



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE POSTGRADO

**ACCIONES DE TRANSFORMACIÓN ANTE LOS IMPACTOS DEL
CAMBIO CLIMÁTICO DE LLUVIAS EXTREMAS Y SEQUÍA:
*REVISIÓN SISTEMÁTICA 2018-2022***

AFE para optar al Título Profesional de Ingeniera Agrónoma y al Grado de
Magíster en Gestión Territorial de Recursos Naturales

VALENTINA GIANNINA BIENTINESI DÍAZ

Directora de AFE
Paulina Paz Aldunce Ide

Co director de AFE
Rodrigo Fuster Gómez

Profesores consejeros
Gerardo Ubilla Bravo
Manuel Paneque Corrales

Colaboradora
Fernanda Haverbeck Flores
Carmen Paz Castro Correa

SANTIAGO - CHILE
2024

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO

ACCIONES DE TRANSFORMACIÓN ANTE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO
CLIMÁTICO DE LLUVIAS EXTREMAS Y SEQUÍA:
REVISIÓN SISTEMÁTICA 2018-2022

AFE presentada como parte de los requisitos para optar al Título Profesional de
Ingeniera Agrónoma y al Grado de Magíster en Gestión Territorial de Recursos Naturales.

VALENTINA GIANNINA BIENTINESI DÍAZ

	Calificaciones
DIRECTORA DE AFE	
Paulina Paz Aldunce Ide	5.6
Ingeniera Agrónoma, M. Sc., Ph. D.	
CO DIRECTOR DE AFE	
Rodrigo Fuster Gómez	5.7
Ingeniero Agrónomo, M. Sc., Ph. D.	
PROFESORES/AS CONSEJEROS/AS	
Gerardo Ubilla Bravo	5.9
Geógrafo, M. Sc., Ph. D.	
Manuel Paneque Corrales	5.9
Bioquímico, M. Sc., Ph. D.	

Santiago, Chile
2024

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

En primer lugar, agradezco a mis padres, Dilma y Ranieri, a mis hermanos Cary e Italo y a mi tío Amador por ser incondicionales y estar en todo conmigo siempre, por apoyarme en todo lo que me hace bien, por la diversión que sabemos buscar, por el amor, por la inagotable paciencia, por todas sus enseñanzas, pero también por todas las exigencias a ser bondadosa, empática, crítica, justa, amorosa, generosa y feliz.

A todos quienes me han compartido su tiempo, sus visiones y hemos podido discutir de la vida, de los problemas, de la pobreza, del amor, de los desafíos, de la injusticia, de la felicidad, de la tristeza, de la izquierda o de la derecha, entre otras cosas, gracias. Agradezco descubrir sus opiniones honestas, auténticas a todos ustedes, tíos, tías, amigos, amigas, primas, primos, al barrio, a la feria y a las micros por su puesto, porque no todos los testimonios son hablados.

Gracias a la señorita Jeannette Pizá que siempre me brindó su tiempo y nunca me negó su ayuda para guiarme y apoyarme en mi paso por la universidad.

Gracias a la profesora Paulina Aldunce por ser una referente, por visibilizar a las mujeres científicas, a las mujeres docentes, por su motivación y convicciones para acercar la academia a las comunidades y por su lucha por la justicia climática.

Gracias a la académica Fernanda Flores-Haverbeck que junto a la profesora Paulina, me entregaron todo su apoyo y paciencia, gracias por compartirme todo lo que necesitaba para hacer este trabajo final.

Fuente de Financiamiento

Esta investigación cuenta con el financiamiento de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) a través del proyecto FONDECYT N° 1220937: “Transforming adaptation to drought and extreme precipitation in a changing climate: Chañaral and Aconcagua Valley, Chile” (2022-2024) a cargo de la Ing. Agr., M. Sc., Ph. D. Paulina Paz Aldunce Ide.

ÍNDICE

I.	RESUMEN.....	6
II.	ABSTRACT.....	7
III.	INTRODUCCIÓN	8
IV.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	10
	Cambio Climático.....	10
	Impactos del Cambio Climático	11
	Sequía en el mundo y en Chile	11
	Lluvias extremas en el mundo y en Chile	13
	Adaptación.....	15
	Transformación	15
	Dominios de la transformación.	16
	Trayectoria de la transformación.	16
V.	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	18
VI.	OBJETIVOS	18
	Objetivo general	18
	Objetivos Específicos	18
VII.	MATERIALES Y MÉTODOS	19
	Revisión sistemática	19
	Procedimiento y parámetros de la búsqueda bibliográfica inicial.	19
	Criterios de elegibilidad, exclusión y revisión de documentos.....	20
	Selección de documentos.	22
	Análisis.....	22
	Procedimiento de análisis y libro de códigos.....	23
	Método de reporte: Base de datos de acciones de transformación.....	26
VIII.	RESULTADOS.....	27
	Identificación de artículos científicos.....	27
	Identificación de acciones de transformación	29
	Caracterización y análisis de acciones de transformación	30
	Participación de actores en las acciones de transformación.....	32
	Instrumentos y sectores de las acciones de transformación.....	37
	Escala, territorios, población influenciada y países de las acciones de transformación.....	39
	Trayectorias, dominios y planificación de las acciones de transformación	41
	Tipo de respuesta al cambio climático, tipo de impacto y año de inicio de la acción de transformación.....	43
IX.	DISCUSIÓN	46
	Transformación como estrategia urgente	46
	Participación, colaboración y gobernanza.....	47
	Influencia de las acciones en sectores específicos	47

Limitaciones y futuras direcciones de investigación.....	49
X. CONCLUSIONES	50
XI. LITERATURA CITADA.....	51
XII. ANEXOS Y/O APÉNDICES.....	63
APÉNDICE 1	63
APÉNDICE 2	70

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Criterios de elegibilidad	20
Cuadro 2. Términos de búsqueda y posibles variaciones	21
Cuadro 3. Libro de códigos ordenados según sus respectivas categorías, subcategorías y códigos.	23
Cuadro 4. Identificación de artículos científicos seleccionados.	27
Cuadro 5. Acciones de transformación identificadas para enfrentar lluvias extremas y sequías.	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujo de información según las diferentes fases de una revisión sistemática.....	20
Figura 2. Participación de entidades según tipo de actor que origina la acción.....	33
Figura 3. Participación según tipo de actor de la Sociedad Civil que origina la acción.	34
Figura 4. Participación según tipo de actor que implementa la acción.	35
Figura 5. Participación según tipo de actor de la sociedad civil que implementa la acción.	36
Figura 6. Instrumentos empleados en las acciones de transformación.	38
Figura 7. Sectores o Sistemas identificados en las acciones de transformación.	39
Figura 8. Escalas identificadas en las acciones de transformación.	40
Figura 9. Distribución geográfica de las acciones de transformación registradas según continentes.....	41
Figura 10. Trayectorias registradas en las acciones de transformación.	42
Figura 11. Dominios registrados en las acciones de transformación	42
Figura 12. Planificación de las acciones de transformación revisadas.	43
Figura 13. Tipos de respuesta al cambio climático de las acciones de transformación revisadas.....	44
Figura 14. Tipo de impactos identificados en las acciones de transformación registradas...44	
Figura 15. Años de inicio o puesta en marcha que registran las acciones de transformación estudiadas.	45

I. RESUMEN

Sistemas humanos y naturales están bajo amenaza debido al cambio climático y el aumento de frecuencia y magnitud de fenómenos climáticos extremos que trae consigo. Implementar la adaptación incremental para enfrentar estos impactos ya no resulta suficiente tornándose urgentes las acciones de transformación, sin embargo, la naturaleza y predictibilidad de estas acciones continúa generando interrogantes.

El objetivo de esta investigación es contribuir a futuros procesos de diseño e implementación de acciones de transformación para enfrentar sequías y lluvias extremas. Mediante la metodología de revisión sistemática de la literatura científica publicada entre los años 2018-2022, fueron identificados y seleccionados 15 artículos científicos de las bases de datos Scopus y WoS. Los resultados obtenidos muestran la caracterización de 25 acciones de transformación que luego fueron sometidas a la metodología de análisis de contenido para obtener antecedentes objetivos e imparciales.

Los principales hallazgos, evidencian cambios profundos al enfrentar impactos del cambio climático con acciones de transformación y, se discutieron los desafíos sociales que involucraron. Considerando lo drástico de las acciones analizadas, se concluye con la urgencia de instar a la sensibilización y educación respecto al cambio climático para proteger los sistemas, visibilizar la necesidad de estas medidas radicales y lograr integrarlas a tiempo.

Palabras clave: Adaptación transformacional, precipitación extrema, sequía, crisis climática, metodología PRISMA.

II. ABSTRACT

Climate change threatens human and natural systems with the increase in frequency and magnitude of climatic phenomena such as droughts and extreme rainfall. Although incremental adaptation has been implemented to cope with its impacts, it is no longer sufficient to contain these phenomena and transformational actions are urgently needed, however, the nature and predictability of these actions continue to raise questions.

The objective of this research is to contribute background information for the understanding and future design and implementation processes of transformative actions. Using the methodology of systematic review of scientific literature published between 2018-2022, 15 scientific articles were identified and selected from the Scopus and WoS databases. The results obtained show the registration and characterization of 25 transformation actions that, in addition, were subjected to the content analysis methodology to obtain objective and impartial background information.

Among the main findings, profound changes were observed when facing climate change impacts with transformation actions, and the social challenges identified at the normative, value, functional and structural levels were discussed. Considering the radical nature of the actions analyzed, it was concluded that there is an urgent need for awareness raising and education on climate change in order to protect systems, to make the need for these radical measures visible and to integrate them in time.

Keywords: Transformational adaptation, heavy precipitation, droughts, climate change, PRISMA methodology

III. INTRODUCCIÓN

Debido a que el cambio climático es considerado uno de los mayores desafíos que se enfrenta en la actualidad es que, tanto ecosistemas, comunidades humanas e individuos alrededor del mundo, se han visto obligados a emplear respuestas para lograr adaptarse y sobrellevar el cambio climático y sus impactos (Salgado y Aldunce, 2020). Éstos, afectan en forma negativa a las comunidades humanas ya que aumenta la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2022).

El año 2015, durante la 21^a Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático, surge el Acuerdo de París, tratado internacional adoptado por 196 países donde fueron establecidas iniciativas internacionales para contener los impactos del cambio climático. Éstas, buscan contener el aumento de temperatura global en 1,5°C y evitar que se alcancen los 2°C de incremento a fin de siglo (Naciones Unidas, 2016). Lo anterior debido a que los impactos del cambio climático serán irreversibles conforme la temperatura global aumente 1,5°C, acrecentando el riesgo de los sistemas naturales y humanos (Allen *et al.*, 2018) Este aumento de la temperatura global es conocido como calentamiento global y es causante de alterar el ciclo hidrológico provocando mayor frecuencia e intensidad de los fenómenos como inundaciones, tormentas, sequía y lluvias extremas en múltiples regiones del planeta (UNESCO, 2020a).

El presente estudio tiene foco en los últimos dos fenómenos mencionados: sequía y lluvias extremas junto a los procesos de transformación asociados. De acuerdo con el glosario del 6to Reporte de Evaluación [AR en adelante, por sus siglas en inglés] del Grupo de Trabajo [WG en adelante, por sus siglas en inglés] II (IPCC, 2022), la sequía es un fenómeno climático extremo que responde a un periodo excepcional de escasez de agua para la población humana y los ecosistemas con impactos percibidos a largo plazo. Se estima que para 2050, los eventos de sequía afecten a más del 75% de la población mundial (Thiaw, 2022). Respecto a las lluvias extremas, estas responden a un evento de precipitación de muy alta magnitud con una ocurrencia anómala en un lugar particular (Douville *et al.*, 2021), con impactos a corto plazo como aluviones e inundaciones por aumento de caudales máximos durante un evento extremo de lluvia (Chen *et al.*, 2021).

De acuerdo con Marín *et al.* (2021), es el factor hidrometeorológico el desencadenante principal de remociones en masas a propósito de lluvias extremas, caída de nieve, deshielo y altos valores de isoterma, que acumulan 615 víctimas fatales en los últimos 92 años en Chile. Los registros de lluvias extremas promedian 1 evento en 10 años durante el período 1850 y 1900; hoy, con un aumento de 1 °C tenemos 1,3 eventos cada 10 años y, 6,7% de mayor intensidad mientras se proyecta que, con aumentos de 2°C y 4°C tendremos 14% y 30,2% de más intensidad y, 1,7 y 2,7 eventos en 10 años, respectivamente (IPCC, 2021). Frente al escenario descrito y considerando la potencial agudización del riesgo, las sociedades del mundo han debido desarrollar respuestas y tendrán que continuar haciéndolo (Aldunce *et al.*, 2021), lo que se conoce como adaptación. La definición utilizada en esta investigación para el estudio de la adaptación es la que adopta el Panel Intergubernamental de Expertos sobre

el cambio climático [IPCC por sus siglas en inglés, en adelante] describiendo adaptación, de acuerdo con el glosario del 6to AR WG II (2022):

Proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos (IPCC, 2022, p.2).

De acuerdo con Aldunce *et al.* (2021), la adaptación presenta barreras para su desarrollo y este punto en el proceso se denomina límite a la adaptación y es definido como:

Punto en el que los objetivos de un agente o las necesidades de un sistema no pueden asegurarse frente a los riesgos, mediante la implementación de acciones de adaptación (adaptado de IPCC 1,5, 2018),.

Este límite permite distinguir dos tipos de adaptación, incremental y transformacional y, determina la necesidad de acciones de transformación (Aldunce *et al.*, 2021). En adelante, se utilizará el término **adaptación** para hacer referencia la adaptación incremental y, **transformación**, para referirnos a la adaptación transformacional adoptando la conceptualización que emplea el IPCC. El límite a la adaptación puede ser caracterizado por el abrupto de su ocación: estricto en los casos donde no existen acciones de adaptación posibles para evitar riesgos intolerables y, suave en los casos donde no se dispone o no están al alcance, las acciones de adaptación que permiten evitar riesgos intolerables (Aldunce *et al.*, 2021). En ambos casos, se torna inminente el empleo de acciones de transformación que aborden los impactos de mayor magnitud registrados en los territorios a causa del incremento de frecuencia e intensidad (Birkmann *et al.*, 2022). Basado en lo anterior, entendemos que adaptación y transformación conducen cambios que constituyen un proceso de ajuste sufrido por un sistema para enfrentar la variabilidad climática a fin de resguardar sus componentes. Diferenciar estos dos procesos requiere identificar el o los sistemas involucrados y la profundidad de los cambios empleados ya que dicha profundidad es relativa a los fundamentos del sistema y al desafío que se enfrenta.

La importancia de esta investigación es conocer y analizar las acciones de transformación registradas en el mundo a través de la literatura científica, entre los años 2018 y 2022 con el propósito de profundizar el conocimiento de la transformación. Para ello, se analizaron las subcategorías descritas por Aldunce *et al.* (2021), en la base de datos de acciones de transformación del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2 en adelante). Las subcategorías analizadas fueron, de participación de actores involucrados, tanto en originar como en implementar las acciones, el tipo de respuesta al cambio climático, la trayectoria resultante, la planificación de la acción, el instrumento que emplea la acción, el sector donde se implementa, los dominios, el tipo de impacto, la población influenciada, el año de inicio de la acción, la ubicación geográfica, la escala de la acción y una breve caracterización del territorio para cada acción registrada. Los resultados complementarán los registros de acciones de transformación construidos por Aldunce *et al.* (2021) en la base de datos del CR2, fortaleciendo la información sobre acciones de transformación para enfrentar sequía y lluvias extremas, con el propósito de robustecer los antecedentes al momento de entregar recomendaciones para el diseño de acciones de transformación.

IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Cambio Climático

Como el mayor desafío que la humanidad está enfrentando, los impactos del cambio climático condicionan que, tanto sistemas naturales como humanos alrededor del mundo, deban emplear respuestas para adaptarse (Salgado y Aldunce, 2020). En esta línea, diversos sistemas humanos y naturales han debido enfrentar la variabilidad del clima actual que incluye el aumento de la ocurrencia e intensidad de eventos climáticos extremos manteniendo sistemas al borde del límite suave de la adaptación a causa de las dificultades que implica enfrentar estos impactos del (Dow *et al.*, 2013).

El clima es definido como una descripción estadística del estado del sistema climático y para su definición se requieren observaciones de los promedios y la variabilidad de sus indicadores (temperatura, viento y precipitaciones) en un período de al menos 30 años (IPCC, 2021a). El estado de este sistema climático es resultado de la interacción entre las esferas que componen el planeta: hidrósfera, biósfera, litósfera, atmósfera y criósfera; lo que explica que sus alteraciones afecten en forma global (Chen *et al.*, 2021).

De acuerdo con el 6to AR WG II del IPCC (2022), el cambio climático ha tenido efectos adversos y directos sobre los sistemas naturales y humanos. Esto, producto de aquellas alteraciones registradas en los patrones de eventos climáticos que presentan características físicas más intensas (Eyring *et al.*, 2021). Las alteraciones registradas reflejan un aumento en la intensidad y frecuencia de eventos climáticos extremos conforme ha aumentado la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera y con ello, la temperatura global (Chen *et al.*, 2021).

Las alteraciones del sistema climático pueden tener orígenes naturales como son las erupciones volcánicas y variaciones solares, las cuales, por sus emisiones, modifican la dinámica interna y las interacciones entre las esferas del planeta (Gulev *et al.*, 2021), sin embargo, estas causales y su ocurrencia no responden a la escala con que el actual cambio climático se está desarrollando (Lee *et al.*, 2022). Los registros del comportamiento climático y la composición atmosférica (concentración de CO₂ en la atmósfera) no coinciden si no entre 5 y 2 millones de años atrás atribuible a una actividad volcánica y solar intensa (Foster *et al.*, 2017). La variación que hoy presenta el sistema climático se atribuye a la actividad humana dado que desde 1950 se inicia un período denominado La Gran Aceleración, que comprende, de acuerdo con algunos científicos, el proceso de incremento exponencial de los indicadores con efecto catalizador del cambio climático (Ortiz, 2015). En este contexto, se identifican las actividades dependientes de la quema de combustibles fósiles y el cambio de uso de suelo como las principales causas del aumento de dichos indicadores y éstos son precursores del aumento de la temperatura global (Canadell *et al.*, 2021).

En este contexto, surge el Acuerdo de París, tratado internacional adoptado por 196 países durante la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático n°21 el año 2015 en París, donde se establecen iniciativas internacionales

para contener el aumento de la temperatura global hasta los 1,5°C y evitar, mediante diversas estrategias, que se alcancen los 2°C de aumento en la temperatura global a fin de siglo (Naciones Unidas, 2016). Los impactos asociados a un calentamiento global igual o superior a 1,5°C serán irreversibles y conforme aumente, aumentarán los riesgos para los sistemas naturales y las sociedades del mundo (IPCC, 2022, 28 de febrero).

Impactos del Cambio Climático

De acuerdo con los antecedentes, los impactos del cambio climático afectan en forma negativa los sistemas (Parmesan *et al.*, 2022). Como fue mencionado anteriormente, el calentamiento global o aumento de la temperatura global es uno de los impactos del cambio climático (Chen *et al.*, 2021). Este calentamiento global altera el ciclo hidrológico desencadenando más frecuente e intensamente fenómenos climáticos asociados a este ciclo (UNESCO, 2020a). La ocurrencia de estos fenómenos en un territorio, está determinada por el estado y la interacción de los componentes del sistema climático presentes en una región, es decir, de acuerdo a la latitud y las condiciones climáticas asociadas, se pueden proyectar escenarios propicios para el aumento de frecuencia e intensidad de lluvias o para su disminución, por ejemplo, en latitudes altas se proyecta que aumenten los eventos de lluvias extremas mientras que en regiones subtropicales, aumenten los eventos de sequía (Gulev *et al.*, 2021).

El Instituto de la Universidad de las Naciones Unidas para el Agua, el Medio Ambiente y la Salud de la UNESCO (UNU por sus siglas en inglés, en adelante) señala que los costos económicos de los desastres asociados al agua durante el período 2001 a 2018, alcanzan los 1.739,3 miles de millones US\$ a nivel mundial. Los decesos asociados a los mismos eventos alcanzaron las 326.514 muertes (UNESCO, 2020b).

Estos antecedentes conducen a prestar mayor atención a los eventos climáticos de lluvias extremas y sequía en busca de prever los desastres que desencadenan y formular adaptaciones efectivas ante éstos.

Sequía en el mundo y en Chile

Los eventos de sequía pueden caracterizarse por su duración, por el estado de los cuerpos de agua dulce, por los efectos en cultivos, por los efectos en funciones ecosistémica o bien, meteorológicamente como una anomalía respecto al patrón (IPCC, 2022).

Pese a que sus impactos son silenciosos y paulatinos, el 60% de las muertes causadas por eventos meteorológicos extremos en el mundo, está asociado a sequías mientras que las pérdidas económicas alcanzan los 124 mil millones US\$ a nivel mundial (Rivera *et al.*, 2022).

