

INFORME A LAS NACIONES

Seguridad hídrica en Chile: Caracterización y perspectivas de futuro

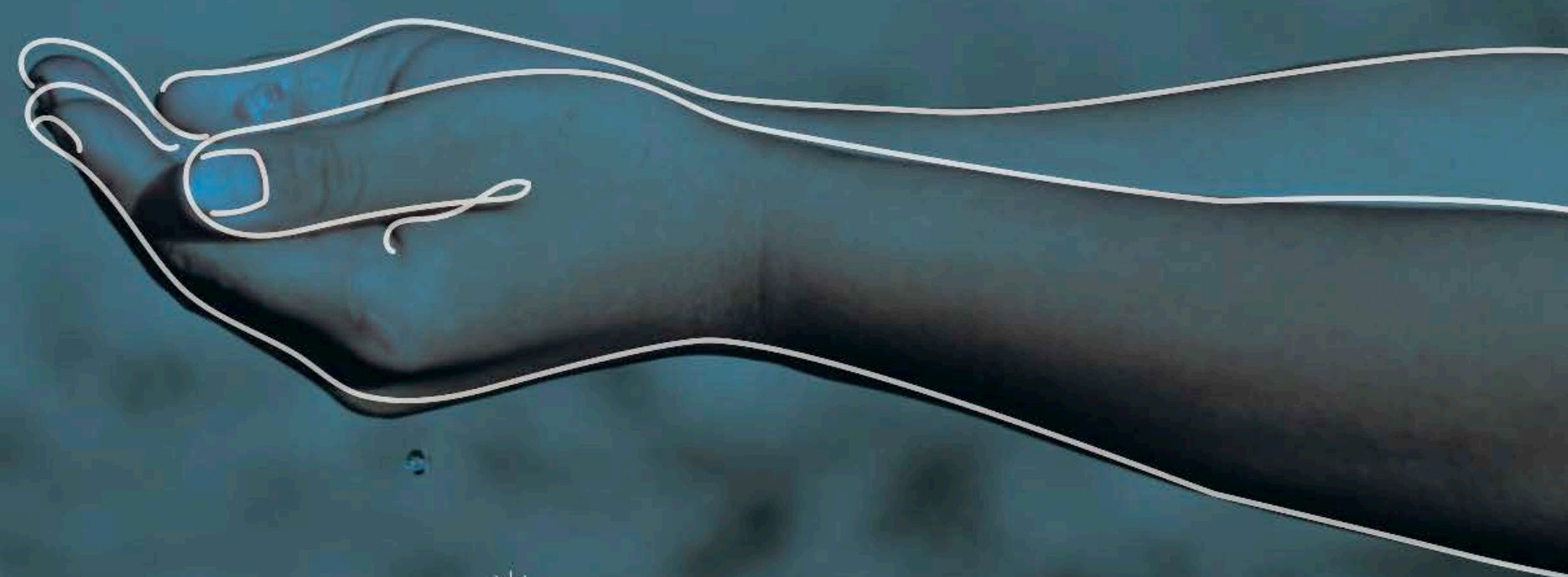


www.cr2.cl/seguridadhidrica



INFORME A LAS NACIONES

Seguridad hídrica en Chile: Caracterización y perspectivas de futuro



Coordinación científica

Camila Álvarez Garretón, Gustavo Blanco, Juan Pablo Boisier.

Autores

Camila Álvarez Garretón, Juan Pablo Boisier, Gustavo Blanco, Marco Billi, Chloé Nicolas-Artero, Antoine Maillet, Paulina Aldunce, Rocío Urrutia Jalabert, Mauricio Zambrano-Bigiarini, Gabriela Guevara, Mauricio Galleguillos, Ariel Muñoz, Duncan Christie, Rodrigo Marinao, René Garreaud.

Colaboradores

Claudia Alonso, Gabriel Barrantes, Carlos Bopp, Noelia Carrasco, Diego Dinamarca, Zöe Fleming, Eugenia Gayó, Sergio González, Mauricio Abel Herrera, Inti Lefort, Christian Little, Bárbara Morales, Francisca Muñoz, Nicole Tondreau, Roberto Rondanelli, Remi Valois.

Edición general

José Barraza, Camila Álvarez Garretón, Gustavo Blanco, Juan Pablo Boisier.

Directorio CR2

René Garreaud, Pilar Moraga, Duncan Christie, Eugenia Gayó, Antonio Lara, Martín Jacques.

Diseño

M. Giselle Ogaz

Seguridad Hídrica

Posibilidad de acceso al agua en cantidad y calidad adecuadas, considerando las particularidades naturales de cada cuenca, para su sustento y aprovechamiento en el tiempo para consumo humano, la salud, subsistencia, desarrollo socioeconómico, conservación y preservación de los ecosistemas, promoviendo la resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías y crecidas y la prevención de la contaminación.

(Ley Marco de Cambio Climático)

Seguridad Hídrica

Posibilidad de acceso al agua en cantidad y calidad adecuadas, considerando las particularidades naturales de cada cuenca, para su sustento y aprovechamiento en el tiempo para consumo humano, la salud, subsistencia, desarrollo socioeconómico, conservación y preservación de los ecosistemas, promoviendo la resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías y crecidas y la prevención de la contaminación.

(Ley Marco de Cambio Climático)

¿En qué estamos?

¿Cómo llegamos acá?

¿Qué nos depara el futuro?

¿Qué impactos tiene la situación actual y los escenarios futuros?

¿Cómo avanzamos hacia mayor seguridad hídrica?

INFORME A LAS NACIONES

Seguridad hídrica en Chile: Caracterización y perspectivas de futuro



Índice

4	Introducción
6	Parte 1: Caracterización y evaluación de la seguridad hídrica en Chile
8	Capítulo 1: Disponibilidad de agua y cambio climático en Chile
14	Capítulo 2: Usos de agua
20	Capítulo 3: Cambios históricos y futuros en los niveles de seguridad hídrica
24	Capítulo 4: Uso no sostenible de aguas subterráneas
28	Capítulo 5: Seguridad hídrica de la población rural
32	Parte 2: Oportunidades de gobernanza para alcanzar la seguridad hídrica en Chile
34	Capítulo 6: Gobernanza del agua y seguridad hídrica
38	Capítulo 7: Derechos de aprovechamiento de aguas y resguardo del caudal ecológico
42	Capítulo 8: Declaración de zonas de escasez hídrica
46	Capítulo 9: Ley de Servicios Sanitarios Rurales
52	Capítulo 10: La transformación como respuesta en comunidades rurales
54	Capítulo 11: Planes estratégicos de recursos hídricos en cuencas (PERHC)
56	Conclusiones
60	Recomendaciones
64	Glosario
68	Notas metodológicas
70	Referencias

Balance de agua y usos de agua en Chile

≡ Nieve 140
≡ Lluvia 805
≡ Precipitación total 945
≡ Evapotranspiración 265

≡ Flujos del sistema (km³/año)
☑ Almacenamientos (km³)

☑ Glaciares y nieve permanente 4300

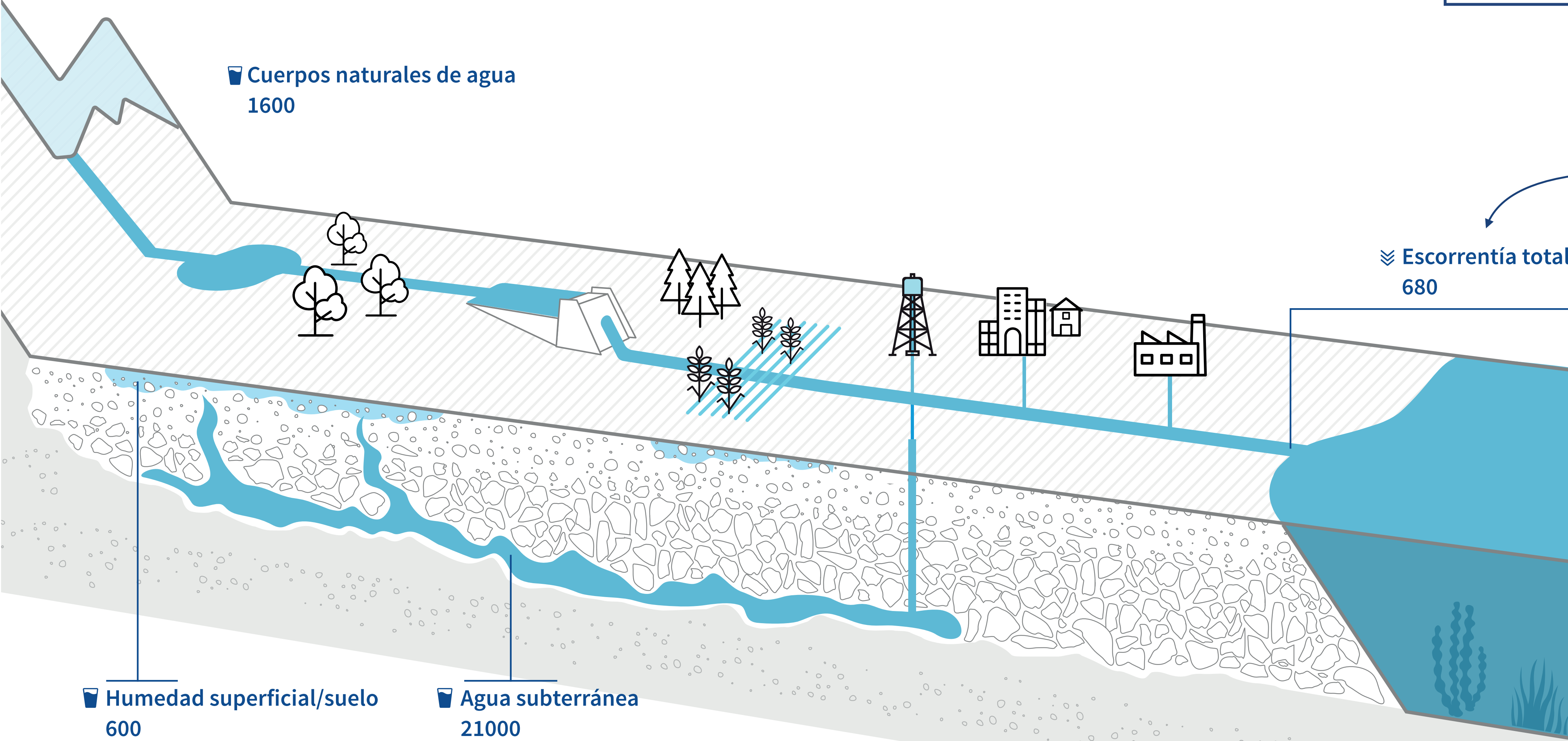
☑ Cuerpos naturales de agua 1600

Disponibilidad hídrica

≡ Escorrentía total 680

☑ Humedad superficial/suelo 600

☑ Agua subterránea 21000



Balance de agua y usos de agua en Chile

≡ Nieve 140
≡ Lluvia 805
≡ Precipitación total 945

≡ Evapotranspiración 265 + 12

▣ Glaciares y nieve permanente 4300

▣ Cuerpos naturales de agua 1600

▣ Embalses 5.5

⚙ Agricultura y otros usos de suelo 14.5
Consuntivo riego 8.8
Consuntivo seco/silvicultura 3.0

⚙ Agua potable 2.2
Consuntivo 1.5

⚙ Energía y otras industrias 90
Consuntivo 2.5

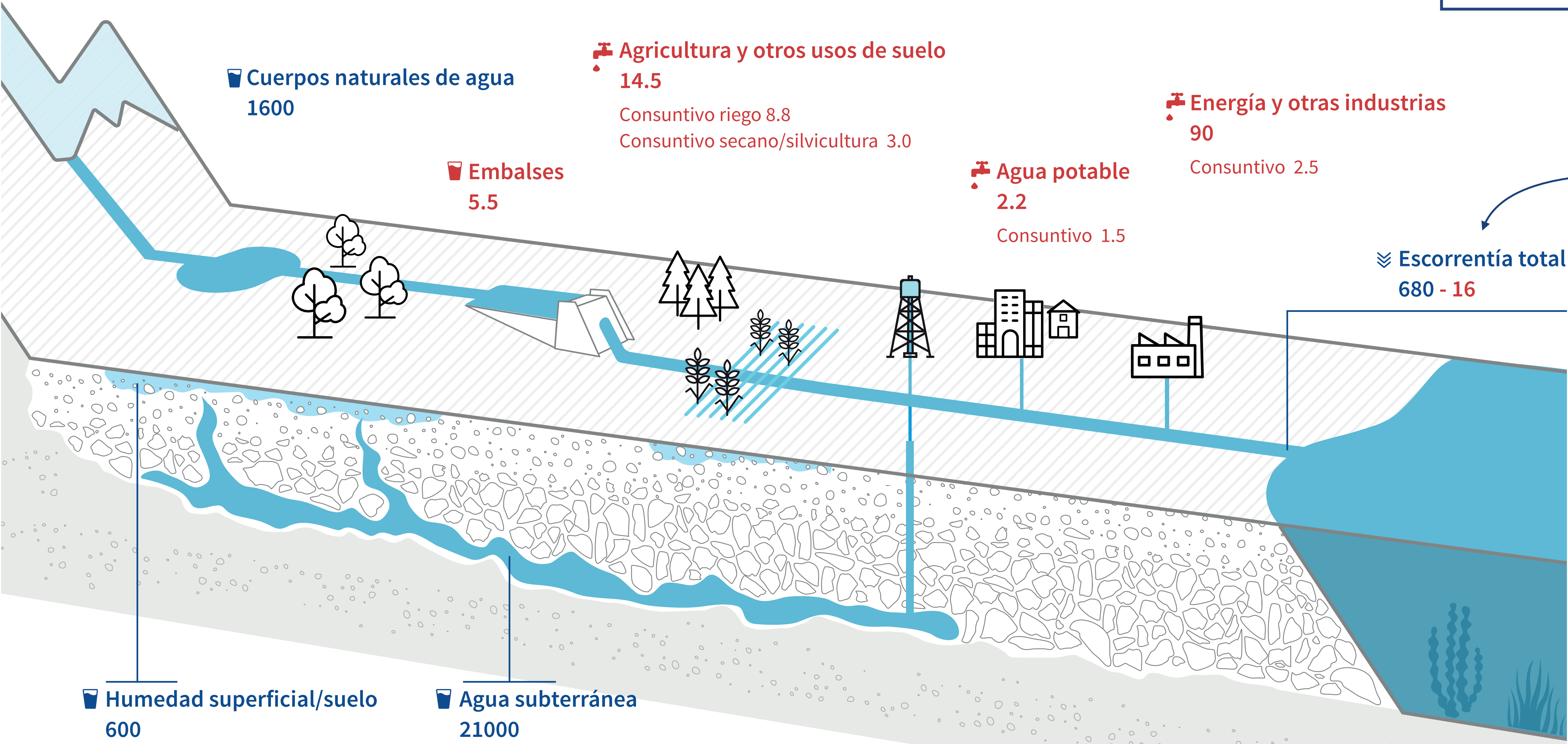
≡ Escorrentía total 680 - 16

▣ Humedad superficial/suelo 600

▣ Agua subterránea 21000

≡ Flujos del sistema (km³/año)
▣ Almacenamientos (km³)
⚙ Usos de agua (km³/año)

Disponibilidad hídrica



Bienvenidos a la Plataforma de Sequías y Seguridad Hídrica en Chile. Explore nuestras herramientas:



Monitor de Sequías

Permite visualizar las condiciones meteorológicas y la severidad de las sequías en Chile, considerando información presente y su evolución de 1960 en adelante.



Explorador de Aguas

Herramienta que permite explorar información histórica relevante para la seguridad hídrica en Chile, incluyendo disponibilidad hídrica, actividades silvoagropecuarias y usos de agua sectoriales.



Simulador Cuencas

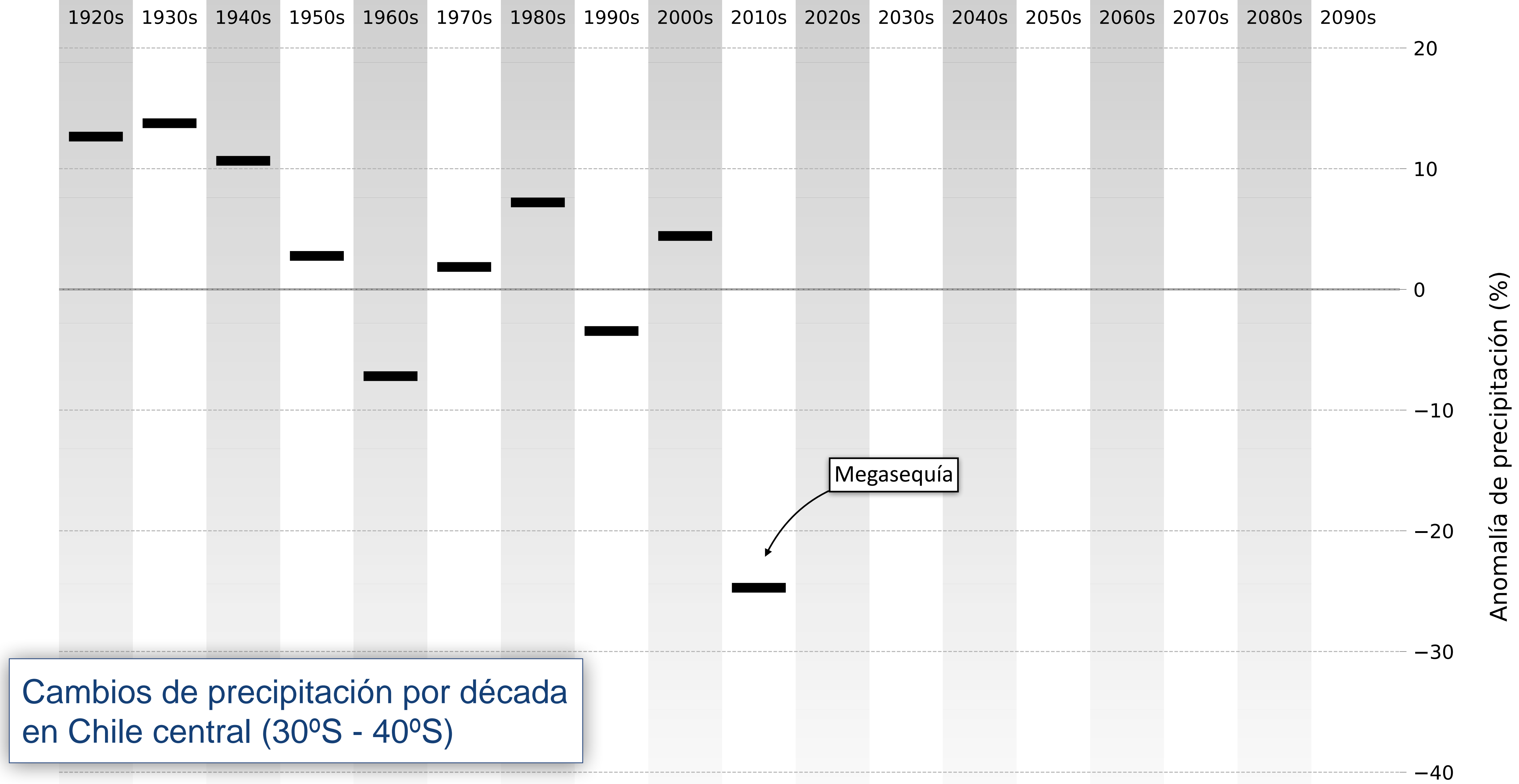
Permite simular el balance hídrico en macrocuencas de Chile, en base a diferentes escenarios históricos y futuros de clima, cobertura de suelo y usos de agua.



