

ISSN 2056-4856 (Print)
ISSN 2056-4864 (Online)

WATERLAT GOBACT

NETWORK

WORKING PAPERS

Rainwater harvesting and management in urban and rural settings: general introduction and experiences from Argentina, Brazil, Chile, Mexico, and Paraguay



Vol. 7, No 4
in Portuguese and Spanish)

Newcastle upon Tyne, BuenosAires, and Barcelona, December2020

[Cover picture](#): Fog catchers, Las Lomitas Hill, Antofagasta, Chile, 18 November 2008.
Photography: Cristian Ruz.

Source:

[WATERLAT-GOBACIT Flickr collection](#) (Attribution-NonCommercial Creative Commons)



ISSN 2056-4856 (Print)
ISSN 2056-4864 (Online)

WATERLAT-GOBACIT NETWORK WORKING PAPERS

Vol. 7, N° 4

Thematic Area Series

Thematic Area 3, Urban Water Cycle and Essential Public Services

Rainwater harvesting and management in urban and rural
settings: general introduction and experiences from
Argentina, Brazil, Chile, Mexico, and Paraguay
(in Portuguese and Spanish)

Jose Esteban Castro, and David Saurí (Eds.)

Newcastle upon Tyne, UK, Barcelona, and Buenos Aires,
December 2020



WATERLAT-GOBACIT Research Network

5th Floor Claremont Bridge Building, NE1 7RU Newcastle upon Tyne, United Kingdom

E-mail: waterlat@ncl.ac.uk

Web page: www.waterlat.org

WATERLAT-GOBACIT NETWORK Working Papers

General Editor

Jose Esteban Castro

Emeritus Professor,
Newcastle University
Newcastle upon Tyne, United Kingdom
E-mail: esteban.castro@ncl.ac.uk

Editorial Commission: ([click here](#))



ISSN 2056-4856 (Impreso)

ISSN 2056-4864 (En línea)

Cuadernos de Trabajo de la Red WATERLAT-GOBACIT

Vol. 7, N° 4

Serie Áreas Temáticas

Área Temática 3, Ciclo Urbano del Agua y Servicios Públicos Esenciales

Recolección y gestión de agua de lluvia en medios urbanos y
rurales: introducción general y experiencias
de Argentina Brasil, Chile, México y Paraguay

(en portugués y español)

José Esteban Castro y David Saurí (Eds.)

Newcastle upon Tyne, Reino Unido, Barcelona y Buenos Aires,
diciembre de 2020



Thematic Area Series

TA3 – Urban Water Cycle and Essential Public Services

Title: Rainwater harvesting and management in urban and rural settings: general introduction and experiences from Argentina, Brazil, Chile, and Mexico (in Portuguese and Spanish)

Corresponding Editor:

David Saurí
Autonomous University of Barcelona
(UAB), Belaterra, Catalonia, Spain
E-mail: David.Sauri@uab.cat.

Corresponding authors:

For comments or queries about the individual articles, contact the relevant authors. Their email addresses are provided in each of the articles.

Serie Áreas Temáticas

AT3 – Ciclo Urbano del Agua y Servicios Públicos Esenciales

Título: Recolección y gestión de agua de lluvia en medios urbanos y rurales: introducción general y experiencias de Argentina, Brasil, Chile, y México (en español y portugués)

Editor Correspondiente:

David Saurí
Universidad Autónoma de Barcelona
(UAB)
Belaterra, Cataluña, España
E-mail: David.Sauri@uab.cat.

Autores Correspondientes:

Para enviar comentarios o consultas sobre los artículos individuales, por favor contactar a los autores relevantes. Sus direcciones electrónicas están indicadas en los artículos.

Tabla de Contenidos

	Page
Presentation of the Thematic Area and the issue	1
Presentación del Área Temática y del Número	3
Artículo 1 - "Aprovechamiento de aguas pluviales: oportunidades y retos"	
<i>David Saurí</i>	5
Artículo 2 - "Atrapanieblas como experimentos en el ciclo hidrosocial de zonas áridas en Chile"	
<i>Martín Sanzana Calvet</i>	18
Artículo 3 - "Contribuciones socio-hídricas de los sistemas de captación de agua de lluvia en Guanajuato, México"	
<i>Daniel Tagle-Zamora</i>	38
Artículo 4 - "Aproveitamento de água da chuva no Sertão Paraibano", Brasil	
<i>Roberto de Sousa Miranda y Laiany Tássila Ferreira</i>	68
Artículo 5 - "Los Pueblos Jesuíticos Guaraníes en la cuenca del Río de la Plata. Puesta en valor de las prácticas relacionadas con el agua"	90
<i>Ana María Attías Solé y Ricardo Daniel Lombardo López</i>	

Presentation of the Thematic Area and the issue

This issue is a product of the WATERLAT-GOBACIT Network's [Thematic Area \(TA\) 3, the Urban Water Cycle and Essential Public Services](#). TA3 brings together academics, students, professionals working in the public sector, workers' unions, practitioners from Non-Governmental Organizations, activists and members of civil society groups, and representatives of communities and users of public services, among others. The remit of this TA is broad, as the name suggests, but it has a strong focus on the political ecology of urban water, with emphasis on the politics of essential water services (both in urban and rural areas). Key themes addressed within this framework have been the neoliberalization of water services, social struggles against privatization and mercantilization of these services, the politics of public policy and management in the sector, water inequality and injustice, and the contradictions and conflicts surrounding the status of water and water services as a public good, as a common good, as a commodity, as a citizenship right, and more recently, as a human right.

In this issue we address the practice of rainwater harvesting in different settings, presenting experiences from Argentina, Brazil, Chile, Mexico, and Paraguay. Some of the papers were originally presented at the IX International Meeting of the WATERLAT-GOBACIT Network "[Water, Rights, and Utopias: priorities in the process of democratization of water politics](#)", João Pessoa, Paraíba, Brazil, 3-7 September 2018.

Article 1 was authored by David Sauri, from the Autonomous University of Barcelona, Spain, co-editor of this issue. The article provides an overall introduction to the topic of rainwater harvesting.

Article 2, by Martin Sanzana Calvet, Institute of Strategic Studies for Human Development (INEDH), Concepción, Bio-Bio, Chile, addresses the practice of fog catching in arid and semi arid regions of Chile.

In Article 3, Daniel Tagle-Zamora, University of Guanajuato, Leon, Guanajuato, Mexico, presents findings from research on the implementation of public policies oriented at the provision of rainwater catchment technologies, mostly for domestic use, in several municipalities of the semi arid State of Guanajuato, Mexico.

Article 4 was co-authored by Roberto de Sousa Miranda, Federal University of the interior of Pernambuco and Federal University of Campina Grande, Paraíba, Brazil, and Laiany Tassila Ferreira, Federal Rural University of Pernambuco, Brazil. The article discusses the implementation of a national plan to provide rainwater cisterns in the semi arid region of North eastern Brazil, with emphasis on the experience of the State of Paraíba.

Finally, Article 5, by Ana Maria Attias Sole and Ricardo Lombardo Lopez, from the North-eastern National University, Resistencia, Chaco, Argentina, provides an overview of the historic legacy of water practices and technologies inherited from

the “syncretism” between indigenous communities (Tupi-Guarani), and the Jesuit territorial expansion that took place between the early seventeenth and the mid eighteenth centuries in a large region of South America encompassing parts of Argentina, Bolivia, Brazil, Paraguay and Uruguay. The article focuses mainly on examples from Argentina, Brazil, and Paraguay, and provides insights into the significance of historical-cultural research in the production of knowledge about rainwater technologies and the associated culture and practices, which also contributes to our network’s Thematic Area 7, [Water-related Art, Communication, Culture, and Education](#).

We are delighted to present this issue of the Working Papers, which includes results from recent and ongoing research projects on rainwater technology, policies and practices in Europe and Latin America. The articles provide excellent evidence-based material and examples that will be useful for researchers, students, activists, practitioners, and decisions makers. We wish you all a pleasant and fruitful reading.

