



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

FACULTAD DE CIENCIAS

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS



“Propuesta para el diseño de un Fondo de Agua en las subcuencas de Maneadero y Las Ánimas, Ensenada Baja California”

**Trabajo Terminal
Que para obtener el diploma de
ESPECIALIDAD EN GESTION AMBIENTAL**

Presenta

Osiriss Cruz Ruvalcaba

Directora:

Dra. Mariana Villada Canela

Codirectora:

Dra. María Concepción Arredondo García

Sinodales:

Dra. Dalia Marcela Muñoz-Pizza

Dr. Hiram Rivera Huerta

Ensenada, Baja California a 16 de diciembre del 2024

VOTOS APROBATORIOS

Ensenada B.C. a 4 de diciembre de 2024

Osiriss Cruz Ruvalcaba

Presente.

Por este conducto le informo a usted que después de haber leído su trabajo terminal titulado: "**Propuesta para el diseño de un Fondo de Agua en las subcuencas de Maneadero y Las Ánimas, Ensenada Baja California**" considero que cumple con los requisitos necesarios para aprobar la fase escrita de su examen reglamentario.

Sin más por el momento quedo de usted para cualquier aclaración.

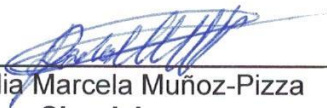
Atentamente



Dra. Mariana Villada Canela
Directora



Dra. María Concepción Arredondo García
Codirectora



Dra. Dalia Marcela Muñoz-Pizza
Sinodal



Dr. Hiram Rivera Huerta
Sinodal

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por otorgarme la beca de manutención.

A la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), a la Facultad de Ciencias y al Instituto de Investigaciones Oceanológicas, por brindarme no solo un espacio físico, sino una comunidad académica.

A la Dra. Mariana Villada Canela, por su invaluable orientación, paciencia infinita y su apoyo constante, que me ayudaron a culminar mi tesina. Admiro su desempeño como docente y tutora y sobre todo su labor como académica.

A la Dra. concepción, y a mis sinodales Dr. Hiram y especialmente a la Dra. Dalia Marcela, cuyas observaciones enriquecieron y aportaron a la mejora de este trabajo.

Al ingeniero Alejandro del Comité Técnico de Aguas Subterránea de Maneadero (COTAS), por creer en esta investigación y acompañarme en el valioso trabajo de campo.

A mi compañero de vida y aventuras Kalo, por su apoyo incondicional, por siempre estar, y motivarme a no rendirme a través de tardes de trabajo con pomodoros y mates. Gracias por enseñarme a disfrutar el proceso y celebrar cada pequeño logro por más mínimo que sea.

A mis padres y cada uno de mis hermanos, agradezco su amor incondicional, y a mi segunda madre, Nancy, gracias por escucharme desde la distancia.

A mis amigos y compañeros de cubículo Aaron y Enrique por motivarme a terminar y hacer del proceso más a meno, gracias por compartirme de su café y a mis compañeras Iveth y Bárbara, que le dieron alegría a mis días de especialidad.

ÍNDICE

RESUMEN.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
Marco Conceptual	11
Fondos de Agua (FA).....	11
Gobernanza del agua	12
Seguridad hídrica.....	13
Gestión sostenible de acuíferos costeros.....	14
Soluciones basadas en la naturaleza (SBN)	15
Antecedentes	16
Preguntas de Investigación	17
Objetivos	17
Área de Estudio.....	18
Metodología	19
Estructura.....	20
CAPÍTULO I. SITUACIÓN DEL AGUA EN EL VALLE DE MANEADERO	21
Introducción.....	21
1.2 Hidrología.....	21
1.2.1 Acuífero de Maneadero.....	21
1.2.2 Cuencas.....	22
1.2.3 Subcuenca de Maneadero	23
1.2.4 Subcuenca Las Ánimas.....	23
1.2.5 Disponibilidad de agua subterránea	23
1.2.6 Características climatológicas.....	23
1.3 Uso del Agua en Baja California y Ensenada.....	24
1.3.1 Consumo promedio por sector	24
1.3.2 Agricultura y economía.....	24
1.4 Calidad de agua	24
1.4.1 Descargas de Aguas Residuales	25
1.5 Marco legal, institucional y político.....	26
1.6 Conclusión.....	31
CAPÍTULO 2. PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS DEL AGUA	32
Introducción.....	32
2.PRIMERA ETAPA	32
2.2.1 Mapeo de actores	33