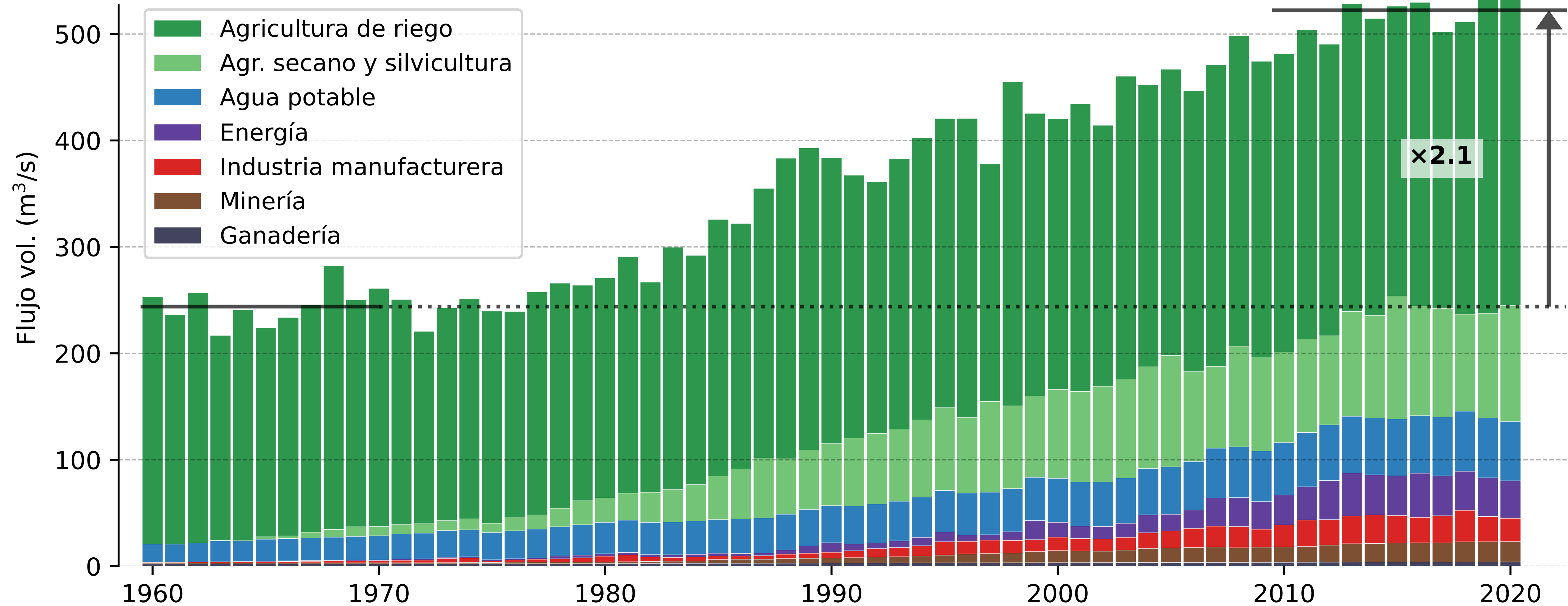
Portal del Agua

Portal de divulgación sobre el ciclo del agua y la seguridad hídrica en Chile, en un contexto de cambios históricos y futuros en el consumo de agua y en el clima.

Evolución histórica de la Seguridad Hídrica



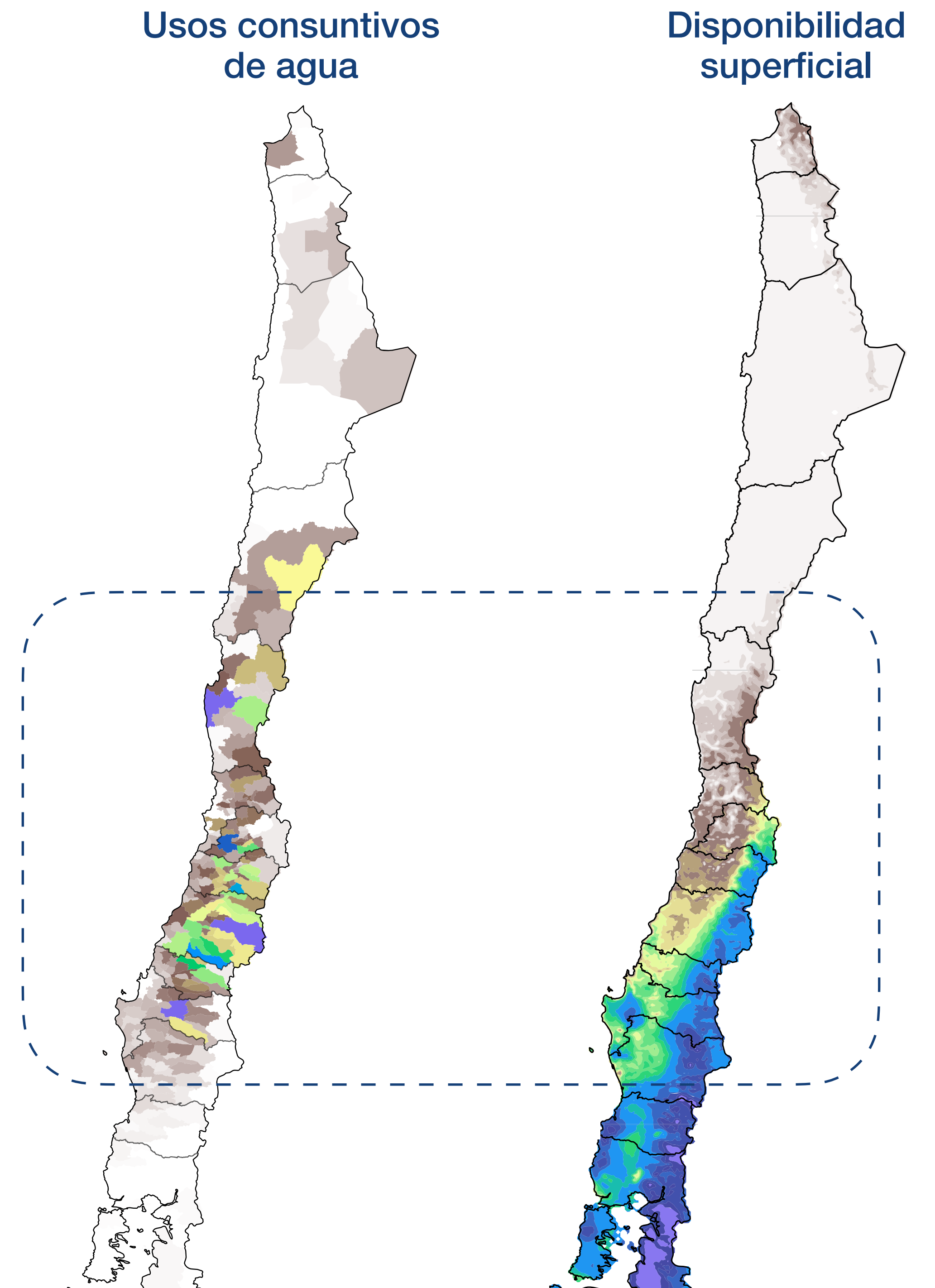
Evolución anual del uso de agua en Chile para diferentes sectores de uso consuntivo



Evaluación de la Seguridad Hídrica:

Índice de estrés hídrico (IEH)

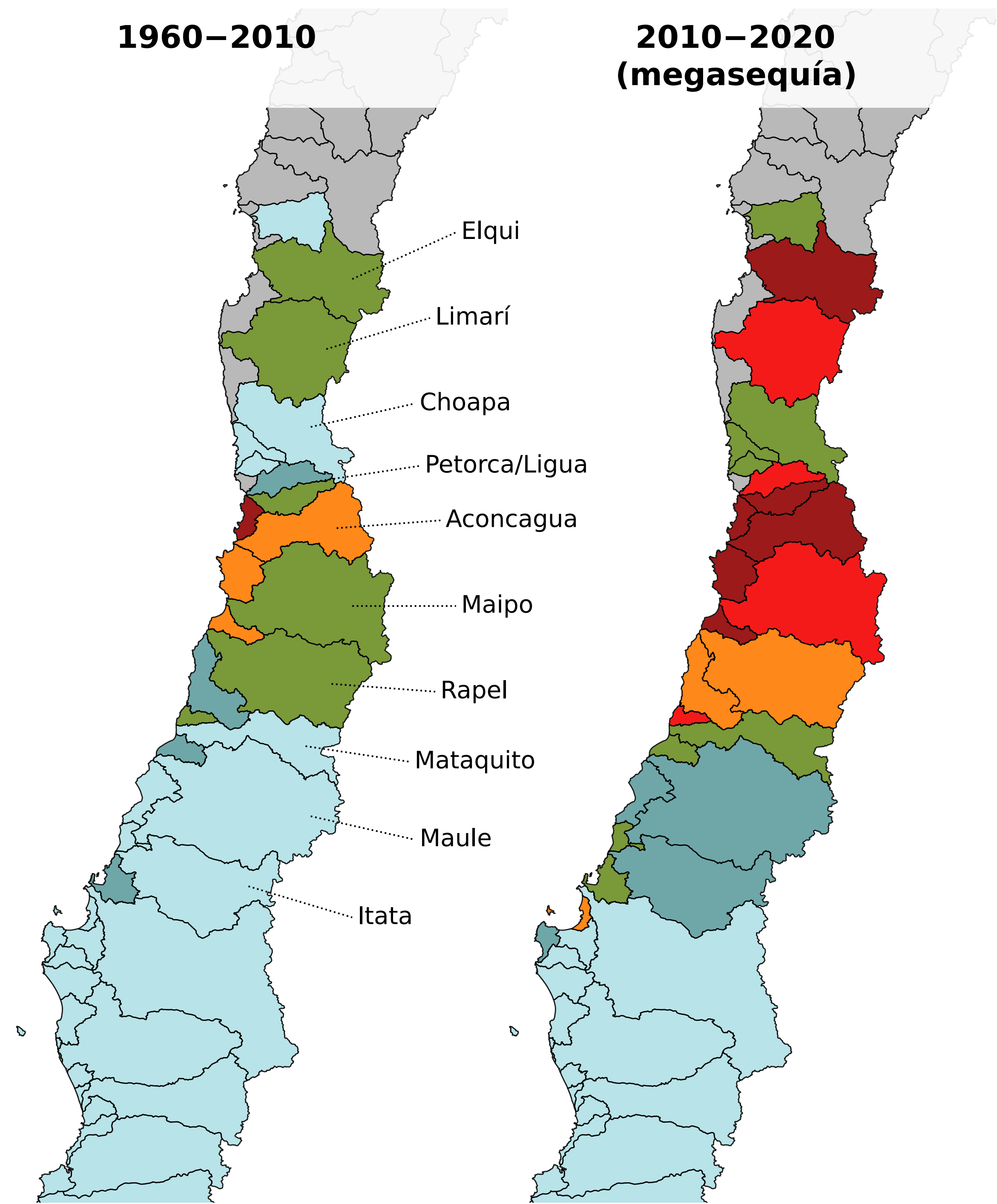
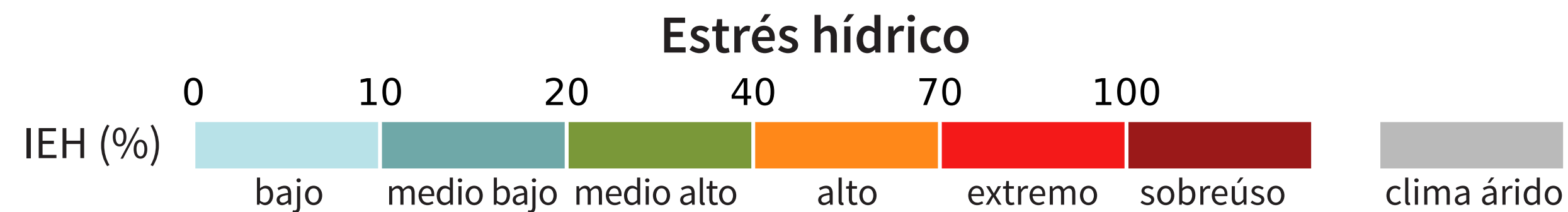
$$IEH = \frac{Usos}{Disponibilidad}$$



Evaluación de la Seguridad Hídrica:

Estrés hídrico en zona centro y norte de Chile

$$IEH = \frac{Usos}{Disponibilidad}$$

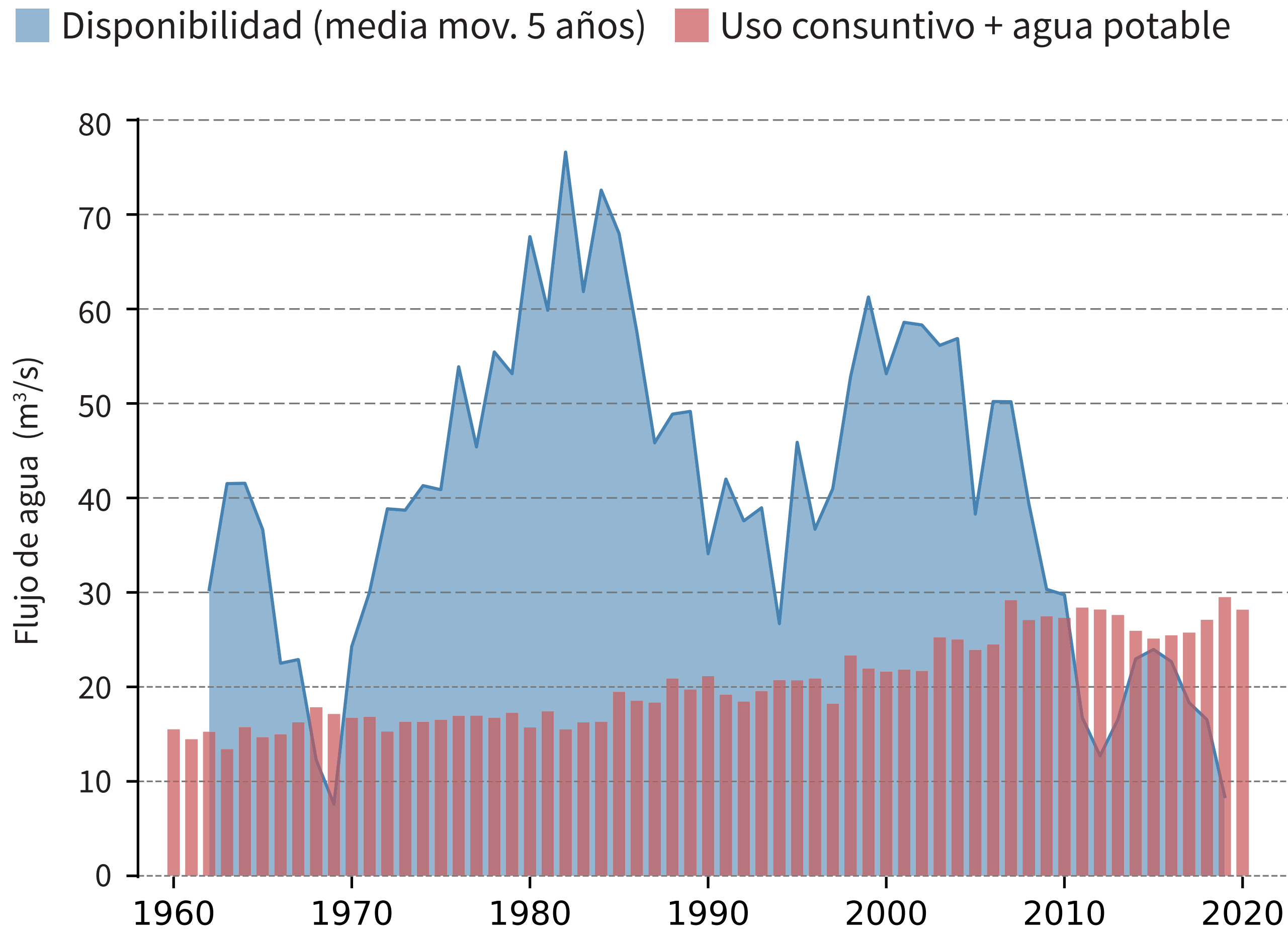


Evaluación de la Seguridad Hídrica:

Estrés hídrico en zona centro y norte de Chile

¿Un problema de oferta o de demanda?