Jose Esteban Castro, and David Sauri

Editors

Newcastle upon Tyne, Barcelona, and Buenos Aires, December 2020

Presentación del Área Temática y del número

Este número es un producto del [Área Temática \(AT\) 3, Ciclo Urbano del Agua y Servicios Públicos Esenciales](#), de la Red WATERLAT-GOBACIT. El AT3 reúne académicos, estudiantes, profesionales que trabajan en el sector público, sindicalistas, especialistas de Organizaciones no Gubernamentales, activistas y miembros de grupos de la sociedad civil, y representantes de comunidades y de usuarios de los servicios públicos, entre otros. El alcance temático de esta AT es amplio, como lo sugiere el nombre, pero su foco central es la ecología política del agua urbana, con énfasis en la política de los servicios públicos esenciales (en áreas urbanas y rurales). Algunos de los aspectos clave que abordamos en este marco han tenido que ver con temas como la neoliberalización de los servicios relacionados con el agua, las luchas sociales contra la privatización y la mercantilización de estos servicios, las políticas públicas y la gestión en el sector, la desigualdad y la injusticia en relación con el agua, y las contradicciones y conflictos que rodean al agua y a los servicios relacionados con el agua considerados como bien público, como bien común, como mercancía, como un derecho de ciudadanía y, más recientemente, como un derecho humano.

En este número abordamos la práctica de recolección de agua de lluvia en diferentes contextos y presentamos experiencias de Argentina, Brazil, Chile, México, y Paraguay. Algunos de los trabajos fueron presentados originalmente en la IX Reunión Internacional de la Red WATERLAT-GOBACIT "[Agua, Derechos y Utopías: Prioridades en el Proceso de Democratización de la Política del Agua, João Pessoa, Paraíba, Brasil, 3-7 September 2018](#)".

El Artículo 1, a cargo de David Saurí, Universidad Autónoma de Barcelona, España, co-editor del número, provee una introducción al tema de la recolección de agua de lluvia.

En el Artículo 2, Martín Sanzana Calvet, Instituto de Estudios Estratégicos para el Desarrollo Humano (INEDH), Concepción, Bío-Bío, Chile, trata el tema del uso de sistemas "atrapanieblas" en zonas áridas y semiáridas de Chile.

En el Artículo 3, Daniel Tagle-Zamora, Universidad de Guanajuato, León, Guanajuato, México, presenta resultados de investigación sobre la implementación de políticas

públicas orientadas a la provisión de tecnologías de recolección y uso de agua de lluvia, sobre todo para uso doméstico, en varios municipios del semiárido Estado de Guanajuato, México.

El Artículo 4, escrito conjuntamente por Roberto de Sousa Miranda, Universidad e Federal do Agreste de Pernambuco y Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, y Laiany Tássila Ferreira, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil, discute la implementación de un plan nacional para suministrar cisternas para recolectar agua de lluvia en las regiones semiáridas del nordeste de Brasil, con énfasis en la experiencia del Estado de Paraíba.

Finalmente, el Artículo 5, a cargo de Ana María Attías Solé y Ricardo Lombardo López, de la Universidad Nacional del Nordeste, Resistencia, Chaco, Argentina, presenta una mirada general sobre el legado histórico de las prácticas y tecnologías heredadas del "sincretismo" entre las comunidades indígenas (Tupí-Guaraní), y la expansión territorial de la Orden de Jesús que tuvo lugar entre inicios del Siglo XVII y mediados del XVIII en una amplia región de Sudamérica, que incluye parte de Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay. El artículo se centra principalmente en ejemplos de Argentina, Brasil, y Paraguay, y provee indicios de la relevancia de la investigación histórico-cultural en la producción de conocimiento sobre las tecnologías de recolección de agua de lluvia y las culturas y prácticas asociadas, un tema que también contribuye al Área Temática 7 de nuestra Red, [Arte, Comunicación, Cultura y Educación relacionadas con el Agua](#).

Con gran placer presentamos este número de los Cuadernos de Trabajo, que es resultado de proyectos de investigación recientes y en marcha sobre la implementación de políticas públicas conectadas con la captación y uso de agua de lluvia en Europa y América Latina. Los artículos presentan excelente material y ejemplos, basados en evidencia empírica, que serán de utilidad para investigadores, estudiantes, activistas, especialistas y tomadores de decisiones, entre otros actores. Les deseamos una placentera y fructífera lectura.

José Esteban Castro y David Saurí

Editores

Newcastle upon Tyne y Buenos Aires, diciembre de 2020

Artículo 2

Atrapanieblas como experimentos en el ciclo hidrosocial de zonas áridas en Chile

*Martín Sanzana Calvet*¹, Instituto de Estudios Estratégicos para el Desarrollo Humano (INEDH), Concepción, Bío-Bío, Chile

Resumen

En un contexto marcado por la privatización del agua y de las compañías sanitarias, y por la existencia de arreglos institucionales precarios para las zonas rurales, desde los años 1980s en las zonas áridas del norte chileno se viene experimentando con atrapanieblas, dispositivos de cosecha de agua de niebla. Este artículo examina el desarrollo de los sistemas en tres comunidades rurales de la Región de Coquimbo, analizando la evolución de estos experimentos con relación a los procesos sociales de producción de escasez e injusticia hídrica. Mediante el análisis documental se detallan los experimentos y se caracterizan los territorios hidrosociales en que se insertan, enfatizando tanto la potencialidad como la ambigüedad de estos sistemas como alternativa al régimen hídrico dominante.

Palabras clave: atrapanieblas, experimentos, zonas áridas, Chile.

Recibido: julio de 2019

Aceptado: octubre de 2019

¹ E-mail: biourbe@gmail.com.

Abstract

Since the 1980s experimentation with fog collection devices have taken place in arid areas of northern Chile, in a context of both privatization and precarious institutional arrangements for rural areas. This article examines the implementation of these experimental systems in three rural communities of the Coquimbo Region, to analyse the linkages between experiments and the social production of water scarcity and injustice. Based on a documentary analysis, this work describes the experiments and characterizes the hydro-social territories in which they are inserted, emphasizing both the potential and the ambiguity of these systems as an alternative to the dominant water regime.

Keywords: rainwater; uses; developed countries; developing countries; local control.

Received: July 2019

Accepted: October 2019

Introducción²

En un contexto de cambio climático que intensifica los eventos climáticos extremos, facilitando la expansión de la desertificación, se han multiplicado situaciones de escasez hídrica y conflictos por el agua. Esto es notorio en el caso de las zonas áridas, de la mano de fenómenos de intensificación de actividades productivas mineras, agrícolas y de generación de energía, sumadas a procesos desregulados de urbanización. En el caso chileno, en particular, hay que añadir sucesivos procesos de neoliberalización del agua iniciados durante la Dictadura Militar (1973-1990) que han privatizado tanto fuentes de agua y derechos de uso como empresas de agua potable y sanitarias, agudizando así socialmente situaciones geo-climáticas de escasez hídrica. Una de las consecuencias de esa escasez ha sido la búsqueda de sistemas de producción de agua alternativos a la captación de flujos superficiales y subterráneos. La desalinización, el trasvase de cuencas, el almacenamiento en estanques temporales, la provisión vía camiones aljibe, la venta de agua al por menor vía bidones y botellas son todas soluciones que con diferentes escalas y costos que ya están en curso. Entre estas tecnologías surgen también los atrapanieblas, como promesa de soluciones sustentables a los problemas de escasez hídrica en zonas áridas, basados en una tecnología de cosecha de agua de nubes distinta a la captura de agua lluvia.

Considerando que, a la fecha de escribir este texto, su implementación se mantiene aún restringida a casos aislados y programas piloto, este trabajo explora la ecología política de la experimentación en desarrollo de los atrapanieblas. El foco del artículo son los experimentos y su relación con el contexto de acceso al agua y otras soluciones de provisión. Partiendo de una mirada centrada en la Región de Coquimbo en Chile, donde desde hace décadas se ha experimentado con el desarrollo de diversos sistemas de provisión alternativa de agua, se analiza mediante revisión de literatura especializada y métodos de análisis documental la instalación de atrapanieblas en las comunas de La Higuera y Ovalle, ubicadas al sur del desierto de Atacama.