2.2.2 Matriz de interés-influencia	35
2.2.3 Diseño de la entrevista semiestructurada.....	36
2.3 SEGUNDA ETAPA	37
2.3.2 Metodología	38
2.3.3 Análisis de la información en Atlas.ti	38
2.3.4 Codificación de los datos	39
2.3.5 Saturación de los datos.....	43
2.4 Resultados	43
2.4.1 Contexto y percepción de la problemática hídrica	44
2.4.2 Factores que componen la crisis hídrica	45
2.4.3 Descargas de aguas residuales, riesgos y causas	50
2.4.4 Impactos de la problemática hídrica en el valle de Maneadero	53
2.4.5 Manejo del agua en el valle de Maneadero	55
2.4.6 Gobernanza del agua en el valle de Maneadero	57
2.4.7 Soluciones propuestas.....	62
2.4.8 Participación de usuarios de agua en un Fondo de Agua.....	64
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE FONDOS DE AGUA EN AMÉRICA LATINA.....	67
Introducción.....	67
3.1 Metodología.....	67
3.2 Fondos de Agua en Latinoamérica	67
3.3 Discusión.....	71
3.4 Conclusión.....	72
CAPÍTULO 4. PROPUESTA DE FONDO DE AGUA PARA MANEADERO.....	73
4.1 Los objetivos estratégicos	73
4.2 Las líneas de acción.....	73
4.3 Mecanismos de financiamiento.....	73
4.4 Beneficios esperados	74
4.5 Viabilidad y sostenibilidad del FA	74
4.6 FODA	74
CONCLUSIONES.....	77
Principales hallazgos	77
Implicaciones del estudio para la gestión hídrica en Maneadero.....	80
Futuras líneas de investigación.....	80
RECOMENDACIONES.....	81
BIBLIOGRAFÍA	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla 1. Instituciones y su función en la gestión del agua subterránea en el valle de Maneadero

Tabla 2. Tabla de actores con enfoque interés-influencia

Tabla 3 Tabla 3. Análisis de cuadrantes de la matriz de interés-influencia

Tabla 4. Tabla 4. Entrevistados, cargo y código asignado

Tabla 5. Lista de códigos relacionado con las categorías y el tema.

Tabla 6. Factores naturales que componen la crisis hídrica en el valle de Maneadero. Elaboración propia

Tabla 7. Factores antropogénicos que componen la crisis hídrica en el valle de Maneadero.

Tabla 8. Propuestas de solución emitidas por las personas entrevistadas.

Tabla 9. Nivel de disposición de participar en un Fondo de Agua.

Tabla 10. Fondos de Agua seleccionados.

Tabla 11. Análisis FODA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Foto del valle de Maneadero.

Figura 2. Etapas de la investigación.

Figura 3. Ubicación del acuífero de Maneadero.

Figura 4. Diagrama causa-efecto de la crisis hídrica en el valle de Maneadero.

Figura 5. Diagrama de la metodología empleada en la primera etapa.

Figura 6. Matriz de interés-influencia.

Figura 7. Metodología empleada en la segunda etapa.

Figura 8. Figura 8. Diagrama Sankey de interrelaciones entre categorías y entrevistados.

Figura 9. Nube de palabras.

Figura 10. Resultados de coocurrencia

Figura 11. Línea del tiempo de la evolución de la crisis hídrica del valle de Maneadero.