En el 6to AR del WG II, el IPCC (2022), se entrega un listado de eventos severos de sequía ocurridos entre los años 2013 a 2020 señalando los impactos y la influencia del cambio climático antropogénico. A continuación, se mencionan algunos de ellos:

- En Brasil, el año 2015, las reservas de aguas disminuyeron al 5% de su capacidad, inhabilitando el abastecimiento de 3,5 millones de personas y otros servicios (IPCC, 2022).
- En el este de África, la sequía del año 2017 fue tan extensa, temporal y geográficamente, que la inseguridad alimentaria de la región llegó a niveles extremos cercanos a la hambruna (IPCC, 2022).
- Durante los años 2013 y 2014, la cuenca del mar de Aral en Oriente Medio se secó por primera vez en la historia moderna. La sequía en el Medio Oriente y el centro sur de Asia se asocia a las altas temperaturas de la superficie del nivel del mar, Pacífico Occidental, las cuales muestran una fuerte tendencia al calentamiento (IPCC, 2022).

En Chile, los eventos de sequía del siglo XX duraron entre uno y dos años y, en tres ocasiones, provocaron una disminución de agua disponible igual o superior al 50% para las comunidades y los ecosistemas impulsando la creación de subsidios agrícolas y la construcción de embalses entre otras medidas (CR2, 2015).

Desde la región de Coquimbo hasta la región de La Araucanía, se enfrenta una sequía ininterrumpida, entre los años 2010 y 2022, con un déficit de precipitaciones entre el 20 y 40% (Garreaud *et al.*, 2020), afectando el territorio ininterrumpidamente coincidiendo con la década más cálida de los últimos 100 años lo que exacerba sus impactos y le confiere la denominación de mega sequía (Garreaud *et al.*, 2020).

Entre los impactos que la sequía ha significado en Chile se destaca:

- En la región de Coquimbo, la disminución del volumen del embalse La Paloma y el nivel freático del pozo Alfalfares que se encuentra en su mínimo histórico hace más de tres años (CR2, 2015).
- El nivel de acumulación nival o isoterma se ha elevado generando menor acumulación de nieve durante el invierno y reducidos caudales máximos en época de deshielos (CR2, 2015).
- Además, el incremento de los incendios forestales de más de 200 hectáreas o de gran magnitud, ha aumentado un 27% en el territorio afectado por la mega sequía (CR2, 2015).
- También significan amenazas actuales y futuras en cuencas donde históricamente habían prevalecido las condiciones húmedas, sin embargo, la mega sequía que afecta la zona centro norte de Chile ha extendido sus impactos a la zona sur (DGA, 2020), siendo los principales efectos adversos la falta del recurso para el consumo humano

y las pérdidas agrícolas en la cuenca del Río Bueno, región de Los Lagos (Jerez, 2021).

Considerando que el agua es vital ya sea en forma de consumo directo o bien, como componente fundamental de los ecosistemas, se puede converger en que los impactos de una potencial sequía resultarían catastróficos para el territorio o comunidad impactada.

Lluvias extremas en el mundo y en Chile

Aunque pueden ser diferenciados por su duración, todo evento de lluvia extrema es de gran intensidad, es decir, los niveles de agua caída, en un evento y lugar determinado, alcanzan y pueden superar umbrales de máximos anuales desde el percentil 95° (Douville *et al.*, 2021).

A nivel global y, según el 6to AR WG I (2021), se afirma que, de las observaciones realizadas desde 1950 en zonas propensas a las lluvias extremas, 19 de 27, excluyendo aquellas con limitaciones de datos, muestran aumentos de intensidad y frecuencia respecto a los registros históricos (Douville *et al.*, 2021).

Son descritos eventos de alta severidad en el 6to AR del WG II (2022), en términos de los impactos y la relación con el cambio climático antropogénico. A continuación, algunos de ellos:

- En el año 2021, en el territorio que abarca a Alemania, Bélgica, Luxemburgo y algunos otros países vecinos, hubo un aumento de intensidad de lluvia entre un 3% y un 19% lo que desencadenó un incremento del factor de probabilidad de un evento desastroso de un 1,2 a 9. Al menos 222 muertes como resultado, además, daños en infraestructura de transporte, vivienda, comunicaciones, negocios y medios de subsistencia. Las variaciones climáticas aumentaron su probabilidad (IPCC, 2022).
- El mismo año, en Japón, inundaciones y deslizamientos de tierra dejaron 237 muertes y más de 6.000 edificios destruidos. El cambio climático aumentó la probabilidad en un 7% el incremento en la totalidad de las lluvias registradas (IPCC, 2022).
- El año 2017, en Perú, inundaciones y deslizamientos de tierra generalizados, afectaron a 1,7 millones de personas dejando 177 fallecidos y daños estimados en 3,1 billones US\$. Se le imputa al cambio climático antropogénico un aumento de 1,5 veces la probabilidad de ocurrencia a este evento (IPCC, 2022).
- El mismo año en Uruguay las lluvias extremas provocaron el desplazamiento de más de 3.500 personas. En Brasil, el mismo fenómeno, significó una pérdida económica de 102 millones US\$. Se estima que, en este caso, el cambio climático incrementó entre 2 a 5 veces su probabilidad (IPCC, 2022).

- Por último, el 2016 en Wuhan, China, 237 muertes, 93 personas desaparecidas y 22 billones de US\$ en daños por una lluvia extrema que, debido al cambio climático antropogénico, aumentó en 60% el riesgo (IPCC, 2022).

En Chile, el Ministerio del Medio Ambiente (MMA en adelante), registra en el Quinto Informe del Estado del Medio Ambiente (IEMA, en adelante) (2020), como fenómenos hidrometeorológicos todos aquellos eventos extremos vinculados al ciclo hidrológico.

Existen 52 registros de lluvias extremas en 90 años, 1928 a 2017, situados desde el extremo sur del país hasta el norte grande y se concentran en las regiones de Antofagasta, Atacama, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Los Lagos (Naranjo, 2018).

Entre el año 1960 y 1991 se registran 16 inundaciones catastróficas en Chile relacionadas a lluvias extremas; el 63% afecta la zona centro del país donde se concentra un 73% de la población nacional (Rojas *et al.*, 2014).

Durante los eventos extremos ocurridos en los años 1965, 1991 y 2015 se perdió la mayor cantidad de vidas, 249, 102 y 87 personas, aproximada y respectivamente (Naranjo, 2018).

De acuerdo con el estudio realizado por Naranjo (2018) se puede confirmar el incremento de frecuencia de las lluvias extremas en Chile considerando un aumento de casi 3 veces para un mismo período de tiempo.

- Entre 1928 y 1965 se registran 12 eventos extremos con 463 decesos asociados a remociones en masa.
- Mientras, en el período entre 1966 y 1978 no se registran eventos con víctimas fatales,
- Pero, entre 1979 y 2017, periodo de 38 años más recientes, se han declarado 40 eventos extremos con hasta 547 decesos fatales.

Considerando lo anterior, podemos evidenciar la información entregada por el IPCC en el 6AR (2022), donde proyectan que los fenómenos climáticos extremos aumentarían en intensidad y frecuencia a causa de los impactos del cambio climático.

Según lo revisado respecto al cambio climático, sus impactos y las pérdidas asociadas, podemos entender la necesidad de prepararse ante estos fenómenos extremos ya que, como se expuso en los casos anteriores, tienen impactos negativos en la economía y demografía de un territorio. Además, en términos de biodiversidad y conservación ecológica, tener estrategias para amortiguar los impactos de eventos extremos puede marcar la diferencia respecto a conservación de especies de flora y fauna endémicas por ejemplo (Walker *et al.*, 2020; Nogueira *et al.*, 2018).

Por ello es urgente explorar y evaluar las estrategias registradas a fin de obtener un análisis que contribuya en el diseño de propuestas futuras para enfrentar los inminentes impactos del cambio climático y prevenir desastres.

Adaptación

La adaptación está definida, para los sistemas humanos, como el proceso de ajuste, al clima, real o esperado, y sus efectos, que ocurre en busca de moderar el daño o aprovechar las oportunidades de beneficio, mientras que, para los sistemas naturales se define como el proceso de ajuste al clima real y sus efectos, donde la intervención humana podría facilitar el proceso (IPCC, 2022a).

Los análisis de la literatura muestran que la mayoría de las respuestas implementadas han sido adaptativas (Aldunce *et al.*, 2016). Y, ante la velocidad sin precedentes con que están ocurriendo los cambios es urgente complementarlas con acciones para la transformación (Aldunce, 2019).

Transformación

La transformación, consiste en cambios profundos en las bases del sistema, al punto de generar uno nuevo con fundamentos distintos a los del sistema inicial; estos cambios profundos son muchas veces irreversibles (Cooley *et al.*, 2022).

Adaptación y transformación no son excluyentes y pueden ser complementarios, sin embargo, tras el límite a la adaptación el sistema no logra protegerse con acciones de adaptación ante tales impactos y se torna urgente la transformación (Aldunce *et al.*, 2021).

Entendiendo que estos dos conceptos son procesos, se han definido sus opciones de implementación las cuales se describen, para la adaptación, como conjunto de estrategias, prácticas y acciones disponibles y adecuadas para poder enfrentar los requerimientos de la adaptación (Aldunce *et al.*, 2021). Estas medidas pueden ser diversas y se pueden clasificar como estructurales, ecológicas o de comportamiento (Aldunce *et al.*, 2021).

Las opciones de implementación para la transformación están definidas como conjunto de estrategias prácticas y acciones que involucran una innovación o cambio profundo disponible en un contexto distinto, que no es asequible o que en general no está registrado (Aldunce *et al.*, 2021).

Esta investigación considerará por aspectos fundamentales de un sistema a aquellos que lo definen y sustentan y, de acuerdo con el 6to AR WG II (IPCC, 2022), estos serían: las prácticas y los mecanismos de reproducción de la vida, las actividades económicas y culturales y, los valores y formas de habitar el territorio.

Por ende, se identificarán como procesos de transformación aquellas acciones de transformación que tengan implicancia en la forma de pensar o de tomar decisiones, en los mecanismos o estrategias para la gobernanza, en las acciones materiales que modifiquen el

entorno, en el comportamiento o expresiones culturales, en las estructuras de poder, en la infraestructura, en la gestión de los recursos naturales, en la forma en que se produce o utiliza la energía o en las actividades productivas, todos aspectos contenidos en los medios de vida.

Para todos los atributos mencionados, se debe señalar que al abordarse uno por una acción de transformación, ésta tendrá impacto en uno o más atributos dado el carácter de red que soporta los sistemas; además, su intensidad y características del impacto estarán definidas por la naturaleza y estado del sistema (IPCC 1.5, 2018; Fazey et al, 2018; Pelling, 2010 citado en Aldunce *et al.*, 2021).

Dominios de la transformación

En este estudio se identificaron los tipos de transformación en base a la tipología de dominios de la transformación. Esta tipología clasifica la acción de transformación agrupando las acciones en cuatro dominios que guardan relación con los aspectos de un sistema que se pueden ver involucrados en un proceso de transformación (Fazey *et al.*, 2018). Estos son:

- a. Dominio cognitivo: cambios en las creencias, normas, valores y comprensiones de la sociedad, modificaciones en las formas o nociones del progreso o de ver el mundo.
- b. Dominio estructural: cambios significativos en los arreglos institucionales y los procesos de gobernanza para mejorar la sostenibilidad, tales como un cambio mayor de política pública, nuevos mecanismos de retroalimentación.
- c. Dominio relacional: cambios significativos en las relaciones entre actores e instituciones, tales como pasar de procesos de toma de decisiones por grupos aislados a procesos integrados, colaboraciones entre actores diversos que mejoren los vínculos ciencia - política pública - práctica, nuevas responsabilidades entre actores públicos, privados y sociedad civil.
- d. Dominio funcional: cambios significativos en el comportamiento y la función de un sistema, por ejemplo, la difusión de prácticas innovadoras de sostenibilidad o cambios en la tecnología que remodelan las actividades humanas de comunicación, producción y consumo.

Estos dominios no son excluyentes, por tanto, se pueden identificar acciones de transformación donde se aborde más de un dominio (Aldunce *et al.*, 2021).

Trayectoria de la transformación

El proceso de transformación, o adaptación transformacional, puede presentar proyecciones hacia el futuro respecto a cómo impacta o modifica las trayectorias de vida y de progreso de los diversos sistemas y dominios en los que ejecuta. En este sentido, se debe distinguir que las trayectorias de transformación pueden ser positivas o negativas según cómo se ajuste el sistema a los cambios empleados y sus resultados en la disminución o incremento de la

vulnerabilidad e impactos abordados. Aquella trayectoria positiva de transformación presentará un sistema que se ajusta rápidamente a la acción de transformación resultando en evitar que se profundice la vulnerabilidad e impactos, que conllevan pérdidas incontrolables e irreversibles (Aldunce, *et al.*, 2021).

En contraste, una trayectoria negativa de transformación se describirá por la ininterrumpida emisión de gases de efecto invernadero y un acelerado paso hacia sistemas humanos y naturales insostenibles en donde, las acciones de transformación fortalecerán los intereses dominantes, no socialmente progresistas, ayudando a perpetuar los patrones de vulnerabilidad (Few *et al.*, 2017; Aldunce, 2019; Moser *et al.*, 2019).

Un ejemplo de transformación es el caso de las nuevas políticas para fomentar la capacidad transformativa de las mujeres en la región montañosa de India dado que, debido a la migración masculina, ellas se convirtieron en las gestoras de la economía de montaña. A partir de experimentos innovadores para la mitigación y adaptación al cambio climático en el Himalaya, los consejos forestales Aldeanos o instituciones, encargados del manejo participativo de las aldeas, autorizaron la participación femenina (Lei *et al.*, 2016). Entre los resultados:

- Las mujeres, en el 27% de las aldeas, reabastecieron los recursos hídricos empleando prácticas tradicionales de conservación del agua.
- En el 25% de las aldeas, las mujeres desarrollaron un sistema indígena de recolección de agua de lluvia.
- Se registra un 55% de mujeres tomando decisiones relacionadas con la gestión de tierras y aguas.

En Latinoamérica también se han llevado a cabo acciones de transformación y tal es el caso del Plan Nacional de Agua (PNT) en Uruguay, que incluyó un proceso público denominado Deliberación Ciudadana sobre el Agua (Deci Agua). La iniciativa fue impulsada y llevada a cabo involucrando al Estado, la sociedad civil y la academia (Lazaro *et al.*, 2021). La intención era socializar el plan y que quedara en un lenguaje de comprensión transversal junto a la inclusión de la ciudadanía en el diseño y toma de las decisiones (Lazaro *et al.*, 2021). Entre sus resultados, se reconocieron aspectos novedosos y problematizadores que desencadenaron la guía ética para el uso y gestión del agua. Además, se expuso y articuló algunas de las principales controversias emergentes como la Ley de Riego, el uso de agroquímicos y el alcance de participación en comisiones de cuenca (Lazaro *et al.*, 2021). Fueron los debates internos, el coloquio y el intercambio de ideas y opiniones en las instancias participativas, sus propias vías de difusión (Lazaro *et al.*, 2021). En este caso, marca un precedente el método con que fue diseñado y empleado el plan para determinar la gestión del agua a nivel nacional.

Pese a lo fructífero de las acciones de transformación mencionadas y, a que el concepto y definición de transformación ya se ha integrado por actores sociales y tomadores de decisiones, el reconocimiento de estas acciones y con ello la comprensión de su conceptualización, sigue generando interrogantes y por esto, es necesario conocer cuáles y

cómo han sido las acciones de transformación en el mundo considerando otras latitudes y contextos para manejar semejanzas edafoclimáticas y diversidades sociales, políticas, económicas, estructurales, entre otras.

Considerando la intensificación del cambio climático y el límite que presenta la adaptación ante un desastre extremo, se considera apremiante conocer y formular acciones de transformación para enfrentar los inminentes fenómenos climáticos mencionados. Sin embargo, para resolver las interrogantes en torno a las acciones de transformación es esencial conocer sus fundamentos y cómo se han logrado impulsar. En base a esto, se ha definido la pregunta de investigación que guiará esta revisión sistemática.

V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles y cómo son las acciones de transformación para enfrentar eventos de sequía y lluvias extremas a nivel internacional publicadas en el período 2018 a 2022?

VI. OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar acciones de transformación para enfrentar la sequía y las lluvias extremas en el contexto de cambio climático publicadas a nivel internacional durante los años 2018 a 2022.

Objetivos Específicos

- a) Identificar las acciones de transformación reportadas en la literatura científica para enfrentar la sequía y las lluvias extremas en el contexto de cambio climático.
- b) Caracterización de las acciones de transformación ante eventos de sequía y lluvias extremas a nivel internacional.
- c) Realizar recomendaciones para el diseño e implementación de las acciones de transformación.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

Para identificar cuáles y cómo son las acciones de transformación para enfrentar eventos de sequía y lluvias extremas a nivel internacional, se utilizó la metodología de revisión sistemática de la literatura científica y se realizó un análisis de contenido de la información de los artículos científicos seleccionados.

Revisión sistemática

Este método permite la revisión del conocimiento existente sobre un tema o pregunta de investigación determinada, sintetizando la información y propiciando un análisis crítico del tema (Liberati *et al.*, 2009). Así, esta investigación logró la revisión de los artículos científicos existentes sobre acciones de transformación para enfrentar sequía y precipitaciones extremas publicadas a nivel internacional.

Procedimiento y parámetros de la búsqueda bibliográfica inicial.

Para asegurar la calidad y exhaustividad metodológica, se siguieron las recomendaciones de la Declaración PRISMA (Hernández, 2019; Page *et al.*, 2021), donde están propuestas cuatro etapas generales para guiar el flujo de la información desde su búsqueda hasta la selección. Las 4 etapas son **elegibilidad, identificación, examinación e inclusión** (Liberati *et al.*, 2009). La elegibilidad fue determinada por los criterios de temporalidad, alcance geográfico, idioma y tipo de artículo para acotar, inicialmente, el universo de documentos disponibles. La identificación siguiente consistió en explorar las bases de datos Scopus y Web of Science mediante términos de búsqueda presentes en títulos y palabras claves. La examinación se realizó manual y mecánicamente para corroborar la presencia de los términos de búsqueda en resúmenes. Además, en esta etapa se identificaron y caracterizaron las acciones de transformación de cada documento. Posteriormente, en la etapa de inclusión se obtuvieron 16 artículos científicos, sin duplicados y con la pertinencia que el flujo de información permitió (Figura 1).

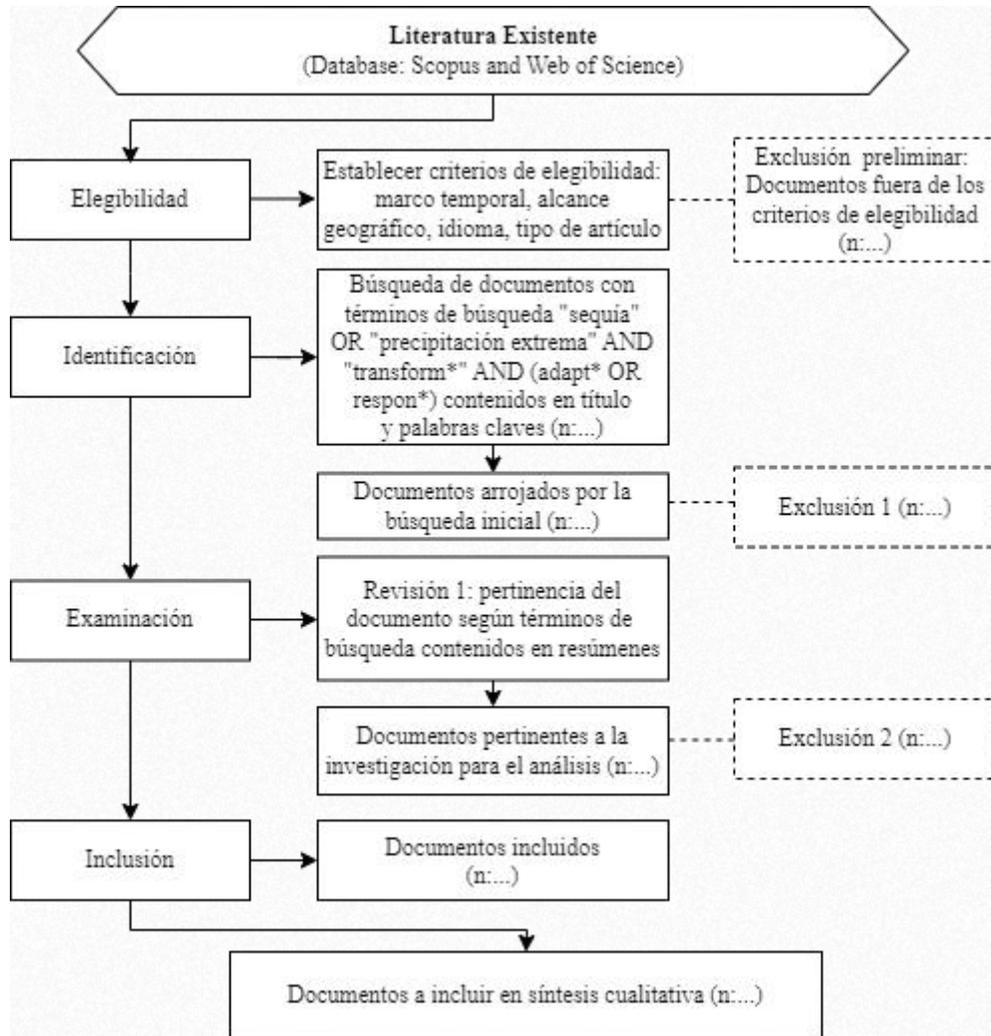


Figura 1. Flujo de información según las diferentes fases de una revisión sistemática.