Cuenca río Aconcagua

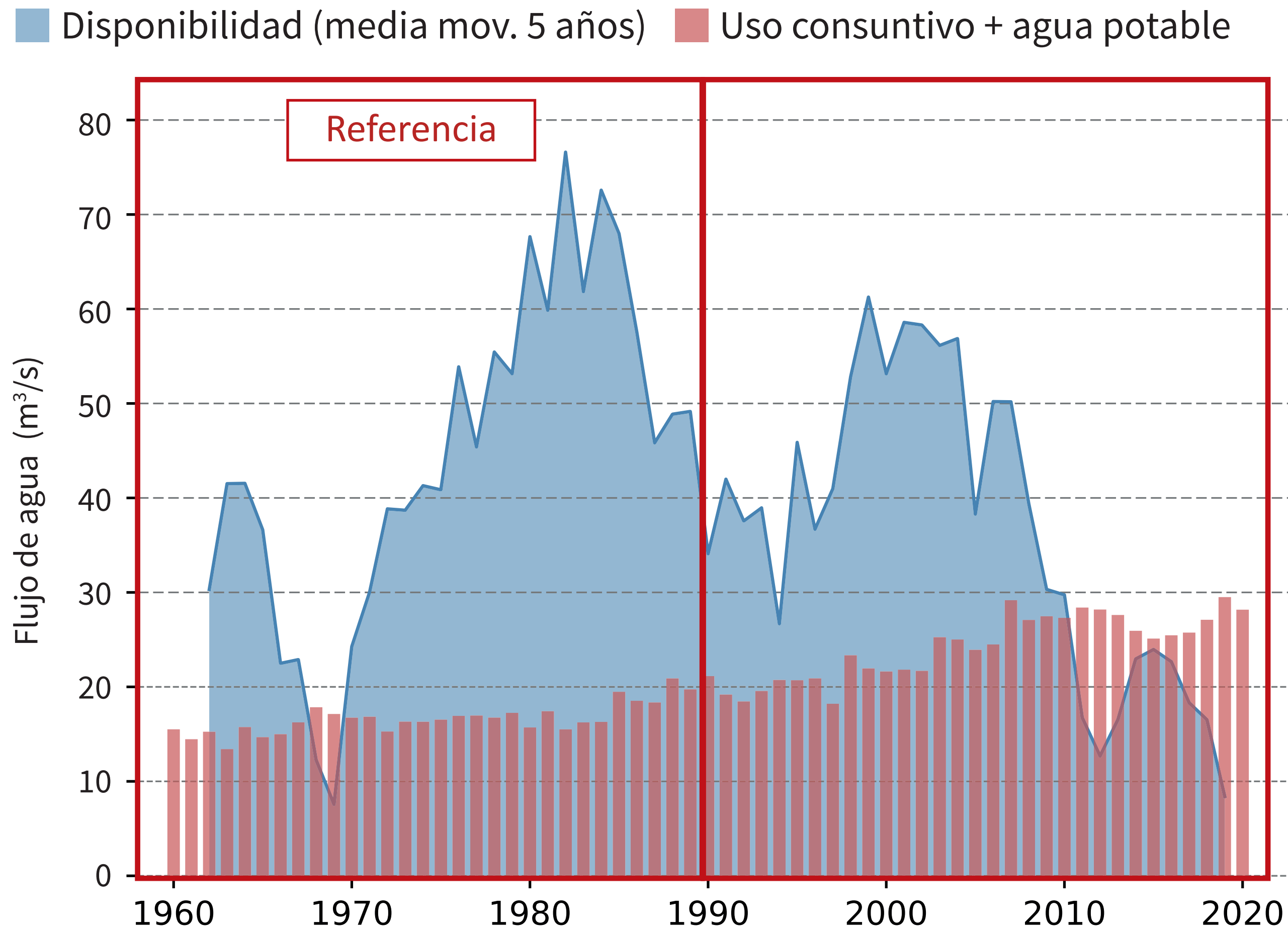


Evaluación de la Seguridad Hídrica:

Estrés hídrico en zona centro y norte de Chile

¿Un problema de oferta o de demanda?

Cuenca río Aconcagua

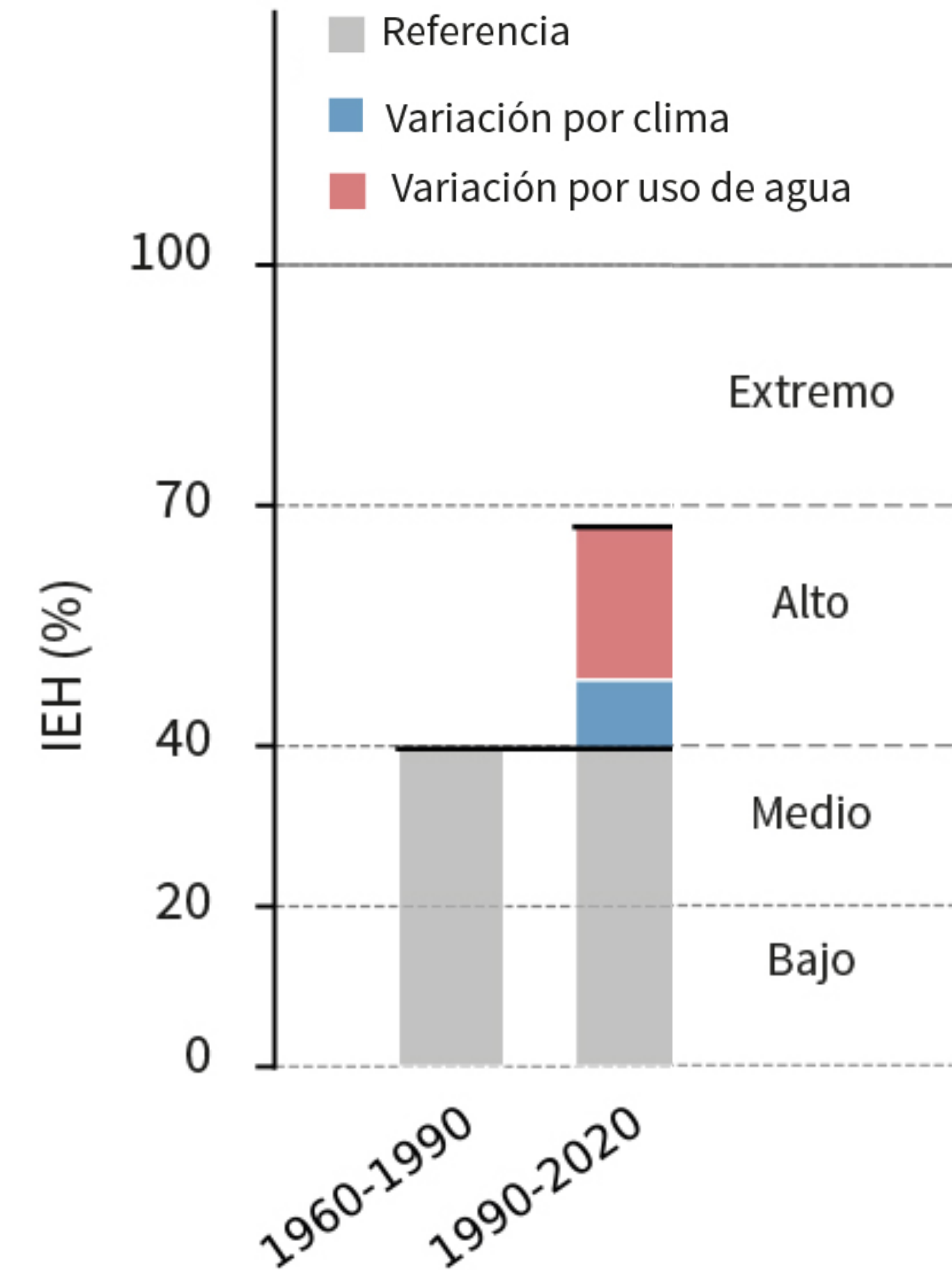
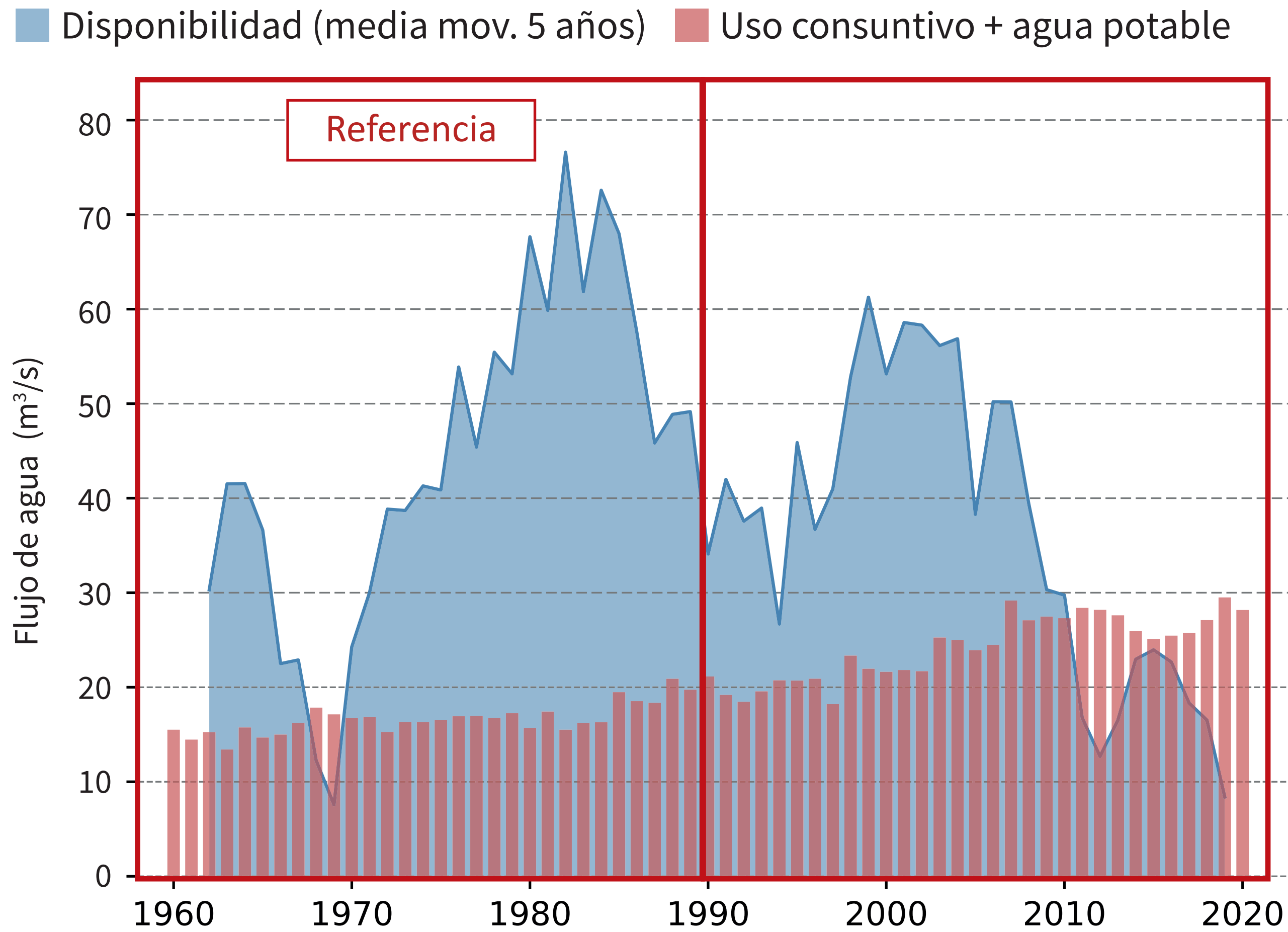


Evaluación de la Seguridad Hídrica:

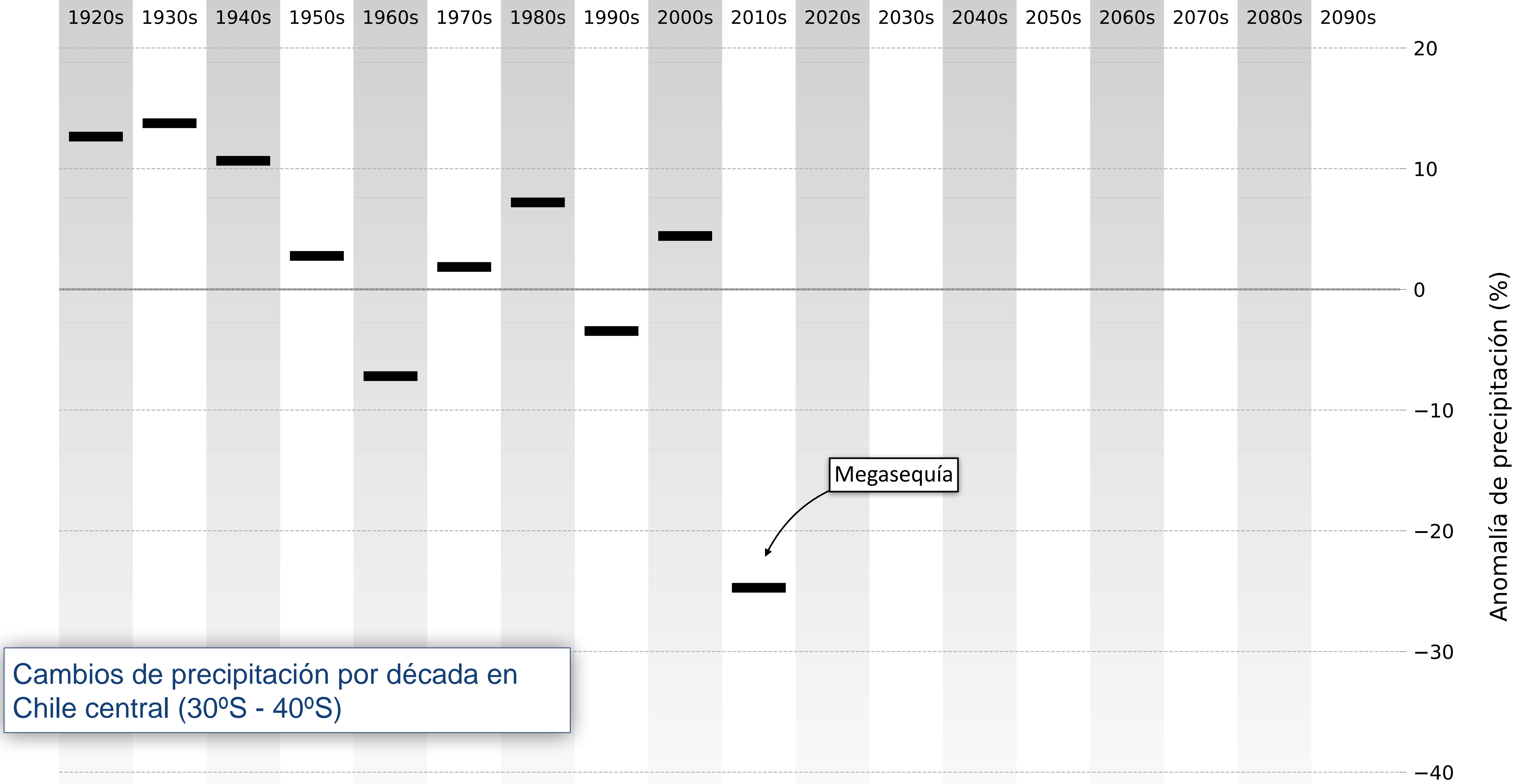
Estrés hídrico en zona centro y norte de Chile

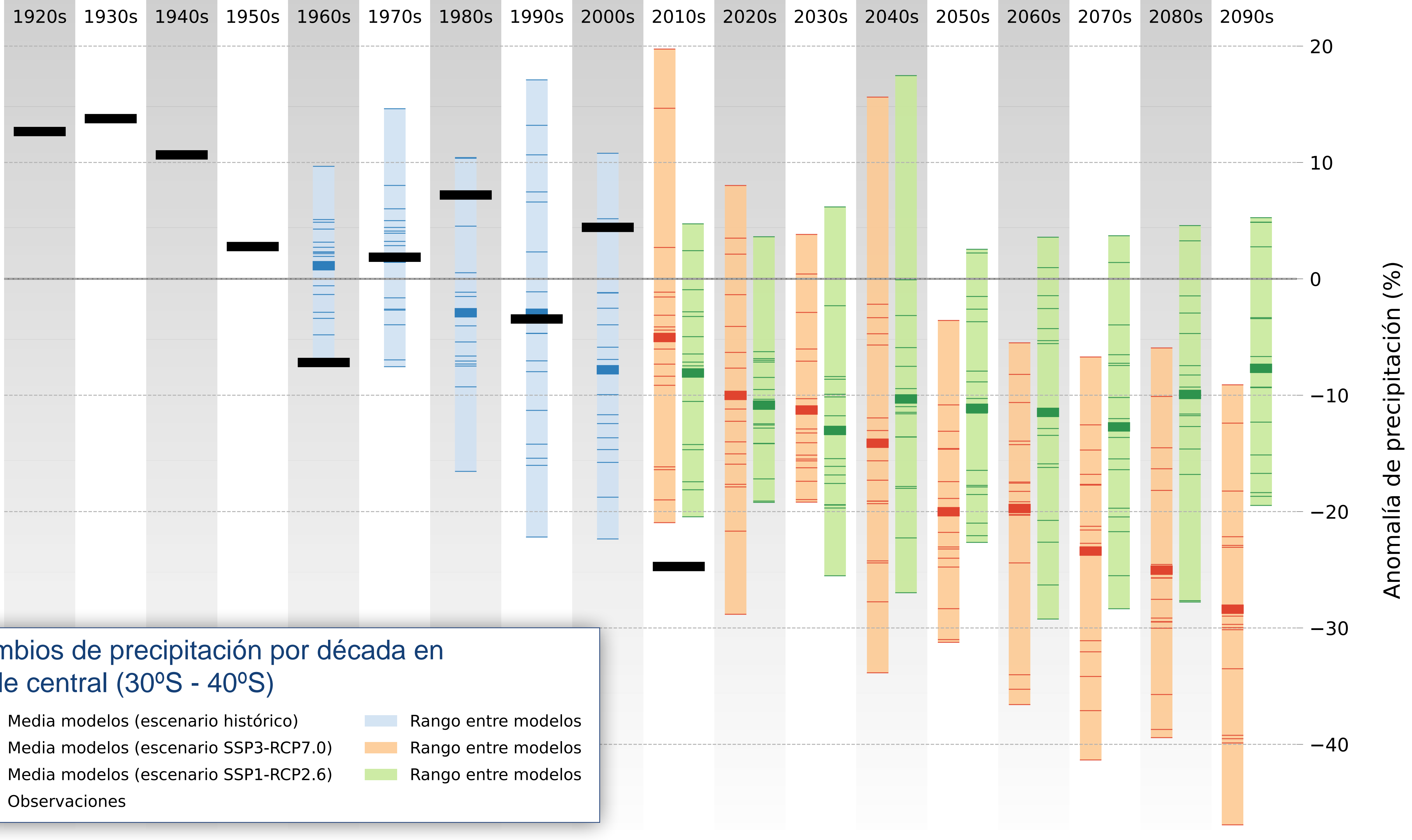
¿Un problema de oferta o de demanda?