ACRÓNIMOS

ART - Aguas Residuales Tratadas

CESPE - Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada

CICESE - Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

CONAGUA - Comisión Nacional del Agua.

SEDAGRO - Secretaría de Fomento Agropecuario.

UABC - Universidad Autónoma de Baja California.

FA - Fondos de Agua.

PTAR - Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

IIO - Instituto de Investigaciones Oceanológicas.

SNB – Soluciones Basadas en la Naturaleza.

TNC - The Nature Conservancy.

FONAG – Fondo de Agua para la Protección del Agua.

ALFA - Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua.

PSA - Pagos por Servicios Ecosistémicos

SAGARPA-Secretarías de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

COTAS- Comité Técnico de Aguas Subterráneas

CEA- Comisión Estatal de Agua

FUNCAGUA- Fondo de Agua de Guatemala

AQUAFONDO- Fondo de Agua de Lima y Callao

FAMM- Fondo Metropolitano de Monterrey

RESUMEN

Este trabajo propone el establecimiento de un Fondo de Agua (FA) en la región del acuífero de Maneadero para abordar la problemática hídrica mediante Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN). La investigación analiza las causas principales de la escasez y deterioro del agua: baja recarga pluvial, sobreexplotación del acuífero costero de Maneadero, intrusión marina y planificación inadecuada del reúso de Aguas Residuales Tratadas (ART) para riego agrícola y recarga del acuífero. La metodología incluyó un diagnóstico del valle de Maneadero basado en documentación, el análisis de Fondos de Agua establecidos en contextos similares en América Latina y una investigación de campo que incluyó la aplicación de entrevistas a usuarios del agua subterránea con especial énfasis en los productores agrícolas de la región y expertos de la situación del agua en el valle de Maneadero, para comprender sus necesidades y perspectivas sobre la problemática y las soluciones planteadas.

Los resultados indican que, aunque los usuarios del agua perciben la gravedad de la crisis hídrica, sus perspectivas varían entre la escasez y la calidad del recurso, lo que evidencia la necesidad de un enfoque integral en su gestión. La intrusión marina y la sobreexplotación han deteriorado la calidad del agua a tal punto que los agricultores han tenido que adoptar tecnologías de desalinización costosas como la ósmosis inversa, comprometiendo la sostenibilidad económica del sector. En consecuencia, se proponen recomendaciones específicas para implementar un FA en las subcuencas de Maneadero y Las Ánimas, incluyendo el monitoreo constante del acuífero, el fortalecimiento de la infraestructura de tratamiento de aguas residuales y la participación equitativa de todos los sectores involucrados. Este estudio subraya la importancia de una gobernanza colaborativa y de estrategias para restaurar el equilibrio hídrico y garantizar el bienestar de las comunidades y la sostenibilidad de la región.

Palabras claves: Usuarios del agua, acuífero, ART, valle de Maneadero, gestión del agua.

INTRODUCCIÓN

La importancia del agua ha crecido globalmente, lo que se refleja en iniciativas como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, establecida por la ONU en 2015, en su ODS 6 “agua limpia y saneamiento”. Este objetivo aborda una necesidad humana básica relacionada con la salud y el bienestar. Además, busca enfrentar los desafíos globales como la escasez y contaminación del agua, a través de la protección de ecosistemas importantes para el ciclo hidrológico como bosques, montañas, humedales y ríos (United Nations, 2023; ALFA, 2023; Abell et al., 2019).

En respuesta, México estableció el derecho humano al agua potable y al saneamiento en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, reconociendo el agua como un bien social y cultural indispensable para el bienestar social, la salud pública, la seguridad alimentaria y la preservación de los ecosistemas (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 2012).

No obstante, la gestión eficiente del agua sigue siendo un desafío global. De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el 40% de la población mundial sufre de escasez de agua, y cada vez más países enfrentan estrés hídrico. Aunque América Latina cuenta con abundantes recursos hídricos, muchos de sus habitantes continúan enfrentando problemas de acceso debido a una combinación de factores como la baja calidad del agua, políticas inadecuadas de saneamiento, crecimiento poblacional desmedido, ineficiencia institucional, contaminación ambiental y el cambio climático (UN-Water, 2021).