Criterios de elegibilidad, exclusión y revisión de documentos.

Se configuraron los criterios de elegibilidad en las opciones de búsqueda de las bases de datos (Elegibilidad, Figura 1), para focalizar la materia de estudio según temporalidad, alcance geográfico, idioma y tipo de documento (Cuadro 1) pertinentes con los intereses de esta investigación.

Cuadro 1. Criterios de elegibilidad

CRITERIO	INCLUSIÓN	EXCLUSIÓN
Marco temporal	Se incluyeron los documentos publicados dentro del período 2018-2022	Fueron excluidos todos los documentos publicados fuera del período 2018-2022

Alcance geográfico	Se incluyeron los documentos sin considerar su locación de origen.	No hubo exclusión
Idioma	Fueron incluidos los documentos publicados únicamente en los idiomas inglés y español	Fueron excluidos todos los documentos publicados en idiomas distintos al inglés y el español
Tipo de artículo	Fueron incluidos los documentos categorizados como artículos científicos.	Se excluyeron los documentos categorizados por las bases de datos como informes, reportes, noticias y todos aquellos distintos a artículo científico.

Fuente: Elaboración propia

Las bases de datos Scopus y Web of Science fueron seleccionadas por los aportes de amplia distribución geográfica y su alcance de literatura desde ciencias sociales a biofísicas (Aldunce *et al.*, 2014). Además, las opciones de indexación y búsqueda en ellas (Jacso, 2005), permite ingresar los parámetros de esta investigación. De esta manera, fue incluida toda aquella literatura científica, en inglés y español, publicada entre los años 2018 y 2022 sin descartar alguno por sus respectivos orígenes.

La búsqueda de documentos consideró el período definido acorde al interés de la investigación en obtener un análisis de los últimos cinco años en torno a la transformación en el mundo. De esta manera se excluyeron los primeros documentos, todos aquellos fuera de los límites marcados por los criterios de elegibilidad mencionados.

En la etapa de identificación se realizó pesquisa, en las bases de datos Scopus y Web of Science, mediante los términos de búsqueda (sequía OR drought) OR (“precipitación extrema” OR "lluvia extrema" OR "extreme precipitation" OR "heavy precipitation" OR "aluvión" OR "alluvium" OR flood* OR inundacion*) AND transform* AND (adapt* OR respon* OR respuesta) para obtener únicamente, artículos científicos que contengan los términos solicitados en el título del documento o en las palabras claves para asegurar la pertinencia de la bibliografía (Cuadro 2).

Cuadro 2. Términos de búsqueda y posibles variaciones

TÉRMINOS DE BÚSQUEDA	VARIACIONES	
	Español	Inglés
transform*	transformación; transformativa; de transformación, transformar	transform; transformative; transformational; transformation; transformed.
sequía	sequía	drought

“precipitaciones extremas”	“lluvias extremas”; “precipitaciones extremas”; inundación*; aluvi3n.	flood*; “extreme precipitation;” “heavy precipitation”; alluvium.
adapt*	adaptaci3n, adaptativo, adaptable	adaptation, adaptable, adaptative
respon*	respuesta, responden, responde	respond, response

Fuente: Elaboraci3n propia

La segunda exclusi3n qued3 definida por la etapa de identificaci3n que margina todos los art3culos cient3ficos que no los contienen. Luego, una segunda exclusi3n se defini3 a partir de la presencia de los t3rminos de b3squeda en t3tulos y palabras claves (Identificaci3n, Figura 1).

La siguiente exclusi3n fue definida por una revisi3n manual de los t3rminos de b3squeda o sus respectivas variaciones contenidas en los res3menes (Revisi3n 1, Figura 1) junto a la observaci3n y tipificaci3n de la acci3n de transformaci3n que el documento exponga. Esto se realiz3 bas3ndose en la tipolog3a de dominios de la transformaci3n, es decir, la revisi3n de res3menes consider3 observar e identificar las acciones de transformaci3n y los cambios involucrados.

Selecci3n de documentos.

Finalmente, los art3culos cient3ficos incluidos fueron aquellos que contienen las respectivas combinaciones de los t3rminos de b3squeda en sus t3tulos, palabras claves y res3menes, y, que adem3s contienen una o m3s acciones de transformaci3n observable y clasificable en al menos un dominio de la transformaci3n. De este modo se asegura la pertinencia de cada art3culo cient3fico respecto a la presente investigaci3n para ser sometidos al an3lisis cualitativo descrito m3s adelante. Los documentos fueron exportados desde las bases de datos al gestor de bibliograf3a Zotero, conforme se iba todos los t3tulos de documentos, res3menes, palabras clave e informaci3n bibliogr3fica revisada.

An3lisis

Esta investigaci3n utiliz3 el an3lisis de contenido para analizar los art3culos cient3ficos seleccionados de la revisi3n sistem3tica de la literatura internacional sobre acciones de transformaci3n para enfrentar sequ3a y lluvias extremas. En busca de los aspectos no directamente intuibles y, sin embargo, presentes (D3az y Navarro, 1998 citado por Fern3ndez, 2002), esta metodolog3a de investigaci3n permite la objetividad, sistematizaci3n y cuantificaci3n del estudio del contenido (Berelson, 1952 citado por L3pez, 2002), evitando la interpretaci3n y subjetividad para que pueda ser analizado y tratado de forma mec3nica (L3pez, 2002; Hern3ndez *et al.*, 2014).

Lo primero que se realizó fue la identificación de las acciones de transformación contenidas en los documentos seleccionados. Con el objetivo de caracterizar y clasificar las acciones de transformación, se codificaron las características de las acciones en los artículos científicos a partir de los códigos, subcategorías y categorías provenientes de la base de datos de transformación de CR2 (Aldunce *et al.*, 2021).

Luego de esta primera codificación, y con las acciones caracterizadas, se realizó un análisis de las acciones de transformación a través de observaciones a las subcategorías agrupadas según: participación; instrumentos y sectores; territorio, escala, y países; trayectorias, dominios y planificación; tipo de impacto, tipo de respuesta, población influenciada y año de inicio definiendo cinco dimensiones para el análisis.

A continuación, se presenta el procedimiento de análisis junto al libro de códigos utilizado y el método de reporte basado en la base de datos CR2.

Procedimiento de análisis y libro de códigos

El análisis cualitativo de los artículos científicos se realizó con el software ATLAS.ti. Se comenzó por identificar la información de las diferentes categorías y subcategorías para la base de datos de acciones de transformación del CR2 (Aldunce *et al.*, 2022). Una vez identificada la información correspondiente a cada categoría se continuó con la codificación de cada extracto de las acciones de transformación.

Al finalizar el ejercicio de codificación y tras una nueva lectura de los documentos, se prosiguió a, con la totalidad de extractos codificados, el llenado de la base de datos de acciones de transformación que Aldunce *et al.* (2022) entregan para condensar la información de las acciones de transformación.

A continuación, se presenta el libro de códigos utilizado (Cuadro 3), la versión completa con las descripciones se encuentra en el Apéndice 1.

Cuadro 3. Libro de códigos ordenados según sus respectivas categorías, subcategorías y códigos.

Categoría	Subcategoría	Código
A. Identificación de la acción de transformación	A.1. ID	A.1.1. AT1
		A.1.2. AT2
		A.1.3. AT3
		A.1.4. AT4
		A.1.5. AT5
		A.1.6. AT6
		A.1.7. AT7
		A.1.8. AT8
		A.1.9. AT9
		A.1.10. AT10
		A.1.11. AT11
		A.1.12. AT12
		A.1.13. AT13
		A.1.14. AT14

	A.1.15. AT15
	A.1.16. AT16
	A.1.17. AT17
	A.1.18. AT18
	A.1.19. AT19
	A.1.20. AT20
	A.1.21. AT21
	A.1.22. AT22
	A.1.23. AT23
	A.1.24. AT24
	A.1.25. AT25
A.2. Nombre o título de la acción de transformación	A.2.1. Nombre o título acción
B.3. Mandante, organismo, grupo de personas o persona que da origen a la acción de transformación	B.3.1. Actor que origina
	B.4.1. Gobierno (Gb)
	B.4.2. Empresa (Em)
	B.4.3. Academia (Ac)
	B.4.4. Sociedad civil-Organización No Gubernamental (Sc-ONG)
B.4. Tipo de actor que da origen a la acción de transformación	B.4.5. Sociedad civil-Organización comunitaria formal (Sc-Cf)
	B.4.6. Sociedad civil-Grupos de personas que no pertenecen a organizaciones formales (Sc-Cnf)
	B.4.7. Sociedad civil-Persona individual (Sc-Ind)
	B.4.8. Otro (O)
B. Identificación de actores	B.5. Organismo, grupo de personas o persona que implementa la acción de transformación
	B.5.1. Actor que implementa
	B.6.1. Gobierno (Gb)
	B.6.2. Empresa (Em)
	B.6.3. Academia (Ac)
	B.6.4. Sociedad civil-Organización No Gubernamental (Sc-ONG)
B.6. Tipo de actor que implementa la acción de transformación	B.6.5. Sociedad civil-Organización comunitaria formal (Sc-Cf)
	B.6.6. Sociedad civil-Grupos de personas que no pertenecen a organizaciones formales (Sc-Cnf)
	B.6.7. Sociedad civil-Persona individual (Sc-Ind)
	B.6.8. Otro (O)
	C.7.1. Adaptación transformacional (At)
C. Caracterización de la acción de transformación	C.7. Tipo de respuesta al Cambio Climático
	C.7.2. Mitigación transformacional (Mt)
	C.7.3. Sinergias (Si)
	C.8.1. Transformación de trayectoria positiva (Tt+)
	C.8. Trayectoria

		C.8.2. Transformación de trayectoria negativa (Tt-)
C.9. Planificación de la acción de transformación		C.9.1. No planificada, espontanea (Np) C.9.2. Planificada o deliberada (P)
		C.10.1. Instrumento de fomento económico (Fe) C.10.2. Proyecto de investigación e innovación tecnológica (It) C.10.3. Capacitación/Educación/Sensibilización (C/E/S)
C.10. Instrumento al que corresponde la acción transformadora		C.10.4. Iniciativa de la población (Ip) C.10.5. Mecanismo legal o arreglo institucional (L/I) C.10.6. Asistencia técnica o transferencia tecnológica (At) C.10.7. Planes/Programas/Gestión (P/P) C.10.8. Ingeniería e infraestructura (Ii) C.10.9. Entrega de bienes e insumos (Bi) C.10.10. Otro (O)
		C.11.1. Silvoagropecuario (Sa) C.11.2. Biodiversidad (B) C.11.3. Pesca y acuicultura (Pa) C.11.4. Salud (S)
C.11. Sector o sistema en el que se implementa la acción transformadora		C.11.5. Servicios de infraestructura (Si) C.11.6. Recursos hídricos (Rh) C.11.7. Ciudades (Ci) C.11.8. Energía (E) C.11.9. Turismo (T) C.11.10. Otro (O Sec)
		C.12.1. Dominio cognitivo (Dc) C.12.2. Dominio estructural (De) C.12.3. Dominio relacional (Dr) C.12.4. Dominio funcional (Df)
C.12. Dominio		
C.13. Descripción de la acción de transformación		C.13.1. Descripción de la acción
C.14. Resultados		C.14.1. Resultados
D. Impacto de la acción de transformación	D.15. Tipo de impacto	D.15.1. Sequía o déficit hídrico (S) D.15.2. Lluvias extremas (Lle) D.15.3. Florecimiento de algas nocivas (FAN) D.15.4. Olas de calor (Oc) D.15.5. Incremento sostenido de temperatura (Ist) D.15.6. No aplica (Na)

	D.16. Población influenciada por la acción de transformación	D.16.1. Población influenciada
E. Temporalidad	E.17. Año de inicio de la acción de transformación	E.17.1. Año inicio
	E.18. Año de levantamiento de información	E.18.1. Año levantamiento
F. geográficos	F.19. Ubicación	F.19.1. Ubicación
		F.20.1. Internacional (I)
	F.20.2. Nacional (N)	
	F.20.3. Subnacional: Regiones o Estados (Sn-Rs)	
	F.20.4. Subnacional-Región o Estado (Sn-R)	
	F.20.5. Local-Comuna o Departamento (L-C)	
	F.20.6. Local-Subcomunal o Subdepartamental (Lsc)	
F. Antecedentes	F.20. Escala de la acción	F.21.1. Nombre del territorio
	F.21. Nombre del territorio	G.22.1. Publicación científica (C)
G. Fuentes de información	G.22. Tipo de fuente	G.22.2. Publicación o fuente no científica (Nc)
	G.23. Referencia bibliográfica	G.23.1. Referencia
	G.24. Ubicación (enlace de referencia)	G.24.1. Enlace de referencia

Fuente: Elaboración propia basado en Base de datos Acciones de transformación CR2 (Aldunce *et al.*, 2022)

Con la base de datos completa para las 25 acciones de transformación identificadas en los 15 documentos revisados, se continuó con un análisis de las dimensiones contenidas en las acciones de transformación. Esto permitió observar la variabilidad en torno a participación de actores territoriales, territorios afectados, trayectorias, dominios, entre otros, y permitió también identificar aspectos de utilidad para los procesos de diseño de acciones de transformación para enfrentar fenómenos extremos de lluvias extremas y sequía en Chile.

Método de reporte: Base de datos de acciones de transformación

Las acciones de transformación identificadas y sus características, se presentan mediante la base de datos de acciones de transformación publicada en el CR2 (Aldunce *et al.*, 2022). Esta base de datos sistematiza las diferentes acciones de transformación (Aldunce *et al.*, 2022) y permite la organización y clara visibilidad del proceso de caracterización y codificación de los datos contenidos en las mismas.

La base de datos tiene por objetivo contribuir como fuente de acciones de transformación ante el desafío de la adaptación al cambio climático. Su primera versión se levantó el año 2020 mediante la revisión de documentos científicos, no científicos, páginas web de organismos nacionales e internacionales, realización de entrevistas, talleres y otras actividades de investigación para el levantamiento de la información (Aldunce *et al.*, 2022).

La decisión de incluir cada campo fue guiada por la revisión documental, de entrevistas y en algunos casos, el conocimiento experto (Aldunce *et al.*, 2022).

A la fecha 2024, la base de datos contiene 67 acciones de transformación de las cuales, 47 provienen de la literatura y 20 corresponden a levantamiento mediante investigaciones llevadas a cabo por el CR2 (Aldunce *et al.*, 2022).

La base de datos resultante de este estudio pretende ampliar las actuales fuentes de información y antecedentes respecto a las acciones de transformación.

VIII. RESULTADOS

De acuerdo con lo descrito en el apartado de metodología, a continuación, se presentan los resultados de esta investigación en torno a conocer cuáles y cómo son las acciones de transformación registradas en artículos científicos entre los años 2018 y 2022 a nivel internacional. Para ello, secuencialmente, fueron identificados los artículos científicos y las acciones de transformación para luego pasar a la caracterización de éstas y finalizar con el análisis de los atributos observados.

Identificación de artículos científicos

Tras la etapa de elegibilidad del método PRISMA, la etapa de identificación entregó un total de 107 artículos científicos. De este total, fueron 90 artículos científicos arrojados por la base de datos Scopus y 17, por la base de datos Web of Sciences. De éstos, se identificaron 16 artículos científicos repetidos entre las bases de datos, por tanto, la etapa de examinación se llevó a cabo sobre un total de 91 artículos científicos.

Luego de la etapa de examinación de los artículos científicos, la etapa de inclusión arrojó para el estudio un total de 15 artículos científicos de los observamos sus publicaciones concentradas en los años 2021, 2020 y 2018 (Cuadro 4). De entre estas publicaciones, podemos distinguir que los temas de estudios tienen una distribución geográfica proveniente de los 5 continentes siendo Asia, el que aporta la mayor cantidad de casos de estudios.

Cuadro 4. Identificación de artículos científicos seleccionados.

Nº	Título	Autor (es)	Revista	Nº de acciones	Año
1	Adjustment or transformation? Disaster risk intervention examples from Austria, Indonesia, Kiribati and South Africa	Fekete, A., Fuchs, S., Garschagen, M., Hutter, G., Klepp, S., Lüder, C., Neise, T., Sett, D., Elverfeldt, K. von, & Wannewitz, M.	Land Use Policy	4	2022
2	Designing adaptation pathways for flood-affected households in Bangladesh	Roy, R., Gain, A. K., Hurlbert, M. A., Samat, N., Tan, M. L., & Chan, N. W.	Environment, Development	1	2021

			and Sustainability		
3	Strengthening community-based adaptation for urban transformation: managing flood risk in informal settlements in Cape Town,	Ashley Fox, A., Ziervogel, G. & Scheba, S.	African Climate & Development Initiative	1	2021
4	The 'politics of scale' and the local: How 'hyper-localism' and 'temporal passivity' affect adaptation	Lambert, A. E. & Beilin, R.	Environmental Science and Policy	1	2021
5	The natural assurance value of nature-based solutions: A layered institutional analysis of socio ecological systems for long term climate resilient transformation	López Gunn, E., Rica, M., Zorrilla-Miras, P., Vay, L., Mayor, B., Pagano, A., Altamirano, M., & Giordano, R.	Ecologicals Economics	1	2021
6	Recurring droughts or social shifts? Exploring drivers of large-scale transformations in a transformed country	Tubi, A.	Global Environmental Change	1	2020
7	Development of a new integrated hydrological drought index (SRGI) and its application in the Heihe River Basin, China	Feng, K., Su, X., Zhang, G., Javed, T., & Zhang, Z.	Theoretical and Applied Climatology	1	2020
8	Barriers to transformation towards participatory adaptation decision-making: Lessons from the Cork flood defences dispute	Jeffers, J. M.	BATH SPA UNIVERSITY	1	2020
9	Adaptive flood governance in the Vietnamese Mekong Delta: A policy innovation of the North Vam Nao scheme, An Giang Province	Tran, T. A., Pittcock, J., & Tran, D. D.	Environmental Science and Policy	1	2020
10	Characteristics of Transformational Adaptation in Climate-Land-Society Interactions	Warner, K., Zommers, Z., Wreford, A., Hurlbert, M., Viner, D., Scantlan, J., Halsey, K., Halsey, K., & Tamang, C.	Sustainability	4	2019
11	Transforming urban water governance through social (triple-loop) learning	Johannessen, Å., Swartling, Å. G., Wamsler, C., Andersson, K., Arran, J. T., Vivas, D. I. H., & Stenström, T. A.	Environmental Policy and Governance	5	2019
12	Toward anticipatory adaptation: Transforming social-ecological vulnerabilities in the Okavango Delta, Botswana	Shinn, J. E.	The Geographical Journal	1	2018
13	Is Jakarta's new flood risk reduction strategy transformational?	Garschagen, M., Surtiari, G. A. K., & Harb, M.	Sustainability, MDPI	1	2018

14	Harnessing cross-border resources to confront climate change	Aburto-Oropeza, O., Johnson, A. F., Agha, M., Allen, E. B., Allen, M. F., González, J. A., Arenas Moreno, D. M., Beas-Luna, R., Butterfield, S., Caetano, G., Caselle, J. E., Gaytán, G. C., Castorani, M. C. N., Cat, L. A., Cavanaugh, K., Chambers, J. Q., Cooper, R. D., Arafeh-Dalmau, N., Dawson, T., [...] & Taylor, J. E.	Environmental Science and Policy	1	2018
15	Expansionary Adaptive Transformations of Socio-Hydrological Systems (SHSs): The Case of Drought in Messara Plain, Crete, Greece	Sapountzaki, K. & Daskalakis, I.	Environmental Management	1	2018

Fuente: Elaboración propia

Identificación de acciones de transformación

Las acciones de transformación identificadas fueron 25 y a todas les fue asignado un código alfanumérico para su individualización; este código está compuesto de las letras “AT” en mayúscula, por las palabras acción y transformación, junto a un número desde el 1 al 25, acorde a su posición en la base de datos (Apéndice 2). De la totalidad de acciones registradas, podemos distinguir 15 para enfrentar lluvias extremas, 8 para enfrentar sequías y 2 diseñadas para enfrentar lluvias extremas y sequía (Cuadro 5).

