

SOCIEDAD CHILENA DE INGENIERÍA HIDRÁULICA
XXVII CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

**TRANSICIONES ENTRE SEQUÍAS E INUNDACIONES: DESAFÍOS PARA LA
GESTIÓN DEL RIESGO DESDE LA SOCIOHIDROLOGÍA**

OCTAVIO ROJAS¹
CAROLINA ARRIAGADA²
PEDRO ARRIAGADA³
ESTEBAN PINCHEIRA⁴
MACARENA SALGADO⁵
DIEGO SOTO⁶
OSCAR LINK⁷

RESUMEN

Las catastróficas inundaciones de 2023 en Chile central evidenciaron la compleja transición entre sequías prolongadas y eventos extremos de inundación, resaltando los desafíos para la gestión del riesgo desde una perspectiva sociohidrológica. Este estudio explora la incidencia de la megasequía como factor desencadenante natural del “efecto olvido” en la ciudadanía y en los actores institucionales, así como su impacto en los instrumentos de gestión del riesgo de desastres. Mediante un enfoque multiescalar, se examinan el comportamiento hidrológico, la percepción social del riesgo y los instrumentos de gestión territorial vinculados a la gestión del riesgo de desastre. Los resultados indican que la sequía prolongada contribuyó a la subestimación del riesgo de inundación, reflejada en una disminución de la percepción social del riesgo, la ocupación habitacional de zonas expuestas y la insuficiente preparación institucional, evidenciada en deficiencias de los instrumentos de gestión del riesgo desde niveles locales hasta regionales. Se concluye que es necesario contar con estrategias de gestión del riesgo de desastres que incorporen cambios en los patrones hidrológicos y los componentes sociales del riesgo.

¹ Profesor Asociado, Fac. de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción - email: ocrojas@udec.cl

² Profesora, Escuela de Arquitectura, Universidad de La Serena – email: carolina.arriagada@userena.cl

³ Profesor Asistente, Fac. de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción – email: paarriagada@udec.cl

⁴ Geógrafo – email: espincheira@udec.cl

⁵ Ingeniera Ambiental– email: raul.galindo@usm.cl

⁶ Doctorando en Energías, Universidad de Concepción email: disoto@udec.cl

⁷ Profesor Titular, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción – email: olink@udec.cl

INTRODUCCIÓN

Las inundaciones son uno de los desastres socionaturales más frecuentes a nivel global, con una tendencia creciente durante las últimas dos décadas. Este incremento se ha relacionado con diversos factores, como el crecimiento económico, la expansión urbana en zonas de riesgo, una planificación territorial deficiente y los efectos del cambio climático (Fang et al., 2018; ONU, 2017; IPCC, 2021). En este contexto, muchas regiones enfrentan desafíos emergentes derivados de la creciente complejidad y variabilidad de los regímenes hidrológicos, particularmente en la ocurrencia de transiciones abruptas entre períodos prolongados de sequías y episodios de inundaciones extremas, fenómenos cada vez menos predecibles y que demandan una gestión del riesgo adaptativa e integrada (Matanó et al., 2024).

En la región mediterránea de Chile central (33°-37°S), las precipitaciones extremas registradas en junio y agosto del año 2023, provocadas por un río atmosférico de categoría 4 y 3, respectivamente (Garreaud, 2023a; Garreaud, 2023b), generaron inundaciones que ocasionaron pérdidas económicas cuantiosas, por ejemplo, US\$ 900 millones en el sector agrícola. Este fenómeno ocurrió en un contexto marcado por una "megasequía" de más una década, interrumpiendo 14 años sin inundaciones generalizadas tras el último evento significativo del año 2006 (Rojas et al., 2014) y mayo de 2008 (Vicuña et al., 2008). Esta transición abrupta entre condiciones extremas hidrológicas evidenció importantes desafíos en la capacidad de prevención, percepción y respuesta de actores sociales e institucionales, reflejando las complejas interacciones sociohidrológicas presentes.

El desarrollo de la sociohidrología ha permitido comprender mejor estas interacciones, introduciendo modelos como el denominado "efecto olvido". Este concepto, inicialmente evidenciado por G. White y colaboradores, describe cómo la ocupación de zonas inundables se incrementa por la falsa sensación de seguridad generada por las obras de infraestructura hidráulica que mitigan la crecida (Rojas y Martínez, 2011). Posteriormente, números estudios vincularon el "olvido" al denominado "efecto dique" expresado en un crecimiento de la urbanización en zonas de inundación producto de una disminución de la percepción del riesgo (Ansari et al., 2024). En este sentido, planteamos que una megasequía prolongada puede actuar como un factor natural desencadenante como efecto dique u efecto olvido, lo que genera una falsa sensación de seguridad y reduce la percepción del riesgo, promoviendo la urbanización en zonas próximas a los ríos expuestas a inundaciones.