México se encuentra ante una crisis hídrica sin precedentes, caracterizada por factores sociales, económicos y de gobernanza, que van más allá de la simple escasez del recurso. De acuerdo Godínez Madrigal y colaboradores (2018), esta problemática se extiende a cuatro dimensiones: una brecha entre el suministro y la demanda, la contaminación de los ecosistemas de regulación hídrica, la desigualdad en el acceso al agua entre zonas urbanas y rurales y la vulnerabilidad ante fenómenos meteorológicos extremos.

El cambio climático es otro factor que exacerba la crisis hídrica en el norte del país. Particularmente, Baja California presenta presión sobre sus recursos hídricos ya que enfrenta una disminución de la precipitación y una variación en el escurrimiento de los ríos, especialmente aquellos que dependen del deshielo de los glaciares en las montañas rocosas, un ejemplo de esto es el río Colorado, la fuente principal de agua de del estado. Las proyecciones indican que la precipitación anual en la parte norte de país podrían disminuir hasta en un 21.3% para finales del siglo XXI, y las temperaturas podrían

aumentar más de 3 °C, lo anterior pone en riesgo la disponibilidad de los recursos hídricos, y (Poliopetro Martínez-Austria & Patino-Gómez, 2012).

El valle de Maneadero, ubicado al sur de Ensenada, Baja California, es de las principales áreas agrícolas de la región, es de gran importancia económica para el municipio. Sin embargo, este valle enfrenta desafíos de disponibilidad y calidad del agua. Sus recursos hídricos se ven severamente comprometidos por tres factores principales: sobreexplotación del acuífero de Maneadero, intrusión marina en el acuífero y la contaminación de las fuentes hídricas por descargas de aguas residuales (DAR) (Gilabert-Alarcón, Daesslé, et al., 2018; Daesslé et al., 2005).

Esta situación se ha agravado en el valle: a medida que la población crece y aumenta la demanda de agua para las actividades industriales, antropogénicas y de producción agrícola (Elizondo & Mendoza-Espinosa, 2020). De acuerdo con CONAGUA (2024), actualmente el acuífero de Maneadero cuenta con un déficit anual de 6.71 millones de metros cúbicos

Para abordar esta problemática, la presente investigación se basa en una metodología que combina un diagnóstico del valle de Maneadero, sustentado en documentación previa y visitas de campo. Además de entrevistas aplicadas a usuarios locales del agua subterránea para identificar, de manera participativa, las principales causas del deterioro del acuífero y las posibles soluciones. A partir de este diagnóstico, se desarrolló una propuesta de Fondo de Agua (FA) adaptada a las condiciones locales y a los lineamientos aplicables a Latinoamérica.

En este contexto, la investigación explora el uso de lo FA como una herramienta para abordar la crisis hídrica. Los FA son mecanismos financieros diseñados para promover la conservación y la gestión sostenible de los recursos hídricos a largo plazo, integrando recursos de distintos sectores para conservar cuencas y fuentes de agua (Wiegant et al., 2022; Bremer et al., 2016) permitiendo la creación de nuevas formas y estructuras para la obtención y manejo de fondos a través del tiempo, los FA han ido cambiando la forma de crear y estructurar fondos.

Este trabajo terminal tiene como objetivo desarrollar la propuesta para el diseño de un FA adaptado a las condiciones locales y a la problemática hídrica de las subcuencas de Maneadero y Las Ánimas. Además, se espera que los resultados contribuyan a una mejor comprensión del uso de los Fondos de Agua como una herramienta clave para la gestión sostenible del agua en la región de Ensenada.