Cuadro 5. Acciones de transformación identificadas para enfrentar lluvias extremas y sequías.

ID	Nombre asignado de la acción de transformación	Tipo de impacto al que responde
AT1	Cambio de uso de suelo y zonificación de riesgo de inundación	Lluvias extremas
AT2	Reubicación de núcleo habitacional y empresarial para disminuir los impactos de las inundaciones	Lluvias extremas
AT3	Compra de terrenos en otro país para futura reubicación de comunidades ante la inminente inundación de su país	Lluvias extremas
AT4	Reestructuración de asentamiento informal integrando ingeniería de drenaje y nuevas relaciones entre actores	Lluvias extremas
AT5	Reducción del riesgo a través grandes obras de ingeniería hidráulica para abordar la hidrología del territorio	Lluvias extremas
AT6	Gran infraestructura costera, humedales artificiales y restauración de humedales naturales río arriba para amortiguar inundaciones	Lluvias extremas
AT7	Coordinación de instituciones con habitantes del territorio expuesto para reforzar o construir terraplenes	Lluvias extremas
AT8	Planificación del Sistema Urbano de Drenaje Sostenible (SUDS) que implementa sistema de tuberías más grande para la resistencia a tormentas	Lluvias extremas
AT9	Colaboración entre instituciones y habitantes del territorio para internalizar la necesidad de infraestructura y sistemas de alerta temprana	Lluvias extremas

AT10	Nuevo enfoque basado en la resiliencia para el diseño de acciones de transformación	Lluvias extremas
AT11	Relocalización forzada por riesgo de inundaciones	Lluvias extremas
AT12	Integración de gobernanza adaptativa y diseño de infraestructura para contener impactos de las inundaciones	Lluvias extremas
AT13	Integran enfoque ecosistémico para diseñar acciones de transformación	Lluvias extremas
AT14	Programa de Gestión del Riesgo a través del Desarrollo Económico	Lluvias extremas
AT15	Reubicación del pueblo esquimal nativo Inupiat por tormentas, deshielo del permafrost y la erosión costera	Lluvias extremas
AT16	Programas de gestión de agua potable; gestión del agua a nivel de cuenca y control de la contaminación para el acceso al agua potable.	Lluvias extremas; Sequía o déficit hídrico
AT17	Micro gobernanza, aprendizaje compartido y nuevas relaciones entre actores	Lluvias extremas; Sequía o déficit hídrico
AT18	Colaboración internacional para estudiar y abordar los desafíos urgentes de sostenibilidad que afectan zonas fronterizas	Sequía o déficit hídrico
AT19	Nueva valoración del recurso hídrico, nueva participación de actores a partir de adaptación infructífera (infraestructura esporádica) para enfrentar sequía	Sequía o déficit hídrico
AT20	Desarrollo y utilización de un nuevo índice integrado de sequía hidrológica (SRGI) en cuenca del río Heihe	Sequía o déficit hídrico
AT21	Plan de Acción de Cambio Climático (CCAP por sus siglas en inglés)	Sequía o déficit hídrico
AT22	Estrategia basada en la naturaleza que posiciona el agua como un bien eco social para reestructurar la institucionalidad, las leyes y la economía en busca de mayor flexibilidad y resiliencia del territorio	Sequía o déficit hídrico
AT23	Gobernanza popular del agua bajo el concepto escalar de Sistema Socio Hidrológico (SSH) y Subsistema Socio Hidrológico	Sequía o déficit hídrico
AT24	Desalinización del agua de mar para suministrar el recurso hídrico	Sequía o déficit hídrico
AT25	Se impulsa la Ley Nacional de Protección de Glaciares para resguardar la gestión del agua	Sequía o déficit hídrico

Fuente: Elaboración propia

Caracterización y análisis de acciones de transformación

A través de múltiples lecturas, se logró explorar cada acción de transformación lográndose la codificación de cada subcategoría y finalmente, la construcción de la base de datos que fue analizada. Así, la caracterización y análisis de esta investigación entrega los atributos y particularidades de las distintas acciones de transformación revisadas.

Para la presentación de resultados, se agruparon las subcategorías según cercanía de la información que entregan o, por la interacción de la información que entregan, originando los siguientes subapartados:

- 1) Participación de actores en las acciones de transformación:** agrupa cuatro subcategorías que caracterizan la participación de actores en la base de datos. Dos de ellas con codificación abierta que corresponden a “Mandante, organismo, grupo de personas o persona que da origen a la acción de transformación” y “Organismo, grupo

de personas o persona que implementa la acción de transformación”; éstas, registran el nombre real de el o los actores que originaron o implementaron la acción, respectivamente. Las otras dos subcategorías, “Tipo de actor que da origen a la acción de transformación” y “Tipo de actor que implementa la acción de transformación”, permitieron codificar a los actores que originaron o implementaron, según correspondía con los siguientes códigos: “Gobierno”; “Empresa”; “Academia”; “Sociedad civil-Organización No Gubernamental”; “Sociedad civil-Organización comunitaria formal”; “Sociedad civil-Grupos de personas que no pertenecen a organizaciones formales”; “Sociedad civil-Persona individual” u “Otro” (Apéndice 2. Base de datos de acciones de transformación).

- 2) **Instrumentos y sectores de las acciones de transformación:** agrupa las subcategorías “Instrumento al que corresponde la acción transformadora” y “Sector o sistema en el que se implementa la acción transformadora”. La primera, identifica los instrumentos mediante los cuales se lograron materializar las distintas acciones de transformación y, esta información, se encuentra contenida en la base de datos con los siguientes códigos: “Instrumento de fomento económico”; “Proyecto de investigación e innovación tecnológica”; “Mecanismo legal o arreglo institucional”; “Iniciativa de la población”; “Capacitación/Educación/Sensibilización”; “Asistencia técnica o transferencia tecnológica”; “Planes/Programas/Gestión”; “Ingeniería e infraestructura”; “Entrega de bienes e insumos” y “Otro”. De la misma manera, la segunda subcategoría que agrupa este subapartado codificó la información correspondiente al sector, sistema o actividad productiva en el que se implementaron las diferentes acciones de transformación según los códigos: “Silvoagropecuario”; “Biodiversidad”; “Pesca y acuicultura”; “Salud”; “Servicio de Infraestructura”; “Recursos hídricos”; “Ciudades”; “Energía”; “Turismo” y “Otro”.

- 3) **Escala, territorio, población influenciada y países de las acciones de transformación:** agrupa las subcategorías “Escala de la acción”, “Nombre del territorio”, “Población influenciada por la transformación” y “Ubicación”. La primera, contiene los diversos alcances territoriales a nivel administrativo de las acciones de transformación y esta información se encuentra en la base de datos según los códigos: “Internacional”; “Nacional”; “Subnacional: Regiones o Estados”; “Subnacional: Región o Estado”; “Local-Comuna o Departamento”; “Local-Subcomunal o Subdepartamental”. La subcategoría “Nombre del Territorio” contiene la información que caracteriza el entorno donde sucedieron las acciones de transformación y, para su identificación, se utilizó la codificación abierta, es decir, se registró en los artículos científicos la información que aplicaba, por ejemplo, “Delta del río Okavango” fue codificado con “Nombre del territorio”. Asimismo, la información sobre los grupos humanos que se vieron beneficiados o perjudicados con la implementación de las acciones de transformación fue codificada dentro de la subcategoría “Población influenciada” donde también se aplicó la codificación abierta y captura los antecedentes sobre la situación económica, su actividad productiva o bien, hace referencia a su localización geográfica. La subcategoría “Ubicación” contiene los países donde ocurrieron las acciones de transformación y, de igual manera, cuando se identificó el o los países de las acciones de transformación, se utilizó la codificación abierta para registrar esta información.

- 4) **Trayectorias, dominios y planificación de las acciones de transformación:** agrupa las categorías “Trayectoria”, “Dominio” y “Planificación de la acción”. La subcategoría “Trayectoria” contiene la información sobre si el curso que tomó la acción de transformación fue positiva o negativa. En los casos en que se identificó que los actores involucrados actuaron para evitar la profundización de la vulnerabilidad y contener los impactos o, cuando la acción implicó una disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, la información fue codificada con “Trayectoria positiva”. En contraste, cuando se observó que la acción no tuvo implicancia en la acelerada insostenibilidad de los sistemas naturales y humanos a causa de las emisiones de gases de efecto invernadero y, por el contrario, se fortalecieron los intereses de los grupos que sostienen patrones que conducen a la vulnerabilidad y la degradación de los ecosistemas, se codificó esta información con “Trayectoria negativa”. La subcategoría “Dominio” captura la naturaleza que tienen los cambios profundos involucrados en las acciones de transformación revisadas bajo los códigos “Dominio cognitivo”, “Dominio estructural”, “Dominio funcional” y “Dominio relacional” según la definición respectiva señalada en el apartado de Revisión Bibliográfica en cuanto a los dominios de la transformación. Los antecedentes que permitieron conocer sobre la anticipación o improvisación de las acciones de transformación están contenidos en la subcategoría “Planificación de la acción de transformación” y fueron registrados con los códigos “No planificada o espontánea” y “Planificada o deliberada” según correspondía.
- 5) **Tipo de respuesta al cambio climático, tipo de impacto del cambio climático y año de inicio de la acción de transformación:** agrupa las subcategorías “Tipo de respuesta al cambio climático”, “Tipo de impacto” y “Año de inicio de la acción”. La primera, contiene la información que permite distinguir si las acciones de transformación implicaron cambios profundos para sostener el sistema socio-ecológico o si, además, estos cambios implicaban directamente la disminución de las emisiones o mejora de los sumideros de gases de efecto invernadero, o si se identificaban ambos propósitos. Los códigos utilizados para codificar esta información fueron “Adaptación transformacional”, “Mitigación transformacional” y “Sinergias”, respectivamente. La subcategoría “Tipo de impacto” contiene la información sobre qué fenómeno, producto de los impactos del cambio climático, es la causa de que la acción de transformación sea empleada. Los códigos disponibles para condensar esta información fueron “Sequía o déficit hídrico”, “Lluvias extremas”, “Florecimiento de algas nocivas”, “Olas de calor”, “Incremento sostenido de temperatura” y “No aplica”. En cuanto a la subcategoría “Año de inicio”, fueron identificados los años de inicio de las acciones de transformación mediante codificación abierta bajo el código “Año de inicio”.

A continuación, los resultados obtenidos en los respectivos subapartados:

Participación de actores en las acciones de transformación

Entre los actores que originaron las acciones de transformación revisadas, se identificaron actores de la sociedad civil, de gobierno y pertenecientes a la academia (Figura 2). Fueron

mayoritariamente actores gubernamentales y, en los casos de los Gobiernos de Austria, Indonesia y Botsuana, no se especificó qué institución originaba la acción. También se identificaron como actores gubernamentales los ministerios, organizaciones internacionales, oficinas técnicas, autoridades legislativas, gobiernos regionales y autoridades locales donde sí se identificó con precisión la institución que originó la acción. Algunos ejemplos de estos son, el Ministerio de Desarrollo Agrícola de Grecia, el Ministerio Coordinador de Asuntos Económicos de Indonesia, la Comisión de Planificación de Bangladesh, el Consejo Internacional para la Iniciativas Ambientales Locales (ICLEI), el Ayuntamiento de Victoria en Australia, la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea, el Gobierno Regional de Castilla y León, la Municipalidad de Medina del Campo, la Autoridad Israelí del Agua, entre otros.

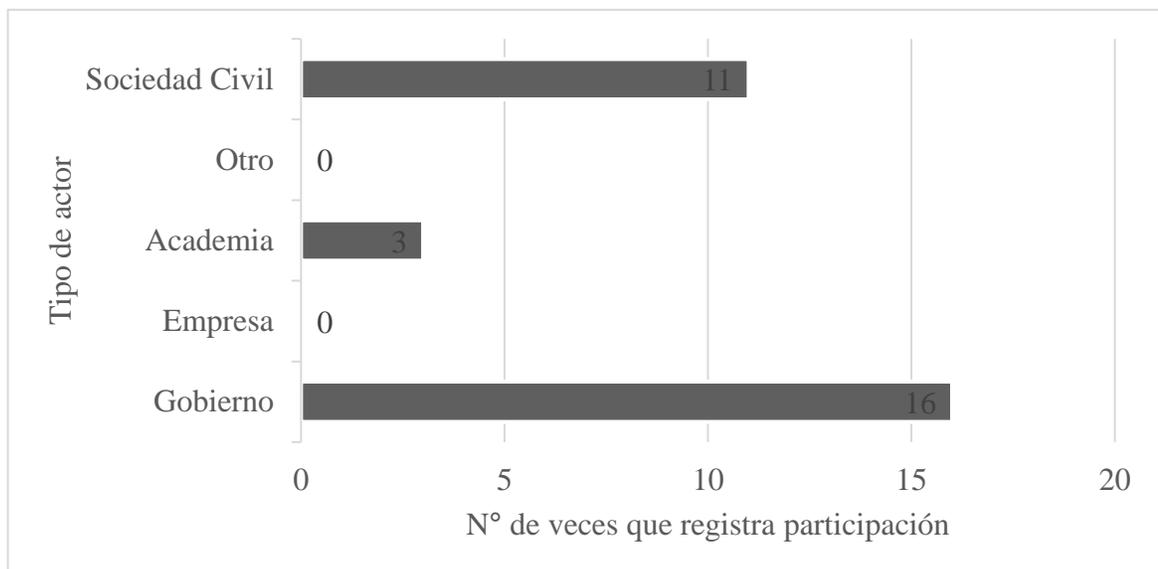


Figura 2. Participación de entidades según tipo de actor que origina la acción.

Además, se identificaron múltiples universidades e institutos de investigación involucrados en originar tres acciones de transformación (Figura 2). Estos fueron, la Universidad Ca' Foscari de Venecia; Instituto de Tecnología de Massachusetts; Universidad de Regina; Universidad Sains Malaysia; Universidad Sher-e-Bangla; Facultad de Recursos Hídricos e Ingeniería Arquitectónica de la Universidad Northwest A&F; Laboratorio clave de ingeniería agrícola de suelos y aguas en zonas áridas y semiáridas de la Universidad Northwest A&F; Facultad de Conservación del Agua de la Universidad de Recursos Hídricos y Energía Eléctrica del Norte de China y la Universidad de California.

La segunda mayoría de actores que originan se concentra en la sociedad civil (Figura 2) que participó en originar 11 acciones de las 25 revisadas (Figura 2). De esos 11 casos de participación como se observa en la Figura 3, cuatro corresponden a organizaciones comunitarias formales como son el Organismo de Cuenca en Medina del Campo, España y, la Organización de Grandes Productores Vitivinícolas de Argentina. También, fueron originadas 4 acciones por grupos de personas que no pertenecen a organizaciones formales, uno de estos grupos fueron los agricultores de Phu Tan y Tan Chau en Vietnam. En 2 acciones

originaron organizaciones no gubernamentales u ONG y, una acción fue originada por un individuo que es el caso de Pelenise Alofa, quien presionó para que la acción de transformación para la reubicación de los habitantes de Kiribati incluyera la medida de formalizar una categoría migratoria correspondiente a Refugiados Climáticos, que resguardara su cultura y sus derechos en el país hospederio (Fekete *et al.*, 2022).



Figura 3. Participación según tipo de actor de la Sociedad Civil que origina la acción.

En cuanto a los actores involucrados en la implementación de las acciones de transformación, fueron, mayoritariamente, entidades gubernamentales (Figura 4). De esta totalidad de participación codificada como Gobierno, destacan instituciones específicas como ministerios, oficinas técnicas, departamentos de estado, municipalidades, entre otras. Al igual en los actores que originan, en algunos casos como Austria, Indonesia, Kiribati y Botsuana, no se especifica la institución encargada de implementar la acción y se identifica únicamente al Gobierno como actor. La academia, como universidades, institutos y laboratorios de investigación participaron en la implementación de 6 de las 25 acciones revisadas mientras que, las entidades privadas participaron en la implementación de 4 acciones de transformación (Figura 4).

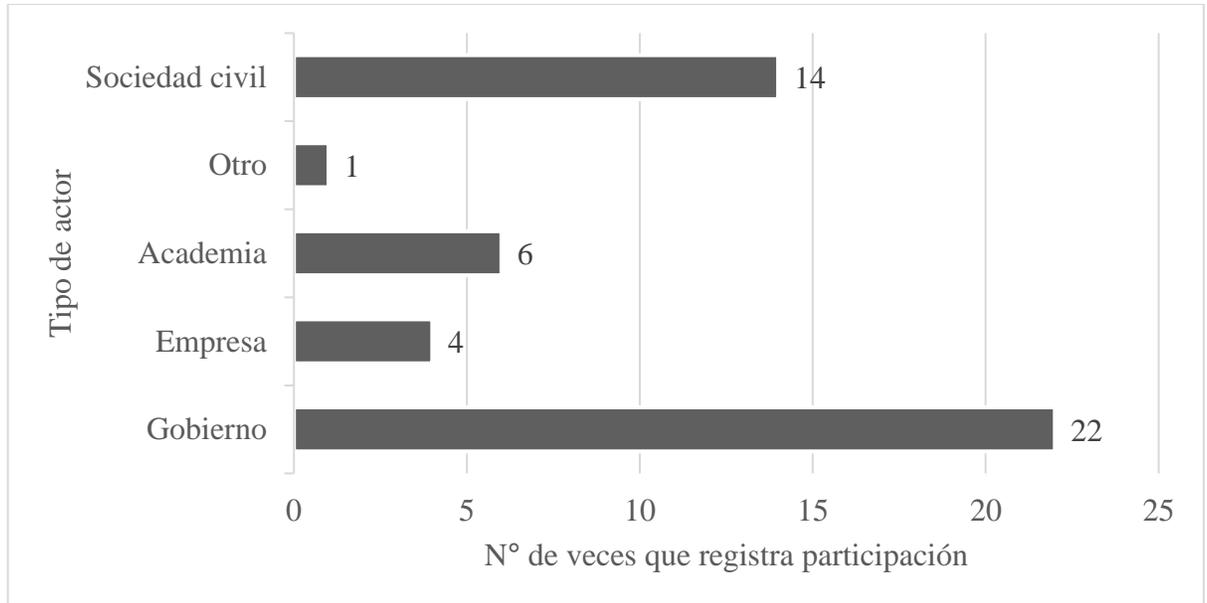


Figura 4. Participación según tipo de actor que implementa la acción.

En la acción de transformación para la reubicación del pueblo esquimal nativo Inupiat, en Kivalina, Alaska, EE.UU, el ejército de Estados Unidos no fue codificado como “Gobierno” pese a ser uno de los poderes del Estado y, fue codificado con “Otro” ya que, se observó que las competencias de la figura militar empleadas para llevar a cabo la acción fueron más allá de la administración y gestión que el código “Gobierno” representa para efectos de este estudio. Las capacidades convocadas a ejecutar en el caso de la reubicación del pueblo esquimal se acercan a las de protección y resguardo ante las condiciones climáticas extremas propias de la zona ártica.

La participación de actores de la sociedad civil que implementan se divide entre organizaciones no gubernamentales u ONG, organizaciones comunitarias formales y grupos de personas que no pertenecen a organizaciones formales (Figura 5); estos últimos los con mayor participación en implementar acciones, asociado a su situación de influenciados por las diversas acciones de transformación. Ejemplo de esto son residentes y trabajadores de centros urbanos con riesgo de inundación; agricultores que enfrentan sequías y, vecinos a zonas con mega infraestructura para amortiguar inundaciones, entre otros. Con menor participación, fueron organizaciones comunitarias formales como el Organismo de Cuenca en Medina del Campo y la Red de Acción Climática de Kiribati que participaron en implementar las acciones. En tres oportunidades también, organizaciones no gubernamentales u ONG participaron en la implementación de acciones (Figura 5).