Marco teórico y metodología

Para el estudio crítico de la experimentación de sistemas no-tradicionales de provisión de agua en zonas áridas es pertinente elaborar un marco de análisis que ayude a entender el rol de los atrapanieblas en el complejo de relaciones socio-naturales y su relación con el poder. Para ello resulta útil recurrir a los estudios en ecología política, que vienen evidenciando que las condiciones de escasez y abundancia del agua se relacionan con procesos sociales e históricos que construyen una determinada manera de producir, usar y concebir el agua (Bakker, 2000; Swyngedouw, 2007). La propia noción de ciclo hidrológico, como un concepto objetivo y neutral, ha tendido a velar a los proyectos políticos de gobernanza del agua que movilizan la técnica, el ordenamiento jurídico, el conocimiento y el capital para producir "agua" escindiendo al elemento de su contexto climático, geográfico y social (Bakker, 2012).

También, en las aportaciones desde la ecología política urbana el agua es parte de un

² El artículo presenta resultados del Proyecto "Aproximación a la ecología política de la experimentación en sustentabilidad hídrica en la Región de Coquimbo, Chile", 2019, Instituto de Estudios Estratégicos para el Desarrollo Humano (INEDH), Concepción, Bío-Bío, Chile.

ciclo mediado por sistemas sociales de producción y distribución, una regulación donde se entrecruzan procesos de modernización capitalista, formación estatal-nacional, instituciones culturales y resistencias (Bakker, 2003; Swyngedouw 2004; Kaïka, 2004). Bajo esta mirada, la circulación del agua no solo genera beneficiarios y perjudicados, sino que el propio metabolismo del agua se entiende como una configuración híbrida entre hidrología y formación social, un ciclo hidrosocial donde el agua circula hacia el poder (Swyngedouw, 2009) y por el cual agua y sociedad se producen y reproducen mutuamente (Linton y Budds, 2013). Los derechos de propiedad y/o de acceso al agua expresarían entonces relaciones de poder, y podrían ser concebidos incluso como “un componente de los derechos civiles de la ciudadanía” (Castro, 2006: 276). Ello es relevante en relación a la gobernanza del agua en el caso chileno, donde existe amplia evidencia de los continuos procesos de neoliberalización que establecieron un marco regulatorio de privatización de los derechos de agua y de las empresas sanitarias, a la vez desposeyendo a la sociedad del acceso a un bien común (Budds, 2004; Bauer, 2012). El resultado fue la consolidación de un control del agua privado y monopólico en el caso de las empresas sanitarias, basado en avanzados sistemas socio-técnicos, que hoy dominan los flujos y reservas de agua existentes –ya sea para la producción de agua potable, las actividades silvo-agropecuarias o la minería –mientras que se multiplicaron las zonas residuales desposeídas donde las comunidades y los órganos estatales buscan resolver la provisión mínima de agua mediante arreglos de relativa precariedad (Durán, 2015; Zurbriggen, 2014).

Por otra parte, en el estudio de las transiciones a la sustentabilidad de los regímenes sociotécnicos ha emergido la noción de “experimento”, como potencial detonante de cambio en esas configuraciones de actores, normas, y técnicas por las cuales las necesidades sociales son satisfechas (Schot y Geels, 2008; Sengers *et al.*, 2016). Ya sea busquen explotar nichos de mercado o se generen desde organizaciones de base, tengan un carácter social bien delimitado, o apunten a metas de transición y sustentabilidad, los experimentos pueden ser entendidos como iniciativas que a través de medios sociotécnicos buscan establecer modos alternativos más eficientes de suplir una función social, haciendo de un lugar o espacio social un laboratorio en condiciones de vida real (*Ibid.*). La experimentación trata de probar y difundir nuevas tecnologías cuyo aprendizaje puede resultar en un escalamiento del conocimiento – apropiable por el público o por actores privados – influenciando tendencias de cambio más profundas en el régimen sociotécnico dominante, mientras que el análisis crítico se enfoca sobre todo en los nuevos modos de gobernanza que se establecen y en identificar a quiénes benefician/perjudican (Bulkeley y Castán Broto, 2013). Aunque la investigación se ha enfocado en los experimentos urbanos como nueva forma de gobernanza (Caprotti y Cowley, 2017), aquí se aplica ese marco para casos fuera de las ciudades.

En zonas donde la percepción de escasez hídrica motiva y legitima la búsqueda de nuevos sistemas de producción y distribución de agua se han reportado modelos de solución de gran escala promovidos por el Estado, ya sea enfocados en la gestión (como cobro, ajustes de precio o privatización) o bien en el escalamiento de grandes infraestructuras como embalses, transposición de cuencas y plantas desalinizadoras (Swyngedouw, 2013; Roman, 2017; Kaïka, 2004). Investigaciones críticas han develado la falta de equilibrio social y ambiental de estas soluciones –y su desconexión de otros mecanismos de gobernanza ambiental existentes– que suelen reforzar modelos de desarrollo orientados al crecimiento económico y cuya puesta en funcionamiento

reporta nuevas interrupciones sociales, políticas y ambientales, incrementando la injusticia ambiental y los conflictos ecológico-distributivos (Rodríguez-Labajos y Martínez-Alier, 2015; March *et al.*, 2014; Barkin, 2003). La injusticia hídrica en particular no se limita apenas a cuestiones distributivas y de acceso al recurso, sino que también se refiere a los obstáculos al reconocimiento de aspectos culturales ligados al agua y de participación política en los modos en que esa agua se produce y distribuye (Boelens *et al.*, 2011).

En cuanto a las prácticas de captura de agua de lluvia, extendidas en el Sur Global, estas buscan mitigar la escasez con intervenciones de menor impacto ambiental y a escalas comunitarias, en ocasiones en abierto conflicto con la implementación de sistemas sociotécnicos de gran escala (Button, 2017; Cochran y Ray, 2009; Tabor, 1995; Ocampo-Fletes, Parra-Inzunza, y Ruiz-Barbosa, 2018; Tagle Zamora *et al.*, 2018). En las zonas urbanas dichas tecnologías de cosecha de agua están incorporadas al arsenal de experimentos en sustentabilidad, mitigación y adaptación al cambio climático, tanto para complementar los servicios existentes como para implementar circuitos más circulares y sustentables de manejo del agua (Chini *et al.*, 2017; Castán Broto y Bulkeley, 2013; García Soler *et al.*, 2018).

La investigación contemporánea sobre el uso de la niebla como recurso hídrico se inició en la década de 1960 en diversas zonas áridas, aunque fue a fines de la década de 1980 cuando se comenzaron a estandarizar los sistemas de atrapanieblas que hoy se conocen (Cereceda, 2000). Esta tecnología se basa en un modelo de captura de agua de nubes y niebla desarrollado en buena medida gracias a la motivación de investigadores universitarios y la colaboración de comunidades rurales costeras del desierto norte de Chile (Schemenauer y Cereceda, 1991), y hay registro de que el desarrollo experimental de estos sistemas y el conocimiento de las técnicas y los factores ambientales de las variables involucradas no ha cesado de avanzar hasta nuestro días (Cereceda *et al.*, 2015; Montecinos *et al.*, 2018; Zhang y Wang, 2016). Sin embargo, las interpretaciones de cómo los sistemas de atrapanieblas se alinean con procesos más amplios de transición a la sustentabilidad, escalamiento de los sistemas de gestión hídrica, y luchas por la justicia ambiental son absolutamente incipientes, particularmente en el caso de la relativamente temprana experiencia chilena (Qadir *et al.*, 2018; Lucier y Qadir, 2018; Fernández *et al.*, 2018, Correggiari *et al.*, 2017).

Metodología

El artículo se basa en un análisis documental. Las fuentes fueron en primer lugar la literatura especializada y estudios académicos que incluyeran análisis de casos de diseño, instalación y operación de atrapanieblas. Esa información se complementó con datos de informes de agencias oficiales, como el registro de derechos de agua para las comunas seleccionadas, y reportes de órganos de gobierno nacional, regional y municipal que aportaron tanto información del contexto sociodemográfico como de políticas públicas. Finalmente se desarrolló un registro de prensa por búsquedas en ediciones en línea de diarios regionales y locales de la Región de Coquimbo, enfocado en obtener información complementaria de las iniciativas de atrapanieblas en curso, los actores involucrados, y el contexto social de los experimentos.