A partir de esta problemática, surgen las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál fue el comportamiento hidrológico y espacial de las inundaciones ocurridas en Chile en 2023, y cómo se relaciona con el período de megasequía? ¿Cómo percibieron el riesgo de inundaciones fluviales los diversos actores en un contexto de sequía? ¿Estaba la institucionalidad preparada para enfrentar inundaciones extremas en términos de planificación territorial y planes de emergencia?. El objetivo principal es explorar la incidencia de la megasequía como factor desencadenante del efecto olvido en la ciudadanía y en los actores institucionales, así como su impacto en los instrumentos de gestión del riesgo de desastres en las catastróficas inundaciones del año 2023 en Chile.

1. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se extiende por 414 km (33°59' S–71°13' O; 37°39' S– 71°13' O), incluye siete cuencas andinas ubicadas en Chile central fuertemente impactadas por las inundaciones de 2023, específicamente: La cuenca baja del río Cachapoal (6.319 km²), la cuenca alta del río Tinguiririca (1.849 km²), la cuenca del río Mataquito (6.345 km²), la cuenca del río Maule (21.080 km²), la cuenca alta del río Ñuble (4.777 km²), la cuenca alta del río Itata (1.662 km²) y la cuenca alta del río Laja (2.767 km²) (Figura 1). El Maule es la única cuenca hidrográfica que cuenta con una represa ubicada aguas arriba, el embalse Colbún (1.490 Mm³) con capacidad de regulación de avenidas (Pacheco et al., 2022)

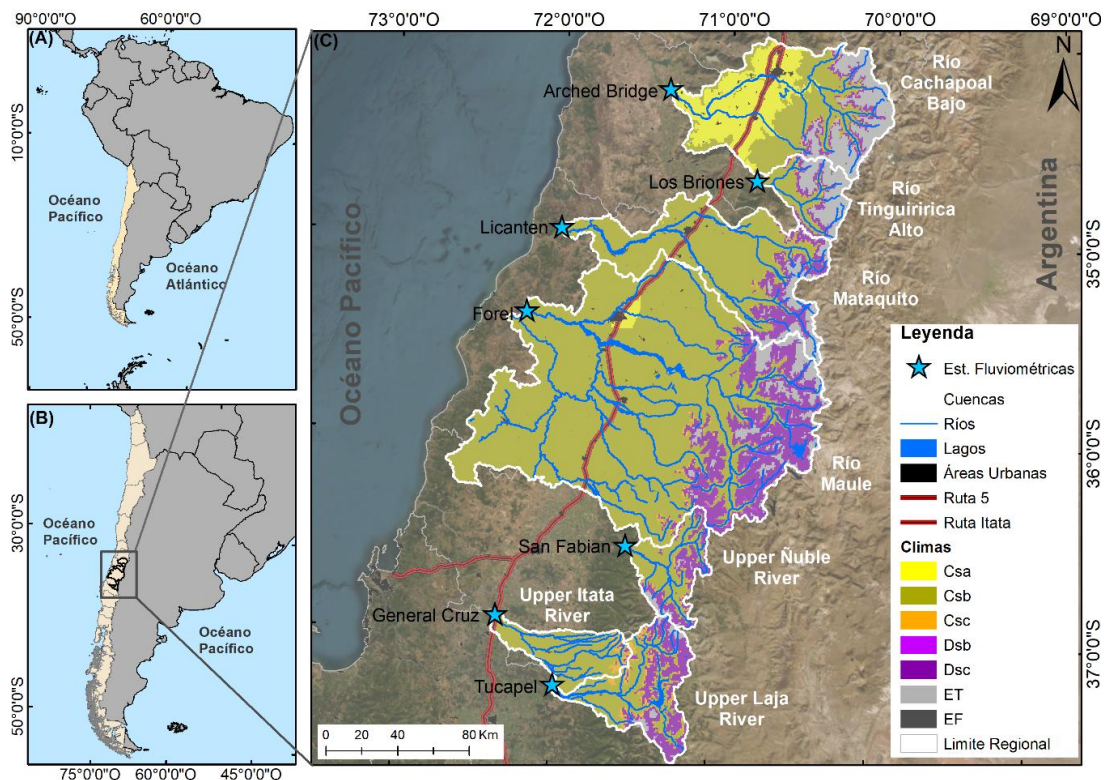


Figura 1. Localización del área de estudio y estaciones de caudal.