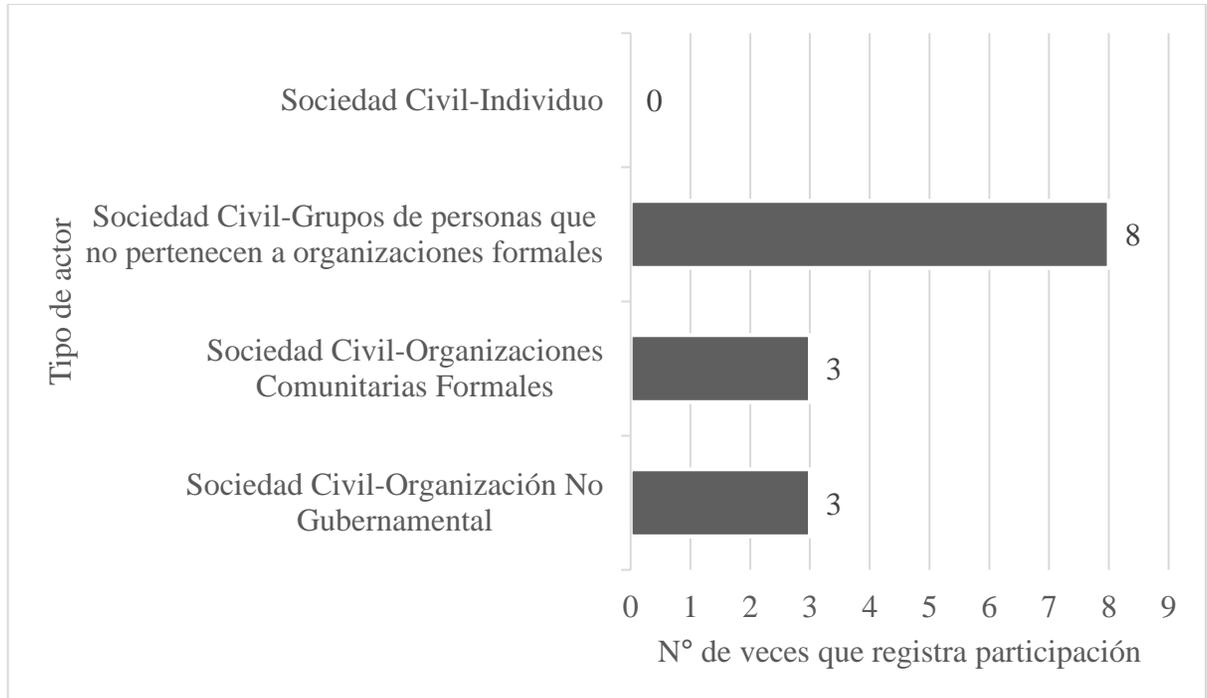


Figura 5. Participación según tipo de actor de la sociedad civil que implementa la acción.

Al menos una acción de transformación fue originada únicamente por el Gobierno, por la Academia o por la Sociedad civil. Y, de igual forma, la Academia, el Gobierno y las ONG fueron identificados en la implementación de al menos una acción de transformación en solitario. No se registraron entidades privadas que participaran en originar acciones de transformación.

El análisis de estos resultados revela la variabilidad en la participación de actores territoriales en los procesos de transformación frente a los desafíos del cambio climático. Ejemplos como el caso de Vietnam, en la provincia de An Giang, demuestran cómo la colaboración entre diversos actores, incluyendo organismos gubernamentales, comunidades locales y, entidades internacionales (Tran, Pittock y Tran, 2020), puede impulsar acciones efectivas de transformación. Esta colaboración no solo fortalece la implementación de medidas concretas si no que a su vez permite visualizar los cambios a nivel de gobernanza, como una posibilidad real y con resultados positivos en la búsqueda de la reducción de la vulnerabilidad socio-ecológica ante los impactos del cambio climático. Sin embargo, casos como el de Austria reflejan que, aunque la participación de múltiples actores puede ser beneficiosa, en ocasiones, las acciones llevadas a cabo únicamente por el Estado pueden lograr resultados significativos en la gestión de riesgos climáticos, aún sin la participación de otras entidades (Fekete *et al.*, 2022).

Esto destaca la complejidad y diversidad de perspectivas que se deben considerar al abordar los desafíos del cambio climático, reconociendo que no hay una sola receta para la transformación efectiva en los territorios. Así mismo, se identifica que la falta de análisis y consideración del factor de participación de los actores territoriales puede debilitar los esfuerzos para la transformación. Ejemplos como el caso de Yakarta, Indonesia, evidencian

cómo la exclusión de ciertos grupos de interés y la falta de consulta con las comunidades afectadas pueden contribuir al fracaso de proyectos de mega infraestructura cuando ésta tiene un impacto directo en la cotidianeidad urbana de la sociedad civil (Garschagen, Surtiari y Harb, 2018). Esta situación resalta la necesidad de una elaboración y ejecución inclusiva y/o participativa pero que tenga en cuenta y asegure las perspectivas y necesidades de los actores influenciados por la acción.

En resumen, la participación y colaboración de los diversos actores que pueden verse involucrados en una acción de transformación puede conducir al éxito en la búsqueda de la transformación para enfrentar los impactos del cambio climático si se considera como un aporte de perspectivas y consideraciones ya sean, de conocimiento local, normativo, valórico, ecológico, entre otros.

Instrumentos y sectores de las acciones de transformación

Respecto a los instrumentos empleados para materializar las acciones de transformación revisadas, fueron identificados en 14 acciones, instrumentos como planes o programas de Estado para la gestión ante desastres a causa de lluvias o sequías extremas. En 12 acciones se registraron instrumentos relacionados con la construcción y los megaproyectos de infraestructura para contener con ingeniería, los impactos del cambio climático. En 8 acciones los instrumentos involucrados fueron aquellos relacionados con los marcos normativos, jurídicos e institucionales de los países involucrados como el caso de la Ley Nacional de Glaciares de Argentina promulgada en 2010 (Warner *et al.*, 2019). En 6 casos se identificó la iniciativa de la población como instrumento para la materialización de las acciones de transformación. En 3 acciones se registran contribuciones económicas para llevar a cabo la acción como es el caso del Fondo de Adaptación de Colombia que fue el catalizador central en la implementación de la acción de transformación. En 2 acciones se registraron instancias de capacitación, educación o sensibilización respecto de los impactos del cambio climático y de la necesidad a causa de estos, de que la acción de transformación se lleve a cabo para contener dichos impactos de lluvias o sequías extremas. Los proyectos de investigación o innovación tecnológica se identificaron en 2 acciones y, por último, en 2 acciones también, se registró asistencia técnica o transferencia de tecnologías para llevar a cabo las acciones (Figura 6).

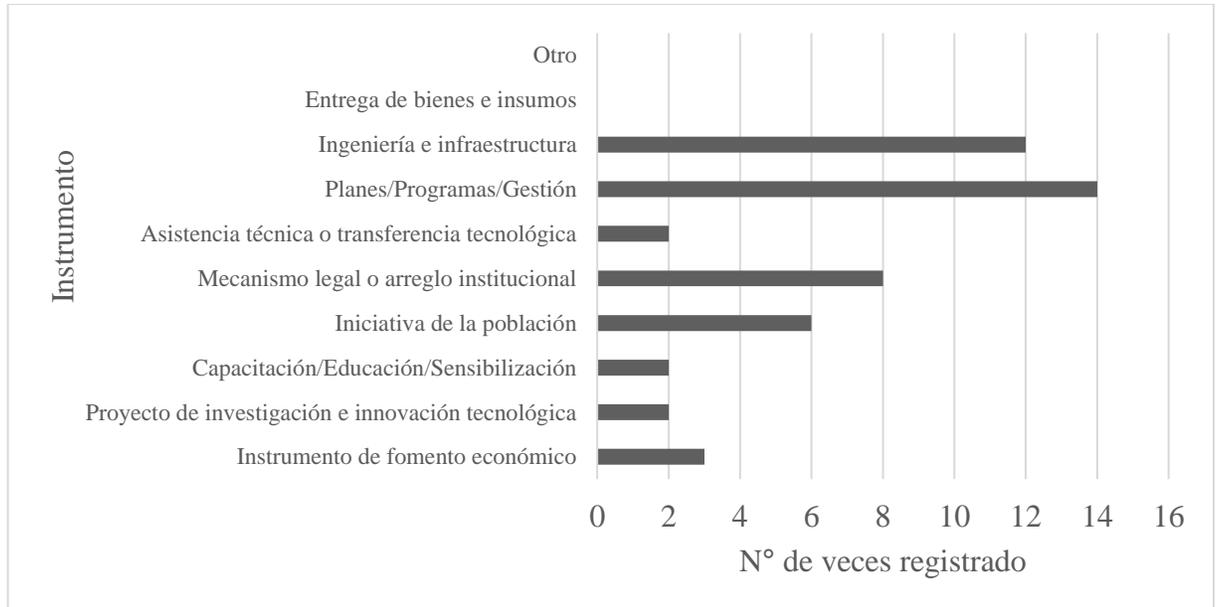


Figura 6. Instrumentos empleados en las acciones de transformación.

Un hallazgo en torno a las acciones de transformación, que inherentemente implican cambios en las normas, valores o estructuras de la sociedad, es que las autoridades están propiciando instancias de educación o sensibilización del cambio climático con una baja frecuencia respecto de la frecuencia con el que origina e implementa acciones de transformación. En este contexto, en que entidades de Gobierno originan 16 acciones, implementan 22 y se emplea la capacitación, educación o sensibilización respecto al cambio climático, 2 veces, se comprende el desafío de buscar de mayor respaldo de la sociedad civil en la misión de prevenir desastres a causa de estos fenómenos extremos. Gestionar la educación y la sensibilización respecto al cambio climático, sus impactos y las urgencias que implica, como es la transformación, podría contribuir a avanzar en la convergencia de perspectivas al momento de integrar una acción de transformación. La negativa de parte de la sociedad civil ante las medidas de una acción de transformación por falta de conocimientos puede resultar mortal al prolongarse las consecuencias de sequía. En Ciudad del Cabo, antes de implementarse la acción, se propagaron infecciones en los asentamientos informales de la ciudad que no contaban con una red de alcantarillado y fueron dichas condiciones las que terminaron por sensibilizar a la población y hacerles partícipe de la implementación de la acción de transformación que el gobierno proponía (Fox, Ziervogel y Scheba, 2021).

Respecto a los sectores o sistemas donde las acciones de transformación registran impacto, son 13 acciones con impacto en las ciudades o la disposición urbana como fueron los sistemas de drenaje en Ciudad del Cabo (Fekete *et al.*, 2022). En 11 acciones, el sistema o sector involucrado se registró asociado a los servicios de infraestructura de los sistemas, por ejemplo, en Irlanda, la mega infraestructura frente al paseo histórico del río Cork, para contener inundaciones por lluvias extremas (Jeffers, 2020). Son 10 acciones que afectan el sector de recursos hídricos y 6 las que impactan el sistema silvoagropecuario. Se identificaron 2 acciones que afectan el sistema de salud y 2 también, que impactan el sector de la pesca y la acuicultura. Sólo una acción tuvo impacto en el sector de biodiversidad (Figura 7).

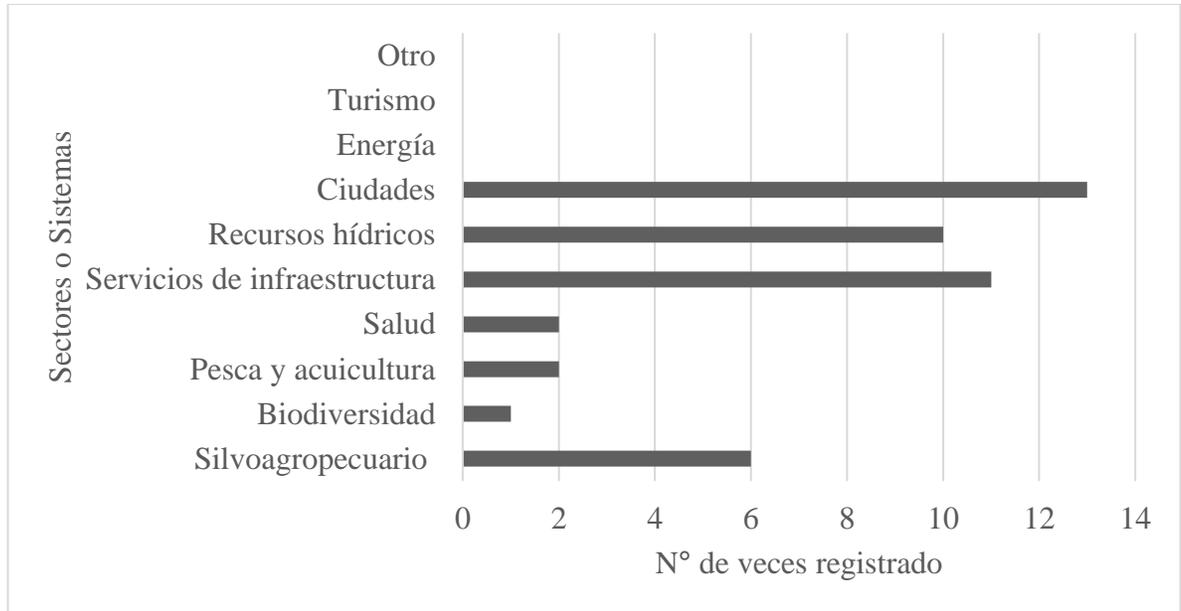


Figura 7. Sectores o Sistemas identificados en las acciones de transformación.

Es un hallazgo identificar que las acciones de transformación tengan influencia en 13 oportunidades sobre la disposición urbana de los sistemas, en 11 ocasiones sobre la funcionalidad de sus servicios de infraestructura, en 8, sobre las actividades productivas mientras que en salud 2 acciones tuvieron influencia y para biodiversidad, 1.

Escala, territorios, población influenciada y países de las acciones de transformación

La escala que se identificó mayoritariamente, 15 del total de las acciones de transformación revisadas, es local (Figura 8). De estas 15, 14 acciones fueron a nivel de comuna o departamento y en una ocasión fue a nivel subdepartamental o subcomunal que es el caso de la reubicación del pueblo Inupiat en Kivalina, Alaska. Acciones a escala subnacional se registraron 5 de las cuales, 3 son a nivel de dos o más regiones o estados y 2 son a nivel de una región o un estado. Se registró 1 acción de escala internacional que corresponde a la situación fronteriza entre México y EE.UU y su colaboración para la conservación y restauración del valor ecológico del territorio (Aburto-Oropeza *et al.*, 2018). Por último, 4 acciones tuvieron escala nacional y en este caso se hace referencia a los países de Austria, Kiribati, Israel y Argentina donde las acciones llevadas a cabo tienen impacto en la totalidad de su territorio administrativo como nación, o bien, son percibidos sus efectos por todos sus habitantes. En Austria fue la zonificación para la construcción en base a estudios de riesgo y vulnerabilidad a las inundaciones (Fekete *et al.*, 2022). En Kiribati la compra de terrenos en Fiji para reubicar a toda su población en calidad de refugiados climáticos (Fekete *et al.*, 2022). En Argentina la Ley de Nacional para la protección de glaciares (Warner *et al.*, 2019) y, en Israel la desalinización del agua de mar para suministrar, a la fecha el 75% del requerimiento hídrico nacional (Tubi, 2020).

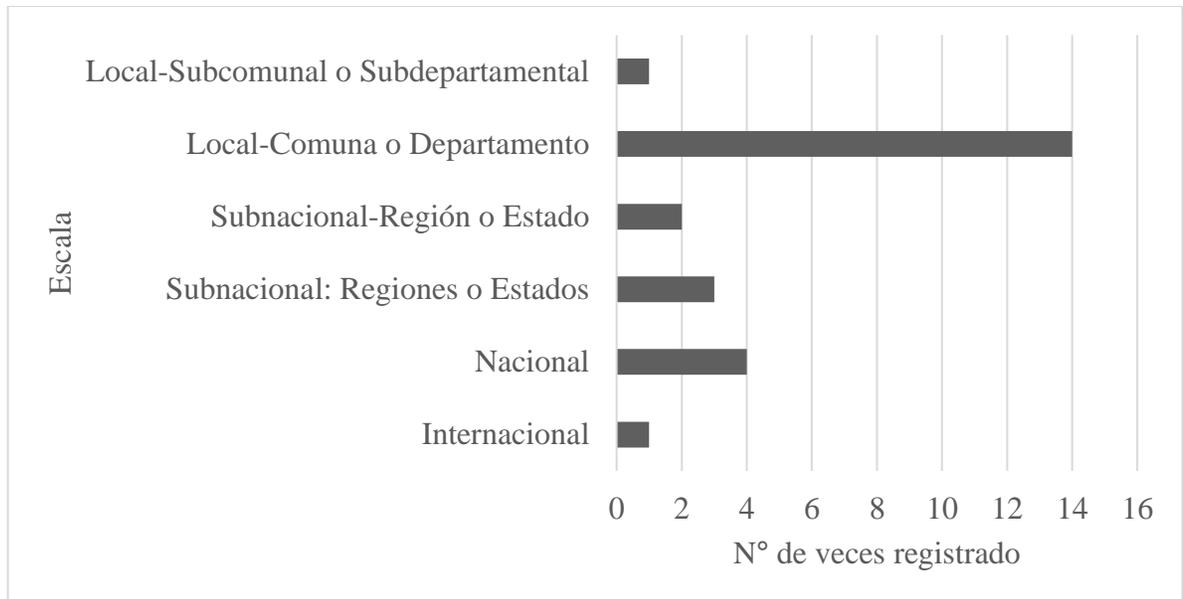


Figura 8. Escalas identificadas en las acciones de transformación.

Por otra parte, a través de una breve descripción, los territorios identificados permiten conocer ciertas características de estos lugares, ya sea, parte de la geografía natural, administrativa o ambas, por ejemplo, la ciudad costera Semarang y la megaciudad costera Yakarta, capital, ambas en Indonesia, país que enfrenta inundaciones recurrentes a causa de lluvias extremas, tormentas y aumento del nivel del mar. En cuanto a los países donde se registraron las acciones de transformación podemos mencionar que la gran mayoría de acciones identificadas en este estudio se concentra en países del continente asiático (Figura 9), como Nepal, Bangladesh, Vietnam, Israel e Indonesia. Tanto en Europa como en América, se registraron 5 acciones de transformación. En los países Grecia, Irlanda, Austria, Suecia y España, Argentina, Colombia, México y 2 en Estados Unidos. En África se registraron 4 acciones de transformación, 2 en Botsuana y 2 en Sudáfrica. En Oceanía se registraron 2 acciones de transformación, una en Kiribati para enfrentar la inminente inundación de su territorio y la otra en Australia, para contener los impactos de la sequía.

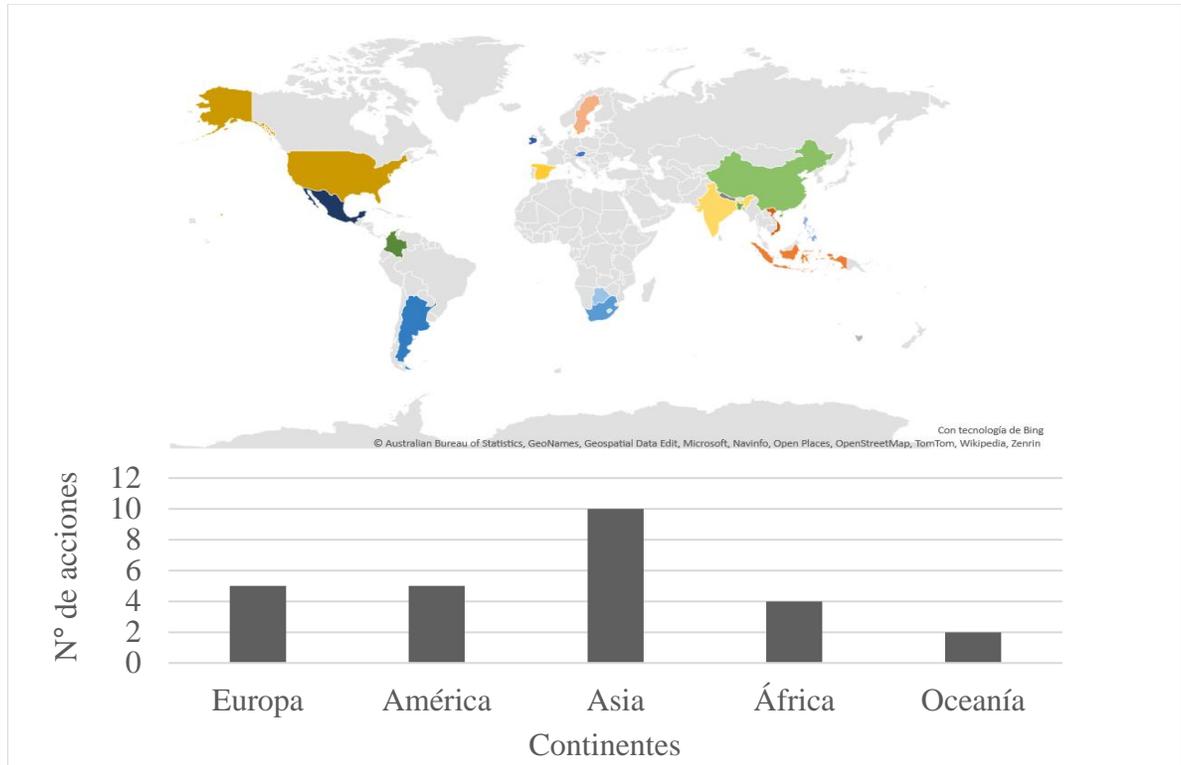


Figura 9. Distribución geográfica de las acciones de transformación registradas según continentes.