Marco Conceptual

Fondos de Agua (FA)

Los Fondos de Agua (FA) son mecanismos de financiamiento, gobernanza y gestión, enfocados a la protección de cuencas hidrográficas. Unen a las partes interesadas, tales como la iniciativa privada, las autoridades públicas, la academia y la sociedad civil. Este esquema integra las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) para contribuir a la seguridad hídrica (Duarte-Abadia et al., 2023; TNC, 2018; Bremer et al., 2016).

Los FA invierten en una variedad de proyectos dentro de las cuencas con el objetivo de garantizar los servicios ecosistémicos que éstas brindan. Aunque su enfoque principal es en la conservación, su prioridad es la protección de los ecosistemas naturales y la integración de las comunidades locales en proyectos para estos fines. Entre los proyectos más comunes se encuentra la implementación de mejores prácticas de gestión hídrica, actividades de reforestación y restauración, estrategias para la protección y restauración de ecosistemas nativos, así como el fomento de prácticas agrícolas sostenibles. Si bien los FA se enfocan en promover las SBN, cada fondo se adapta a las necesidades específicas de las comunidades, ya que las condiciones geográficas, económicas, sociales y políticas varían entre países y regiones (Bremer et al., 2023; R, Goldman et al., 2012; R. L., Goldman, 2010). Para que un FA sea exitoso, es necesario involucrar activamente a las comunidades en proyectos que promuevan una evolución y la adaptación continua a lo largo del tiempo (Kauffman, 2014).

The Nature Conservancy (TNC) lideró la creación de FONAG, el primer fondo de agua en el año 2000, en colaboración con la empresa municipal de agua en la ciudad de Quito, Ecuador (Echeverria, 2002). El propósito de FONAG es garantizar y mejorar el suministro de agua para la ciudad, influyendo en la gestión de sostenible de las tierras rurales. Se implementó un esquema de incentivos a la comunidad a cambio de acuerdos colaborativos para realizar actividades de conservación (Joslin, 2020; Audrey, 2019).

Después de su implementación exitosa, se crearon otras iniciativas con enfoques similares en distintos lugares de América Latina, a través de la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua (ALFA), una colaboración entre The Nature Conservancy (TNC), la fundación FEMSA, el Banco Interamericano de Desarrollo y el Fondo para el medio Ambiente Mundial (Aguilar-Barajas et al., 2015). Esta colaboración fue un impulsor clave que ayudó en gran medida para establecer otros FA en otras regiones. Los fondos ayudan a mejorar la gestión de los recursos hídricos, fomentan la resolución de conflictos, promueven la conservación y preservación de la infraestructura verde. Existen alrededor de 40 iniciativas en diversos estados de implementación en países latinoamericanos (Bretas et al., 2020).

Este enfoque resultó una herramienta sólida, que establece conexiones entre diferentes actores. El esquema de FA tiene tres componentes fundamentales: un mecanismo de financiamiento, el cual se encarga de recaudar recurso para los diferentes proyectos de conservación, un mecanismo de gobernanza, el cual facilita la planificación y toma de decisiones en los proyectos, y un mecanismo de gestión de cuencas, el cual se encarga de llevar a cabo los proyectos financiados de conservación (Bremer et al., 2023; Bremer et al., 2016).

Con el paso del tiempo, Kauffman (2014) identificó una serie de lecciones clave aprendidas de los FA ya establecidos, destacando varias características comunes que comparten los fondos más exitosos. Entre ellas se encuentran: un flujo continuo de ingresos que garantiza la financiación de proyectos de conservación a largo plazo; una gestión independiente que asegura una administración eficiente y transparente; la facilidad para que diversos actores participen; el fomento de la toma de decisiones colaborativa; y la implementación efectiva de proyectos. Estas características permiten que los FA sean sostenibles en el largo plazo.

A pesar de las ventajas mencionadas, Dupuits y colaboradores (2023), señalan que es importante reconocer que también existen limitaciones en la implementación y mantenimiento, tales como: 1) desigualdad de poder, 2) dificultades para abordar problemas de equidad, especialmente para comunidades más vulnerables, 3) la participación de las comunidades en la gestión del agua es limitada, en comparación con actores más poderosos (empresas privadas, gobierno, ONG) y 4) la distribución de beneficios no es siempre equitativa.