Esta macrozona forma parte de la comúnmente denominada región de ríos torrentosos, caracterizada por un régimen mixto (pluvial y nival) (Niemeyer & Cereceda, 1984) y cambios abruptos en la topografía controlados por las diferencias de altitud entre la Cordillera de los Andes y la depresión intermedia o valle central, que se expresa en sistemas fluviales con fuertes pendientes.

Administrativamente, comprende cinco regiones y 76 municipios, con una población de 2,027,516 habitantes (76.7% urbana, 23.3% rural) (INE, 2017), concentrada mayoritariamente en el valle central. En cuanto al uso del suelo, predominan los bosques (35.4%), tierras agrícolas (20.6%), pastizales y matorrales (19.9%), mientras que la zona urbana solo alcanza el 1.1% (CONAF, 2018).

2. METODOLOGÍA

La presente investigación se efectúa con un enfoque multiescalar y se organiza en tres apartados metodológicos. En primer lugar, se realiza un análisis del comportamiento hidrológico y las consecuencias de los eventos de inundación ocurrido en 2023 en la región de Chile central, considerando su contexto dentro del período de megasequía. En segundo lugar, se explora la percepción del riesgo de inundación tanto entre los tomadores de decisiones como en la población general. Por último, se examina cómo estaba incorporado el riesgo de inundación en los instrumentos relacionados con la gestión del riesgo de desastres.

Inundaciones 2023: análisis hidrológico, efectos y megasequía

Para realizar el análisis hidrológico de las crecidas se utilizaron series temporales de caudales a partir de medidores de caudal (SFG) ubicados cerca de la desembocadura de los ríos en estudio, o cerca de la confluencia con los ríos principales en el caso de los afluentes. Los SFG son administrados por la Dirección General del Agua (DGA, 2021).

Se aplicó el método de máxima verosimilitud para ajustar las distribuciones de probabilidad que representan las series de caudales máximos extremos. La bondad de ajuste se determinó para cada distribución de probabilidad mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov (KS), χ^2 , Anderson-Darling (AD) con un nivel de significancia de 0,05 y el coeficiente de determinación (r^2). El periodo de retorno de un caudal dado se determinó a partir de la función de distribución de probabilidad seleccionada, como la inversa de la probabilidad de excedencia.

Posteriormente se examinaron el comportamiento de la precipitación extrema durante los últimos 30 años para evidenciar tendencias, ciclos húmedos y secos. Se seleccionaron estaciones precordilleranas de las cuencas con mayor impacto en el segundo evento (cuencas del río Maule e Itata). Se trabajó con estaciones con disponibilidad de datos sobre el 85%, se identificaron discontinuidades y se aplicó la prueba de Pettit para analizar la homogeneidad de las series. Fueron calculados indicadores de frecuencia asociados a días con precipitación intensa (R10mm), muy intensa (R20mm) y extremadamente intensa (R30mm) y basados en percentiles (R90p, R95p, R99p).

Evidencias del efecto olvido en la percepción del riesgo de inundación

El análisis de la percepción del riesgo de inundación se llevó a cabo mediante datos obtenidos de encuestas aplicadas tanto a tomadores de decisiones como a la ciudadanía. En el caso de los tomadores de decisiones, se realizó un reanálisis de los datos presentados por Pincheira (2022), los cuales incluyeron la participación actores claves pertenecientes a la cuenca del río Maule. La muestra, aplicada en 2021, fue segmentada en tres categorías: actores gubernamentales, sociedad civil y sector privado. El cuestionario contenía una lista de 20 problemas ambientales preseleccionados con base en literatura especializada, los cuales fueron evaluados mediante una escala Likert de 1 a 5, donde 1 correspondía a "poco importante" y 5 a "muy importante". La evaluación se realizó considerando tanto la cuenca en su conjunto como sus secciones específicas. Adicionalmente, se indagó sobre la

percepción de tendencia futura de cada problema utilizando otra escala de 1 al 5, donde 1 indicaba “disminuirá significativamente”, 2 “disminuirá”, 3 “permanecerá igual”, 4 “aumentará” y 5 “aumentará significativamente”.

Respecto a la percepción ciudadana, se contrastaron datos antes y después de la inundación del año 2023 en una comunidad urbana situada en la cuenca del río Chillán, área que fue afectada por las inundaciones del año 2006 y 2023. Los datos previos al evento provienen de una encuesta aplicada en 2021 a personas mayores de 30 años, con una muestra de 317 individuos, que garantiza un nivel de confianza del 95%, un margen de error del 5% y una proporción esperada (p) del 50%. Por otro lado, la percepción posterior a la inundación fue evaluada mediante un nuevo instrumento aplicado en noviembre de 2024, con una muestra de 50 residentes directamente impactados por el evento de 2023.