Las poblaciones influenciadas por las acciones de transformación revisadas se registraron a partir de la codificación abierta, permitiendo rescatar las particularidades de cada grupo y registrar en la base de datos (Apéndice 2. Base de datos acciones de transformación). Un hallazgo dentro de esta subcategoría son los grupos humanos campesinos y granjeros que enfrentan, además de los impactos del cambio climático, dificultades asociadas a la precariedad y la falta de fomento a sus actividades productivas. También se identificaron asentamientos urbanos sobrepoblados con acceso limitado al agua potable y sin sistema de alcantarillado.

Experiencias como el estudio de construcción participativa del estado de resiliencia que fue realizado en Bangladesh (Roy *et al.*, 2021), subrayan la importancia de adaptar las acciones de transformación a las particularidades de cada territorio, involucrando activamente a las comunidades locales y considerando sus necesidades específicas. Este enfoque descentralizado y contextualizado puede mejorar la efectividad de la transformación y fortalecer la resiliencia a nivel local.

Trayectorias, dominios y planificación de las acciones de transformación

Fueron identificadas 15 transformaciones de trayectorias positivas y 10 transformaciones de trayectoria negativa (Figura 10).

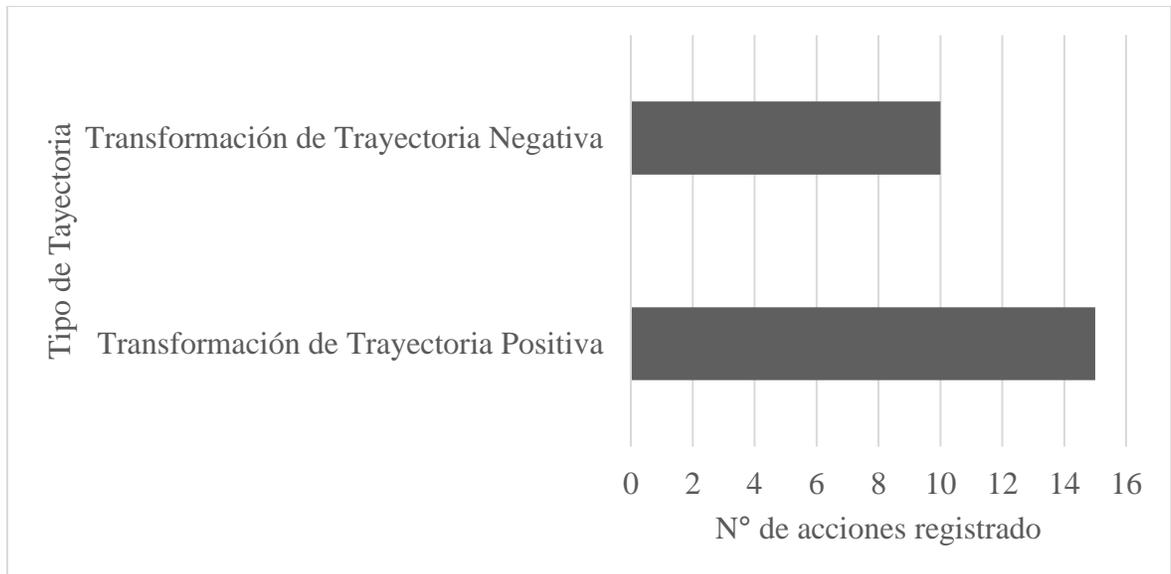


Figura 10. Trayectorias registradas en las acciones de transformación.

Las trayectorias de las acciones de transformación revisadas componen una herramienta útil que convoca a explorar en las particularidades de cada caso para analizar y comprender los factores que influyeron en mayor o menor medida, a la trayectoria resultante, permitiéndonos una noción íntegra de los escenarios o contextos en que se desarrollaron las acciones.

En cuanto a los dominios de las acciones de transformación, se identificó el dominio funcional en 23 de las acciones de transformación revisadas mientras que el dominio relacional se ve involucrado en 11 acciones. Los dominios estructural y cognitivo se identificaron en menor medida, estando presente en 6 y 5 acciones de transformación respectivamente (Figura 11).

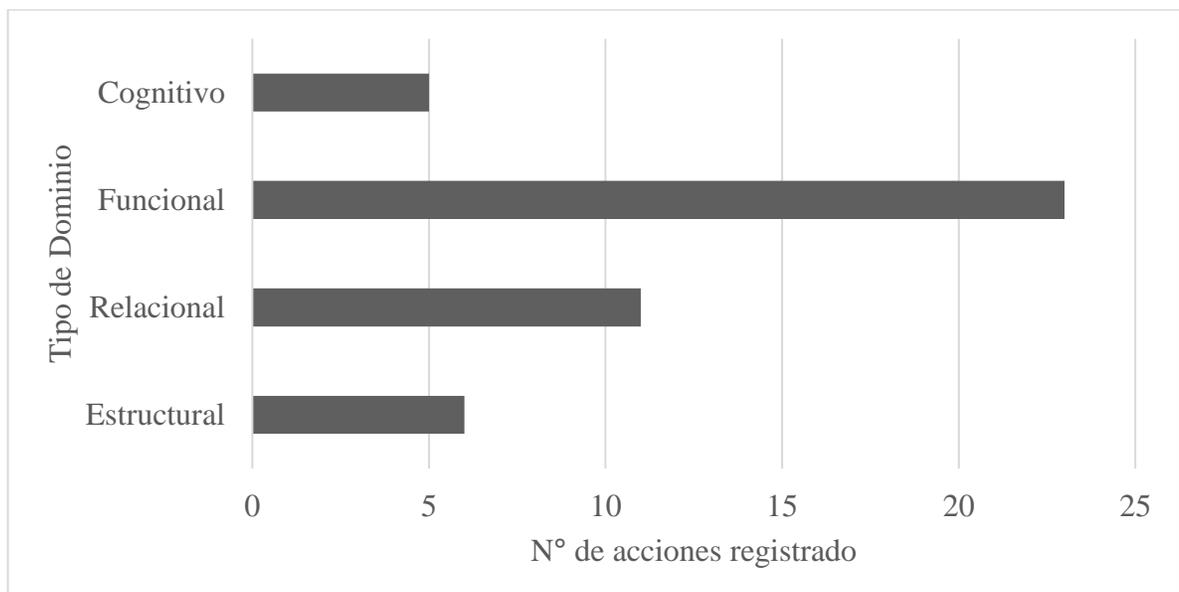


Figura 11. Dominios registrados en las acciones de transformación

Estos resultados se condicen con lo mencionado anteriormente en el subapartado de Instrumentos y sectores de las acciones de transformación cuando encontramos 23 acciones de transformación que tienen incidencia en la funcionalidad del sistema, es decir, se emplea una acción de transformación que remueve las bases del funcionamiento o comportamiento del sistema, reformándolo y dejándolo operativo y productivo, ante el nuevo escenario donde tenemos la intensificación de los impactos del cambio climático.

Las acciones de transformación que se reportan como planificadas corresponden a 22 de las 25 revisadas y las 3 acciones restantes corresponden a acciones no planificadas o espontáneas (Figura 12).

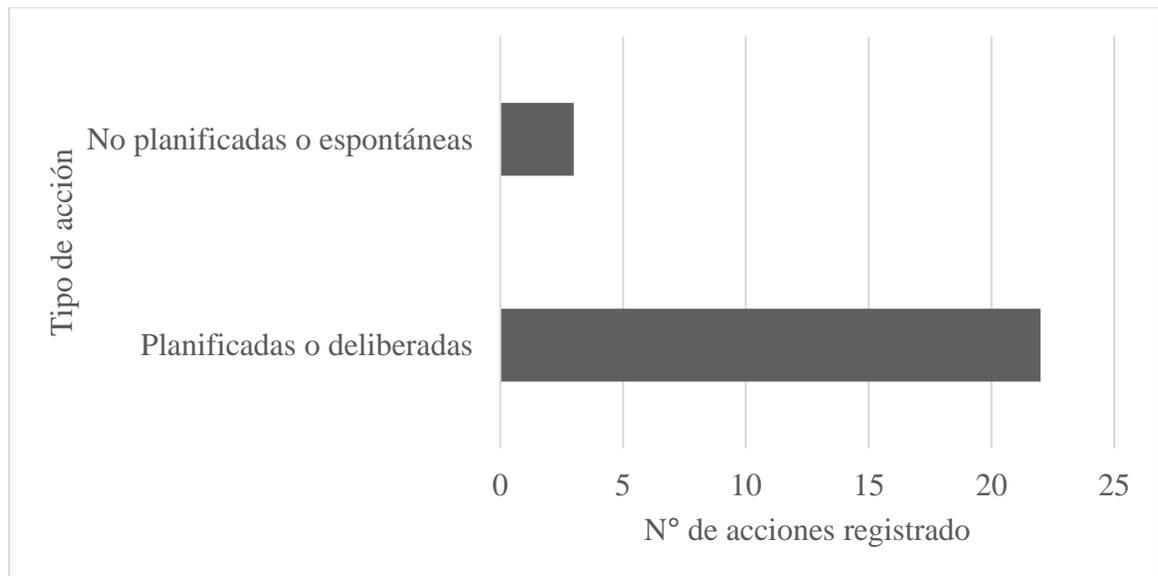


Figura 12. Planificación de las acciones de transformación revisadas.

La planificación de las acciones muestra una tendencia que podría estar asociada a la complejidad de la transformación y, debido a esto, las acciones de transformación tienden a ser planificadas para prever y disminuir las eventuales dificultades y desafíos.

Tipo de respuesta al cambio climático, tipo de impacto y año de inicio de la acción de transformación

Respecto al tipo de respuesta al cambio climático que se identificó en las 25 acciones de transformación, se registró 1 acción que presentó sinergia entre adaptación y mitigación transformacional que es el caso de Irlanda donde converge la mega infraestructura con la restauración de humedales y construcción de humedales artificiales que, por su condición de reservorios naturales de dióxido de carbono, contienen naturalmente los impactos del cambio climático (Jeffers, 2020). En las restantes 24 acciones de transformación, se registró únicamente adaptación transformacional (Figura 13).

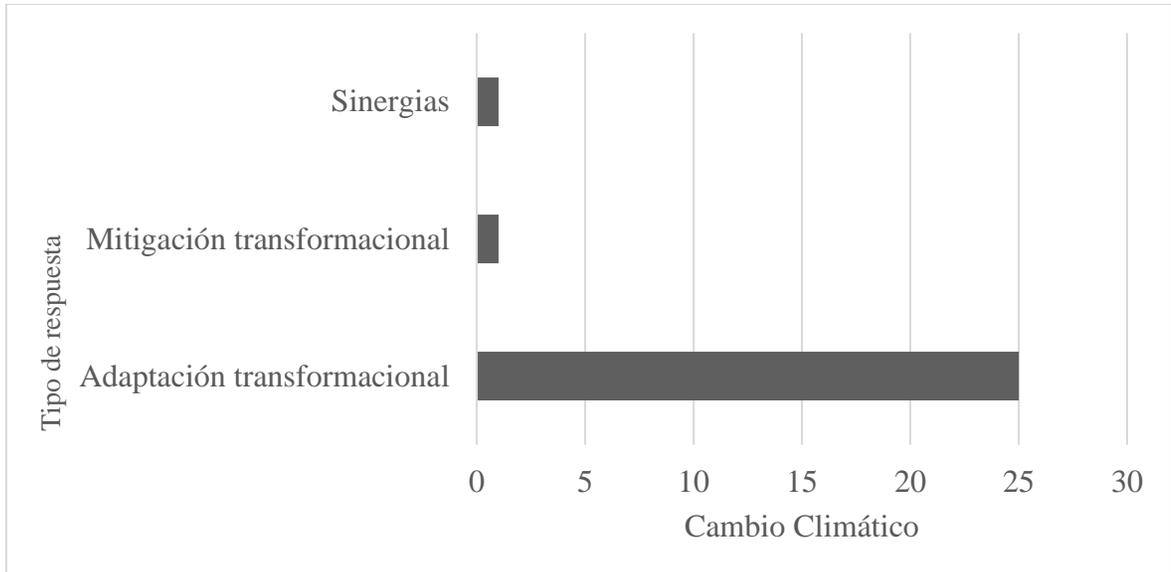


Figura 13. Tipos de respuesta al cambio climático de las acciones de transformación revisadas.

Estos resultados pueden ser muestra del interés que existe en revertir o detener las causas del cambio climático ya que la mitigación apunta directamente a acciones de transformación que impliquen la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero o bien, la restauración y conservación de los sumideros, naturales o artificiales, de estos gases.

Los tipos de impactos que abordan las acciones de transformación revisadas corresponden a lluvias extremas en 15 casos, sequía o déficit hídrico en 8 casos y, lluvias extremas junto a sequía o déficit hídrico, en 2 ocasiones que corresponden a ciudades que se ven afectadas por ambos fenómenos extremos en las ciudades de Durban, Sudáfrica y Gorakhpur, India (Figura 14).

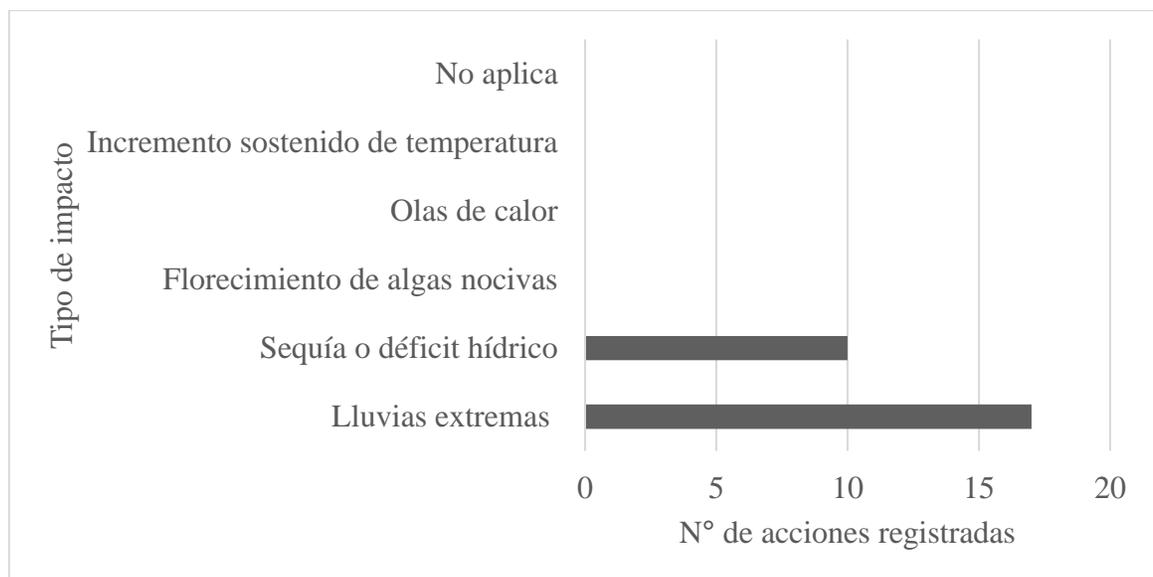


Figura 14. Tipo de impactos identificados en las acciones de transformación registradas.

La identificación de tipos de impacto volcada únicamente a las lluvias extremas y la sequía o déficit hídrico es atribuible al enfoque de este estudio y la metodología empleada para la selección de documentos y para nada atribuible a la inexistencia de estos impactos del cambio climático.

Los años registrados muestran que las acciones revisadas ocurren entre los años 1972 y 2017 aumentando su concentración entre los años 2000 y 2017 (Figura 15). En 4 acciones de transformación no fue posible identificar el año de inicio.



Figura 15. Años de inicio o puesta en marcha que registran las acciones de transformación estudiadas.

La concentración de acciones de transformación desde el año 2000 al año 2017 se condice con lo mencionado en el apartado de Revisión Bibliográfica respecto al aumento de frecuencia de los fenómenos climáticos extremos en el tiempo por el incremento de la temperatura global a causa del cambio climático.

IX. DISCUSIÓN

Los resultados expuestos en el apartado anterior reflejan la investigación minuciosa que se realizó para responder cuáles y cómo son las acciones de transformación para enfrentar sequías y lluvias extremas que registra la literatura científica publicada entre los años 2018 y 2022.

A continuación, se discutirán los hallazgos de este estudio según la bibliografía disponible lo permita ya que, no hay literatura que aborde específicamente, análisis de acciones de transformación que precedan este estudio.

Transformación como estrategia urgente

La transformación es un enfoque relacionado a la adaptación, y se refiere a una nueva estrategia para enfrentar los impactos del cambio climático a través de cambios profundos en los sistemas afectados (Salgado & Aldunce, 2019). Considerando que la transformación implica cambios radicales en las estructuras y procesos fundamentales de los sistemas socio-ecológicos, este estudio concentró su foco en analizar la forma en que se emplean dichas acciones para explorar la complejidad y diversidad de perspectivas que se deben considerar al abordar los desafíos del cambio climático, reconociendo que no hay una sola receta para la transformación en los territorios (Pelling, 2011).

De acuerdo con lo observado, la implementación de políticas públicas es crucial para facilitar estos procesos transformacionales y se condice con lo que asevera Adger *et al.* (2005), quienes destacan la necesidad de políticas que integren la adaptación transformacional como una estrategia clave para enfrentar los impactos del cambio climático. En Chile, por ejemplo, el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático establece directrices para la adaptación y mitigación, promoviendo cambios estructurales en sectores críticos como la agricultura y la gestión de recursos hídricos (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2017).

Un enfoque descentralizado y minuciosamente contextualizado mejora la efectividad de la transformación fortaleciendo la resiliencia a nivel local, además, permite adaptar las acciones de transformación a las particularidades de cada territorio, involucrando activamente a las comunidades locales y considerando sus necesidades específicas (Folke *et al.*, 2010).

Los resultados muestran que en medida que predomina un enfoque holístico e innovador, en las acciones de transformación que involucran cambios profundos en las estructuras sociales, económicas y políticas, se logran gestionar los desafíos climáticos y esta perspectiva es crucial para abordar la magnitud y la complejidad de los impactos del cambio climático. Lo que se confirma en O'Brien y Selboe (2015), la resiliencia no solo debe centrarse en la capacidad de los sistemas para resistir y recuperarse de perturbaciones, sino también en su capacidad para transformarse y adaptarse a nuevas condiciones.

La transformación es un componente crítico para enfrentar los desafíos del cambio climático y la implementación efectiva de sus acciones requiere un enfoque participativo y adaptativo,

que considere las especificidades locales y promueva cambios significativos en los sistemas socio-ecológicos. La literatura evidencia que este enfoque no solo mejora la capacidad de integración de las acciones de transformación, sino que también fortalece la resiliencia a largo plazo, permitiendo a las comunidades gestionar mejor los impactos del cambio climático.

Participación, colaboración y gobernanza

El análisis de estos resultados revela la variabilidad en la participación de actores territoriales en los procesos de transformación frente a los desafíos del cambio climático. Esta variabilidad es consistente con lo observado por O'Brien y Selboe (2015), quienes señalan que la transformación requiere de una activa participación de diversos actores para ser efectiva y sostenible. La colaboración entre estos actores no solo fortalece la implementación de medidas concretas, sino que también permite visualizar cambios a nivel de gobernanza como una posibilidad real y con resultados positivos en la búsqueda de la reducción de la vulnerabilidad socio-ecológica ante los impactos del cambio climático (Folke *et al.*, 2010).

Investigaciones previas han subrayado la importancia de la gobernanza participativa en la adaptación al cambio climático. Por ejemplo, Adger *et al.* (2005) destacan que la participación de comunidades locales y otros actores territoriales es crucial para identificar y aplicar soluciones adaptativas que sean culturalmente adecuadas y localmente aceptadas. La colaboración efectiva puede facilitar el intercambio de conocimientos y recursos, mejorando la capacidad de adaptación y resiliencia de las comunidades (Berkes, 2007).

La participación y colaboración de los diversos actores involucrados en una acción de transformación pueden conducir al éxito en la búsqueda de la transformación para enfrentar los impactos del cambio climático. La literatura señala que la inclusión de actores locales no solo proporciona legitimidad a las iniciativas de transformación, sino que también aumenta la probabilidad de implementación exitosa y sostenida de dichas iniciativas (Pelling, 2011). Asimismo, se identifica que la falta de análisis y consideración del factor de participación de los actores territoriales puede debilitar los esfuerzos para la transformación. Este aspecto es crítico, ya que la falta de participación puede resultar en estrategias que no sean adecuadas o que no cuenten con el apoyo necesario para ser efectivas (Reed, 2008). Por lo tanto, una gobernanza inclusiva y colaborativa es fundamental para asegurar que las respuestas al cambio climático sean eficaces y equitativas.

De acuerdo con lo anterior, se sostiene que, para enfrentar los desafíos del cambio climático de manera efectiva, es esencial un enfoque que promueva la participación y la colaboración entre todos los actores territoriales. Este enfoque no solo mejora la implementación de acciones de transformación, sino que también fortalece la gobernanza y la resiliencia de las comunidades, permitiéndoles enfrentar mejor a los impactos del cambio climático.

