | X | | X | X |
| Acceso y cultura del agua para uso doméstico | X | | X | X |
| Cambios observados después del término de la iniciativa | X | | X | X |
| Posibilidades económicas del territorio | X | | X | X |
| Apego al territorio influenciado por la iniciativa | X | | X | X |
| Cumplimiento de cronograma planificado | | X | | |
| Hitos alcanzados en implementación | | X | | |

| Temas e Indicadores | Mecanismos | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Impactos Ambientales y Uso Sostenible del Agua** | FP | IT | IF | FC |
| Uso de agua (línea base) | X | | | |
| Cambio esperado en el uso de agua | X | | | |
| Volumen del agua tratada con tecnologías de reúso | X | | | |
| Volumen de agua usada para la producción | X | | | |
| Volumen de agua desalinizada para producción/consumo | X | | | |
| Uso de energía en los procesos de recuperación/transformación de aguas originadas en fuentes renovables | X | | | |
| Emisión de residuos en los procesos de recuperación/transformación de aguas | X | | | |
| Número y tipo de servicios ambientales recuperados / preservados: lagunas, salares, humedales, aguas subterráneas | X | | | |
| Uso de agua a la fecha de término del proyecto | X | | | |
| Uso de agua dos años después a la fecha de término del proyecto | | | X | |
| Monitoreo y modelamiento para la determinación de los balances hídricos a nivel de cuenca | | | | X |
| Diversificación de la matriz hídrica a través de la identificación de nuevas fuentes de agua | | | X | X |
| Eficiencia global en los recursos hídricos | | | X | X |
| Ordenamiento y planificación del uso del territorio para una Gestión integrada de los recursos hídricos | | | X | X |
| Cultura sostenible del agua | | | X | |
| Cumplimiento de cronograma planificado | | | X | |
| Hitos alcanzados en implementación | | | X | |

| Temas e Indicadores | Mecanismos | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Producción Académica y Científica** | FP | IT | IF | FC |
| Expectativa de producción científica por tipo | X | | X | X |
| Número de producción científica por tipo del equipo del proyecto | | | X | X |
| Número de producción científica por tipo esperados | | | X | X |
| Número de tesis / memorias de formación profesional | | | X | X |
| Número de tesis de magíster | | | X | X |
| Número de tesis de doctorado | | | X | X |
| Número de trabajos de postdoctorados | | | X | X |
| Número de profesionales con formación superior en recursos hídricos | | | X | X |
| Número de trabajos presentados en eventos nacionales | | | X | X |
| Número de trabajos presentados en eventos internacionales | | | X | X |
| Número de publicaciones en revistas indexadas | | | X | X |
| Número de capítulos de libros | | | X | X |
| Número de libros | | | X | X |
| Número de manuales técnicos-operacionales | | | X | X |
| Número de cartas, mapas o similares | | | X | X |
| Número de citaciones de la producción científica resultante de las iniciativas | | | X | X |
| Cumplimiento de cronograma planificado | | X | | |
| Hitos alcanzados en implementación | | X | | |

## 12.2. Métricas resultantes para cada indicador y tema por perfil

Aplica (●), no aplica (—).

### Tema 1: Uso de Resultados

a) Indicador ***condiciones habilitantes para adopción o comercialización de los productos o servicios generados por la iniciativa (descripción de uso de los resultados, como sistemas de producción, modelos, instrumentación, tecnologías, etc. y su escala de desarrollo)***.

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Uso del resultado principal:**<br><br>**Formulación de normativas y/o políticas.**<br><br>**Manejo productivos y modelo de gestión.**<br><br>**Modelos predictivos y de monitoreo para la toma de decisiones.**<br><br>**Herramientas digitales para la medición y monitoreo.**<br><br>**Tipo del resultado principal:**<br><br>**Estudio.**<br><br>**Manejos productivos y modelos de gestión.**<br><br>**Modelos predictivos y de monitoreo para la toma de decisiones.**<br><br>**Herramientas digitales para la medición y monitoreo.** | ● | — | ● | ● |
| **Alcance del Resultado Principal (escala acorde al manual de Oslo):**<br><br>**Desarrollo experimental.**<br><br>**Piloto.**<br><br>**Comercial.** | — | — | ● | ● |

b) Indicador ***acuerdo de transferencia de resultados (escala de alcance e instrumento formal de traspaso usado para su transferencia).***

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Acuerdo secreto.**<br><br>**Contrato de proveedores de tecnología.**<br><br>**Acuerdos y Convenios de Cooperación Tecnológica.**<br><br>**Memorandos de entendimiento.**<br><br>**Contratos de licencia de derechos de autor.**<br><br>**Contratos de explotación de patente.**<br><br>**Contratos de licencia de marca.**<br><br>**Contratos de transferencia de material biológico.** | – | – | • | • |
| **Grado de Novedad: El alcance de la novedad del punto de vista de los beneficiarios.**<br><br>**Nuevo para la organización que adoptó o comercializó.**<br><br>**Nuevo para la localidad y/o comunidad que lo adoptó.**<br><br>**Nuevo para la Región.**<br><br>**Nuevo para la Macrozona Norte.**<br><br>**Nuevo para Chile.**<br><br>**Nuevo para el mundo.** | • | – | • | • |

c) Indicador ***motivos por la descontinuación del resultado principal (principales factores que incidieron en no seguir usando los resultados)***.