Instrumentos para la gestión del riesgo de inundación

Finalmente, para analizar cómo se incorporó el riesgo de inundación en los instrumentos de planificación territorial normativos e indicativos y en los asociados a la gestión del riesgo de desastres se efectuó una revisión crítica en las áreas administrativas que abarcan los municipios pertenecientes a las cuencas del río Maule (5 municipios) y Chillán (5 municipios), en etapa previa a la inundación del año 2023. A nivel regional y de carácter indicativo se consideraron Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT), Estrategias Regionales de Desarrollo (ERD), Planes Regionales para la Reducción del Desastre (PRRD) y Planes Regionales de Emergencia (PRE).

En el nivel intercomunal y materia normativa se incluyeron los Planes Reguladores Intercomunales (PRI). Por último, a nivel comunal en el ámbito normativo se consideraron los Planes Reguladores Comunales (PRC), Límites Urbanos y Planes Seccionales, mientras que en el ámbito indicativo fueron considerados los Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO) y los Planes de Emergencia Comunal (PEC).

3. RESULTADOS

Inundaciones 2023: análisis hidrológico, efectos y megasequía

La Tabla 1 muestra los caudales máximos registrados durante los eventos de junio y agosto de 2023, junto con el correspondiente período de retorno y la relación entre los eventos y el evento máximo histórico. Ambos eventos produjeron caudales pico extraordinarios en los ríos y esteros del área de estudio. Cabe destacar que las magnitudes de caudal registradas en 2023 superaron ampliamente el máximo histórico en todos los pluviómetros. Los períodos de retorno T más altos se produjeron en Tinguiririca (T = 5482 años) e Itata (T = 914 años). Es claro que en 2023 se produjeron por primera vez dos inundaciones extremas en un solo año en el mismo lugar, lo que evidencia una anomalía sin precedentes en la frecuencia de las inundaciones y sugiere un cambio en el régimen hidrológico de estos ríos.

Durante el primer evento, en junio, el río Maule presentó un caudal alto con un período de retorno de 35 años, que es menor que los otros períodos de retorno observados en el área, lo que sugiere que la operación del embalse Colbún aguas arriba logró reducir el caudal pico. Las cuencas ubicadas en ambos extremos del área de estudio presentaron los períodos de retorno más bajos, lo que evidencia que el evento atmosférico se concentró en su parte central, es decir, en las cuencas Mataquito, Maule, Ñuble e Itata.

Tabla 1 – Periodos de retorno asociados a las inundaciones de junio y agosto de 2023

Cuenca	Sfg Código	Fecha	Magnitud	Q/Qmax Registrado	T
			(M3/S)		(Años)
Cachapoal	06019003-8	24-06-23 07:28	2272	1.26	24
		23-08-23 12:28	2086	1.16	20
Tinguiririca	06028001-0	23-06-23 14:28	1902	3.32	5482
		22-08-23 20:28	984	1.72	308
Mataquito	07123001-5	24-06-23 09:10	5384	1.37	160
		22-08-23 07:10	5810	1.48	228
Maule	07383001-K	25-06-23 19:32	16361	1.04	35
		22-08-23 03:32	27533	1.74	176
Ñuble	08106002-9	24-06-23 05:42	2578	1.04	95
		21-08-23 11:12	2851	1.15	186
Itata	08124001-9	24-06-23 18:30	1875	1.53	914
		21-08-23 12:30	1546	1.26	208
Laja	08380001-1	24-06-23 03:16	2064	1.02	48
		21-08-23 11:00	1587	0.79	15

Estas inundaciones se anteponen a una tendencia pluviométrica de disminución en la frecuencia e intensidad de las precipitaciones extremas en las cuencas del río Maule y Chillán, que es significativo en los índices de frecuencia (R10 mm, 20mm y 30mm) y de percentiles (R95p y R99p). La Figura 2 ilustra el comportamiento de la precipitación extrema en una estación meteorológica de la cuenca del Maule, se observa la incidencia del evento hidrometeorológico de 2023 en un contexto dominado por la reducción de lluvias asociada a la “megasequía” que inició entre los años 2006-2008.