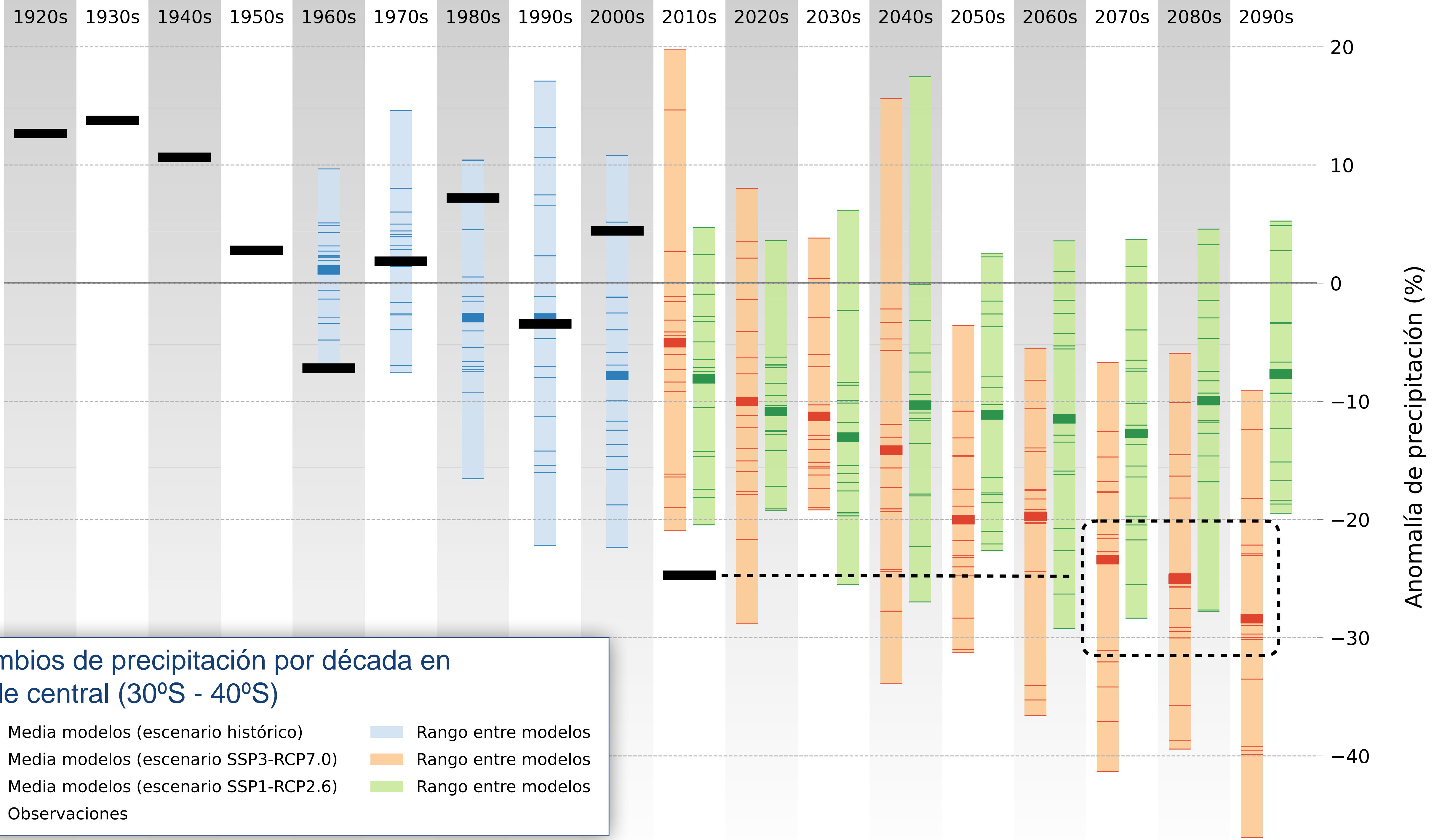
Cuenca río Aconcagua



Mirada hacia el futuro





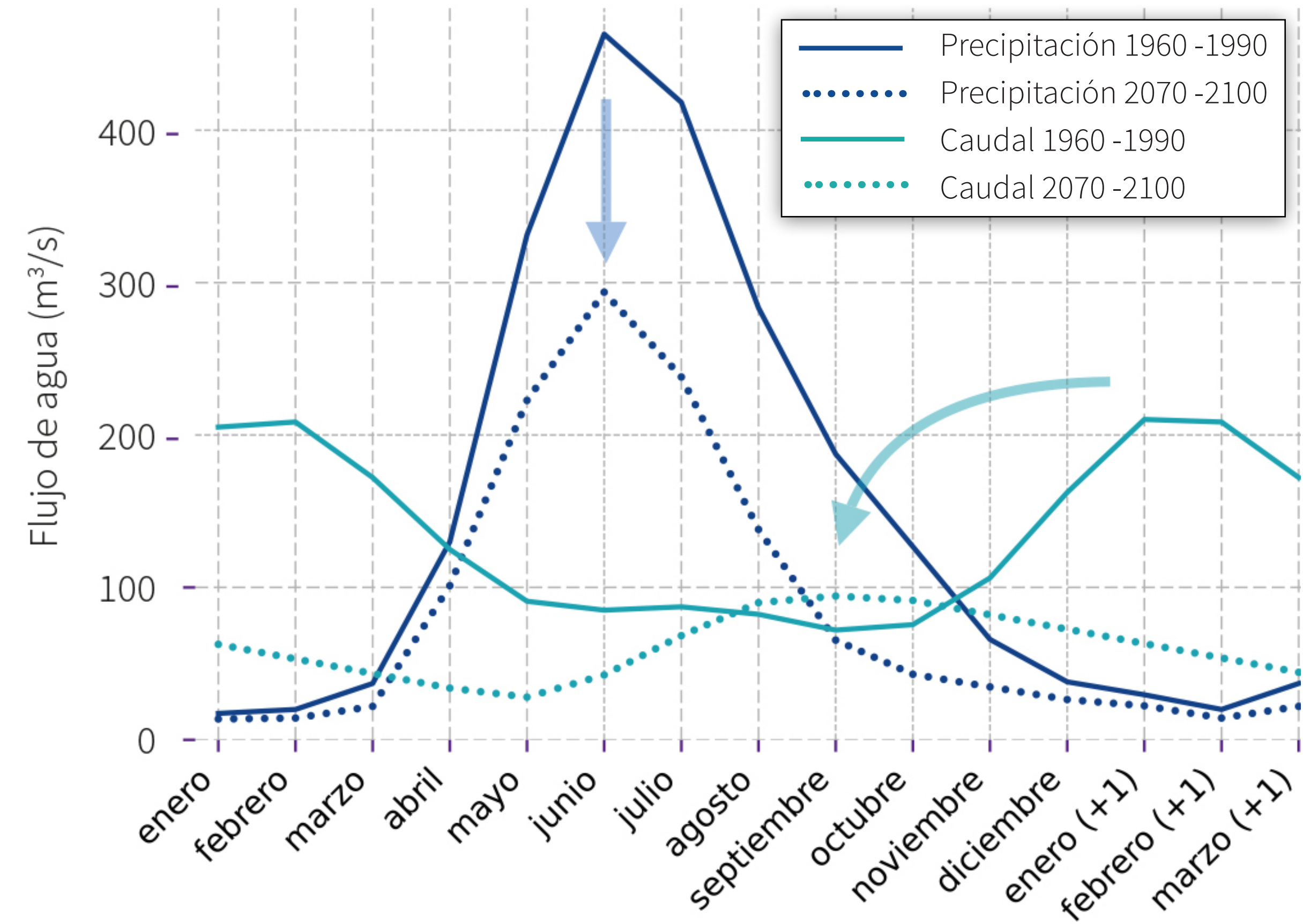


Cambios de precipitación por década en Chile central (30°S - 40°S)

- Media modelos (escenario histórico)
- Media modelos (escenario SSP3-RCP7.0)
- Media modelos (escenario SSP1-RCP2.6)
- Observaciones
- Rango entre modelos
- Rango entre modelos
- Rango entre modelos