Influencia de las acciones en sectores específicos

El impacto de las acciones de transformación en diferentes sectores es un tema crucial en el estudio de la transformación. Los hallazgos de este estudio reflejan la interconexión y la

complejidad de los sistemas socioecológicos, donde las intervenciones en un área pueden tener repercusiones significativas en otras.

En el ámbito de las ciudades y la infraestructura, Fekete *et al.* (2022) destacan el caso de Ciudad del Cabo, donde las acciones de transformación, como la mejora de los sistemas de drenaje, han tenido un impacto directo en la disposición urbana. Este ejemplo subraya cómo las intervenciones en infraestructura pueden remodelar el entorno urbano y mejorar la resiliencia ante eventos climáticos extremos.

El ordenamiento territorial emerge como un elemento fundamental en la estrategia para abordar los desafíos del cambio climático. Investigaciones recientes subrayan la importancia de una planificación territorial integrada que considere la resiliencia climática y la adaptación como pilares centrales (García *et al.*, 2021; Smith *et al.*, 2020). Este enfoque requiere una transformación profunda en la gestión del territorio, incorporando prácticas sostenibles y promoviendo la conservación de ecosistemas clave (Brown & Jones, 2019). Además, se destaca la necesidad de políticas que fomenten la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero mediante la promoción de prácticas agrícolas y forestales más sustentables (Díaz *et al.*, 2018). De este modo se evidencia la importancia de una gestión territorial estratégica para la transformación que permita enfrentar los desafíos del cambio climático y promover un desarrollo sostenible a largo plazo.

La influencia en el sector de recursos hídricos es particularmente relevante, con 10 acciones identificadas. Autores como Gleick (1993) han investigado exhaustivamente la gestión de recursos hídricos y han destacado la necesidad de enfoques integrales y sostenibles para abordar los desafíos relacionados con el agua, incluida la adaptación al cambio climático.

El impacto en el sector silvoagropecuario, con 6 acciones identificadas, ratifica la importancia de aumentar las acciones de transformación que involucren el sector silvoagropecuario. Esto se condice con lo aseverado por Rosenzweig y Parry (1994) quienes veinte años atrás examinaron los efectos del cambio climático en la agricultura y han subrayado la importancia de estrategias que aborden tanto los aspectos climáticos como los socioeconómicos del sistema alimentario.

Los sectores de salud, pesca y acuicultura también se vieron involucrados en las medidas de las acciones de transformación, sin embargo, el número de veces que se observan estos sectores incluidos en las medidas, es preocupante si consideramos la investigación de McMichael *et al.* (2003), quien estudió cómo el cambio climático puede influir en la distribución de enfermedades y la disponibilidad de recursos sanitarios, destacando la necesidad de políticas de adaptación robustas en este sector hace más de veinte años.

Si consideramos como Rockström *et al.* (2009), que han argumentado que la adaptación al cambio climático debe tener en cuenta tanto las necesidades humanas como la integridad de los sistemas naturales, promoviendo enfoques que busquen la equidad social y la sostenibilidad ambiental es alarmante encontrarnos en los resultados con limitadas acciones de transformación que aborden la mitigación transformacional o que influyan en el sector de la biodiversidad, por ejemplo, y, en este sentido, es una propuesta para el diseño de acciones

de transformación, que se pueda distinguir si la acción aspira a una transformación con un enfoque productivista o antropocentrista.

Lo anterior tiene sentido si consideramos que el enfoque antropocentrista y el enfoque productivista presentan motivaciones diversas para enfrentar el cambio climático. El enfoque antropocentrista se centra en la importancia de proteger el bienestar humano y el entorno en el que vivimos, por lo tanto, prioriza la sostenibilidad, la justicia social y la preservación de los recursos naturales para las generaciones futuras (Brown y Timmerman, 2015). Por otro lado, el enfoque productivista se orienta hacia la maximización de la eficiencia económica y la productividad. Este enfoque busca soluciones tecnológicas e innovaciones que permitan mantener o aumentar los niveles de producción y consumo, con la premisa de que el desarrollo económico puede coexistir con la mitigación del cambio climático (Smith, 2018). Mientras el enfoque antropocentrista promueve un cambio de paradigma hacia estilos de vida más sostenibles, el enfoque productivista confía en la capacidad de la tecnología y el mercado para resolver los problemas ambientales sin sacrificar el crecimiento económico (Jones *et al.*, 2020).

Limitaciones y futuras direcciones de investigación

Las acciones de transformación, como mencionan Aldunce *et al.* (2021), son aquellas que van más allá de la adaptación incremental y pueden implicar cambios sistémicos en la gobernanza, la economía y el comportamiento humano para abordar los desafíos del cambio climático de manera más efectiva. Autores como Olsson *et al.* (2014) han investigado ejemplos de transformaciones socioecológicas exitosas en diferentes contextos, destacando la importancia de la participación comunitaria, la innovación y la colaboración intersectorial (Olsson *et al.*, 2014). Sin embargo, la implementación de acciones de transformación enfrenta numerosos desafíos. La resistencia al cambio, la falta de recursos financieros y técnicos, y los intereses opuestos entre diferentes actores son algunos de los obstáculos identificados por autores como Biesbroek *et al.* (2010). Además, la incertidumbre sobre el futuro del clima y los impactos potenciales dificultan la planificación a largo plazo y la toma de decisiones (Biesbroek *et al.*, 2010). Estas limitaciones resaltan la necesidad de una mayor investigación y desarrollo de estrategias efectivas para superar estas barreras.

Autores como Folke *et al.* (2010) sugieren que la adaptación transformacional puede generar beneficios adicionales, como la mejora de la equidad social, la resiliencia a múltiples estresores y la conservación de la biodiversidad (Folke *et al.*, 2010). La integración de conocimientos tradicionales y científicos, la promoción de la innovación tecnológica y la creación de alianzas colaborativas también pueden fortalecer los esfuerzos de transformación. Una oportunidad de investigación es el desarrollo de tecnologías avanzadas para la monitorización del clima y la implementación de soluciones basadas en la naturaleza pueden mejorar significativamente las respuestas a los desafíos climáticos.

Es crucial abordar la brecha entre la teoría y la práctica en la implementación de acciones de transformación por ello se necesita una mayor comprensión de cómo superar las barreras institucionales, culturales y burocráticas para el cambio, así como la evaluación de los impactos sociales, económicos y ambientales de las acciones de transformación a largo plazo.

Además, se requiere una investigación más detallada sobre la efectividad de diferentes enfoques de transformación en diferentes contextos socio ecológicos, para recabar en políticas y prácticas más efectivas de adaptación al cambio climático y otros desafíos ambientales. La colaboración interdisciplinaria y la internalización activa de las comunidades locales en la investigación pueden proporcionar perspectivas valiosas y soluciones adaptadas a contextos específicos.

X. CONCLUSIONES

En conclusión, se observó una amplia variabilidad en la caracterización de las acciones de transformación lo que constituye una fortaleza de este estudio ya que proporciona antecedentes que contribuyen y se suman al campo de estudio de la transformación, revelando cuáles y cómo son las acciones que registra la literatura científica entre los años 2018 y 2022. La variabilidad mencionada es también una batería de antecedentes de los diversos escenarios en que se desarrollaron las acciones, con múltiples perspectivas, útil en el proceso de diseño e implementación de una acción de transformación. Esta batería de antecedentes podría permitir la comparación, proyección o extrapolar incluso, los escenarios a abordar, con los registrados en esta investigación y, de este modo, acercar el diseño e implementación de una acción de transformación a la pertinencia territorial.

Se concluye que efectivamente la transformación emerge como una estrategia fundamental y en parte inevitable para abordar la intensificación de los impactos del cambio climático en vista de las variaciones que afectan los patrones de precipitación provocando las sequías prolongadas o lluvias extremas. Las lecciones que deja esta revisión de los últimos años indican la importancia de políticas públicas que fomenten la participación y sensibilización transversal de actores con el cambio climático, la diversificación económica y la restauración y conservación de los recursos naturales. Asimismo, la colaboración entre distintos actores, desde comunidades, gobiernos hasta organizaciones no gubernamentales y el sector privado, se revela como uno más de los aspectos cruciales para implementar medidas efectivas y pertinentes de transformación en un determinado territorio dada su complejidad y debido a esto, se sugiere incluir la mayor cantidad de perspectivas en un proceso de elaboración e implementación de acciones de transformación. Estas conclusiones subrayan la urgencia de una acción colectiva y transformadora para salvaguardar nuestro futuro frente a los desafíos del cambio climático.

Si bien este estudio aporta los antecedentes mencionados anteriormente, está limitado a la metodología de la revisión sistemática de literatura científica publicada entre los años 2018 y 2022 excluyendo material bibliográfico no científico que ciertamente contiene información respecto a las variables ya analizadas y que puede contener nuevas variables involucradas en la gestión de desastres asociados a los impactos del cambio climático. Esto es una invitación para investigadores e investigadoras a abordar las variables económicas, educacionales, políticas y sociales, entre otras, que puedan complementar el campo de estudio sobre la transformación y las posibilidades entorno a resolver la vulnerabilidad ecológica y demográfica que hoy nos compete enfrentar.

XI. LITERATURA CITADA

- Adger, W. N., Arnell, N. W., & Tompkins, E. L. 2005. Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change*, 15(2), 77-86.
- Aldunce, P., Beilin, R., Howden, M., & Handmer, J. 2021. Transformational adaptation: What it is, why it matters and what is needed. *Climatic Change*, 165(1), 1-12.
- Aldunce, P., G. Guevara, & F. Muñoz. 2022. Base de datos acciones de transformación. La versión más actualizada de esta base de datos se encuentra en esta ubicación: <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/RC94T>
- Aldunce, P., K. Indvik, R. Borquez, C. Adler, & V. Galaz. 2014. Resilience in the Context of Climate Change: A Systematic Review of the Literature to Aid a Navigation of Diversity-Working Paper. CR2. Santiago, Chile.
- Aldunce, P., G. Lillo, M. Vidal, & P. Maldonado. 2016. Base de datos de prácticas de adaptación a la variabilidad y cambio climático.
- Aldunce, P., M. Rojas, G. Guevara, C. Álvarez, M. Billi, C. Ibarra, & R. Sapiains. 2021. Enfoque Transformación: Adaptación. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, (CR)2. Santiago, Chile. 10p
- Aldunce, P. 2019. Nota conceptual: Transformación: Grandes desafíos-Profundos cambios. In Center for Climate and Resilience Research ((CR)2). Santiago de Chile. 11pp
- Allen, M.R., O.P. Dube, W. Solecki, F. Aragón-Durand, W. Cramer, S. Humphreys, M. Kainuma, J. Kala, N. Mahowald, Y. Mulugetta, R. Perez, M. Wairiu, & K. Zickfeld. 2018. Framing and Context. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global*

response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, & T. Waterfield (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK & New York, NY, USA: 49-92.

Ara Begum, R., R. Lempert, E. Ali, T.A. Benjaminsen, T. Bernauer, W. Cramer, X. Cui, K. Mach, G. Nagy, N.C. Stenseth, R. Sukumar, & P. Wester. 2022. Point of Departure and Key Concepts. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösche, V. Möller, A. Okem, & B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK & New York, NY, USA: 121–196.

Avalos, J., & N. Utley. 2014.. Aproximación al análisis de datos cualitativos con Atlas ti, Documento de trabajo, Material Didáctico del Taller de Análisis Cualitativos con Atlas ti, Programa de Maestría en Estudios Culturales, El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California, México.

Biesbroek, G. R., Termeer, C. J. A. M., Klostermann, J. E. M., & Kabat, P. 2010. Barriers to climate change adaptation in the Netherlands. *Climate Law*, 1(2), 181-199.

Birkmann, J., E. Liwenga, R. Pandey, E. Boyd, R. Djalante, F. Gemenne, W. Leal Filho, P.F. Pinho, L. Stringer, & D. Wrathall. 2022. Poverty, Livelihoods and Sustainable Development. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*.

Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, & B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK & New York, NY, USA:1171–1274.

Brown, T. S., & Timmerman, P. 2015. Sustainable Development and Climate Change: A Review of Approaches. *Revista Agronómica*, 5(2), 88-101.

Brown, T. S., & Jones, R. E. 2019. Transformative Approaches to Territorial Management for Climate Resilience: Lessons from Global Experiences. *Revista Agronómica*, 9(3), 112-125.

Canadell, J.G., P. Monteiro, M.S. Costa, L. Cotrim da Cunha, P.M. Cox, A.V. Eliseev, S. Henson, M. Ishii, S. Jaccard, C. Koven, A. Lohila, P.K. Patra, S. Piao, S. Syampungani, S. Zaehle, & K. Zickfeld. 2021. Global Carbon and other Biogeochemical Cycles and Feedbacks. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Pean, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekci, R. Yu, & B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom & New York, NY, USA:673–816.

Chen, D., M. Rojas, B.H. Samset, K. Cobb, A. Diongue Niang, P. Edwards, S. Emori, S.H. Faria, E. Hawkins, P. Hope, P. Huybrechts, M. Meinshausen, S.K. Mustafa, G.-K. Plattner, & A.M. Tréguier. 2021. Framing, Context, and Methods. In *Climate Change*

2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, & B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom & New York, NY, USA;147–286.

Cooley, S., D. Schoeman, L. Bopp, P. Boyd, S. Donner, D.Y. Ghebrehiwet, S.I. Ito, W. Kiessling, P. Martinetto, E. Ojea, M.F. Racault, B. Rost, & M. Skern-Mauritzen. 2022. Oceans and Coastal Ecosystems and Their Services. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösckke, V. Möller, A. Okem, & B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK & New York, NY, USA: 379–550.

DGA. 2020. Boletín 510: Información Pluviométrica, pluviométrica, estado de embalses y aguas subterráneas.

Díaz, M. A., Rodríguez, P. J., & Sánchez, L. M. 2018. Policy Instruments for Mitigating Greenhouse Gas Emissions in Agriculture and Forestry: A Comparative Analysis. *Revista Agronómica*, 8(4), 65-78.

Douville, H., K. Raghavan, J. Renwick, R.P. Allan, P.A. Arias, M. Barlow, R. Cerezo-Mota, A. Cherchi, T.Y. Gan, J. Gergis, D. Jiang, A. Khan, W. Pokam Mba, D. Rosenfeld, J. Tierney, & O. Zolina. 2021. Water Cycle Changes. In *Climate Change 2021: The*

Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, & B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom & New York, NY, USA: 1055–1210.

Dow, K., F. Berkhout, & B. Preston. 2013. Limits to adaptation. *Nature Clim Change*. 3: 305–307.

Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, J.C Minx, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen & S. Schlömer. 2014. Parte de la contribución del Grupo de trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 174.

Eyring, V., N.P. Gillett, K.M. Achuta Rao, R. Barimalala, M. Barreiro Parrillo, N. Bellouin, C. Cassou, P.J. Durack, Y. Kosaka, S. McGregor, S. Min, O. Morgenstern, & Y. Sun. 2021. Human Influence on the Climate System. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, & B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom & New York, NY, USA: 423–552.

Fazey, I., N. Schöpke, G. Caniglia, J. Patterson, J. Hultman, B. Van Mierlo, F. Säwe, A.

- Wiek, P. Aldunce, H. Al Waer, N. Battacharya, H. Bradbury., E. Carmen, J. Colvin, C. Cvitanovic, M. D'Souza, M. Gopel, B. Goldstein, & C. Wyborn. 2018. Ten essentials for action-oriented and second order energy transitions, transformations and climate change research. *Energy Research & Social Science*, 40: 54-70.
- Fekete, A., López, M., & Rodríguez, E. 2022. Impacto de las Acciones de Transformación en Diferentes Sectores: Un Análisis Interdisciplinario. *Revista Agronómica*, 12(1), 32-45.
- Fernández, F. 2002. El análisis de contenido como ayuda metodológica para la investigación. *Revista de Ciencias Sociales (Cr)*, 2(96): 35-53.
- Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. 2010. Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, 15(4), 20.
- Ford, J. D., L. Berrang-Ford, & J. Paterson. 2011. A systematic review of observed climate change adaptation in developed nations: A letter. *Climatic Change*, 106(2): 327-336.
- Foster, G. L., D.L. Royer, & D.J. Lunt. 2017. Future climate forcing potentially without precedent in the last 420 million years. *Nature communications*, 8: 14845.
- García, J. M., Pérez, R. S., & Martínez, L. G. 2021. Territorial Adaptation Strategies to Climate Change: Insights from Case Studies in Latin America. *Revista Agronómica*, 11(1), 78-91.
- Garreaud, R.D., J.P. Boisier, R. Rondanelli, A. Montecinos, H. Sepúlveda, & D. Veloso-Aguila. 2020. The Central Chile Mega Drought (2010–2018): A climate dynamics perspective. *Int J Climatol*. 2020; 40: 421– 439.

- Gleick, P. H. 1993. Water resources. In *Climate change impacts on the United States: The potential consequences of climate variability and change* (pp. 69-99). Cambridge University Press.
- Gulev, S.K., P.W. Thorne, J. Ahn, F.J. Dentener, C.M. Domingues, S. Gerland, D. Gong, D.S. Kaufman, H.C. Nnamchi, J. Quaas, J.A. Rivera, S. Sathyendranath, S.L. Smith, B. Trewin, K. von Schuckmann, & R.S. Vose. 2021. Changing State of the Climate System. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, & B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom & New York, NY, USA: 287–422.
- Hansen, J., Sato, M., & Ruedy, R. 2012. Perception of climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(37), E2415-E2423.
- Hernández, S., C. Fernández, & M. Baptista. 2014. *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.
- IPCC. 2021a. Annex VII: Glossary [Matthews, J.B.R., V. Möller, R. van Diemen, J.S. Fuglestvedt, V. Masson-Delmotte, C. Méndez, S. Semenov, A. Reisinger (eds.)]. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy,

J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, & B. Zhou (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom & New York, NY, USA: 2215–2256.

IPCC. 2021b. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, & B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom & New York, NY, USA: 3–32.

IPCC. 2022a. Annex II: Glossary [Möller, V., R. van Diemen, J.B.R. Matthews, C. Méndez, S. Semenov, J.S. Fuglestedt & A. Reisinger (eds.)]. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löscke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK & New York, NY, USA: 2897–2930.

IPCC. 2022b. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löscke, V. Möller, A. Okem & B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK & New York, NY, USA: 3056.

- Jacso, P. 2005. As we may search – Comparison of major features of the Web of Science, Scopus, and Google Scholar citation-based and citation-enhanced databases. *CURRENT SCIENCE*, 89(9): 12.
- Jerez Toledo, C. 2021. Estudio de los efectos e impactos del Cambio Climático mediante índices hidrológicos evaluados en eventos extremos en la cuenca del Río Bueno, Chile.
- Jones, R. E., García, C. D., & Pérez, R. S. 2020. The Role of Market Mechanisms in Climate Change Mitigation: A Comparative Analysis. *Revista Agronómica*, 7(3), 102-115.
- Lázaro, M., I. Bortagaray, M. Trimble, & C. Zurbriggen. 2021. Citizen deliberation in the context of Uruguay's first National Water Plan. *Water Policy* 1 June 2021; 23 (3): 487–502.
- Lee, J.-Y., J. Marotzke, G. Bala, L. Cao, S. Corti, J.P. Dunne, F. Engelbrecht, E. Fischer, J.C. Fyfe, C. Jones, A. Maycock, J. Mutemi, O. Ndiaye, S. Panickal, & T. Zhou. 2021. Future Global Climate: Scenario-Based Projections and Near-Term Information. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, & B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom & New York, NY, USA: 553–672.
- Lei, Y., C. Liu, L. Zhang, & S. Luo. 2016. How small holder farmers adapt to agricultural drought in a changing climate: A case study in southern China. 300-308

- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gotzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: Explanation and elaboration. *BMJ*, 339: b2700.
- López, F. 2002. El análisis de contenido como método de investigación. *Revista de educación*, 4:167-179.
- Marín, M., H. Neira, N. Garrido, & F. Báez. 2021. Visor Territorial de fallecidos por Remociones en Masa (R.M.) en Chile entre los años 1938-2020. SERNAGEOMIN.
- McMichael, A. J., Woodruff, R. E., & Hales, S. 2003. Climate change and human health: present and future risks. *The Lancet*, 367(9513), 859-869.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2020. Informe del Estado del Medio Ambiente 2020. Gobierno de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2017. Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022. Santiago, Chile.
- Naciones Unidas. 2016. Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 21er período de sesiones, celebrado en París del 30 de noviembre al 13 de diciembre de 2015. Convención Marco sobre el Cambio Climático. Conferencia de las Partes. París, Francia.
- Naranjo, J. 2018. Víctimas fatales causadas por remociones en masa en Chile (1928-2017).
- Olsson, P., Galaz, V., & Boonstra, W. J. 2014. Sustainability transformations: A resilience perspective. *Ecology and Society*, 19(4), 1.
- Ortiz, G. 2015. La “Gran Aceleración” en la Actividad Humana se Inició en 1950. *Gestión*, 254, 23 – 36.