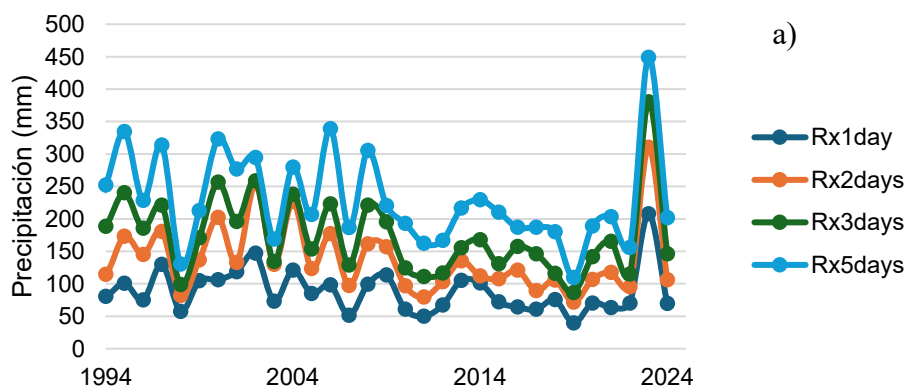


Figura 2. Indicadores de precipitación extrema para estaciones pluviométricas seleccionada en la cuenca del Maule 1994-2024 (estación Agua Fría).

Evidencias del efecto olvido en la percepción del riesgo de inundación

La percepción de los actores clave de la cuenca del río Maule durante el año 2021, antes de la inundación, mostró un fuerte vínculo con los temas asociados a la sequía, correspondiendo a la disponibilidad de agua para riego (4,4); la sequía (4,3); la pérdida de biodiversidad (4,0); los incendios forestales y la interrupción de caudal (3,9). En efecto, en esta evaluación las inundaciones por desborde de cauce figuran como el problema menos importante y relevante, en todas las secciones de la cuenca.

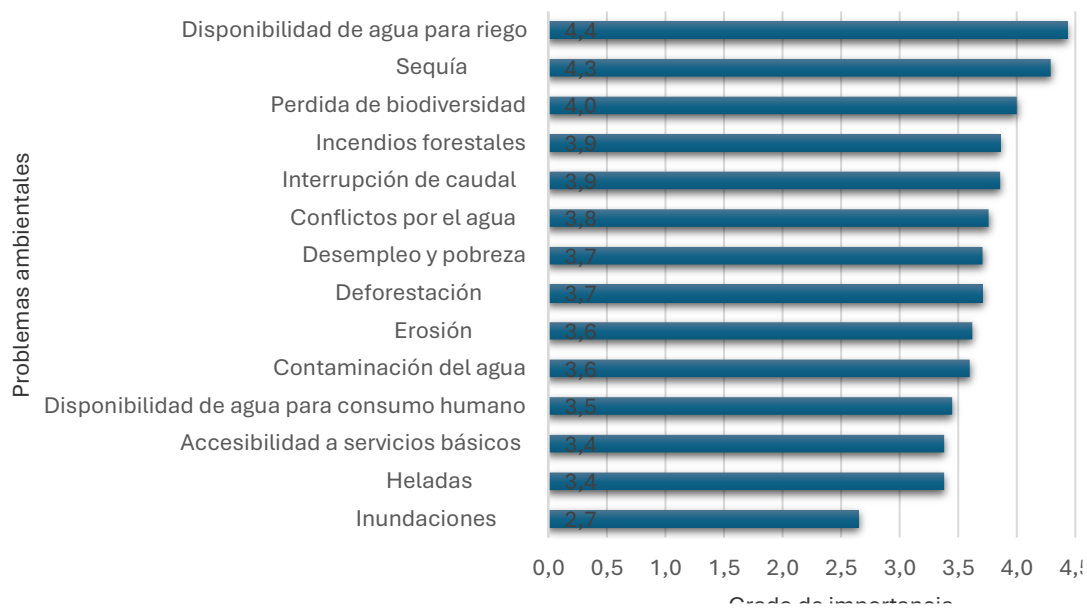


Figura 4. Percepción de los problemas ambientales de los actores cuenca río Maule ordenados de mayor a menor importancia

Un análisis más detallado de los resultados por variables asociadas al sexo, antigüedad en la institución, sector del actor y grado de conocimiento de la cuenca tampoco muestra diferencias significativas en la priorización del problema de las inundaciones con los otros problemas ambientales de la cuenca, pese a que la cuenca del río Maule fue una de las más afectadas por el evento de 2023 en sus comunidades rurales y sector agrícolas. Las diferencias mayores se observaron en aquellos actores de origen gubernamental con más de 10 años en su institución, que lo posicionan como un problema de jerarquía moderada, pero en un nivel muy inferior a la sequía. Sobre la tendencia futura, hubo coincidencia que los problemas que más aumentarán se asocian a la sequía (4,4), conflictos por el agua (4,3) y a la disponibilidad de agua para riesgo y consumo humano (4,1). Sin embargo, las inundaciones fueron percibidas como una amenaza que permanecerá igual y donde los actores pueden contribuir muy poco para proponer o establecer soluciones.