Territorios áridos y escasez hídrica

Flanqueada al Oriente por la Cordillera de los Andes, la Región de Coquimbo presenta un territorio surcado por estrechos pero fértiles valles transversales, mientras que al Poniente la bordea un cordón montañoso costero que acaba en una zona del Océano Pacífico de gran productividad marina alimentada por la corriente de Humboldt. Aunque de sus 758 mil habitantes la gran mayoría habita en la conurbación de La Serena-Coquimbo y en otras cinco ciudades, se estima que casi un 20 por ciento del total se encuentra disperso en villorrios y comunidades rurales (INE, 2018). La economía regional depende principalmente de la minería, seguida de los servicios inmobiliarios y turísticos, y la agricultura (Banco Central, 2017). Esta región abarca gran parte de la zona semi-árida chilena que se extiende desde el norte de Santiago hasta el sur del desierto de Atacama, aunque presenta una diversidad de climas que van desde el desértico costero hasta el estepario de altura. Dado un déficit de precipitaciones que se produjo entre 2007 y 2017 asociado al cambio climático y a las intervenciones en los suelos por mayor actividad antrópica se ha consolidado la hipótesis de que la región sufre una progresiva desertificación (Salas *et al.*, 2017; Rodríguez y Henríquez, 2012).

El contexto institucional y de oferta de servicios sanitarios es distinto en cada una de las comunas y localidades bajo análisis. En primer lugar, la red hídrica regional se sostiene por concesiones privadas en las zonas urbanas, que se alimentan de una red de siete grandes embalses públicos en el interior del territorio. En la Región de Coquimbo, todas las comunas (excepto La Higuera y Río Hurtado) son parte del territorio operacional de la concesión asignada a Aguas del Valle, una empresa sanitaria privada controlada por el Fondo de Pensiones de los Profesores de Ontario (Canadá), grupo que además controla otras dos empresas sanitarias en Chile (SISS, 2018). Aunque los niveles de cobertura de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas de Aguas del Valle superan el 97 por ciento, estas concesiones sanitarias sólo tienen como territorios operacionales las áreas urbanas. Es decir, los casi 150 mil habitantes de localidades rurales de la Región, además de las faenas mineras y zonas agrícolas, están excluidos de este esquema y dependen de arreglos *ad hoc* de gobernanza entre distintos actores y mecanismos (*Ibid.*). Entre estos se destacan los comités de Agua Potable Rural (APR), dependientes de un programa del Ministerio de Obras Públicas, que apoya la instalación de pequeños sistemas autónomos de agua potable donde la gestión y cobro queda bajo responsabilidad del comité, y la provisión de agua mediante camiones aljibe gestionada por los municipios y organismos de la administración regional (Calderón *et al.*, 2016). Las faenas mineras y agroindustriales por su parte operan con la compra de servicios privados de agua y saneamiento por parte de empresas sanitarias no reguladas, o estableciendo sus propios sistemas. Ahora bien, dada la relativa escasez de fuentes de agua en la zona y la existencia de una normativa que privatiza los derechos de agua, el control de estos resulta estratégico, y se estima que las comunidades rurales de menos de 150 habitantes quedan fuera tanto de las soluciones privadas como de las público-institucionales, debiendo atenerse a soluciones de emergencia, como visitas irregulares de camiones aljibe gestionados por entes públicos, la compra de agua embotellada o a granel (camiones aljibe privados), o el uso de aguas salobres o con destino agropecuario (Cereceda, 2000).

Ya en cuanto a la caracterización de los territorios analizados, La Higuera es una comuna de origen minero, habitada actualmente por cerca de 4 mil personas concentradas en el pueblo de la Higuera, en las caletas de pescadores de Punta

Choros, Los Hornos y El Trapiche, o dispersas en caseríos rurales menores, entre ellos la caleta Chungungo (INE, 2018). La minería del hierro sigue teniendo gran importancia económica y social, aunque desde el año 2013 existe un agudo conflicto por la instalación del proyecto Dominga, de minería a gran escala, que ha dividido a la comunidad y alcanzado repercusiones nacionales. El turismo en la comuna ha crecido significativamente con la declaratoria de reserva marina para un archipiélago frente a Punta Choros, y en la misma comuna se ubica también el complejo astronómico de La Silla, que funciona como enclave científico del Observatorio Europeo del Sur (*European Southern Observatory*). En el caso de la comuna de Ovalle, ubicada 90 km al sur de la capital regional, está poblada por casi 115 mil habitantes, más del 80 por ciento de los cuales están asentados en la ciudad de Ovalle, capital de la provincia de Limarí (*Ibid.*). La comuna de Ovalle alberga casi 115 caseríos rurales dispersos, dedicados a la crianza de ovejas y a la agricultura de subsistencia en los cerros o a la agroindustria en el fértil valle del río Limarí, actividad que tiene fuerte impacto tanto en la economía de la zona junto a los servicios y la minería, como en la identidad cultural y los modos de vida tradicionales (Gobierno Regional de Coquimbo, 2014).

Al sistematizar los datos oficiales sobre cesiones de derechos de agua en las dos comunas, se visibiliza un escenario de contrastes y similitudes (Tabla N° 1).

Tabla N° 1. Derechos de agua en litros por segundo otorgados a las comunas de La Higuera y Ovalle (2018)

Categoría	Comunas	
	La Higuera	Ovalle
Embalse	0	23.460
Agroindustria y viñas	1.582	3.673
Agua potable y riego comunidades	2.335	464
Inversiones e inmobiliarias	154	8.773
Sanitarias	7	689
Particulares	645	11.422
Otros organismos, incluyendo el Estado	83	1
Minería	1.109	254
Subtotal (sin embalse)	5.915	25.275
Total	5.915	48.735

Fuente: elaboración propia en base a SISS (2018).

En cuanto a los contrastes, como se indicó anteriormente La Higuera no cuenta con áreas urbanas servidas por empresas sanitarias concesionadas, ni tampoco con embalses u otras fuentes fluviales significativas. De acuerdo con datos oficiales, más del 40 por ciento de los derechos de agua en esa comuna están cedidos a comunidades para fines de agua potable rural y riego (SISS, 2018). En el caso de Ovalle la cantidad de derechos asignados para fines de agroindustria y viñas es superior a la de La Higuera, dicho uso tiene una representación menor en el total. Mientras que en La Higuera la minería representa un porcentaje significativo de los derechos de agua, en Ovalle ese porcentaje es bastante menor (*Ibid.*). Sin embargo, la existencia de una categoría de derechos asignados a particulares sin detalle del uso, muy significativa en el caso de

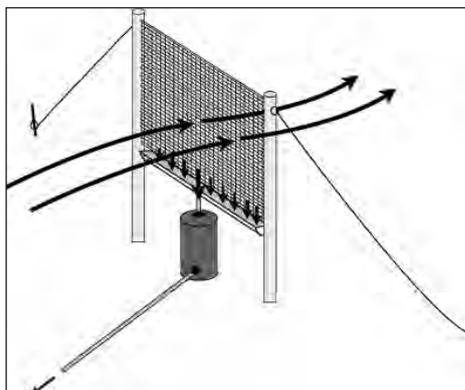
Ovalle, supone que probablemente las actividades de agroindustria y minería se suplen por medio de un mercado de arrendamiento y venta de derechos de agua.

Cabe mencionar además que cinco cuencas de la Región de Coquimbo han sido diagnosticadas dentro de las diez de mayor déficit hídrico del país, es decir, donde la demanda potencial excede la disponibilidad, debido a la sequía y al aumento de las actividades mineras, lo que ha provocado “una fuerte presión sobre el recurso hídrico [...] y una urgencia máxima para el ordenamiento de la oferta y la demanda” (Fundación Chile, 2018: 21). La situación de escasez hídrica y los deficientes servicios de provisión de agua en la región ha motivado una creciente búsqueda de nuevas tecnologías tanto para un uso más eficiente de las fuentes de agua existentes como para el acceso a nuevas fuentes, en particular para la provisión de agua a comunidades rurales y como insumo para nuevos proyectos mineros (Marca Chile, 2018). Es en ese contexto donde emergen las iniciativas de investigación, muestreo e instalación de atrapanieblas en diversas comunidades del norte chileno. Además de una sistematización de las iniciativas a escala de la región de Coquimbo, en este artículo se analiza con más detalle la situación de las iniciativas en las comunidades costeras en las dos comunas seleccionadas.