Gobernanza del agua

La gobernanza es fundamental en la gestión de los recursos hídricos, ya que permite la participación de los actores en la toma de decisiones, y así tener una distribución equitativa de los recursos. Para los fines de este trabajo terminal, se adoptará el concepto de gobernanza del agua definido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE): *“La gobernanza del agua se refiere formalmente al conjunto de normas, prácticas y procesos políticos, institucionales y administrativos (formales e informales) mediante los cuales se toman e implementan decisiones, las partes interesadas pueden expresar sus intereses y hacer que se consideren sus preocupaciones, y los encargados de la toma de decisiones son responsables de la gestión del agua”*.

Este concepto ha evolucionado debido a su complejidad en relación con la gestión de los recursos hídricos. Diversos autores han enriquecido la definición al incluir nuevas

variables, pero manteniendo elementos comunes fundamentales. La gobernanza no debe abordarse de manera aislada, sino considerando todas las interacciones que se dan entre los sistemas sociales, económicos y ecológicos (Rogers, 2003; Woodhouse & Muller, 2017).

Es vital involucrar a actores clave en los procesos de toma de decisiones, incluyendo gobiernos, academia, comunidades locales, sector privado y sociedad civil, así como las relaciones que surgen entre ellos. Para lograr una buena gobernanza del agua, es necesario una planificación ordenada y participativa que aborde los problemas colectivos, garantizando que todas las personas tengan acceso al recurso hídrico con una calidad aceptable (Bayu et al., 2020; Ramos, 2022; Rogers, 2003).

Dada la dinámica asociada con los recursos hídricos, especialmente en el contexto actual del cambio climático, la gobernanza del agua debe ser capaz de adaptarse y responder a condiciones cambiantes. Debe ocurrir tanto a nivel local como global, abordando los problemas con la misma magnitud y reconociendo la interconexión entre escalas (Woodhouse & Muller, 2017; Pahl-Wostl et al., 2008).

De acuerdo con los criterios establecidos por la OECD (2018), una buena gobernanza del agua es efectiva si ayuda a resolver los desafíos relacionados con el agua, y fomenta relaciones entre las instituciones y la sociedad. En cambio, se considera una gobernanza deficiente cuando genera descontento, al no responder adecuadamente a las necesidades reales de la región.

En América Latina, la gobernanza del agua es débil, ya que las instituciones encargadas de administrar los recursos hídricos lo hacen de manera ineficiente y muestran debilidades en su administración (Ortega-Gaucin, 2022). Para garantizar un acceso equitativo y sustentable a los servicios de agua y saneamiento, es fundamental contar con instituciones abiertas al diálogo y la cooperación entre las diversas partes interesadas. La adecuada gobernanza busca alejarse de las estructuras jerárquicas a través de conceptos como transparencia, responsabilidad, legitimidad, eficiencia y justicia (UNESCO, 2019).

Seguridad hídrica

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la seguridad hídrica implica la capacidad de asegurar un acceso sostenible a cantidades adecuadas y calidad de agua aceptables para sostener medios de vida, bienestar humano y desarrollo económico, (UN-Water, 2013). A pesar de la abundancia de recursos hídricos que tienen los países latinoamericanos, los cambios sociales, económicos y ambientales

constantes, como migraciones, urbanización, sequías y desastres naturales, amenazan la seguridad hídrica, debido a la alta dependencia agrícola y energética (Bretas et al., 2020).

La seguridad hídrica es un concepto complejo desarrollado por varios autores. La definición más ampliamente utilizada es la propuesta por los autores Grey & Sadoff, (2007), quienes la describen como “la disponibilidad de una cantidad y calidad aceptable de agua para la salud, los medios de vida, los ecosistemas y la producción, junto con un nivel aceptable de riesgos relacionados con el agua para las personas, el medio ambiente y las economías”.