Respecto a la percepción ciudadana de los habitantes del área urbana del río Chillán, la encuesta aplicada en 2021, mostró una percepción del riesgo baja en áreas que habían sido impactadas por las inundaciones en 2006 y con procesos de urbanización reciente. En este sentido Tripailaf (2022) detectó una correlación inversa entre los años de residencia y la percepción del riesgo, siendo más alta en habitantes con más de 20 años de residencia.

Adicionalmente el 59,4% de los encuestados indicó que no consultó al momento de construir, adquirir o arrendar su vivienda, sobre si esta se encontraba en una zona donde habían ocurrido inundaciones en el pasado.

Las inundaciones de 2023 dejaron sectores inundados producto de la crecida del río Chillán, que afectó a sectores con baja percepción del riesgo con viviendas construidas en los últimos 10 años en el periodo de megasequía, donde los ríos chilenos mostraron menor actividad geomorfológica con señales de estabilización (Pacheco et al., 2022). Sin embargo, la encuesta realizada en noviembre del año 2024 develó un cambio en la percepción de la comunidad, que ahora reconoce su área como altamente propensa a sufrir los efectos de una inundación, percepción que se acompaña con una alta confianza en las obras de protección de cauces realizadas por las autoridades para disminuir el riesgo futuro.

Instrumentos para la gestión del riesgo de inundación

Nivel regional

A nivel regional, ninguna de las regiones cuenta con un Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT) vigente, en elaboración o programado, disponiendo solo de prototipos antiguos que no se consideran en la toma de decisiones. Aunque existen Estrategias Regionales de Desarrollo (ERD) que reconocen la importancia de la gestión integrada de cuencas y la prevención de riesgos, ninguna aborda específicamente las inundaciones. Los Planes Regionales para la Reducción del Desastre (PRRD) incluyen superficialmente el riesgo de inundaciones entre eventos hidrometeorológicos, mientras que los Planes Regionales de Emergencia (PRE) reconocen las inundaciones como eventos que requieren protocolos de acción o mitigación, pero no cuentan con planes específicos para inundaciones, a diferencia de otros riesgos como tsunamis o incendios forestales. Esta situación refleja una baja prioridad otorgada a las inundaciones, coherente con la percepción de los actores clave.

Nivel intercomunal

En el marco de los instrumentos de planificación territorial normativos a nivel intercomunal, se analizaron los Planes reguladores Intercomunales (PRI) de la zona de estudio, existiendo sólo dos aprobados, uno en la cuenca del río Chillán que abarca las comunas de Chillán y Chillán Viejo y otro en la cuenca del río Maule que abarca la comuna de Colbún y la comuna externa a la cuenca, Machicura. El caso del PRI Colbún – Machicura es el único que identifica la inundación de forma específica, detallando la problemática de la zona en su respectiva ordenanza, mientras que en el PRI Chillán – Chillán Viejo la temática de inundación se abarca desde la perspectiva de protección de drenaje, señalando en su ordenanza que es una zona de protección y de riesgo. Sin embargo, Valdevenito (2018), detectó una subestimación de las áreas de riesgo en dicho instrumento.

Nivel comunal

Los Planes Reguladores Comunales (PRC) constituyen instrumentos clave para la planificación urbana, mostrando gráficamente aspectos como uso de suelo, zonificación, equipamiento y áreas prioritarias (MINVU, 2022). En la cuenca del río Maule, las cinco

comunas cuentan con PRC, aunque San Clemente es la única que no considera riesgos en su zonificación urbana. Si bien la mayoría no especifica nomenclatura para las zonas de riesgo, estas están identificadas en cartografías y ordenanzas como áreas restringidas al desarrollo urbano. Por otro lado, en la cuenca del río Chillán, las comunas de Chillán y Chillán Viejo incluyen zonificación de riesgo en sus PRC, diferenciando claramente entre riesgos por desbordes y anegamientos (Tabla 3). Esta diferenciación contrasta con la planificación en las comunas de la cuenca del Maule, que no distingue estos fenómenos. Cabe destacar que las zonificaciones actuales no se corresponden con mapas de amenaza estandarizados, situación que comienza a abordarse con la entrada en vigor de la Ley N°21.364, que establece la creación de mapas oficiales de amenaza para guiar la gestión del riesgo.