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Faltaron recursos para continuar con su implementación.** | | | | |
| **Faltaron recursos para mantener los dispositivos, maquinarias y/o plantas.** | | | | |
| **Faltaron recursos para mantener los equipos de trabajo.** | | | | |
| **Hay un déficit de profesionales y/o técnicos especializados en recursos hídricos.** | | | | |
| **El resultado fue menos competitivo (costo-efectivo) en relación con nuevas alternativas de mercado que no existían cuando la iniciativa fue ejecutada.** | | | | |
| **Cambiaron las condiciones ambientales, por nuevos escenarios de escasez hídrica derivados de factores climáticos.** | • | – | • | – |
| **Cambiaron las condiciones ambientales, por nuevos escenarios de crisis hídricas, derivados de factores económicos y sociales.** | | | | |
| **Cambiaron las condiciones ambientales, por nuevos escenarios de crisis hídricas, derivados de factores normativos y/o administrativos (por ejemplo, el sobre otorgamiento de derechos de agua).** | | | | |
| **No fue priorizado por la institución de fomento para su continuidad, como su escalabilidad y otros.** | | | | |

d) Indicador ***motivos por la no utilización del resultado principal (factores que impidieron el uso del resultado)***.

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Los resultados alcanzados por la iniciativa no se pueden escalar por inhabilidades legales.** | | | | |
| **Los resultados alcanzados por la iniciativa no se pueden escalar por inhabilidades sanitarias.** | | | | |
| **Los resultados alcanzados por la iniciativa no se pueden escalar por inhabilidades económicas.** | | | | |
| **Los resultados alcanzados por la iniciativa no están siendo priorizados administrativamente, en la actualidad, por el Gobierno Regional.** | – | – | • | • |
| **El uso de los resultados alcanzados por la iniciativa no es promovido y/o exigido para ser utilizados por los actores públicos y/o privados en sus operaciones/procesos.** | | | | |
| **No hubo acceso, no se ajustan y/o no existen instrumentos de fomento público que permitan continuar el desarrollo de los resultados alcanzados por la iniciativa.** | | | | |
| **Los resultados alcanzados por la iniciativa no pueden ser ingresado bajo ningún un registro de propiedad intelectual, disponibles en el Instituto Nacional de Propiedad Industrial INAPI.** | | | | |

e) Indicador ***Propensión de innovación (Inclinarse hacia el uso de los resultados para innovar en materia de recursos hídricos).***

.

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Disposición a invertir y/o pagar por innovación.**<br><br>**Búsqueda, acceso y uso de información, para promover innovación.**<br><br>**Valoración de gestión pública, sea por los usos de resultados generados o por la participación en la ejecución de la iniciativa.** | ● | ● | – | ● |

**Tema 2: Redes o Asociaciones para Innovar**

a) Indicador ***creación y participación en las redes o asociaciones que promueven la innovación (cambios en participación en redes influenciada por la iniciativa)***.

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Participación en redes y/o asociaciones de investigación en recursos hídricos.** | ● | – | ● | ● |
| **Participación en redes y/o asociaciones vinculadas con temáticas en recursos hídricos y cambio climático.** | – | – | ● | – |

**Tema 3: Sistema de Innovación Regional y Gestión de Datos**

a) Indicador ***fortalecer Sistemas de Innovación Regional (Claros en los objetivos y alcances, así como sus resultados puedan escalarse y replicarse).***

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Condiciones habilitantes.** | ● | – | ● | ● |

b) Indicador ***Condiciones que dificultan la investigación y el desarrollo que promueva la innovación (Factores limitantes como tiempo de ejecución, falta de financiamiento y/o instrumentos de financiación, etc.)***.

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Falta de coordinación entre los órganos que otorgan el financiamiento y las agencias que verifican la ejecución, para potenciar el I+D+i.**<br><br>**Falta de instrumentos que permitan conectar el I+D+i con el fomento productivo, en los esfuerzos públicos.**<br><br>**Faltan líneas de financiamiento que provean la continuidad de iniciativas, satisfactorias y bien recibidas por los usuarios del territorio.**<br><br>**Faltan líneas de financiamiento que provean la continuidad de iniciativas, satisfactorias, que presentan factibilidad técnica ambiental y económica para ser escaladas.**<br><br>**Faltan instrumentos que permitan tiempos de ejecución mayores, puesto que los plazos de ejecución efectiva no permiten la promoción del I+D+i.** | – | – | • | • |

c) Indicador ***instrumentos de propiedad intelectual (patentes, autorías, recursos genéticos, software, etc.)***.