Este concepto se ha fortalecido por otros autores que señalan la importancia diversas variables complementarias, como la gestión sostenible de recursos hídricos, el bienestar humano, la protección de la vida, la presión que se ejerce sobre los recursos hídricos, la escasez y el desarrollo socioeconómico (Foster & MacDonald, 2014; UN-Water, 2013).

Actualmente, la seguridad hídrica se considera un problema social de carácter político, en el cual los gobiernos tienen que interferir con acciones para asegurarla, ya que afecta a millones de personas en todo el mundo. Los desafíos de la seguridad hídrica se enfrentan en todos los países, sin embargo, varían en cada región, debido a las características particulares de cada lugar (Marcal et al., 2021; Foster & MacDonald, 2014).

Lograr la seguridad hídrica implica buscar que la asignación entre usuarios sea justa, eficiente y transparente, implementar estrategias de conservación de las fuentes de agua, reducir la contaminación, que existan mecanismos justos, accesibles y efectivos para abordar los conflictos que surjan en relación con el agua y sobre todo, lograr el reconocimiento de las personas sobre el verdadero valor del agua (Sadoff et al., 2020; Marcal et al., 2021; Sadoff & Muller, 2009; UN-Water, 2013).

Gestión sostenible de acuíferos costeros

Los acuíferos suelen ser la opción más recurrente una vez que los ríos, lagos y presas dejan de ser una fuente de abastecimiento durante sequías severas y extremas. Esto ocurre en el noroeste de México, en donde las sequías suelen incrementar los volúmenes de bombeo, y por lo tanto aceleran las tasas de abatimiento de estos sistemas de agua subterránea (IMTA, 2021). La gestión sostenible de acuíferos se refiere al manejo responsable de las aguas subterráneas para garantizar la disponibilidad a largo plazo,

manteniendo su calidad, un balance hídrico en los niveles freáticos estables, el control de parámetros como de contaminación e intrusión marina (UNESCO, 2022).

La gestión sostenible de los acuíferos costeros en Baja California exhibe problemas debido a la intrusión de agua de mar y la sobreexplotación. La participación pública en la gestión de las aguas subterráneas está limitada por los desequilibrios de poder y la falta de mecanismos efectivos (Villada-Canela et al., 2021). La escasez de agua en la región ha llevado a varias soluciones, incluida la desalinización y la reutilización del agua, siendo las aguas residuales tratadas para riego y recarga de acuíferos la opción más rentable y respetuosa con el medio ambiente (Elizondo & Mendoza-Espinosa, 2020).

Soluciones basadas en la naturaleza (SBN)

Los FA impulsan las las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) las cuales incluyen acciones y estrategias de gestión que ayudan a mantener y promover las funciones de los ecosistemas mientras proveen beneficios sociales y económicos (Thinknature et al., 2019; Cohen-Shacham et al., 2016). Estas soluciones se caracterizan por ser adaptativas y específicas para cada ecosistema, ofreciendo una respuesta integral a múltiples desafíos que enfrenta la sociedad, particularmente en la gestión del agua, en donde se abordan problemas de calidad y disponibilidad del recurso hídrico, la sobreexplotación de acuíferos, sequías e inundaciones (Mishra et al., 2021)

Las SBN ofrecen beneficios múltiples, que van más allá de resolver problemas específicos hídricos. Mediante enfoques que aprovecha los procesos naturales, generan valor para diferentes sectores. Estas estrategias integran funciones como la infiltración, la retención de agua, la regeneración de suelos, contribuyendo al desarrollo sostenible, económico y social, a su vez reducen los impactos de soluciones tradicionales (Frantzeskaki, 2019; UNESCO, 2018).