Tabla 3 - Zonificación vinculadas a riesgos socio ambientales en PRC

Comuna	Fecha	Zona	Definición	Escala
Colbún	05-02-2014	No especificado	Área de riesgo de inundación por proximidad a embalse	1:5000 y 1:7500
		No especificado	Área de riesgo de inundación por proximidad a estero	
Yerbas Buenas	11-12-2018	No especificado	Áreas de riesgo de inundación por proximidad de esteros o napas freática	1:5000
San Javier	07-11-2016	No especificado	Área de riesgo de inundación	1:5000
Maule	19-07-2019	AR1	Área inundable o potencialmente inundable	1:5000
Chillán	21-07-2016	No especificado	Área de riesgo de anegamiento	1:10000
		No especificado	Área de riesgo de inundación	
Chillán Viejo	20-08-2012	ZRID	Zona de riesgo de inundación por drenaje	1:10000
		No especificado	Área de riesgo de anegamiento	

El análisis de los Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO) de ambas cuencas reflejan que la gestión del riesgo socioambiental es un desafío pendiente. Si bien establecen acciones relacionadas con la creación de planes de gestión de riesgos, planes de contingencia y estrategias para la reducción del riesgo, estos carecen de una integración sistemática y no reconocen de forma apropiada el riesgo de inundación. Situación que podría estar vinculada con la baja percepción del riesgo de inundación por parte de los actores de ambas cuencas que caracterizó el periodo.

Por su parte la Planes de Emergencia Comunal (PEC) revela discrepancias significativas en su desarrollo y estado de implementación en las comunas que conforman las cuencas estudiadas. Aunque la Ley 21.364, obliga a todas las comunas a contar con un Comité Comunal para la Gestión del Riesgo de Desastres y a disponer de un PEC aprobado antes del 7 de agosto de 2023 (Ministerio del Interior de Chile, 2021), varios de estos instrumentos se encontraban en proceso de elaboración o reformulación a octubre de 2023. Pese a ello, cada municipio contaba con las herramientas legales para contar con dichos planes antes de la promulgación de la citada Ley.

De acuerdo con los datos recopilados (Tabla 3), de las 10 comunas analizadas, solo seis disponen de un PEC vigente al momento del análisis, lo que evidencia una brecha importante

en la planificación y preparación para la respuesta ante emergencias. Un segundo elemento relevante radica en el problema de acceso a la información, pues dichos PEC deberían contar con un acceso abierto y fácil a la comunidad usuaria de dicho documento. En tercer lugar, las recomendaciones emitidas en los planes son genéricas y en muchos no incluyen un listado de sectores potencialmente afectados y/o cartografías que puedan apoyar la toma de decisión. Por último, ninguna comuna posee un PEC específico por inundaciones, instrumento que ofrece la capacidad de mejorar la respuesta y preparación a ante una amenaza que se considere pueda tener un impacto relevante en el territorio.

Tabla 4 - Estado de Planes de Emergencia Comunal cuencas Maule, Chillán y Cautín

Cuenca	Comuna	Instrumento Planificación	Estado
Maule	Colbún	Plan de Emergencia Comunal	Vigente
	Yerbas Buenas	Plan de Emergencia Comunal	Vigente
	San Clemente	Plan de Emergencia Comunal	Sin información
		Plan Comunal Reducción de Riesgo de Desastres (2022-2025)	Vigente
	San Javier	Plan de Emergencia Comunal	Vigente
	Maule	Plan de Emergencia Comunal	Sin información
Chillán	San Ignacio	Plan de Emergencia Comunal 2019	Vigente
	Pinto	Plan de Emergencia comunal 2023	En elaboración
	Coihueco	Plan Comunal de Protección Civil y Emergencias	Vigente
	Chillán	Plan de Emergencia Comunal	En reformatión
	Chillán Viejo	Plan de Emergencia comunal 2023	En elaboración

4. CONCLUSIONES

En primer lugar, la megasequía que afectó a Chile central pudo haber inducido un "efecto olvido", alterando la percepción del riesgo de inundación previo a los eventos extremos de 2023. Se observó que la disminución sostenida de las precipitaciones entre 2006 y 2023 generó una falsa sensación de estabilidad hidrogeomorfológica, lo que llevó a comunidades y tomadores de decisiones a subestimar el riesgo de crecidas extremas. Esta percepción errónea se reflejó en la baja priorización de las inundaciones en los instrumentos de planificación territorial y en la ausencia de medidas preventivas específicas en los Planes de Emergencia Comunal.

En segundo lugar, la ocupación habitacional de zonas inundables aumentó durante la megasequía. Los datos de percepción del riesgo indican que la urbanización reciente en sectores afectados por la inundación de 2023 estuvo marcada por una baja conciencia del peligro, en contraste con comunidades de mayor antigüedad de residencia. En efecto, esto refuerza el planteamiento de que el efecto dique no solo está relacionado con la existencia de infraestructura hidráulica, sino también con cambios amenazas prolongadas, como una larga sequía, que modifican la percepción social del riesgo y los patrones de ocupación del territorio, configurando una condición natural del efecto dique.