Los atrapanieblas como dispositivos experimentales

El desarrollo de los atrapanieblas se ha orientado principalmente a cosechar un fenómeno climático propio de la zona costera del norte conocido como “Camanchaca”, que consiste en la generación diaria de grandes nubes tipo estratocúmulos, por evaporación marina, las cuales ingresan a baja altura desde el mar hacia la tierra, elevándose sin precipitar en los cerros del secano costero. Los atrapanieblas son sistemas no-convencionales de cosecha de agua a partir de bancos de niebla y nubes, que han sido reportados en casi una veintena de países (Correggiari *et al.*, 2017). El modelo de atrapanieblas bidimensional (Figura N° 1) se compone de mallas de nylon fijadas por dos postes y estiradas por cables tensores, que capturan las partículas de agua en suspensión en la niebla que los atraviesa, y canalizan el líquido por gravedad mediante canaletas y tuberías a estanques locales o remotos (Carter Gamberini *et al.*, 2016).

Figura N° 1. Sistema de atrapanieblas bidimensional



Fuente: elaboración propia en base a análisis documental.

El sistema bidimensional es el más extendido en Chile, y su instalación consiste en la estructura del atrapanieblas, usualmente instalada en cordones montañosos costeros en alturas superiores a los 600 metros sobre el nivel del mar (msnm), conectada a un estanque de captación con tuberías de distribución. Para establecer la ubicación óptima de estas estructuras se realiza previamente una tarea de sondeo mediante la localización dispersa de pequeños atrapanieblas estándar, llamados neblinómetros, aunque actualmente se recurre además a estudios meteorológicos satelitales previos que orientan el muestreo (Vergara y Cereceda, 2015; Cereceda, 2000).

Hay indicios de que la recolección de niebla mediante el uso de vegetación y de piedras ha sido parte del saber tradicional de diversas comunidades en todos los continentes, desde tiempos remotos (Sharnke, 2010). La literatura especializada sugiere que el primer atrapanieblas contemporáneo nació en 1957, en un contexto de misiones universitarias en la costa del norte chileno. Aunque ese modelo no tuvo una aplicación directa, su reconocimiento como potencial fuente de agua en contextos de escasez hídrica por parte de la comunidad científica y de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) motivó la posterior experimentación con nuevos diseños. En 1984 se generó un diseño muy básico de tipo vela, que se utilizó en la primera aplicación comunitaria a mayor escala para surtir de agua potable y de riego a una caleta de pescadores en la Región de Coquimbo (Cereceda, 2015; Leiva y Hernández, 2014). El relativo éxito de ese sistema propulsó la difusión del diseño tipo bidimensional (vela rectangular) o "chileno", y retroalimentó la investigación que se desarrollaba en las zonas áridas de otros países, generándose una pequeña comunidad de organismos no gubernamentales y proyectos de investigación orientados a promover la aplicación de estas soluciones.

Si enfocamos el registro de experimentación en torno a modelos de atrapanieblas (Tabla N° 2), es significativo notar que mientras el contexto de los primeros modelos son los proyectos de investigación universitaria orientados a generar tecnologías universales para mitigar la escasez hídrica, la creación reciente de nuevos modelos se enfoca en otros objetivos, como la experimentación en diseño, la comercialización, o la educación en modos sustentables de desarrollo comunitario.

Tabla N° 2. Experimentación en modelos de atrapanieblas

Año	Modelo	Superficie (m ²)	Objetivo	Prueba	Método	Contexto
1957	Macrodiamante	32	Mitigación de escasez hídrica	Sí	Invencción	Investigación
1980	Cilíndrico con filamentos	4	Mitigación de escasez hídrica	Sí	Invencción	Investigación
1984	Bidimensional (vela)	90	Aplicabilidad	Sí	Ensayo/error	Investigación
2016	Tridimensional	14	Mayor eficiencia	No	Digital	Tesis
2017	Turbina	3	Comercialización	No	Digital	Patente
2018	Torre tubular	8	Sustentabilidad	Sí	Adaptación	Cooperación

Fuente: elaboración propia en base a análisis documental.

Ya en cuanto a las instalaciones con objetivos de aplicación, la revisión de la literatura y el registro de prensa arrojan que desde 1984 a 2018 ha existido una proliferación de instalaciones de atrapanieblas con distintos objetivos y resultados. Omitiendo sitios de instalación de neblinómetros, la Tabla N° 3 sintetiza las instalaciones de atrapanieblas que llegaron a estar operativas, casi en su totalidad en territorios del árido norte chileno.

Tabla N° 3. Registro de atrapanieblas instalados por región, Chile

Región	Clima	Primera instalación	Última instalación	Unidades totales	Superficie total (m ²)
Coquimbo	Árido / semi-árido	1984	2017	114	5.735
Atacama	Árido	2001	2005	10	400
O'Higgins	Mediterráneo	2013	2015	2	80
Antofagasta	Árido	2016	2016	1	150
Arica y Parinacota	Árido	2016	2016	4	192
Tarapacá	Árido	2016	2016	1	40

Fuente: elaboración propia en base a análisis documental.

La Región de Coquimbo ha concentrado la mayor cantidad de sitios experimentales, unidades de atrapanieblas instalados y superficie total desplegada de atrapanieblas. Un mayor detalle de los experimentos realizados en esa región (Tabla N° 4) muestra una importante variación de las superficies desplegadas y el registro de una nueva oleada de instalaciones recientes.

Tabla N° 4. Atrapanieblas instalados en la Región de Coquimbo

Comuna	Primera instalación	Última instalación	Instalaciones en comunidades/ instalaciones totales	Unidades	Superficie total (m ²)
La Higuera	1984	1992	1/2	71	3450
Canela	1999	2017	2/2	11	550
Ovalle	2006	2017	4/4	26	400
Coquimbo	2017	2017	1/1	5	750
Punilla	2017	2017	1/1	1	150

Fuente: elaboración propia en base a análisis documental.

Aunque el agua de niebla de la Región de Coquimbo suele tener niveles de acidez algo superiores a la norma establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), las muestras indican que o bien el agua cumple con la norma chilena o bien

su eventual tratamiento para ajustarla a la norma es de bajo costo (Gamberini *et al.*, 2018; Cereceda, 2000). El costo de los materiales para elaborar un atrapanieblas se ha reportado como relativamente bajo, cercano a los mil dólares por dispositivo o un dólar por litro cosechado, aunque casi todas las experiencias reportan gastos adicionales substanciales por dificultades propias del carácter artesanal de su construcción, transporte, ensamblaje, instalación, operación y reparación. Además de su tecnología accesible, existen diseños de uso libre y no se involucran derechos de agua ni renta por la explotación de las nubes. Si se consideran los costos ocultos y los subsidios destinados a otros sistemas, los atrapanieblas pueden ser competitivos, aunque los volúmenes de agua son más limitados en comparación con los disponibles a partir de represas o los generados por sistemas de desalación (Fernández *et al.*, 2018; Cereceda, 2015; Cereceda *et al.*, 2015; Cereceda *et al.*, 1992)..

Atrapanieblas como dispositivos de experimentación hidrosocial

Las trayectorias de los experimentos en las localidades seleccionadas es totalmente disímil, mientras que la pionera y masiva instalación de atrapanieblas en la comuna de La Higuera se abandonó completamente, en las localidades de la comuna de Ovalle siguen operativas las existentes y se continúan produciendo nuevas instalaciones, como se sugiere a seguir.