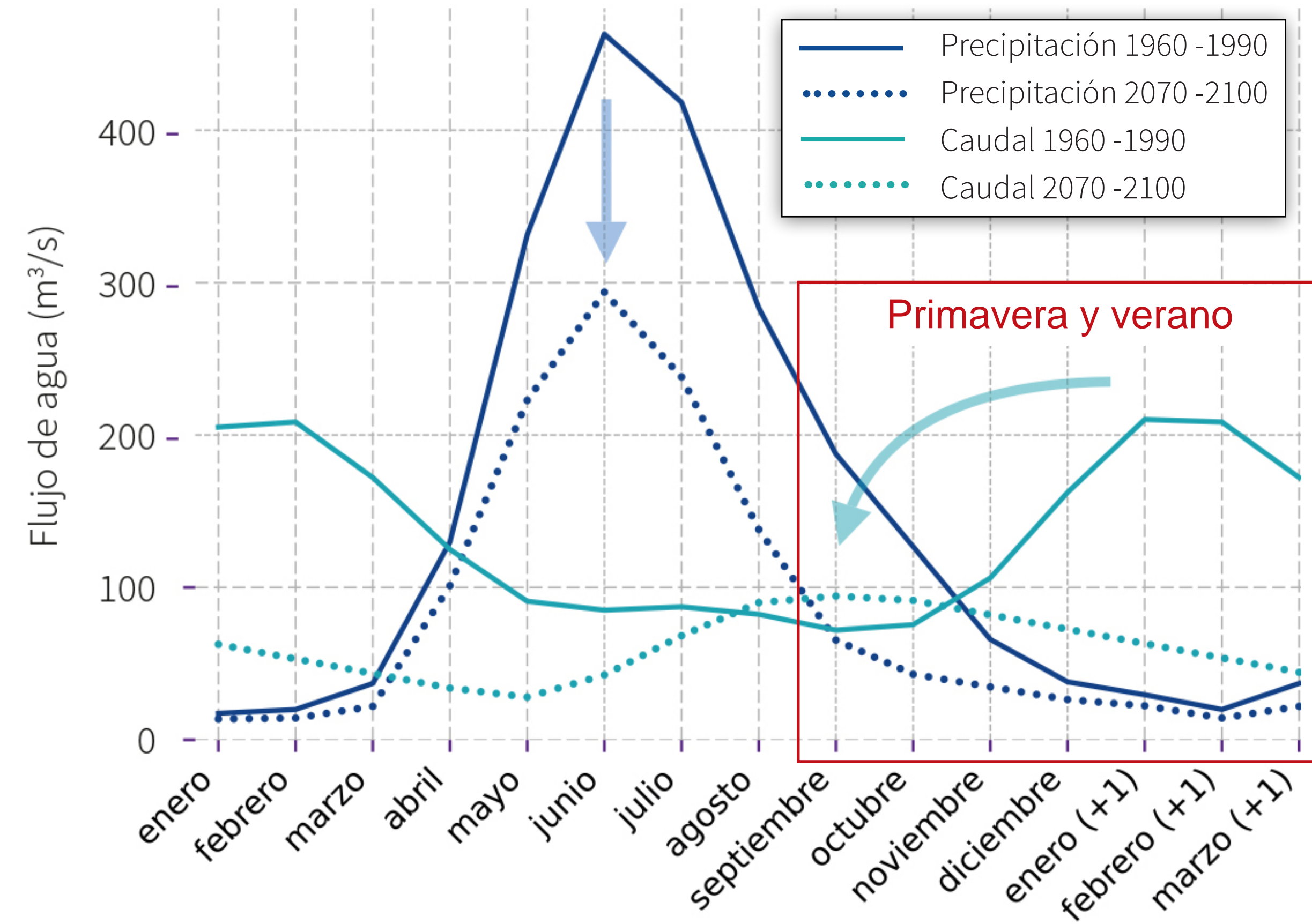
Impactos en la disponibilidad hídrica

Escenario de cambio extremo en la cuenca del río Maipo Alto



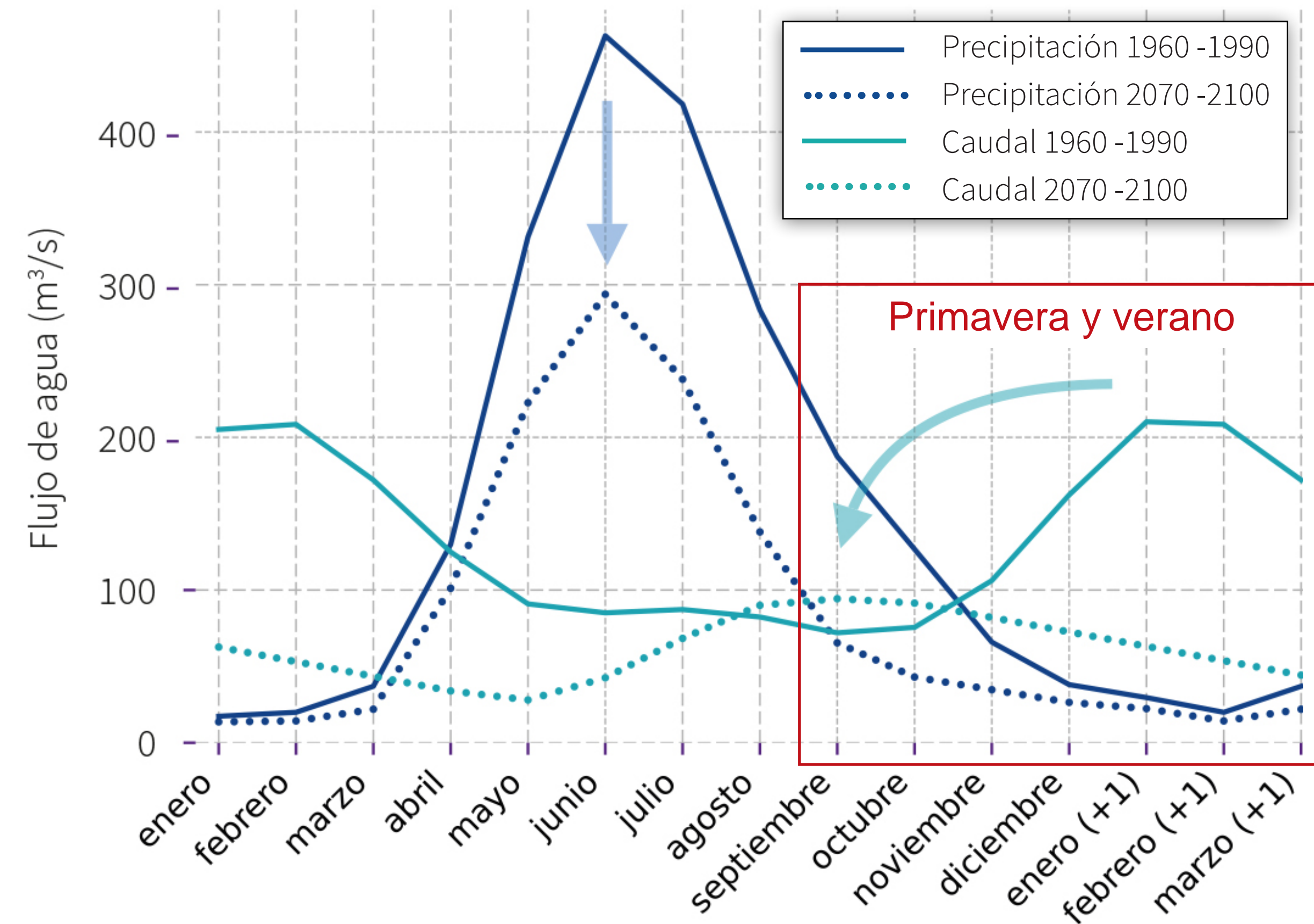
Impactos en la disponibilidad hídrica

Escenario de cambio extremo en la cuenca del río Maipo Alto

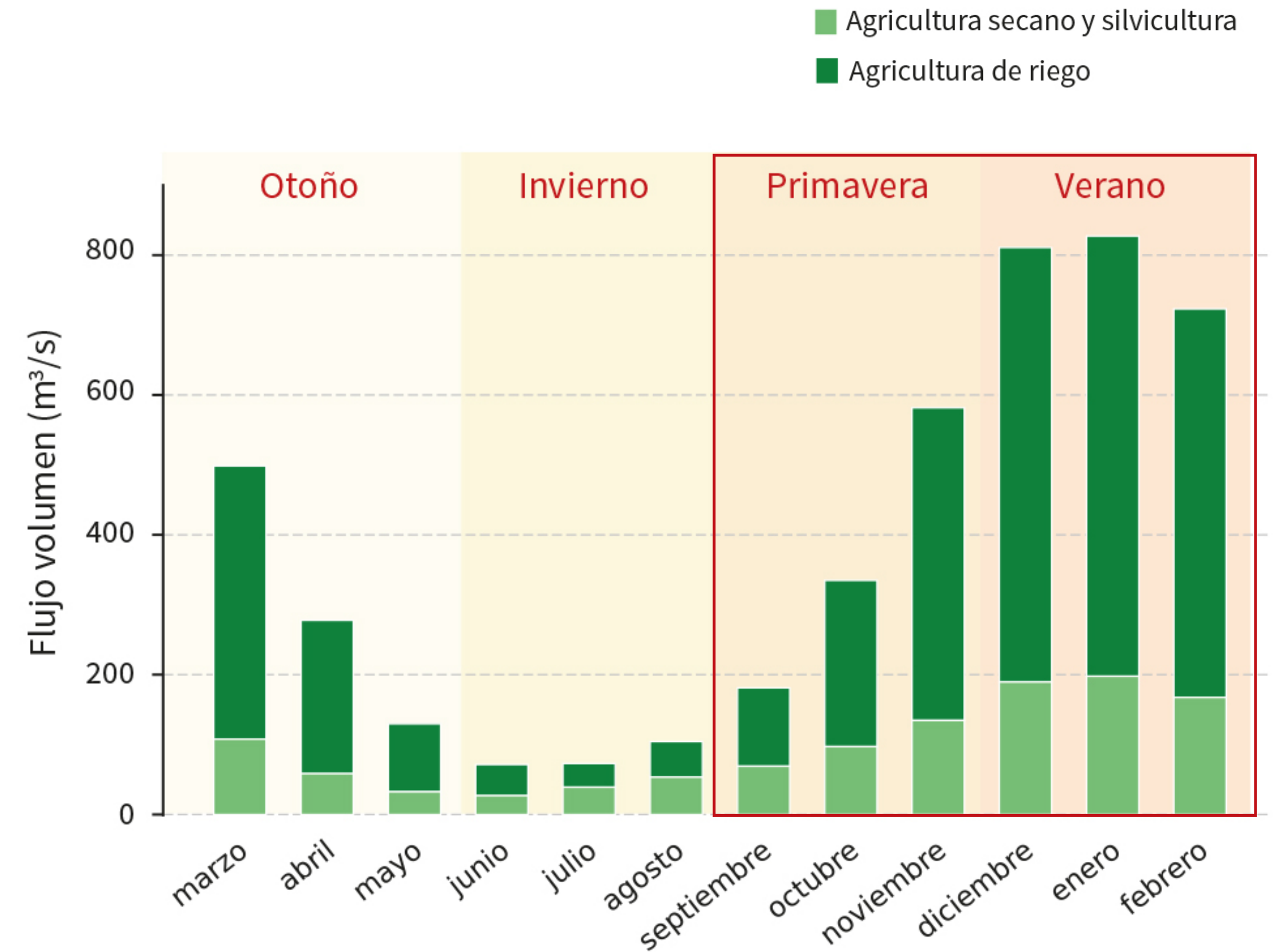


Impactos en la disponibilidad hídrica

Escenario de cambio extremo en la cuenca del río Maipo Alto



Usos de agua consuntivos



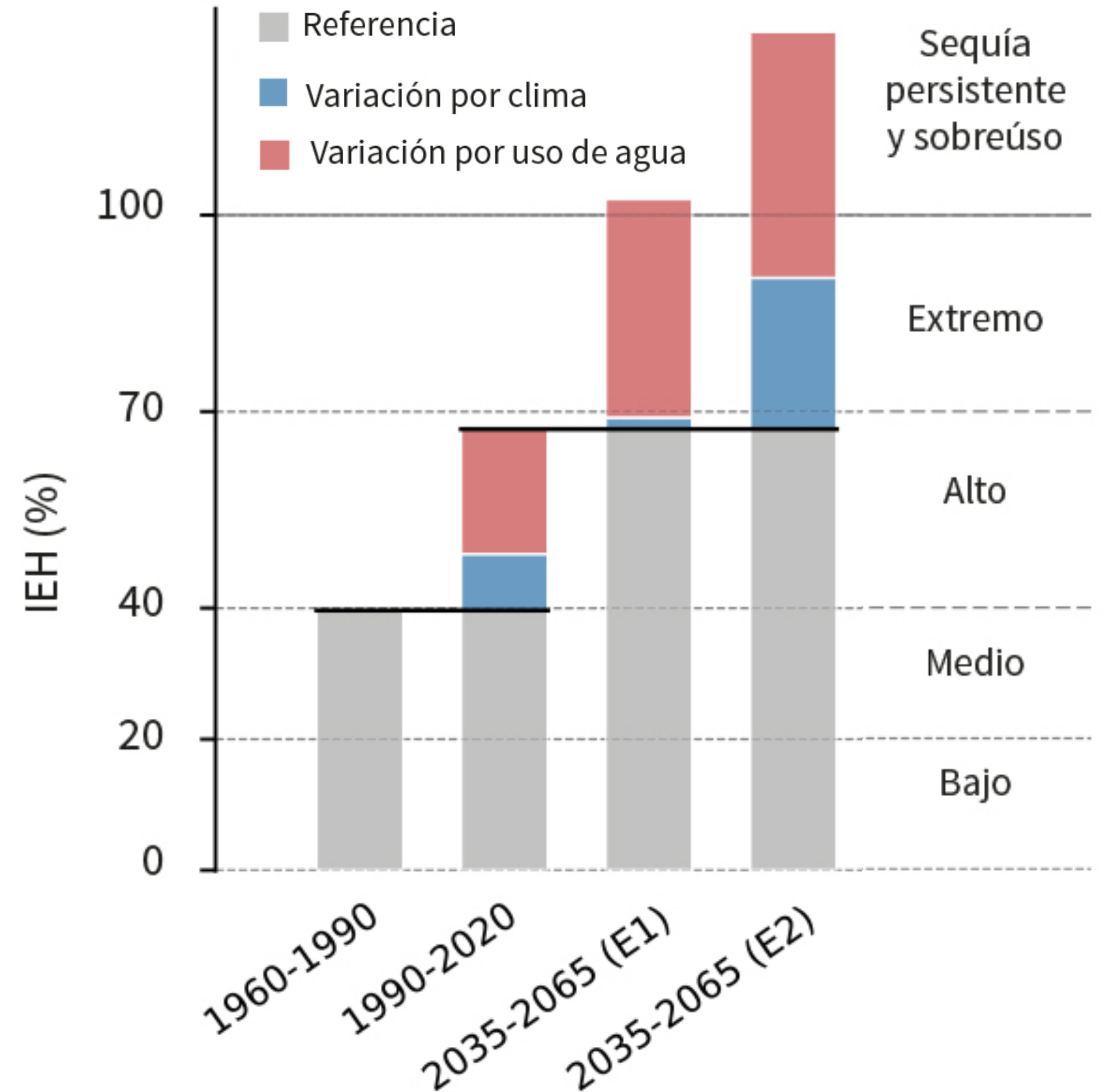
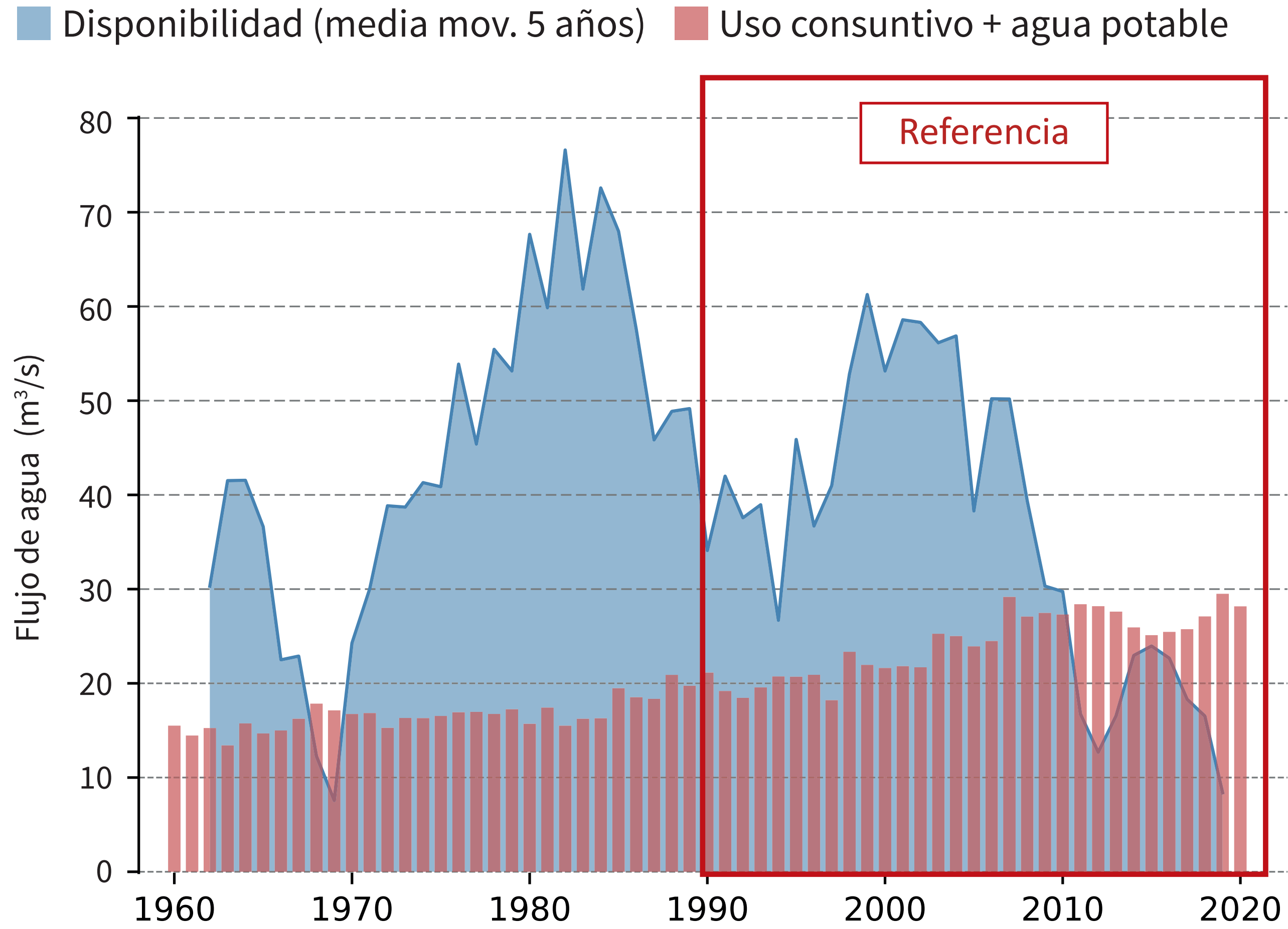
Necesidad de emprender acciones considerando la mayor vulnerabilidad de los reservorios naturales debido al cambio climático.

Evaluación de la Seguridad Hídrica:

Estrés hídrico en zona centro y norte de Chile

¿Un problema de oferta o de demanda?

Cuenca río Aconcagua

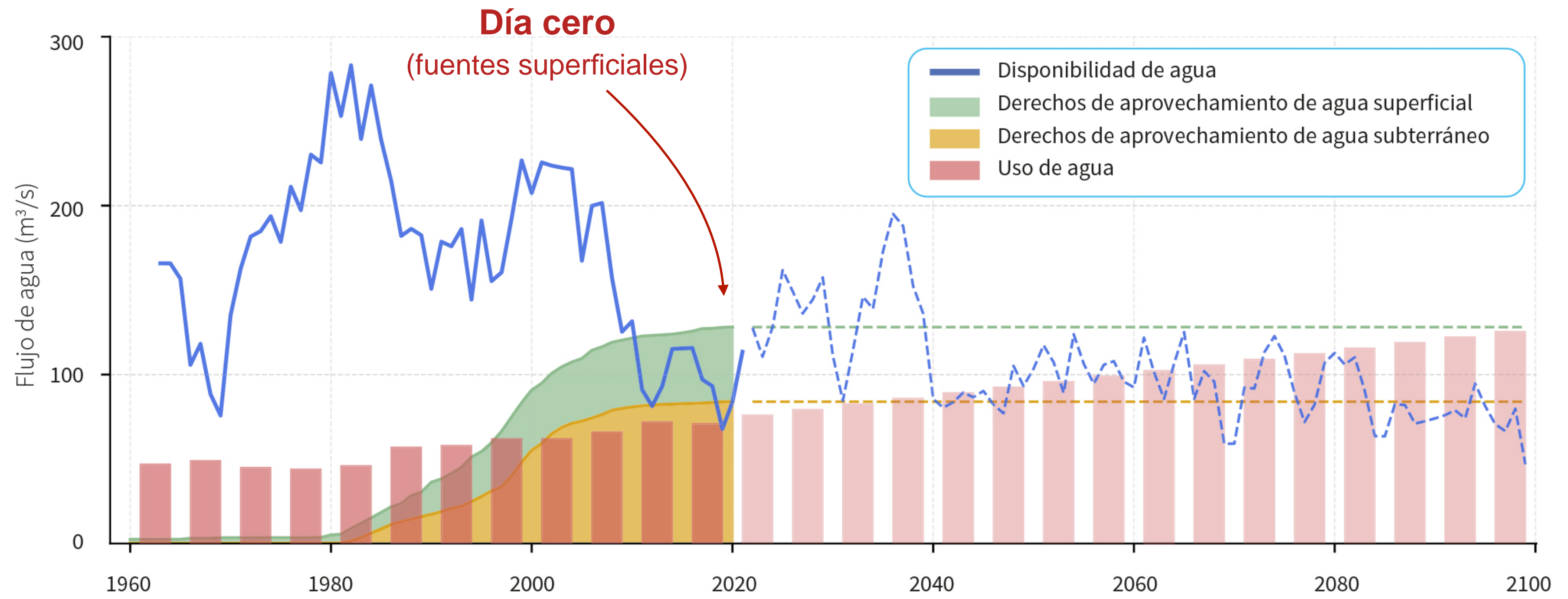


Impactos

¿Qué ocurre cuando los usos se acercan a la disponibilidad?

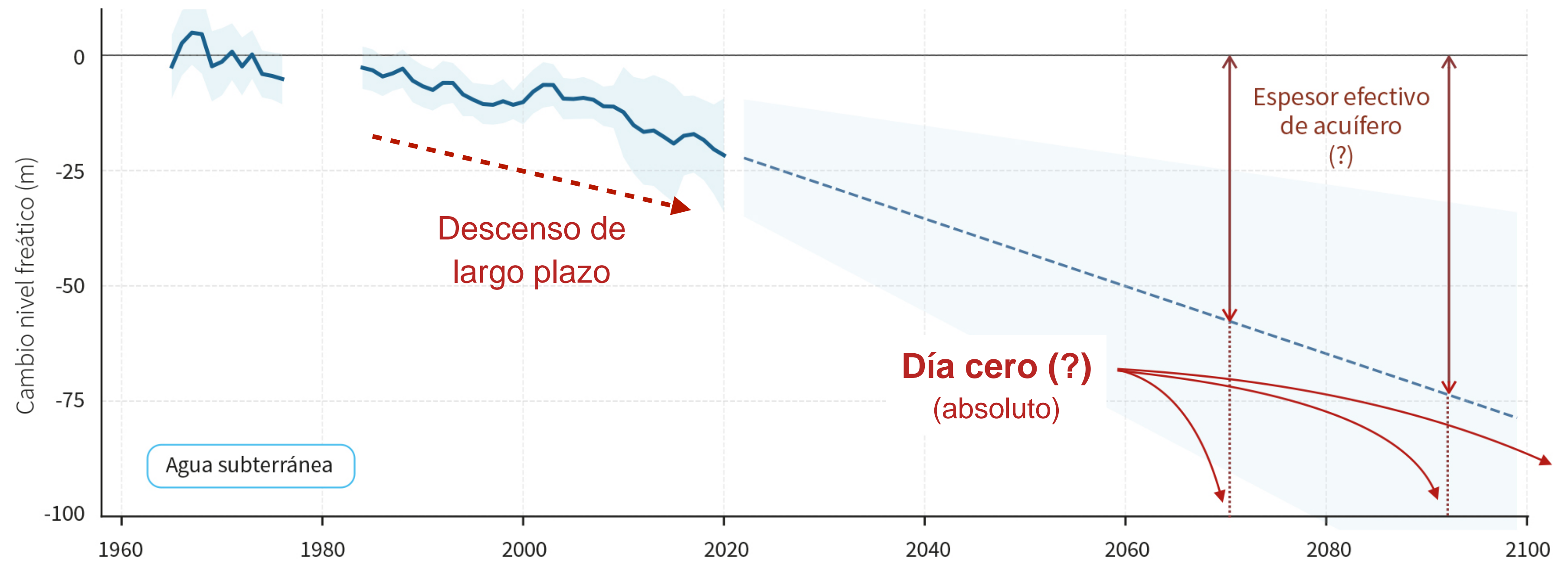
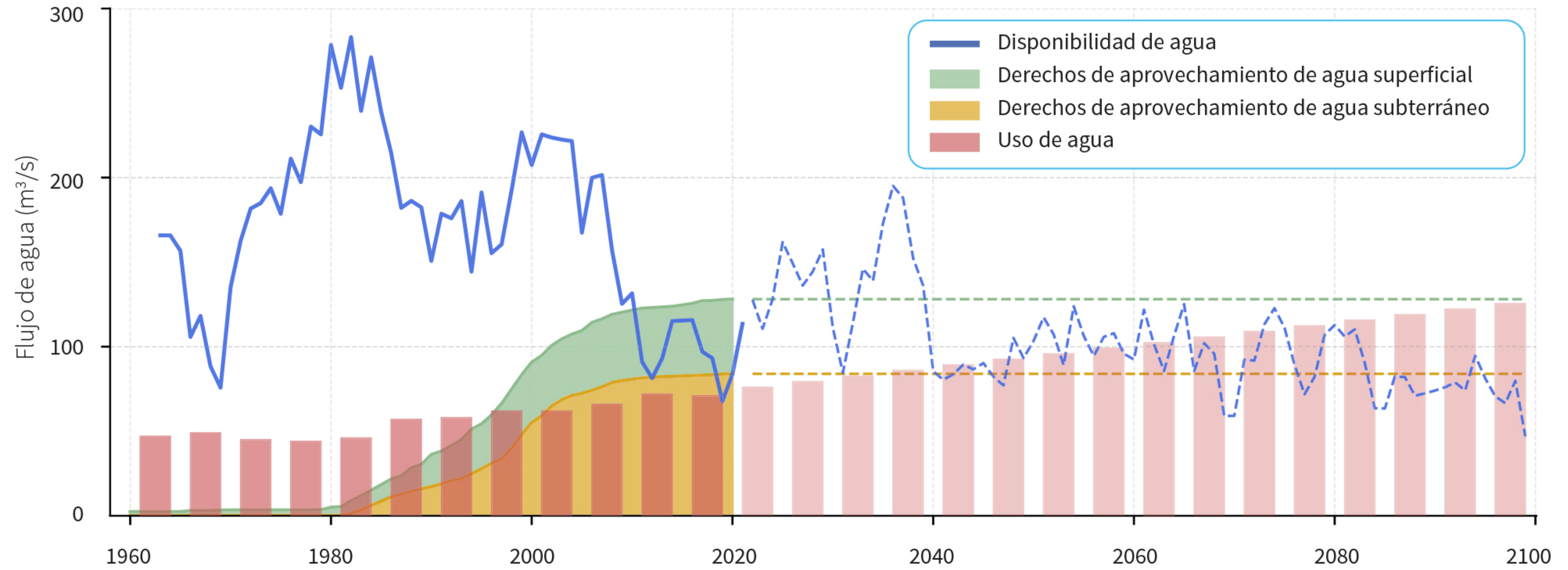
Impactos