- O'Brien, K., & Selboe, E. 2015. *The Adaptive Challenge of Climate Change*. Cambridge University Press.
- Page, M.J., J.E. McKenzie, P.M. Bossuyt, I. Boutron, T.C. Hoffmann, C.D. Mulrow, L. Shamseer, J.M. Tetzlaff, E.A. Akl, S.E. Brennan, R. Chou, J. Glanville, J.M. Grimshaw, E.W. Loder, E. Mayo-Wilson, S. McDonald, L.A. McGuinness, L.A. Stewart, J. Thomas, & P. Whiting. 2021. Declaración PRISMA. (2020): Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol*, 10.
- Parmesan, C., M.D. Morecroft, Y. Trisurat, R. Adrian, G.Z. Anshari, A. Arneth, Q. Gao, P. Gonzalez, R. Harris, J. Price, N. Stevens, & G.H. Talukdarr. 2022. Terrestrial and Freshwater Ecosystems and Their Services. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK & New York, NY, USA: 197–377.
- Pelling, M. 2011. *Adaptation to Climate Change: From Resilience to Transformation*. Routledge.
- Ramírez, P. 2018. *Remociones en masa: El estado del arte en Chile*. Unidad de Peligros Geológicos y Ordenamiento Territorial (UPGOT) Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).
- Rivera, D., M. Molinos, S. Vicuña, O. Melo, & J. Gironás. 2022. Columna de opinión: Superando juntos las sequías. Pontificia Universidad Católica de Chile. Dirección de Sustentabilidad.

- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F. S., Lambin, E. F., ... & Foley, J. A. 2009. A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472-475.
- Rojas, O., M. Mardones, J.L. Arumí, & M. Aguayo. 2014. Una revisión de inundaciones fluviales en Chile, período 1574-2012: causas, recurrencia y efectos geográficos. *Revista de Geografía Norte Grande*, (57): 177-192.
- Rosenzweig, C., & Parry, M. L. 1994. Potential impact of climate change on world food supply. *Nature*, 367(6459), 133-138.
- Salgado, M., & P. Aldunce. 2020. Cómo nos transformamos para responder a los crecientes impactos del Cambio Climático. Center for Climate and Resilience Research ((CR)2). Santiago de Chile.
- Salgado, M. & P. Aldunce. 2019. Transformational adaptation: what it is, why it matters and what is needed. *Climatic Change*, 152(2), 321-336.
- Smith, A. B., García, C. D., & Brown, E. F. 2020. Integrating Climate Resilience into Territorial Planning: A Review of Approaches and Challenges. *Revista Agronómica*, 10(2), 45-58.
- Smith, E. R. 2018. Technological Solutions for Climate Change Mitigation: Challenges and Opportunities. *Revista Agronómica*, 6(4), 55-68.
- Thiaw, I. 2022. Superando juntos las sequías. Día de lucha contra la desertificación y la sequía. Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación.
- UNESCO. 2020a. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos: Agua y Cambio Climático. ONU-Agua. París.
- UNESCO. 2020b. Extremos relacionados con el agua y gestión de riesgos. P. 68-77. In ONU-Agua, Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos: Agua y Cambio Climático. ONU-Agua. París.

Walker, W., S. Gorelik, A. Baccini, J.L. Aragon-Osejo, C. Josse, C. Meyer, M. Macedo, C. Augusto, S. Ríos, T. Katan, A. Almeida de Souza, S. Cuellar, A. Llanos, I. Zager, G. Díaz, K. Solvik, M. Farina, P. Moutinho, & S. Schwartzman. 2020. The role of forest conversion, degradation, and disturbance in the carbon dynamics of Amazon indigenous territories and protected areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(6): 3015–3025.

(CR)2. 2015. Informe a la Nación: La megaseguía 2010-2015: Una lección para el futuro. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2.

XII. ANEXOS Y/O APÉNDICES

APÉNDICE 1

Libro de códigos y sus descripciones.

Categoría	Subcategoría	Código	Descripción
A. Identificación de la acción de transformación	de A.1. ID	A.1.1. AT1	Código numérico asignado a cada acción de transformación identificada. Consiste en un número único de tres dígitos. Este código tiene como objetivo facilitar la identificación de una acción y no refleja una valorización o priorización con relación a las otras.
		A.1.2. AT2	
		A.1.3. AT3	
		A.1.4. AT4	
		A.1.5. AT5	
		A.1.6. AT6	
		A.1.7. AT7	
		A.1.8. AT8	
		A.1.9. AT9	
		A.1.10. AT10	
		A.1.11. AT11	
		A.1.12. AT12	
		A.1.13. AT13	
		A.1.14. AT14	
		A.1.15. AT15	
		A.1.16. AT16	
		A.1.17. AT17	
		A.1.18. AT18	
		A.1.19. AT19	
		A.1.20. AT20	
		A.1.21. AT21	
		A.1.22. AT22	
		A.1.23. AT23	

	A.1.24. AT24	
	A.1.25. AT25	
	A.2. Nombre o título de la acción de transformación	Título declarado en la fuente de información o enunciado explicativo. Por ejemplo: Creación y puesta en marcha de la Mesa Nacional del Agua.
	A.2.1. Nombre o título acción	
	B.3. Mandante, organismo, grupo de personas o persona que da origen a la acción de transformación	Nombre o identificación de la organización, institución, grupo o persona que da origen a la acción de transformación. Por ejemplo: Gobierno de Chile.
	B.3.1. Actor que origina	
	B.4.1. Gobierno (Gb)	Organismos de administración del Estado. Por ejemplo: Gobierno de Chile, Gobierno Regional de Atacama, Municipalidad de Curepto.
	B.4.2. Empresa (Em)	Organismos privados. Grandes, medianas y pequeñas empresas. Por ejemplo: Aguas Antofagasta, Celulosa Arauco, Huentelauquén HH.
	B.4.3. Academia (Ac)	Universidades o Centros de investigación. Por ejemplo: Universidad de Chile.
	B.4.4. Sociedad civil-Organización No Gubernamental (Sc-ONG)	Organizaciones formales sin fines de lucro. Por ejemplo: MODATIMA.
	B.4.5. Sociedad civil-Organización comunitaria formal (Sc-Cf)	Organizaciones como juntas de vecinos, cooperativas, fundaciones, entre otras. Por ejemplo: Junta de vecinos N°3 de San Felipe.
	B.4.6. Sociedad civil-Grupos de personas que no pertenecen a organizaciones formales (Sc-Cnf)	Grupos humanos que no poseen personalidad jurídica y que generalmente corresponden a asociaciones ad-hoc a la acción de transformación. Por ejemplo: agricultores del secano costero.
	B.4.7. Sociedad civil-Persona individual (Sc-Ind)	Individuo o persona natural caso en el que, para proteger identidad, se utilizará solo la palabra "Persona".
	B.4.8. Otro (O)	Otro actor que no corresponda a alguno de los antes descritos.
	B.5. Organismo, grupo de personas o persona que implementa la acción de transformación	Nombre o identificación de la organización, institución, grupo o persona que implementa a la acción de transformación. Por ejemplo: Asociación de Canalistas del Maipo.
	B.5.1. Actor que implementa	
	B.6. Tipo de actor que implementa la acción de transformación	Organismos de administración del Estado. Por ejemplo: Gobierno de Chile, Gobierno Regional de Atacama, Municipalidad de Curepto.
	B.6.1. Gobierno (Gb)	
	B.6.2. Empresa (Em)	Organismos privados. Grandes, medianas y pequeñas empresas. Por ejemplo: Aguas
B. Identificación de actores		

		Antofagasta, Celulosa Arauco, Huentelauquén HH.	
	B.6.3. Academia (Ac)	Universidades o Centros de investigación. Por ejemplo: Universidad de Chile.	
	B.6.4. Sociedad civil-Organización No Gubernamental (Sc-ONG)	Organizaciones formales sin fines de lucro. Por ejemplo: MODATIMA.	
	B.6.5. Sociedad civil-Organización comunitaria formal (Sc-Cf)	Organizaciones como juntas de vecinos, cooperativas, fundaciones, entre otras. Por ejemplo: Junta de vecinos N°3 de San Felipe.	
	B.6.6. Sociedad civil-Grupos de personas que no pertenecen a organizaciones formales (Sc-Cnf)	Grupos humanos que no poseen personalidad jurídica y que generalmente corresponden a asociaciones ad-hoc a la acción de transformación. Por ejemplo: agricultores del secano costero.	
	B.6.7. Sociedad civil-Persona individual (Sc-Ind)	Individuo o persona natural caso en el que, para proteger identidad, se utilizará solo la palabra "Persona"	
	B.6.8. Otro (O)	Otro actor que no corresponda a alguno de los antes descritos	
C. Caracterización de la acción de transformación	C.7. Tipo de respuesta al cambio climático	C.7.1. Adaptación transformacional (At)	Acción de adaptación que cambia los atributos fundamentales de un sistema socio ecológico en previsión del Cambio Climático y sus impactos (IPCC, 2018). Por ejemplo: Cambio de actividad económica principal, de ganadería a turismo, como respuesta a la sequía.
		C.7.2. Mitigación transformacional (Mt)	Acción de mitigación que cambia los atributos fundamentales de un sistema socio ecológico en previsión del Cambio Climático y sus impactos; Por ejemplo: Cambio en la totalidad de la matriz energética que suceda en un lapso temporal corto.
		C.7.3. Sinergias (Si)	Acción de transformación que actúa para la adaptación y mitigación transformacional, al mismo tiempo. Por ejemplo: la disposición de cobertura verde en los techos de edificaciones en un área lluviosa que como acción corresponde a una adaptación ya que disminuye a la reducción del escurrimiento de agua, y como mitigación en tanto contribuye a la reducción de gases de efecto invernadero.
C.8. Trayectoria	C.8.1. Transformación de trayectoria positiva (Tt+)	Acción de transformación en la que la sociedad se ajusta y adapta actuando rápidamente para evitar la profundización de la vulnerabilidad e impactos, que resultan en pérdidas incontrolables y de gran magnitud o acción de transformación caracterizada por una disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero y una acelerada sostenibilidad para los sistemas naturales y humanos (adaptado de Moser et al 2019).	

	C.8.2. Transformación de trayectoria negativa (Tt-)		Acción de transformación caracterizada por la continua emisión de gases de efecto invernadero y una acelerada insostenibilidad para los sistemas naturales y humanos. Procesos de transformación que fortalecen los intereses dominantes, que no son socialmente progresistas, y que contribuyen a perpetuar los patrones de vulnerabilidad (Aldunce, 2019; Few et al, 2017; Moser et al 2019).
C.9. Planificación de la acción de transformación	C.9.1. planificada, espontanea (Np)	No	Acción de transformación que surge como respuesta a la variabilidad climática, sin una planificación previa o como efecto. Por Ejemplo: migraciones forzadas gatilladas por la sequía que corresponden a acciones de trayectoria negativa.
	C.9.2. Planificada o deliberada (P)		Respuesta decidida, diseñada e implementada premeditadamente. Por ejemplo: Plan de Manejo de Cuencas.
C.10. Instrumento al que corresponde la acción transformadora	C.10.1. Instrumento de fomento económico (Fe)		Acción de apoyo, incentivo económico o bonificación a diversos sectores de la economía. Por ejemplo: Programa Especial Pequeña Agricultura INDAP N° 201-2018.
	C.10.2. Proyecto de investigación e innovación tecnológica (It)		Acción cuyo propósito es la investigación o la creación, mejoramiento o adaptación de tecnologías. Por ejemplo: Desarrollo de Capacidades para la innovación tecnológica en riego y drenaje.
	C.10.3. Capacitación/ Educación/ Sensibilización (C/E/S)		Acción cuya finalidad es la entrega de información o transferencia de competencias, habilidades y/o conocimientos. Por ejemplo: Taller de huertos urbanos.
	C.10.4. Iniciativa de la población (Ip)		Acción que emana íntegramente de la comunidad. Por ejemplo, migraciones forzadas por la sequía, que corresponden a acciones de trayectoria negativa (Tt-).
	C.10.5. Mecanismo legal o arreglo institucional (L/I)		Acción que crea, suprime o modifica estructuras organizacionales, institucionales o legales. Por ejemplo: Mesa del Agua.
	C.10.6. Asistencia técnica o transferencia tecnológica (At)		Acción cuya finalidad es la asesoría, acompañamiento o transferencia de conocimiento orientado a la producción. Por ejemplo: Programa Nacional de Trasferencia Tecnológica y Extensión de INIA.
	C.10.7. Planes/ Programas/ Gestión (P/P)		Acción que crea, modifica, suprime o articula instrumentos de gestión. Por ejemplo: Plan de Desarrollo Comunal, PLADECO Comuna de San Pedro de la Paz, Región del Biobío.
	C.10.8. Ingeniería e infraestructura (Ii)		Obras públicas o de infraestructura tales como embalses, carreteras, viaductos, tranques y otras. Por ejemplo: Tranque San Fermín.
	C.10.9. Entrega de bienes e insumos (Bi)		Asignación de bienes materiales o insumos de uso doméstico o productivo. Por ejemplo: Entrega de forraje.

	C.10.10. Otro (O)	Acciones o mecanismos distintos de los ya descritos.
	C.11.1. Silvoagropecuario (Sa)	Considera la actividad forestal o silvícola, agraria, frutícola y ganadera o pecuaria. Implica todo tipo de acciones, labores y trabajos relacionados con los sectores mencionados (ODEPA, 2020). Por ejemplo, plantaciones de paltos.
	C.11.2. Biodiversidad (B)	Comprende todos los niveles de la organización (genes, especies, ecosistemas y paisajes) y se puede ver en todas las formas de vida, hábitats y ecosistemas (tropical, bosques, océanos y mares, ecosistemas de sabana, tierras húmedas, tierras áridas, montañas, etc.) (UNESCO, 2020). Por ejemplo, comunidades vegetales y animales que habitan un humedal.
	C.11.3. Pesca y acuicultura (Pa)	Considera la actividad del sector pesquero fluvial, lacustre y marino, artesanal, recreativa e industrial, cultivo de especies y sus actividades derivadas (SERNAPESCA, 2020). Por ejemplo, cultivo de salmones.
	C.11.4. Salud (S)	Considera las actividades, redes e infraestructura vinculada a la provisión, acceso y aseguramiento de la salud. Por ejemplo, Hospital Regional de Talca.
C.11. Sector o sistema en el que se implementa la acción transformadora	C.11.5. Servicios de infraestructura (Si)	Conjunto de servicios y obras públicas de construcción. Por ejemplo, canal San Carlos.
	C.11.6. Recursos hídricos (Rh)	Volumen de agua en un área o cuenca. Disponibilidad de agua superficial o subterránea con que se cuenta (UNESCO, 2020). Considera lagos, lagunas, ríos, arroyos, glaciares, aguas subterráneas y otras fuentes disponibles o potencialmente disponibles en cantidad y calidad suficientes, en un lugar y en un período de tiempo apropiados para satisfacer una demanda identificable. Por ejemplo, Laguna Verde.
	C.11.7. Ciudades (Ci)	Entidad urbana que cuentan con más de 5.000 habitantes, con la excepción de las entidades urbanas que tienen menos de 5.000 habitantes pero que cumple con la característica político-administrativa de capital regional o provincial (INE, 2019). Por ejemplo, Copiapó.
	C.11.8. Energía (E)	Considera todas las actividades relacionadas con la generación, distribución y consumo de energía. Por ejemplo, Estación de Transferencia Catemito.
	C.11.9. Turismo (T)	Considera todas las actividades relacionadas con el hospedaje, traslado, restauración y otras que se vinculan con el esparcimiento (SERNATUR, 2020). Por ejemplo, Parcela Agroecológica Peñaflo, turismo rural.
	C.11.10. Otro (O Sec)	Otras actividades, labores o sectores no considerados en los ya descritos.

			Valores y formas de pensar (Dc): Cambios significativos en las creencias, normas, valores y entendimientos, como cambios en las formas de ver el mundo o nociones de progreso. Por ejemplo: Políticas de innovación que fomentan la capacidad de transformación de las mujeres en la gestión tradicional de la tierra y el agua.
			Instituciones y gobernanza (De): Cambios significativos en arreglos institucionales y gobernanza para mejorar la sostenibilidad, tales como un cambio mayor de política pública, nuevos mecanismos de retroalimentación. Por ejemplo: Plan de Marruecos Verde, que promueve cambios en el uso de suelo agrícola y no agrícola.
	C.12. Dominio		Interacción entre actores (Dr): Cambios significativos en las relaciones entre actores e instituciones, tales como pasar de procesos de toma de decisiones para mentalizadas a procesos integrados, colaboraciones entre actores diversos que mejoren los vínculos ciencia - política pública - práctica, nuevas responsabilidades entre actores públicos, privados y sociedad civil. Por ejemplo: creación de comités de agua, que regulan la relación entre productores y otros actores sociales.
			Comportamiento del sistema (Df): Cambios significativos en el comportamiento y funcionamiento de un sistema, como difusión de prácticas innovadoras de sostenibilidad o cambios tecnológicos que modifican las actividades humanas de comunicación, producción y consumo. Por ejemplo: Paso de medios de subsistencia relacionados a la trashumancia a sedentarismo, debido al cambio de actividades de pastoreo a cultivos agrícolas.
	C.13. Descripción de la acción de transformación	C.13.1. Descripción de la acción	Explicación resumida de las características más relevantes de la acción de transformación, según descripción de los documentos originales (fuentes).
	C.14. Resultados	C.14.1. Resultados	Resumen de los productos principales que se esperan obtener o se obtuvieron con el desarrollo de la acción de transformación o sus resultados esperados.
			D.15.1. Sequía o déficit hídrico (S)
			D.15.2. Lluvias extremas (Lle)
			D.15.3. Florecimiento de algas nocivas (FAN)
			D.15.4. Olas de calor (Oc)
			D.15.5. Incremento sostenido de temperatura (Ist)
D. Impacto de la acción de transformación	D.15. Tipo de impacto		Tipo de impacto al que responde la acción de transformación.

		D.15.6. No aplica (Na)	
	D.16. Población influenciada por la acción de transformación	D.16.1. Población influenciada	Personas o grupos de personas que obtienen provecho/beneficio o se ven afectadas negativamente como resultado de la implementación de la acción de transformación. Por ejemplo: 35 productores agrícolas de subsistencia, zona del secano costero Región de O'Higgins.
E. Temporalidad	E.17. Año de inicio de la acción de transformación	E.17.1. Año inicio	Indica el año en que la acción de transformación comenzó a ser implementada.
	E.18. Año de levantamiento de información	E.18.1. Año levantamiento	Indica el año en que la información de la acción de transformación fue recopilada y registrada en la base de datos.
F. Antecedentes geográficos	F.19. Ubicación	F.19.1. Ubicación	País o países en que la acción de transformación ha sido implementada.
		F.20.1. Internacional (I)	Acción implementada en más de un país.
		F.20.2. Nacional (N)	Acción implementada en un único país y que tiene cobertura nacional.
		F.20.3. Subnacional: Regiones o Estados (Sn-Rs)	Acción implementada en más de una región. En el caso de Chile, por ejemplo: Región de Coquimbo; Región de Valparaíso.
	F.20. Escala de la acción	F.20.4. Subnacional-Región o Estado (Sn-R)	Acción implementada en una única región y que tiene alcance regional. En el caso de Chile, por ejemplo: Región de Coquimbo.
		F.20.5. Local-Comuna o Departamento (L-C)	Acción implementada en una única comuna y cuyo alcance corresponde a más de una localidad. En el caso de Chile, por ejemplo: Comuna de Limache.
		F.20.6. Local-Subcomunal o Subdepartamental (Lsc)	Acción implementada a menor escala. En el caso de Chile identifica localidad, pueblo, aldea o unidad territorial según DPA5.
	F.21. Nombre del territorio	F.21.1. Nombre del territorio	Especificación de la ubicación geográfica o territorio en que se desarrolla la acción de transformación, por ejemplo: Países de la RIOCC, Chile, Caleta Tortel, Valle del río Limarí.
G. Fuentes de información	G.22. Tipo de fuente	G.22.1. Publicación científica (C)	Publicaciones indexadas, artículos académicos, libros, seminarios, congresos y memorias de grado o tesis de postgrado, entre otros.
		G.22.2. Publicación o fuente no científica (Nc)	Publicaciones de prensa, documentos de trabajo y otras.
	G.23. Referencia bibliográfica	G.23.1. Referencia	Indica la manera en que se identifica el documento: Autores, año de publicación, título documento (utilizar citación APA). Entrevista individual o grupal.
	G.24. Ubicación (enlace de referencia)	G.24.1. Enlace de referencia	DOI, enlace de internet que ayuda a la búsqueda del documento.

Fuente: Elaboración propia basado en Base de datos Acciones de transformación CR2
(Aldunce *et al.*, 2021)

APÉNDICE 2

Base de datos de acciones de transformación



BBDD_AT_2024