La localidad de Chungungo en la Región de Coquimbo es una caleta de pescadores al pie de un cordón montañoso donde se desarrolló la experimentación de atrapanieblas para agua potable en uso. En 1984 un equipo científico de estudio de las Camanchacas construyó un atrapanieblas que abasteció de agua a sus instalaciones, fuente que fue aprovechada luego del cierre de la investigación por varias familias (Cereceda, 2015; Leiva y Hernández, 2014). Esos resultados estimularon el desarrollo de un proyecto para la instalación de un sistema de agua potable basado en los atrapanieblas, que se materializó finalmente en 1992, y que pese a sus limitaciones funcionó por una década. Las evaluaciones del impacto de dicho funcionamiento sugieren que los nuevos flujos de agua diversificaron las actividades económicas (cultivo de ostiones) y las fuentes de alimento (huertas), incrementando el mejoramiento del poblado y el bienestar de la comunidad. Pese a su éxito, al séptimo año la capacidad de operación y mantenimiento progresivamente se deterioró y el proyecto finalmente se desmanteló, ya que la gobernanza del sistema estaba fragmentada en distintas entidades y sin un rol claro asignado a la propia comunidad. El deterioro del sistema derivó en la dependencia de camiones aljibe y motivó una campaña del alcalde por instalar un sistema desalinizador por ósmosis reversa, lo cual se materializó en 2005 con un costo de dos millones de dólares (Leiva y Hernández, 2014).

Peña Blanca es una de las muchas comunidades rurales de la comuna de Ovalle. Localizada en los cerros costeros interiores de la comuna, allí habitan algo más de doscientas personas, agrupadas en familias. Aunque la comunidad agrícola posee derechos de agua por 1 litro de agua por segundo de una fuente subterránea, su provisión de agua potable depende de camiones aljibe municipales, cuyo compromiso es el reparto de 200 litros mensuales por persona, que luego se almacenan en estanques locales (Chile

Sustentable, 2018). En 2006, a partir de estudios sobre la niebla realizados en el lugar, dirigentes de la comunidad comenzaron a impulsar el desarrollo de un primer proyecto de atrapanieblas, orientado a producir agua para la tradicional crianza de cabras, de la cual depende en parte la economía local. La experiencia motivó un nuevo proyecto en 2014, ahora financiado por agencias internacionales, para complementar la provisión de agua potable a algunas familias de la comunidad y para obtener agua para el riego de un proyecto de reforestación con especies nativas. Esta última fue una iniciativa de conservación ecológica denominada Reserva Ecológica Cerro Grande, también impulsada por la comunidad en asociación con agencias ambientales. A ese proceso se asoció un emprendedor que desarrolló una cervecería, "Cerveza Atrapanieblas", cuya producción fue inicialmente alimentada por agua de un atrapanieblas cedido por la comunidad, y posteriormente por tres atrapanieblas construidos por la propia cervecería.

Peral Ojo de Agua es una comunidad de apenas una cincuentena de habitantes, situada en cerros costeros a once kilómetros del Parque Nacional Fray Jorge. Su abastecimiento de agua depende de un Comité de Agua Potable Rural que posee derechos de agua de 4 litros por segundo de una fuente subterránea, aunque la desertificación y la reducción de la napa subterránea hace que dicho caudal no siempre esté disponible. La comunidad agrícola del sector posee derechos por 0,5 litros por segundo de la misma fuente. En dicho sector se han venido desarrollando proyectos orientados a capacitar la comunidad para promover actividades de ecoturismo, con el objetivo de abrir nuevas fuentes de ingreso y desarrollar proyectos que permitan el regreso de los jóvenes, que en su mayoría migraron hacia las ciudades y los campamentos mineros (El Día, 2018). El proyecto original, financiado por el gobierno regional e implementado por la Universidad Católica del Norte y otras instituciones chilenas, se orientó entre 2015 y 2017 a generar un sistema de riego alimentado por atrapanieblas para promover la conservación de guayacanes, arbustos típicos de la región que están bajo amenaza de extinción. Un segundo proyecto, financiado por el Ministerio de Medio Ambiente y desarrollado en 2016 por un consorcio de actores institucionales, entre ellos la Municipalidad de Ovalle, el Centro de Estudio Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), el Observatorio Interamericano Cerro Tololo (CTIO) y varias ONGs se propuso generar un área de conservación de flora y fauna nativa.

Las diferencias entre cada experimento se hacen evidentes al compararlas (Tabla N° 5). Además de la fecha de instalación y operatividad, otras variables significativas son el número de unidades y la superficie, es decir, la escala de los proyectos, mientras que, por el contrario, el rendimiento se mantiene en rangos muy similares en todos estos experimentos.

Tabla N° 5. Atrapanieblas instalados en las comunas de La Higuera y Ovalle

Comuna	Localidad	Año instalado	Unidades	Superficie total (m ²)	Cosecha (promedio) litros/m ² /día	Estatus
La Higuera	Chungungo	1984	1	90	30	Desmantelado
		1992	70	3360	2,9	Desmantelado
Ovalle	Peña Blanca	2006	10	400	2,8	Operativo
		2006	3	45	2,8	Operativo
		2014	12	240	2,8	Operativo
	Peral Ojo de Agua	2017	1	150	3	Operativo

Fuente: elaboración propia en base a análisis documental.

Al contrastar los objetivos de los experimentos de atrapanieblas en dichas localidades (Tabla N° 6) se obtiene que los atrapanieblas se orientan a la producción de agua para muy diferentes usos: agua potable, agua para alimentación animal y agua para riego. Los beneficiarios también son diversos: comunidades rurales y costeras, equipos científicos y una cervecería, con una variación significativa de escala entre la masividad del experimento original en Chungungo y los experimentos mucho más focalizados en los casos de Peña Blanca y Peral Ojo de Agua.

Tabla N° 6. Objetivos y beneficiarios de los experimentos por localidad

Localidad	Objetivo	Entidad beneficiaria	Cantidad
Chungungo	Agua potable y riego	Equipo científico	<10
	Agua potable y riego	Caleta Chungungo	450
Peña Blanca	Re-forestación nativa	Comunidad Agrícola	206
	Producción cerveza	Cervecería	<10
	Ganadería/ agua potable	Comunidad Agrícola	60
Peral Ojo de Agua	Re-forestación nativa	Comunidad Agrícola	44

Fuente: elaboración propia en base a análisis documental.

En cuanto a la información disponible sobre la gobernanza de los experimentos (Tabla N° 7), entre los gestores e instituciones de apoyo destaca la presencia de la Universidad Católica de Chile, mientras que entre los financistas están desde organizaciones no gubernamentales hasta organismos internacionales, pasando por instituciones gubernamentales chilenas.

Tabla N° 7. Gobernanza de los experimentos por localidad

Localidad	Gestor	Apoyo	Financiador
Chungungo	Universidad Católica	Universidad Católica	Secretaría Regional de Planificación y Coordinación (SERPLAC) - Región Coquimbo
	Universidad Católica	Universidad Católica	Corporación Nacional Forestal (CONAF)/ Servicio Ambiental de Canadá
	Particular/Comunidad	Universidad Católica	Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)/ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
	Cervecería Atrapanieblas/ Comunidad	Universidad Católica	Cervecería Atrapanieblas
	Federación Nacional de Agua Potable Rural	Universidad Católica/ Massachusetts Institute of Technology (MIT)	Fundación AVINA/ Fundación Chile Sustentable
Peral Ojo de Agua	Universidad Católica	Universidad Católica del Norte	Gobierno de la Región Coquimbo

Fuente: elaboración propia en base a análisis documental.

Toda esta información sobre los casos de instalación de atrapanieblas genera un conjunto de constataciones críticas que se desarrolla a seguir.

Conclusiones

Las instalaciones de atrapanieblas en Chile se desarrollan en zonas con elevados niveles de desigualdad en el acceso a los sistemas de provisión de agua existentes, donde actividades como la minería y la agroindustria y los procesos de urbanización concentran el uso de agua disponible. Es decir, los atrapanieblas surgen mayormente en contextos de injusticia hídrica, donde aspectos como la concentración de derechos de agua o la localización urbana condicionan el acceso material al recurso hídrico. La revisión de los ejemplos muestra el carácter experimental de las iniciativas, es decir, las experiencias identificadas no están insertas institucionalmente en el marco de los sistemas existentes de provisión de agua potable privados o público-estatales, y se desarrollan combinando en diversas formas los liderazgos de agentes claves que movilizan a otras personas e instituciones para la realización de proyectos. Así como por ese carácter experimental ciertos intentos fracasan, también por lo mismo cuesta replicar y masificar los éxitos. Este proceso, que cabría denominar como de "innovación social", ha sido desde sus inicios altamente dependiente de la red específica de actores

universitarios que desarrolló las investigaciones e instalaciones originales, pero posteriormente se fueron incorporando otros actores institucionales y organizaciones sociales.