Cuenca río Maipo



Impactos

Cuenca río Maipo



Impactos

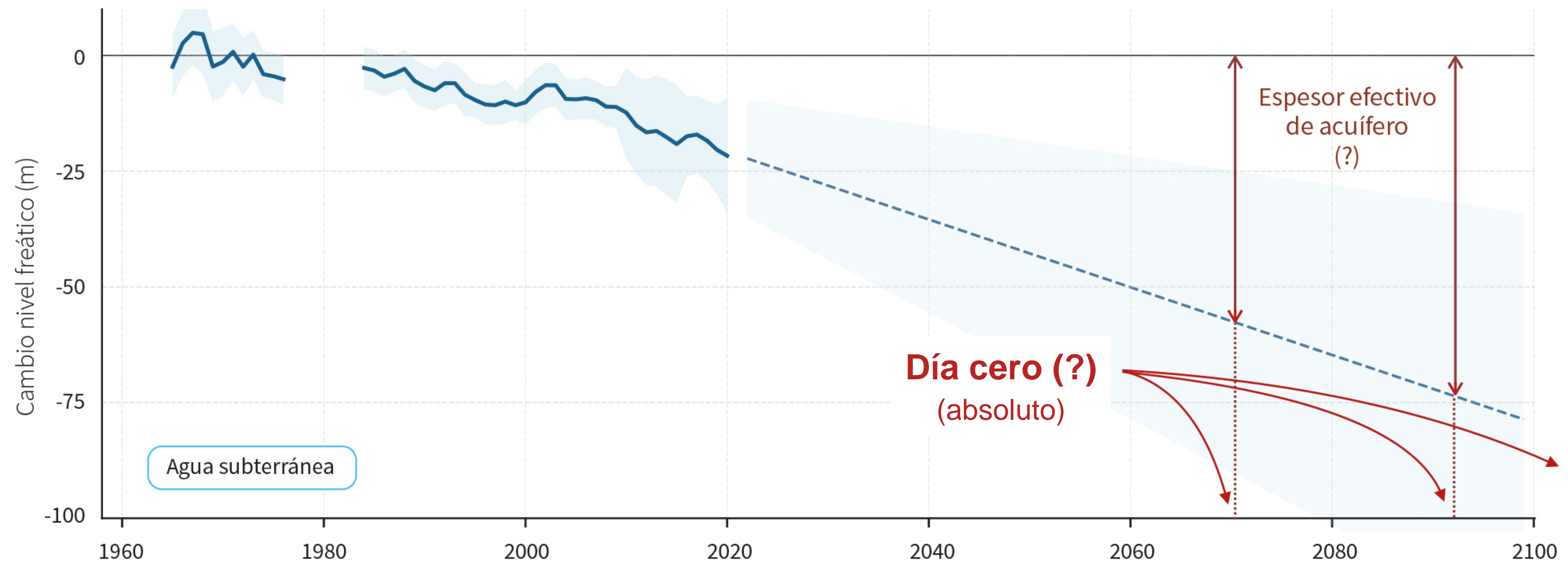
Impactos socio-económicos



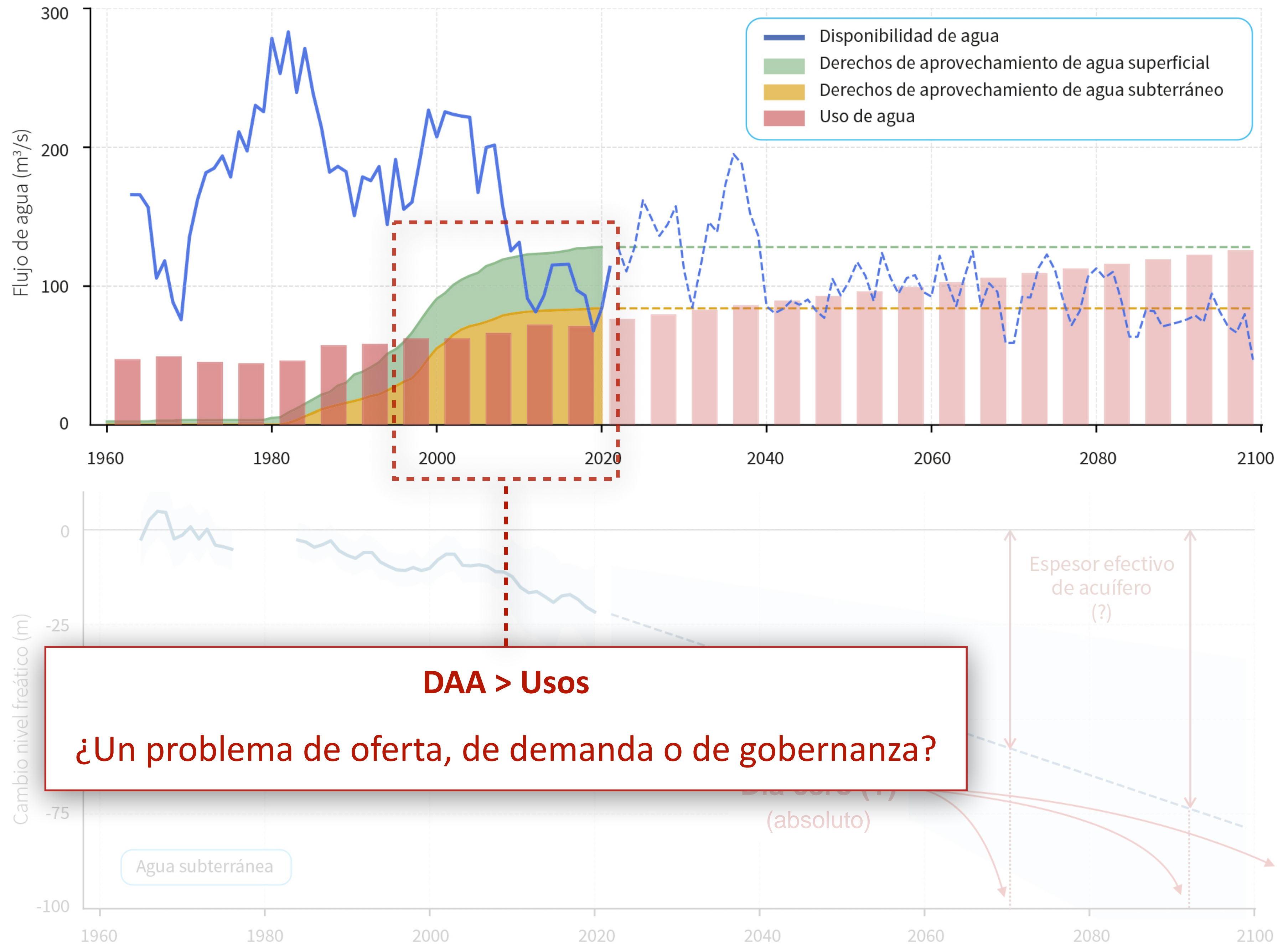
Impactos en ecosistemas



Justicia intergeneracional



Causas



Asignación de derechos de agua (DAA) establecida en el Código de Aguas

¿Es compatible con seguridad hídrica?

Asignación de derechos de agua (DAA) establecida en el Código de Aguas

¿Es compatible con seguridad hídrica?

DAA superficiales

- Desde 2005 considera el resguardo de un caudal ecológico.
- El caudal ecológico no puede ser superior al 20% del caudal medio anual del cauce.

DAA subterráneos

- Se otorgan sin considerar el caudal ecológico en superficie ni otros DAA superficiales otorgados en la cuenca.

Asignación de derechos de agua (DAA) establecida en el Código de Aguas

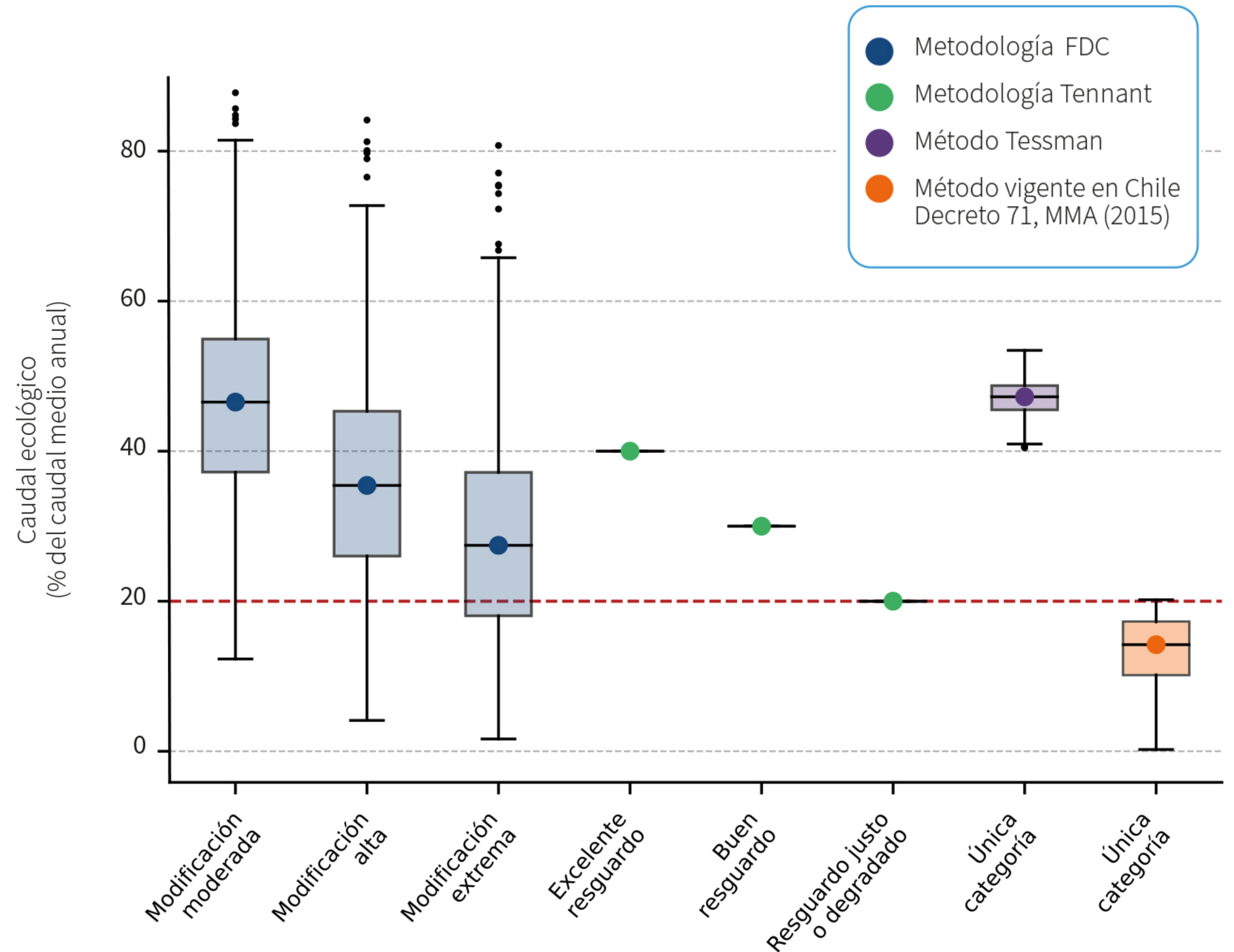
¿Es compatible con seguridad hídrica?

DAA superficiales

- Desde 2005 considera el resguardo de un caudal ecológico.
- El caudal ecológico no puede ser superior al 20% del caudal medio anual del cauce.

DAA subterráneos

- Se otorgan sin considerar el caudal ecológico en superficie ni otros DAA superficiales otorgados en la cuenca.



Asignación de derechos de agua (DAA) establecida en el Código de Aguas

¿Es compatible con seguridad hídrica?

DAA superficiales

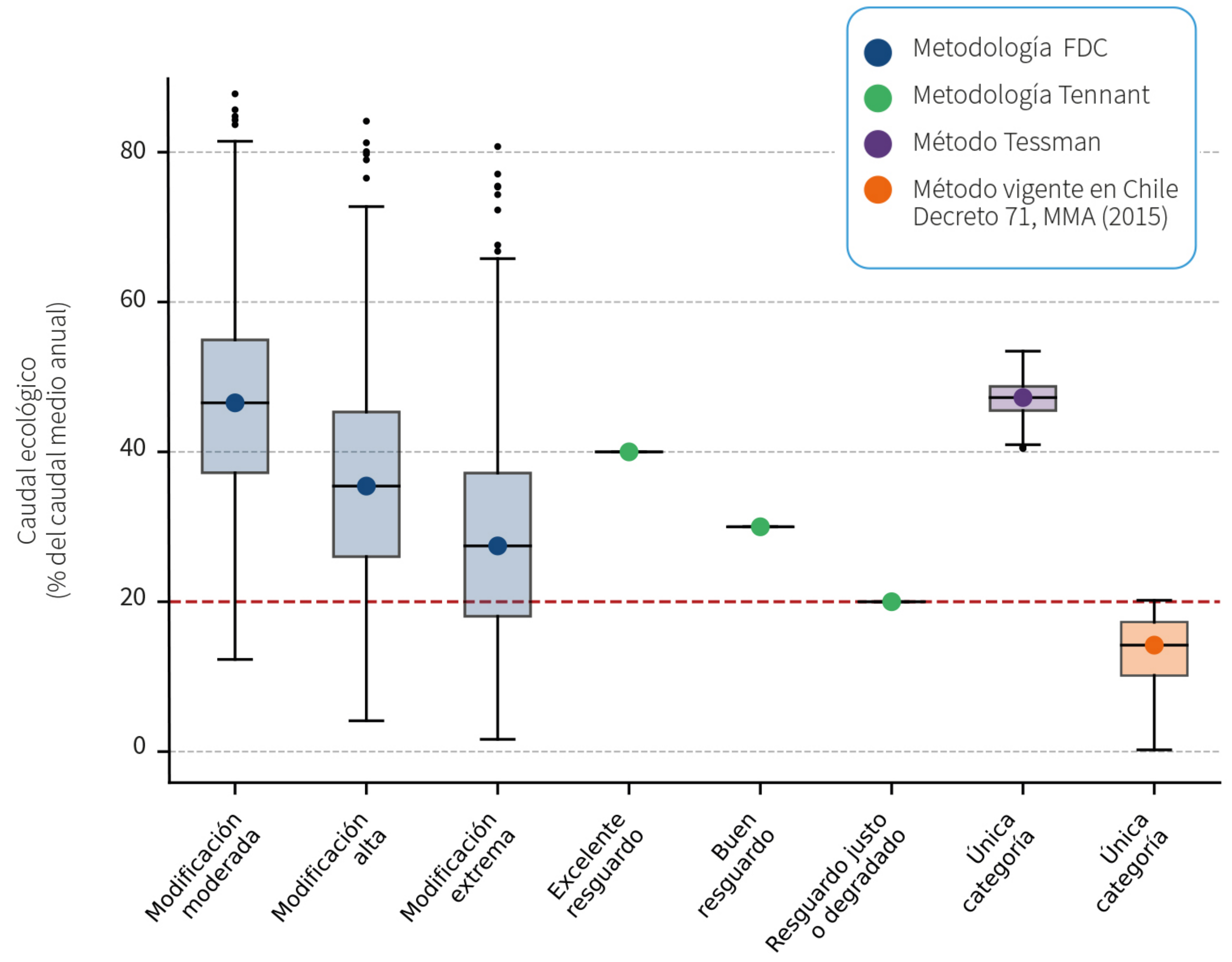
- Desde 2005, la asignación de DAA superficiales considera el resguardo de un caudal ecológico.
- El caudal ecológico no puede ser superior al 20% del caudal medio anual del cauce.

DAA subterráneos

- Se otorgan sin considerar el caudal ecológico en superficie ni otros DAA superficiales otorgados en la cuenca.

Limitaciones

- Permite usos asociados a niveles extremos de estrés hídrico (IEH > 80%).
- Resguardo inadecuado de ecosistemas.
- El total de usos superficiales y subterráneos no se ajustan a la disponibilidad superficial.



Asignación de derechos de agua (DAA) establecida en el Código de Aguas

¿Es compatible con seguridad hídrica?

DAA superficiales

- Desde 2005, la asignación de DAA superficiales considera el resguardo de un caudal ecológico.
- El caudal ecológico no puede ser superior al 20% del caudal medio anual del cauce.