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Número de registros.**<br><br>**Invención.**<br><br>**Modelos de Utilidad.**<br><br>**Diseños.**<br><br>**Esquemas de Trazados o Topografías de Circuitos Integrados.**<br><br>**Derechos de autor.**<br><br>**Variedades vegetales.**<br><br>**Denominación de origen.**<br><br>**Indicaciones geográficas.**<br><br>**Secretos industriales y empresariales.**<br><br>**Información no divulgada.**<br><br>**Conocimientos tradicionales y Recursos Genéticos.**<br><br>**Softwares, sistemas y / o aplicativos digitales.** | – | – | • | • |

d) Indicador ***Gobernanza de Datos para la promoción de la innovación en Recursos Hídricos (administración de datos, sus fuentes, formatos, almacenamiento, entrega, gestión, etc.)***.

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Registro de datos:**<br><br>**Papel.**<br><br>**Formato digital.** | ● | – | – | – |
| **Fuentes de datos.**<br><br>**Almacenamiento de datos.**<br><br>**Procesamiento de datos.**<br><br>**Entrega de datos.** | – | – | ● | – |
| **Disponibilidad de datos generados por la iniciativa.** | – | – | – | ● |

### Tema 4: Impactos Productivos

a) Indicador ***productividad física (indicadores medibles que inciden en la productividad)***.

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Rentabilidad promedio del agua en uso agrícola (kg producto / m3 agua).**<br><br>**Costo efectividad (costo de uso tecnología /rentabilidad por ciclo de producción).**<br><br>**Número de tecnologías de riego usadas.**<br><br>**Superficie (Há) usada para la producción.** | ● | ● | ● | ● |
| **Recuperación de superficie** | ● | ● | – | ● |

b) Indicador ***agregación de valor en los productos y/o servicios generados por la iniciativa (influencia directa de la iniciativa en el mercado asociado a ella)***.

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Incremento en los precios de los productos o servicios beneficiados por la innovación.**<br><br>**Costo de producción.**<br><br>**Ingreso de venta.**<br><br>**Precios de venta.**<br><br>**Agregación de valor.** | • | • | – | • |

**Tema 5: Impactos Sociales**

a) Indicador ***influencia de la iniciativa (cambios observados después del término de la iniciativa)***.

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Número de organizaciones público / privado que utilizan los resultados.** | – | – | – | • |

b) Indicador ***acceso y cultura del agua (percepción de influencia de la iniciativa)***.

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Disponibilidad de recursos hídricos para la producción.**<br><br>**Volumen de agua utilizada por los beneficiarios para uso doméstico.**<br><br>**Disposición a quedarse en el territorio.** | • | • | • | – |

c) Indicador ***Desarrollo y vinculación territorial (apego al territorio influenciado por la iniciativa)***.

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Posibilidades económicas del territorio.**<br><br>**Participación en organizaciones sociales.** | • | • | – | – |

### Tema 6: Impactos Ambientales, Disponibilidad y Uso Sostenible de Agua

a) Indicador ***disponibilidad y uso sostenible de agua (cambios influenciados por la iniciativa en relación con el uso del recurso)***.

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Volumen de agua desalinizada para producción y/o consumo.**<br><br>**Uso de energía en los procesos de recuperación / transformación de aguas, originada por fuentes renovables.** | • | • | • | • |
| **Volumen del agua tratada con tecnologías de reúso.** | – | – | • | • |
| **Volumen de agua usada para la producción.** | • | • | – | – |

b) Indicador ***emisión de residuos y poluentes (cambios influenciados por la iniciativa en relación a las emisiones y polución)***.

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Emisión de residuos en los procesos de recuperación / transformación de aguas.** | • | • | • | • |

c) Indicador ***servicios ambientales (cambios influenciados por la iniciativa en materia ambiental)***.

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Número y tipo de servicios ambientales recuperados / preservados, como: lagunas, salares, humedales, aguas subterráneas.** | – | – | • | • |

**Tema 7: Producción Académica y Científica**

a) Indicador ***formación académica y profesional (influencia de la iniciativa en el aumento de la producción científica y profesional)***.

| Métricas | Beneficiarios directos/ Productores | Beneficiarios Indirectos / Productores | Coordinadores Principales | Gestores |
|---|---|---|---|---|
| **Número de Tesis / memorias de formación profesional.**<br><br>**Número de Tesis de Magíster.**<br><br>**Número de Tesis de Doctorado.**<br><br>**Número de trabajos de post doctorados.**<br><br>**Número de profesionales con formación superior en recursos hídricos.** | – | – | • | – |

# 13 Anexo 2

## 13.1. Cuestionario Investigadores