Los casos presentados sugieren que encontrar una adecuada escala territorial, entendida como un ajuste óptimo entre objetivos de la comunidad, condiciones ambientales y tecnología, subyace como el factor de mayor relevancia en el desarrollo, éxito y continuidad de los experimentos, por sobre la sofisticación técnica científica de los dispositivos. Los experimentos con dispositivos ya instalados demandan un alto componente de compromiso comunitario, sin que se reporten impactos ambientales significativos de su construcción u operación. Lo anterior, sumado a los rendimientos relativamente bajos de estos dispositivos, en comparación con soluciones como la desalinización o los camiones aljibe, hace que los atrapanieblas sean sistemas cuya generalización depende de aspectos culturales, asociados con la cuestión ambiental. Vistos en esa perspectiva, los atrapanieblas poseen gran potencial como dispositivos asociados a modos alternativos de habitar basados en principios de ecodesarrollo y sustentabilidad. Se observa, sin embargo, que los nuevos prototipos de atrapanieblas se orientan más bien a proveer soluciones de mercado a clientes individuales que desean utilizar dichos sistemas en emprendimientos productivos o de prestación de servicios mercantilizados. En ese sentido hay bastante por profundizar en las posibilidades y consecuencias políticas que puede tener el uso de atrapanieblas en el marco de un sistema de gobernanza del agua como el chileno. Aunque hasta la fecha los atrapanieblas no se plantean la transformación del régimen hídrico imperante, los experimentos han ayudado a visibilizar la escasez y, en cierta medida, la injusticia hídrica asociada con dicho régimen. Si atendemos a los enfoques de la ecología política, agua es poder. El agua se somete al poder –o más bien es sometida –mediante sistemas sociotécnicos, fluye hacia éste y lo viabiliza. Pues bien, aunque a muy pequeña escala, a la fecha los experimentos con atrapanieblas han apuntado a crear nuevos ciclos hidro-sociales autónomos de los dominantes, que se orientan no sólo al uso tradicional del agua sino a expandir un control territorial productivo o eco-turístico. Ello abre interrogantes, como, por ejemplo, si llegado el momento el poder hídrico tolerará esa modalidad de desarrollo o bien la anulará mediante mecanismos de cooptación/disciplinamiento de tipo corporativo, mercantil o institucional.

Referencias

- Bakker, Karen (2000). "Privatizing water, producing scarcity: The Yorkshire drought of 1995", Economic Geography, Vol. 76, N° 1, págs. 4-27.
- Bakker, Karen (2003), "Archipelagos and networks: urbanization and water privatization in the South", Geographical Journal, Vol. 169, N° 4, págs. 328-341.
- Bakker, Karen (2012), "Water: political, biopolitical, material", Social Studies of Science, Vol. 42, N° 4, págs. 616-623.
- Banco Central (2017), "PIB Regional IV Región 2015-2016", Disponible en: https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principali/informes/boletin/listado/BCO44044B_Coment.pdf. Consultado en mayo de 2019.
- Barkin, David (2003). "La gestión popular del agua: respuestas locales frente a la globalización centralizadora", Ecología política, N° 25, págs. 23-33.
- Bauer, Carl. J. ([1998] 2012). Against the Current: privatization, water markets, and the state in Chile, Cham, Suiza: Springer Science & Business Media.
- Boelens, Rutgerd, Leontien Cremers y Margreet Zwarteveen (2011). Justicia Hídrica: acumulación de agua, conflictos y acción de la sociedad civil. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- Budds, Jessica (2004). "Power, nature and neoliberalism: the political ecology of water in Chile", Singapore Journal of Tropical Geography, Vol. 25, N° 3, págs. 322-342.
- Bulkeley, Harriet y Vanesa Castán Broto (2013). "Government by experiment? Global cities and the governing of climate change", Transactions of the Institute of British Geographers, Vol. 38, N° 3, págs. 361-375.
- Button, Cat (2017). "Domesticating water supplies through rainwater harvesting in Mumbai", Gender and Development, Vol. 25, N° 2, págs. 269-282.
- Calderón, Matías, Catalina Benavides, Javier Carmona, Damián Gálvez, Natalia Malebrán, Manuela Rodríguez, Denise Sinclair y José Urzúa (2016). "Gran minería y localidades agrícolas en el norte de Chile: comparación exploratoria de tres casos", Chungará (Arica), Vol. 48, N° 2, págs. 295-305.
- Caprotti, Federico y Robert Cowley (2017). "Interrogating urban experiments", Urban Geography, Vol. 38, N° 9, págs. 1441-1450.
- Castán Broto, Vanesa y Harriet Bulkeley (2013). "Maintaining climate change experiments: urban political ecology and the everyday reconfiguration of urban infrastructure", International Journal of Urban and Regional Research, Vol. 37, N° 6, págs. 1934-1948.
- Castro, José Esteban (2006). "Agua, democracia y la construcción de la ciudadanía", en Sophie Esch, Martha Delgado, Silke Helfrich, Hilda Salazar Ramírez, María Luisa Torregrosa e Iván Zúñiga Pérez-Tejada, La Gota de la Vida: hacia una gestión sustentable

y democrática del agua, Ciudad de México: Fundación Heinrich Böll Ediciones, págs. 266-287.

Cereceda, Pilar, Pedro Hernández, Jorge Leiva y Juan de Dios Rivera (Eds.) (2015). Agua de Niebla: nuevas tecnologías para el desarrollo sustentable en zonas áridas y semiáridas. Coquimbo, Chile: Corporación de Fomento (CORFO) de la Región de Coquimbo y Dirección General de Aguas (DGA).

Cereceda, Pilar (2000). "Los atrapanieblas, tecnología alternativa para el desarrollo rural", Revista Medio Ambiente y Desarrollo, Vol. XVI, N° 4, págs. 51-56.

Cereceda, Pilar (2015), "La niebla: localización geográfica y recurso hídrico", en Cereceda Pilar, Pedro Hernández, Jorge Leiva y Juan de Dios Rivera (Eds.), Agua de Niebla: nuevas tecnologías para el desarrollo sustentable en zonas áridas y semiáridas. Coquimbo, Chile: Corporación de Fomento (CORFO) de la Región de Coquimbo y Dirección General de Aguas (DGA), págs. 13-35.

Cereceda, Pilar, Robert S. Schemenauer y Ricardo Valencia (1992). "Posibilidades de abastecimiento de agua de niebla en la Región de Antofagasta, Chile", Revista de Geografía Norte Grande, N° 19, págs. 3-14.

Chile Sustentable (2018). "Cosecha de agua en Peña Blanca", Disponible en: <http://www.chilesustentable.net/tag/atrapa-nieblas/>. Consultado en diciembre de 2018.

Chini, Christopher M., James F. Canning, Kelsey L. Schreiber, Joshua M. Peschel y Ashlynn S. Stillwell (2017). "The green experiment: cities, green stormwater infrastructure, and sustainability", Sustainability, Vol. 9, N° 1, Art. 105.

Cochran, Jaquelin e Isha Ray (2009). "Equity reexamined: a study of community-based rainwater harvesting in Rajasthan, India", World Development, Vol. 37, N° 2, págs. 435-444.

Correggiari, M., Castelli, G., Bresci, E., & Salbitano, F. (2017). Fog collection and participatory approach for water management and local development: practical reflections from case studies in the Atacama drylands", en Mohamed Ouessar, Donald Gabriels, Atsushi Tsunekawa y Steven Evett (Eds.), Water and Land Security in Drylands. Response to climate change, Cham, Suiza: Springer, págs. 141-158.

Durán, Gustavo (2015). "Agua y pobreza en Santiago de Chile: morfología de la inequidad en la distribución del consumo domiciliario de agua potable", EURE (Santiago), Vol. 41, N° 124, págs. 225-246.