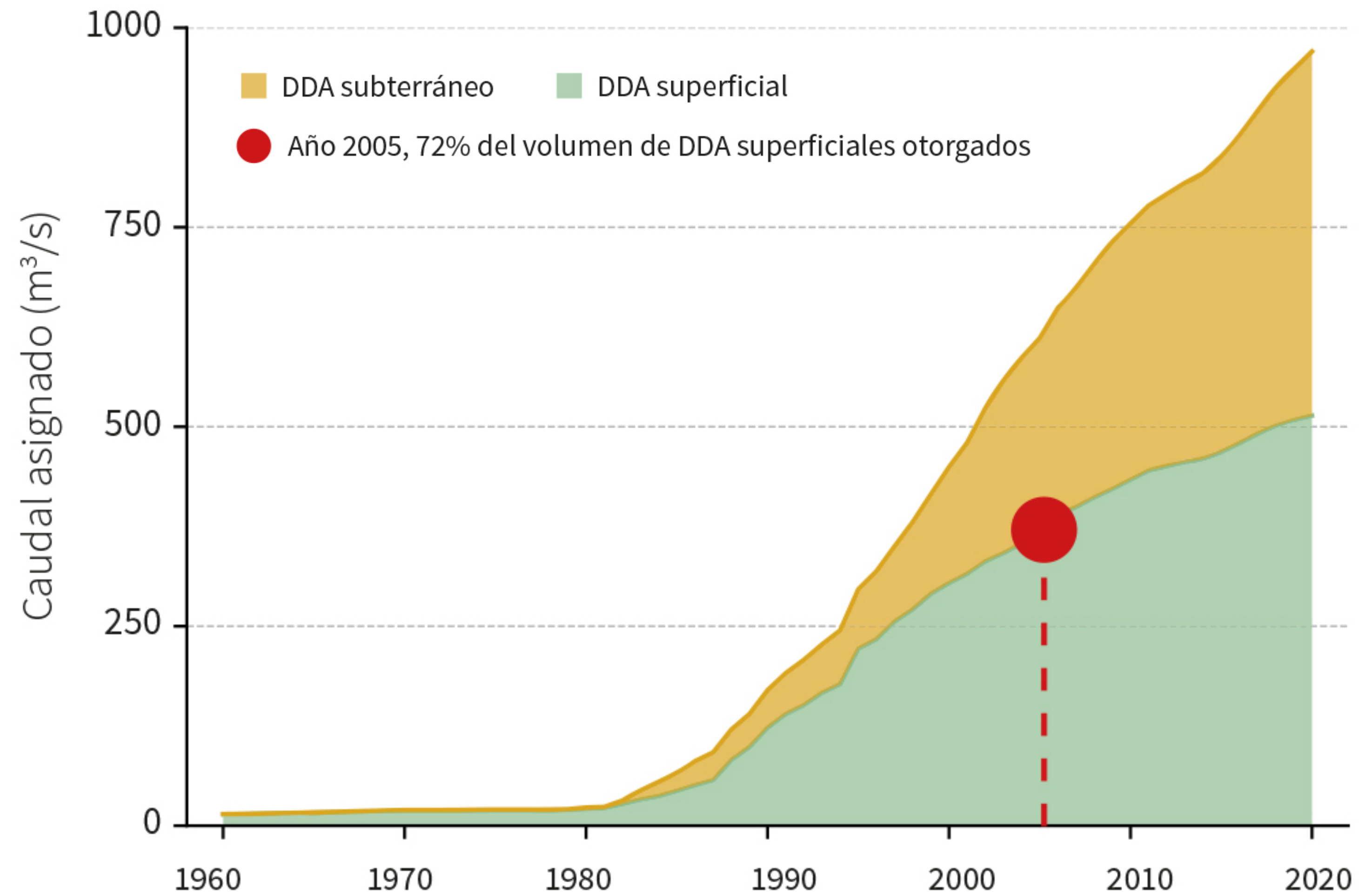
DAA subterráneos

- Se otorgan sin considerar el caudal ecológico en superficie ni otros DAA superficiales otorgados en la cuenca.

Limitaciones

- Permite usos asociados a niveles extremos de estrés hídrico (IEH > 80%).
- Resguardo inadecuado de ecosistemas.
- El total de usos superficiales y subterráneos no se ajustan a la disponibilidad superficial.

Modificaciones al Código de Aguas no son retroactivas

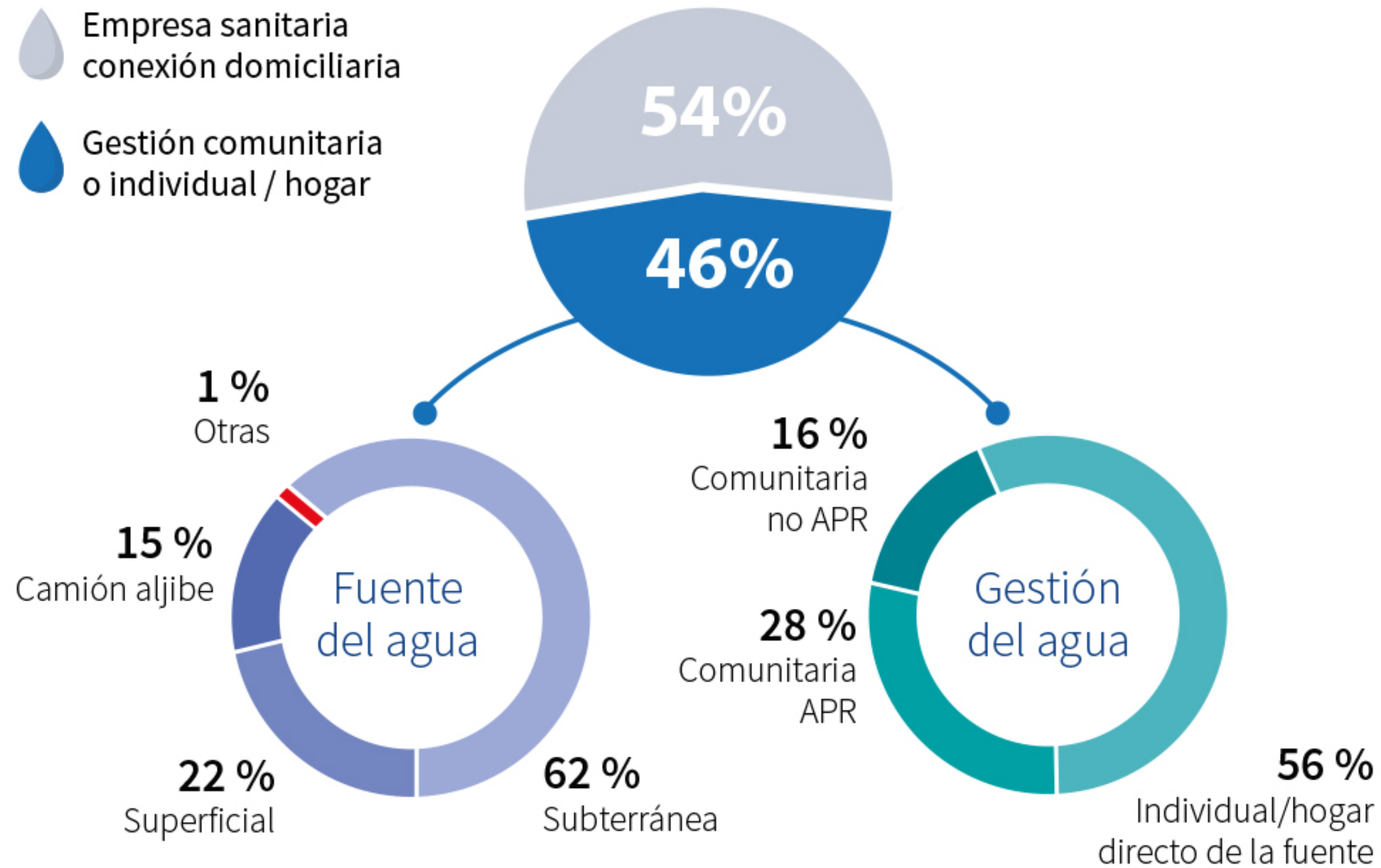


Perspectiva local

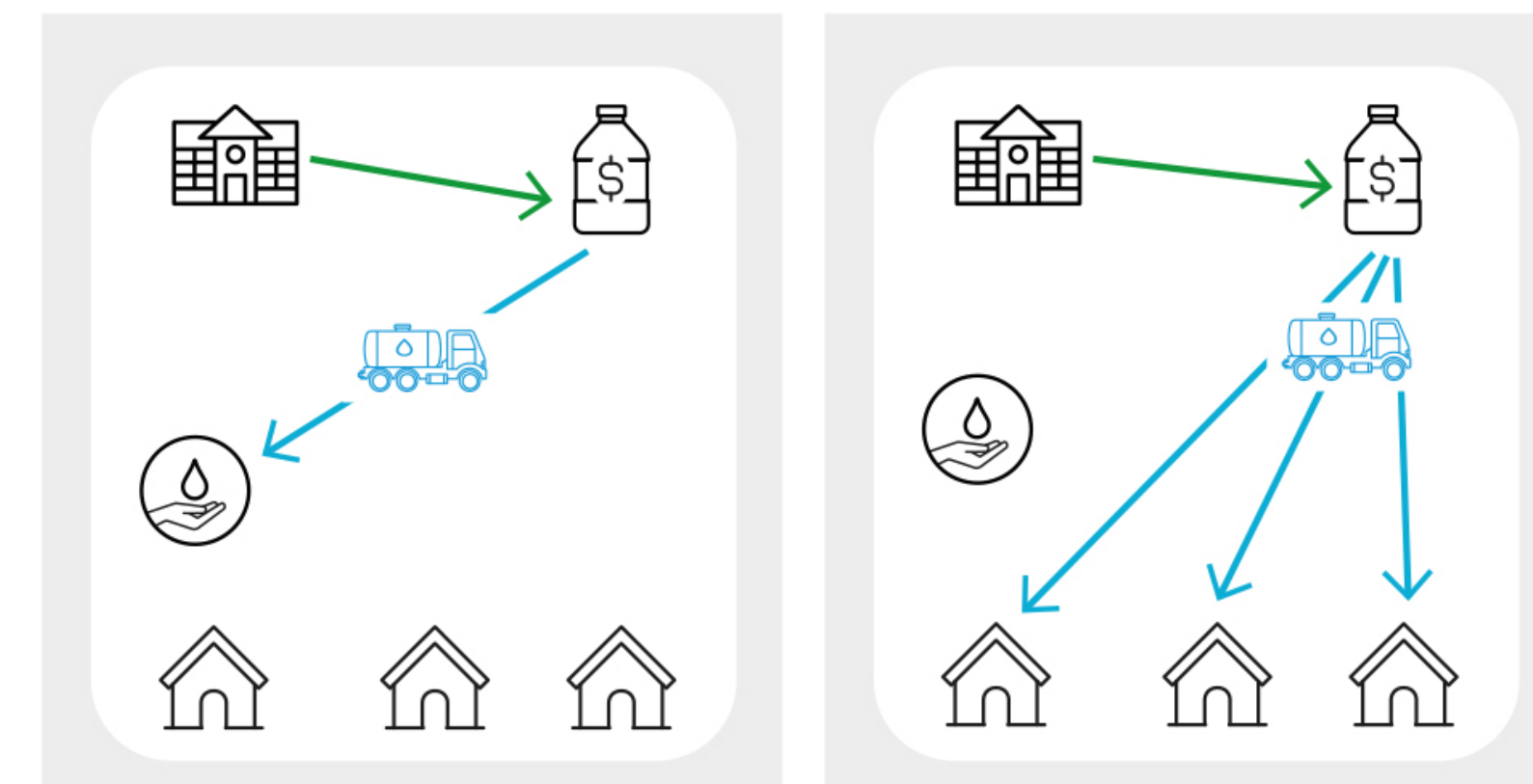
Evaluación de seguridad hídrica en zonas rurales

Perspectiva local

Evaluación de seguridad hídrica en zonas rurales

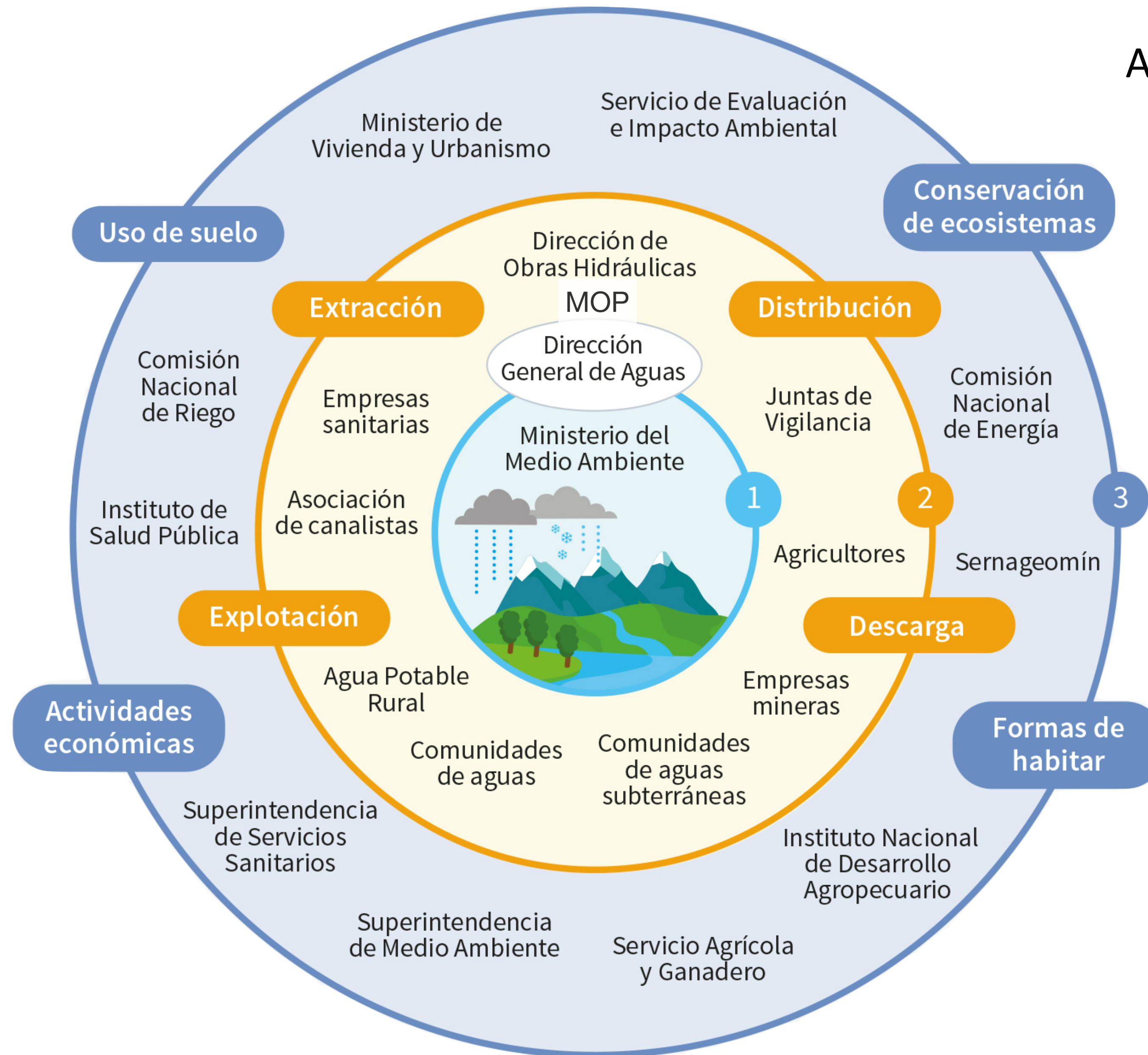


Financiamiento municipal



- Múltiples modos de acceso al agua en sectores rurales
- Múltiples formas de financiamiento de camiones aljibe, fondos públicos de emergencia y establecidos, y de empresas

Brechas y oportunidades en la gobernanza vigente



Ambitos de gestión del agua

Elemento de la naturaleza

Recurso hídrico

Sistema socioecológico

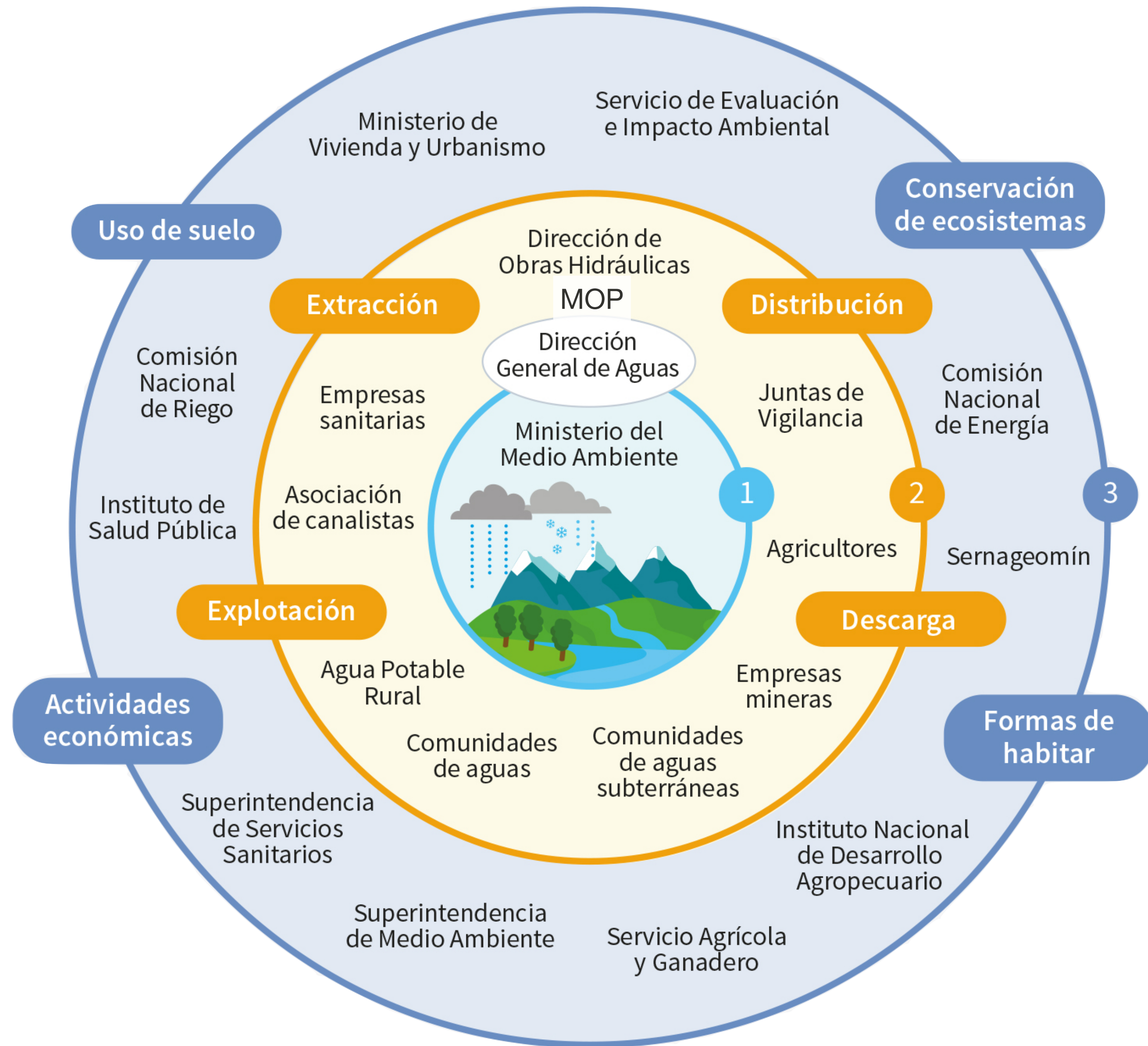
Brechas y oportunidades en la gobernanza vigente