Por último, la gestión del riesgo de desastres en Chile central presenta importantes deficiencias en términos de preparación y planificación. Si bien la Ley 21.364 establece lineamientos para la prevención de desastres, su implementación ha sido gradual y con recursos limitados. La ausencia de un enfoque integrado que considere la variabilidad

climática, hidrológica y la percepción del riesgo limita la capacidad de adaptación de las comunidades y aumenta su vulnerabilidad. En este contexto, se requiere fortalecer la integración del riesgo de inundaciones en los instrumentos de gestión del riesgo de desastre y promover estrategias educativas que reduzcan el efecto dique en futuros escenarios hidrológicos extremos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile (ANID) a través del proyecto Anillo ATE220021 "Cambio climático y la sociohidrología de las inundaciones", y a los proyectos Fondecyt ANID Regular N°1212032 y N°1252078

REFERENCIAS

Ansari, A., Mejía, A., y Cibir, R. 2024. Flood teleconnections from levees undermine disaster resilience. *Npj Natural Hazards*, 1, 2.

Conaf. 2018. Usos de suelo regiones O'Higgins, Maule, Ñuble y Bío-Bío (Formato Digital SHP). Santiago, Chile.

Fang, J., Kong, F., Fang, J., y Zhao, L. 2018. Observed changes in hydrological extremes and flood disaster in Yangtze River Basin: spatial-temporal variability and climate change impacts. *Natural Hazards*, 93(1), 89-107.

Garreaud, R. 2013. Warm winter storms in Central Chile. *Journal of Hydrometeorology*, 14(5), 1515-1534. <https://doi.org/10.1175/jhm-d-12-0135.1>

Garreaud, R. 2023a. Análisis (CR)2 | Vuelven los gigantes: un análisis preliminar de la tormenta ocurrida entre el 21 y 26 de junio de 2023 en Chile central. Recuperado de <https://www.cr2.cl/analisis-cr2-vuelven-los-gigantes-un-analisis-preliminar-de-la-tormenta-ocurrida-entre-el-21-y-26-de-junio-de-2023-en-chile-central/>

Instituto Nacional de Estadística (INE). 2017. Censo de Población y Vivienda. Santiago, Chile.

Matanó, A., Berghuijs, W., Mazzoleni, M., Philip, M., y Van Loon, A. 2024. Compound and consecutive drought-flood events. *Environmental Research Letters*, 19, 13 pp.

Niemeyer, H., y Cereceda, P. 1984. Hidrografía de Chile. Colección de Geografía de Chile. Santiago, Instituto Geográfico Militar, 320 pp.

Pacheco, F., Rojas, O., Hernández, E., y Caamaño, D. 2022. Effects on fluvial geomorphology and vegetation cover following hydroelectric power plant operation: A case study in the Maule River (Chile). *Water*, 14, 1673. <https://doi.org/10.3390/w14111673>

Rojas, O., Mardones, M., Arumí, J., y Aguayo, M. 2014. Una revisión de inundaciones fluviales en Chile, período 1574–2012: causas, recurrencia y efectos geográficos. *Revista de Geografía Norte Grande*, 57, 177-192. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022014000100012>

Rojas, O., y Martínez, C. 2011. Riesgos naturales: evolución y modelos conceptuales. *Revista Universitaria de Geografía*, 20, 83-116.

Tripailaf, R. (2022). Gestión del riesgo de inundaciones en el área urbana del Río Chillán. *Habilitación profesional para optar al título de Ingeniero Ambiental*. Universidad de Concepción, 92pp.

Santoro, S., Lovreglio, R., Totaro, V., Camarda, D., Iacobellis, V., y Fratino, U. 2023. Community risk perception for flood management: A structural equation modelling approach. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 97, 104012.

United Nations. 2017. *Habitat III Regional Report - Latin America and The Caribbean*. Nueva York.

Vicuña, S., Gironás, J., Meza, F. J., Cruzat, M. L., Jelinek, M., Bustos, E., Poblete, D., y Bambach, N. 2013. Exploring possible connections between hydrological extreme events and climate change in central south Chile. *Hydrological Sciences Journal*, 58(8), 1598-1619. <https://doi.org/10.1080/02626667.2013.840380>

Veloso, C., Flores, E., Noguera, E., Faúndez, R., Arriagada, P., Rojas, O., Carrasco, J. A., y Link, O. 2022. Preparedness against floods in nearly pristine socio-hydrological systems. *Hydrological Sciences Journal*, 67(1), 1-14. <https://doi.org/10.1080/02626667.2021.2023156>