El Día (2018). "Con atrapanieblas buscan conservar al tradicional guayacán en la comuna de Ovalle", Diario El Día, Región Coquimbo, Chile, 29 de septiembre de 2018.

Fernandez, Daniel, Alicia Torregrosa, Peter Weiss-Penzias, Bong June Zhang, Deckard Sorensen, Robert Cohen, Gareth McKinley, Justin Kleingartner, Andrew Oliphant y Matthew Bowman (2018). "Fog water collection effectiveness: mesh intercomparisons", Aerosol and Air Quality Research, Vol. 18, N° 1, págs. 270-283

Fundación Chile (2018). Radiografía del agua Brecha y Riesgo Hídrico en Chile. Santiago: Fundación Chile. Disponible en: <https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/05/radiografia-del-agua.pdf>. Consultado en julio de 2019.

Carter Gamberini, Virginia, Jorge Carrasco Jiménez, David Mora López y José Olguín Rubio (2016). "Captación de aguas lluvias mediante uso de tecnología de 'atrapanieblas'", en Jorge Carrasco Jiménez (Ed.) Técnicas de Captación, Acumulación y Aprovechamiento de Aguas Lluvias, Boletín INIA N° 321, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional Rayentué, Rengo, Chile, págs. 47-72.

Gobierno Regional de Coquimbo (2014). Plan Regional de Gobierno: 2014-2018. La Serena, Chile: Gobierno Regional de Coquimbo. Disponible en: <https://www.gorecoquimbo.cl/plan-regional-de-gobierno-2014-2018/gorecoquimbo/2015-06-17/O91841.html>. Consultado en julio de 2019.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2018. "Resultados CENSO 2017". Disponible en: resultados.censo2017.cl. Consultado en julio de 2019.

Kaïka, Maria (2004). City of Flows: modernity, nature, and the city. Londres: Routledge.

Leiva, J., y Hernández, P. (2014). "Usos de agua de niebla", en Cereceda Pilar, Pedro Hernández, Jorge Leiva y Juan de Dios Rivera (Eds.), Agua de Niebla: nuevas tecnologías para el desarrollo sustentable en zonas áridas y semiáridas. Coquimbo, Chile: Corporación de Fomento (CORFO) de la Región de Coquimbo y Dirección General de Aguas (DGA), págs. 89-110.

Linton, Jamie y Jessica Budds (2014), "The hydrosocial cycle: Defining and mobilizing a relational-dialectical approach to water", Geoforum, Vol. 57, págs. 170-180.

Lucier, Kayla y Manzoor Qadir (2018). "Gender and community mainstreaming in fog water collection systems", Water, Vol. 10, N° 10, Art. 1472.

Marca Chile (2018). "Prensa internacional conoció como se combate la sequía en Coquimbo gracias a tecnología de atrapanieblas", 29 de mayo de 2018, Santiago de Chile: Fundación Imagen de Chile. Disponible en: <http://marcachile.cl/>. Consultado en julio de 2019.

March, Hug, David Saurí y Antonio M. Rico-Amorós (2014). "The end of scarcity? water desalination as the new Cornucopia for Mediterranean Spain", Journal of Hydrology, Vol. 519, Part C, págs. 2642-2651.

Montecinos, Sonia, Pilar Cereceda y Daniela Rivera (2018). "Fog collection and its relationship with local meteorological variables in a semiarid zone in Chile", Atmósfera, Vol. 31, N° 2, págs. 143-153.

Ocampo-Fletes, Ignacio, Filemón Parra-Inzunza y Á. Ernesto Ruiz-Barbosa (2018). "Derechos al uso de agua y estrategias de apropiación en la región semiárida de Puebla, México", Agricultura, Sociedad y Desarrollo, Vol. 15, N° 1, págs. 63-83.

Qadir, Manzoor Gabriela C. Jiménez, Rebecca L. Farnum, Leslie L. Dodson y Vladimir

Smakhtin (2018). "Fog water collection: challenges beyond technology", Water, Vol. 10, N° 4, Art. 372.

Rodríguez-Labajos, Beatriz y Joan Martínez-Alier (2015). "Political ecology of water conflicts". Wiley Interdisciplinary Reviews: Water, Vol. 2, N° 5, págs. 537-558.

Rodríguez, C. y M. Henríquez (2012). "La desertificación en Chile". Santiago de Chile: Unidad de Diagnóstico Parlamentario, Departamento de Evaluación de la Ley. Cámara de Diputados de Chile.

Roman, Philippe (2017). "The São Francisco interbasin water transfer in Brazil: tribulations of a megaproject through constraints and controversy", Water Alternatives, Vol. 10, N° 2, págs. 395-419.

Salas, Sonia, Ángel Araya y Andrés Bodini (2017). "Linking science and policy on climate change: the case of Coquimbo Region, Chile", en Walter Leal Filho y Jesse M. Keenan (Eds.), Climate Change Adaptation in North America, Cham, Suiza: Springer, págs. 305-320).

Schemenauer, Robert S., y Pilar Cereceda, (1991). "Fog-water collection in arid coastal locations". Ambio, Vol. 20, N° 7, págs. 303-308.

Schot, Johan y Frank W. Geels (2008). "Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy", Technology Analysis and Strategic Management, Vol. 20, N° 5, págs. 537-554.

Sengers, Frans, Anna J. Wieczorek y Rob Raven (2016). "Experimenting for sustainability transitions: a systematic literature review", Technological Forecasting and Social Change, Vol. 145, págs. 153-164.

Scharnke, Moritz Robin (2010). Atrapanieblas - Fog as a Drinking Water Resource. Proyecto de Trabajo, Programa de Grado en Ingeniería Civil y Tecnología Ambiental, Hamburg University of Technology, Alemania y Centro del Desierto de Atacama, Chile.

SISS – Superintendencia de Servicios Sanitarios (2018). Informe de Gestión del Sector Sanitario 2017. Santiago de Chile: SISSE. Disponible en: www.siss.cl. Consultado en julio de 2019.

García Soler, Natalia, Timothy Moss y Ourania Papasozomenou (2018). "Rain and the city: pathways to mainstreaming rainwater harvesting in Berlin", Geoforum, Vol. 89, págs. 96-106.

Swyngedouw, Erik (2004). Social Power and the Urbanization of Water: flows of power. Oxford: Oxford University Press.

Swyngedouw, Erik (2007). "Dispossessing H2O", en Nik Heynen, James McCarthy, Scott Prudham y Paul Robbins (Eds.), Neoliberal Environments: false promises and unnatural consequences, Londres: Routledge, págs. 51-62.

Swyngedouw, Erik (2009), "The political economy and political ecology of the

hydro-social cycle”, Journal of Contemporary Water Research and Education, Vol. 14, N° 1, págs. 56-60.

Swyngedouw, Erik (2013). “Into the sea: desalination as hydro-social fix in Spain”, Annals of the Association of American Geographers, Vol. 103, N° 2, págs. 261-270.

Tabor, Joseph A. (1995). “Improving crop yields in the Sahel by means of water-harvesting”, Journal of Arid Environments, Vol. 30, N° 1, págs. 83-106.

Vergara, Gonzalo y Pilar Cereceda (2015). “Caracterización geográfica para la colecta de agua de niebla en la Región de Coquimbo”, Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/282576023>. Consultado en julio de 2019.

Tagle Zamora, Daniel, Aleida Azamar Alonso y Alex Caldera Ortega (2018). “Cosecha de agua de lluvia como alternativa para la resiliencia hídrica en León, Guanajuato: una reflexión desde la nueva cultura del agua”, Expresión Económica. Revista de Análisis, N° 40, págs. 5-24.

Zhang, Lianbin y Peng Wang (2016). “Biomimetic materials for efficient atmospheric water collection”, en Peng Wang (Ed.), Smart Materials for Advanced Environmental Applications, Londres: Royal Society of Chemistry (RSC), págs. 165-184.

Zurbriggen, Cristina (2014). “Políticas latinoamericanas en la gestión del agua: de la gobernanza neoliberal a una gobernanza pública”, Agua y Territorio, N° 3, págs. 89-99.



WATERLATGOBACIT