Código de Aguas

Ley de Servicios Sanitarios Rurales (SSR)

Acciones de transformación

Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas (PERHC)



Brechas y oportunidades en la gobernanza vigente

Código de Aguas

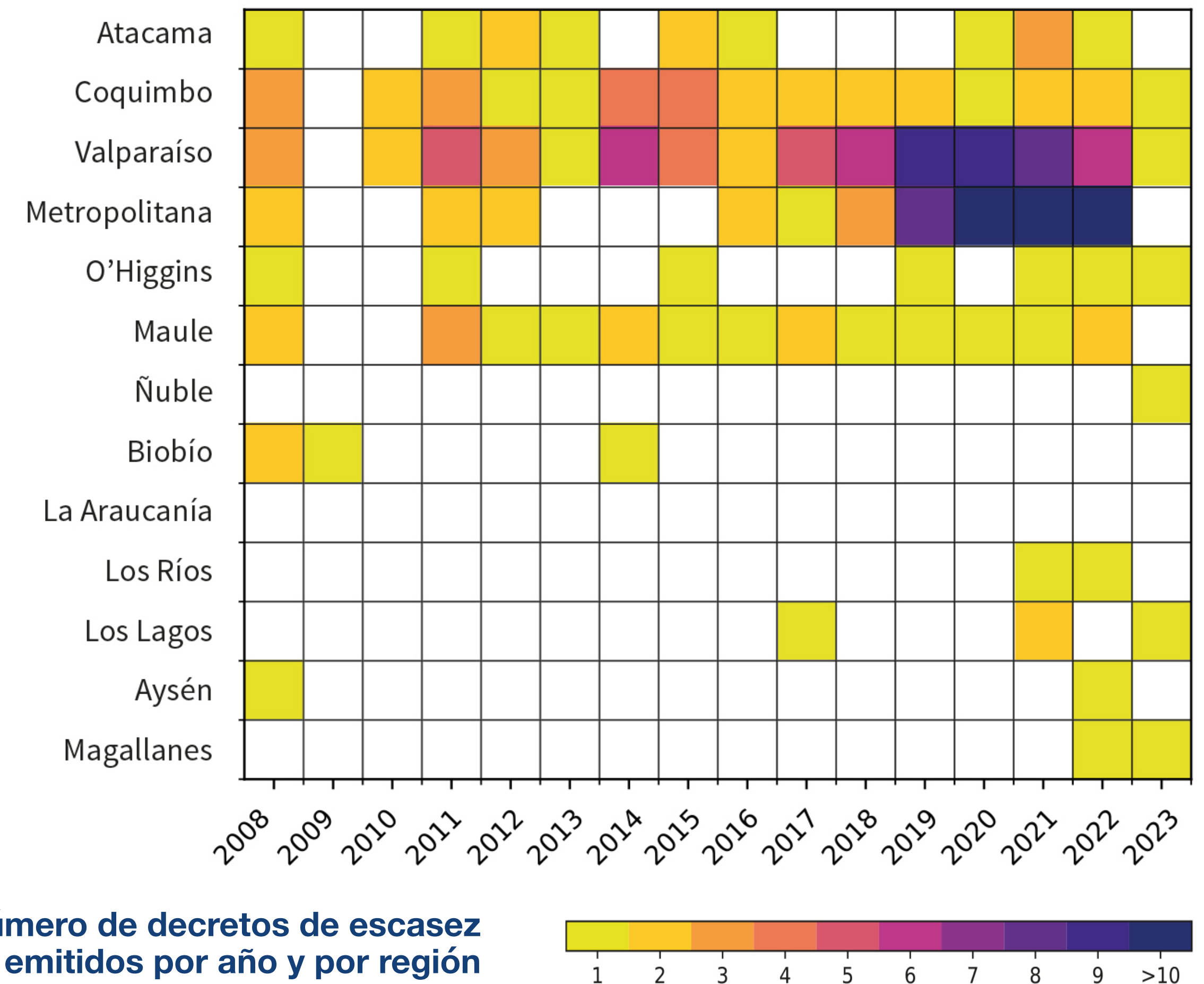
(El resguardo del caudal ecológico no cumple con requisitos ambientales mínimos y permite usos de agua asociados a niveles extremos de estrés hídrico).

Ley de Servicios Sanitarios Rurales (SSR)

La implementación sucesiva de decretos de escasez tiene efectos no previstos en seguridad hídrica: aumento del nivel de estrés hídrico de las cuencas y la amenaza a los ecosistemas fluviales.

Acciones de transformación

Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas (PERHC)



Brechas y oportunidades en la gobernanza vigente

Código de Aguas

Ley de Servicios Sanitarios Rurales (SSR)

Acciones de transformación

Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas (PERHC)

Hay aspectos de la gestión comunitaria que se deben considerar en la implementación de la Ley de SSR para facilitar el cumplimiento de las nuevas exigencias, así como la posibilidad de ampliar la cobertura hacia otros modos de acceso al agua.

Nivel institucional



Recursos financieros y humanos insuficientes para el plan de acción de la SISS.

Nivel organizacional/infraestructura



Desigual capacidad de acceso y uso de herramientas informáticas.



Mala conectividad a internet en algunas zonas.



Falta de sede comunitaria/oficina en algunas localidades o espacio inadecuado.



Escaso conocimiento técnico en la atención de los sistemas de suministro de agua.

Nivel psicosocial/gestión



Pérdida de dinamismo organizacional y escasa participación.



Dificultad para el recambio de las dirigencias.



Temor a la burocratización de los procesos.



Temor a que la Ley suba las tarifas del agua.

Brechas y oportunidades en la gobernanza vigente

Código
de Aguas

Las comunidades rurales desarrollan acciones de transformación a nivel local para asegurar el consumo humano y de subsistencia.

Ley de Servicios
Sanitarios Rurales
(SSR)

Ejemplos:

APR comuna de Corral:

Asociación para la restauración y conservación ecológica mediante la siembra de especies nativas

APR en comuna de San José de Maipo:

Mejoramiento de la administración del agua mediante la construcción de una piscina y la inversión en seguridad y sistemas de control de uso del agua.

Acciones de
transformación

Planes
Estratégicos de
Recursos Hídricos
en Cuencas
(PERHC)



Brechas y oportunidades en la gobernanza vigente

La agenda política y legislativa reconoce que alcanzar la seguridad hídrica requiere un enfoque integrado y resiliente al clima, y propone los PERHC como un instrumento para lograrlo.

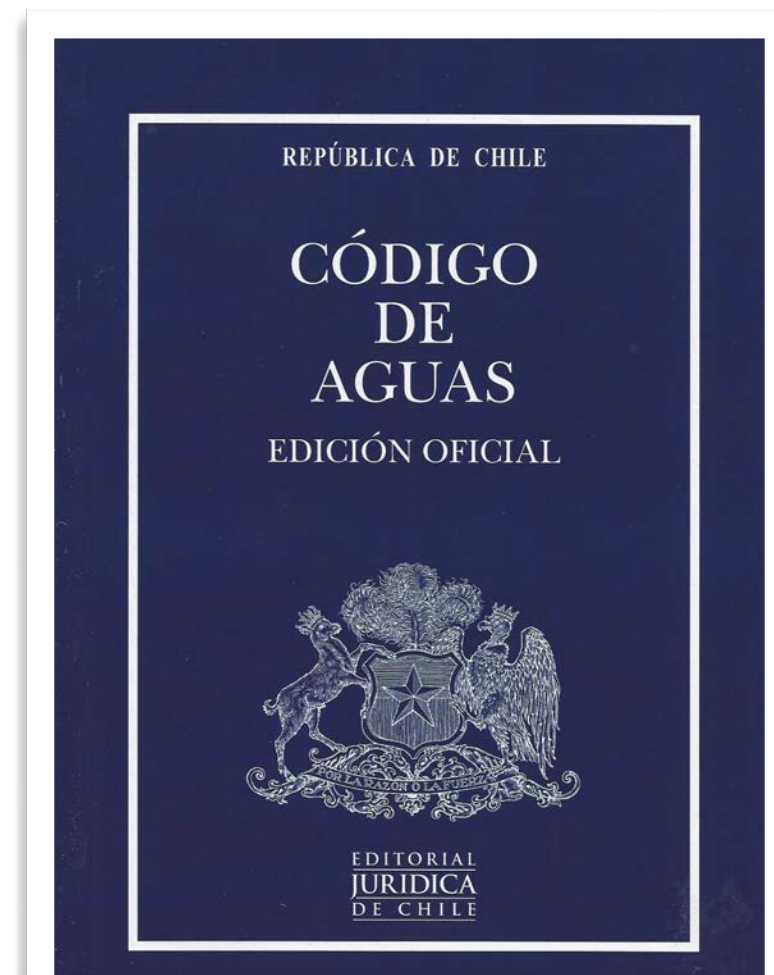
Los PERHC representan una oportunidad para alcanzar seguridad hídrica y la evidencia presentada puede servir de insumo para lograrlo.

Código
de Aguas

Ley de Servicios
Sanitarios Rurales
(SSR)

Acciones de
transformación

Planes
Estratégicos de
Recursos Hídricos
en Cuencas
(PERHC)



Conclusiones

Conclusiones

- Los usos de aguas superficiales y subterráneas se acercan o sobrepasan la disponibilidad hídrica en cuencas de Chile centro-norte. Esto genera impactos socioeconómicos y ecológicos, y plantea un dilema intergeneracional al encaminarnos hacia el agotamiento de las reservas (o día cero).

Conclusiones

- Los usos de aguas superficiales y subterráneas se acercan o sobrepasan la disponibilidad hídrica en cuencas de Chile centro-norte. Esto genera impactos socioeconómicos y ecológicos, y plantea un dilema intergeneracional al encaminarnos hacia el agotamiento de las reservas (o día cero).
- La megasequía está directamente relacionada con los niveles de estrés de las cuencas de esta zona, sin embargo, el aumento en los usos ha sido el factor preponderante del aumento en estrés en el largo plazo.

Conclusiones

- Los usos de aguas superficiales y subterráneas se acercan o sobrepasan la disponibilidad hídrica en cuencas de Chile centro-norte. Esto genera impactos socioeconómicos y ecológicos, y plantea un dilema intergeneracional al encaminarnos hacia el agotamiento de las reservas (o día cero).
- La megasequía está directamente relacionada con los niveles de estrés de las cuencas de esta zona, sin embargo, el aumento en los usos ha sido el factor preponderante del aumento en estrés en el largo plazo.
- Se proyectan disminuciones de precipitación en Chile central y una menor capacidad de almacenamiento de nieve en los Andes. Esto representa un riesgo para la industria agrícola y la seguridad alimentaria.

Conclusiones

- Los usos de aguas superficiales y subterráneas se acercan o sobrepasan la disponibilidad hídrica en cuencas de Chile centro-norte. Esto genera impactos socioeconómicos y ecológicos, y plantea un dilema intergeneracional al encaminarnos hacia el agotamiento de las reservas (o día cero).
- La megasequía está directamente relacionada con los niveles de estrés de las cuencas de esta zona, sin embargo, el aumento en los usos ha sido el factor preponderante del aumento en estrés en el largo plazo.
- Se proyectan disminuciones de precipitación en Chile central y una menor capacidad de almacenamiento de nieve en los Andes. Esto representa un riesgo para la industria agrícola y la seguridad alimentaria.
- Casi la mitad de la población rural se abastece de agua a través de gestión comunitaria o individual a nivel de hogares.

Conclusiones

- Los usos de aguas superficiales y subterráneas se acercan o sobrepasan la disponibilidad hídrica en cuencas de Chile centro-norte. Esto genera impactos socioeconómicos y ecológicos, y plantea un dilema intergeneracional al encaminarnos hacia el agotamiento de las reservas (o día cero).
- La megasequía está directamente relacionada con los niveles de estrés de las cuencas de esta zona, sin embargo, el aumento en los usos ha sido el factor preponderante del aumento en estrés en el largo plazo.
- Se proyectan disminuciones de precipitación en Chile central y una menor capacidad de almacenamiento de nieve en los Andes. Esto representa un riesgo para la industria agrícola y la seguridad alimentaria.
- Casi la mitad de la población rural se abastece de agua a través de gestión comunitaria o individual a nivel de hogares.
- El camión aljibe es una respuesta de emergencia para el abastecimiento de agua potable en zonas rurales que no representa una solución para garantizar la seguridad hídrica.

Conclusiones

- Los usos de aguas superficiales y subterráneas se acercan o sobrepasan la disponibilidad hídrica en cuencas de Chile centro-norte. Esto genera impactos socioeconómicos y ecológicos, y plantea un dilema intergeneracional al encaminarnos hacia el agotamiento de las reservas (o día cero).
- La megasequía está directamente relacionada con los niveles de estrés de las cuencas de esta zona, sin embargo, el aumento en los usos ha sido el factor preponderante del aumento en estrés en el largo plazo.
- Se proyectan disminuciones de precipitación en Chile central y una menor capacidad de almacenamiento de nieve en los Andes. Esto representa un riesgo para la industria agrícola y la seguridad alimentaria.
- Casi la mitad de la población rural se abastece de agua a través de gestión comunitaria o individual a nivel de hogares.
- El camión aljibe es una respuesta de emergencia para el abastecimiento de agua potable en zonas rurales que no representa una solución para garantizar la seguridad hídrica.
- La gestión de los RRHH tiene falencias que propician el sobreconsumo.

Recomendaciones (extracto)

1

Establecer metas de seguridad hídrica (SH) y definir usos de agua compatibles con dichas metas:

- 1.1 Establecer metas de SH en la política pública, en primer lugar, **especificando mediante un indicador objetivo un nivel máximo de estrés hídrico tolerable en las cuencas de Chile**, y considerando los impactos de sobrepasar dicho nivel en la sociedad y los ecosistemas. El objetivo de limitar el estrés hídrico, junto con metas enfocadas en otros aspectos de la SH (acceso, calidad, priorización de usos, etc.), deberían orientar de forma transversal los distintos instrumentos de política pública, así como los programas políticos y sectoriales.
- 1.2 Determinar el límite de uso total de agua dentro de una cuenca compatible con el nivel de estrés hídrico establecido en la meta de SH, y **diseñar medidas de gestión siguiendo el principio precautorio** que permitan limitar el uso de los derechos de aprovechamiento de aguas de acuerdo a este límite. Cabe notar que, además de la regulación de los usos, la mantención del estrés hídrico en niveles bajos también puede lograrse mediante el empleo de fuentes de agua alternativas que permitan aumentar la disponibilidad hídrica, las cuales deben evaluarse y priorizarse sobre la base de sus impactos socioeconómicos y ecosistémicos.

Dirigido a:

Ministerio de Obras
Públicas/DGA

Ministerio del
Medio Ambiente

Plan de Adaptación
al Cambio
Climático para los
Recursos Hídricos

Recomendaciones (extracto)

3

Modificaciones al Código de Aguas y reglamentos asociados:

- 3.1 Modificar el artículo 129 bis 1° del Código de Aguas que define el caudal ecológico, **eliminando el límite superior del 20 % del caudal medio anual** y destacando su rol en el cumplimiento de las metas de SH establecidas en 1.1.
- 3.2 Modificar el Decreto 71 del MMA (2015) que define los criterios para el cálculo del caudal ecológico, adoptando una formulación que considere los niveles mínimos de resguardo ecosistémico (Figura 7.1) y la variación estacional natural de los cauces.
- 3.3 **Integrar la asignación de derechos de aprovechamiento de aguas (DAA) de fuentes superficiales y subterráneas**, de tal forma que el caudal total otorgado como DAA dentro de una cuenca no supere los usos compatibles con la SH definidos en la sección 1.2.

Dirigido a:

Ministerio de Obras
Públicas
(iniciativa legal)

Ministerio del
Medio Ambiente

Congreso Nacional
(moción parlamen-
taria)

Código de Aguas
(Decreto 71 que
define el cálculo del
caudal ecológico)

Disposiciones de
asignación de DAA.
(artículos 314 y 315)

Recomendaciones (extracto)

5

Gestión de Servicios Sanitarios Rurales (SSR):

- 5.1 Definir un indicador integrado de seguridad hídrica que sirva para evaluar de manera holística la efectividad de los SSR e informar mejoras.
- 5.2 Reconocer que el abastecimiento mediante camiones aljibes ha dejado de ser una solución de emergencia en ciertos territorios y que, por lo tanto se requiere avanzar en mecanismos de financiamiento permanentes y regulaciones específicas al creciente mercado del agua.

Dirigido a:

Ministerio de Obras
Públicas/DGA

Ministerio del
Medio Ambiente

Plan de Adaptación
al Cambio
Climático para los
Recursos Hídricos

INFORME A LAS NACIONES

Seguridad hídrica en Chile: Caracterización y perspectivas de futuro



www.cr2.cl/seguridadhidrica