Diseñar e implementar estas soluciones requiere identificar áreas con potencial de intervención, evaluar la viabilidad técnica, económica y ambiental y compararlas contra métodos tradicionales para resaltar sus ventajas. Para que las SBN sean exitosas las comunidades necesitan comprender sus beneficios, que se apropien de ellas y las perciban como útiles y convenientes frente a soluciones convencionales. Asimismo, es necesario la evaluación continua, garantizar la sostenibilidad financiera y la integración con actores de gobierno, industria asociación civil y comunidad (Teo et al., 2023; Hernández Ramos, 2023; Frantzeskaki, 2019).

Antecedentes

El manejo del agua en el valle de Maneadero, Baja California, ha enfrentado numerosos desafíos a lo largo de las últimas décadas. Uno de los más significativos ha sido la implementación de la reutilización de aguas residuales tratadas (ART) para el riego de forrajes y hortalizas, una práctica que comenzó en 2014 sin una planificación ni evaluación adecuadas (Gilabert-Alarcón et al., 2018). La falta de una estrategia sólida ha derivado en impactos negativos tanto en el medio ambiente como en la salud de los residentes cercanos a las zonas de descarga de estas aguas. Además, el deterioro de los ecosistemas locales y la carencia de mecanismos efectivos de participación y gobernanza en torno a los recursos hídricos han exacerbado la problemática (Villada-Canela et al., 2021).

Estudios como el de González-Acevedo y colaboradores (2019) han revelado la presencia de contaminantes emergentes, incluidos plaguicidas como el DDT en el Estero de Punta Banda, así como un aumento en los niveles de nitratos debido al uso excesivo de fertilizantes y las descargas de ART. Estos contaminantes representan un riesgo para la salud humana, especialmente en las comunidades cercanas.

En respuesta a esta crisis, el gobierno estatal incluyó en su Plan de Desarrollo proyectos integrales para la restauración y operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales, como El Gallo, Maneadero, Noroeste y El Naranjo. Además, se propuso un proyecto de recarga artificial con ART para garantizar un abastecimiento continuo de agua potable (Gobierno del Estado de Baja California, 2022). Sin embargo, a pesar de las investigaciones científicas y las promesas de las autoridades, la situación ha empeorado, resultando en una crisis de salud pública ampliamente documentada por medios locales y estatales como El Vigía, Zeta y El Imparcial. Estas publicaciones han reportado un aumento alarmante de enfermedades gastrointestinales, respiratorias y cutáneas, especialmente entre personas mayores y niños, debido a las descargas de aguas residuales en los arroyos de Las Ánimas y San Carlos, que rodean la zona agrícola (El Imparcial, 2023; El Vigía, 2023; ZETA, 2023).

El Fondo para la Protección del Agua (FONAG), se estableció en el año 2000 y sigue operando hasta la fecha bajo el liderazgo de The Nature Conservancy (TNC) y en asociación con la compañía municipal de agua de Quito, Ecuador. Su objetivo principal es proteger y mejorar el suministro de agua de la ciudad (Audrey, 2019). Como resultado de su éxito, el modelo se ha expandido a otras regiones de América Latina, promovidos por la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua (ALFA), la cual está compuesta por organizaciones como Fundación FEMSA, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo (ALFA, 2023; Audrey, 2019).

Basándose en estos antecedentes, este trabajo terminal busca desarrollar una propuesta para la creación de un Fondo de Agua en las subcuencas de Maneadero y Las Ánimas. El cual contaría con el potencial de mitigar la contaminación del acuífero, promover la participación activa de los usuarios del agua y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región, contribuyendo a la seguridad hídrica del valle de Maneadero.

Preguntas de Investigación

Pregunta principal

¿Cómo puede la creación de un Fondo de Agua (FA), mediante un proceso integral que incluya un diagnóstico y la participación de los usuarios, contribuir a la gestión sostenible del agua del acuífero de Maneadero y mitigar la contaminación hídrica en las subcuencas de Maneadero y Las Ánimas?

Preguntas secundarias

1. ¿Qué factores específicos contribuyen a la sobreexplotación y contaminación del acuífero de Maneadero, y cómo podrían ser abordados a través del Fondo de Agua (FA)?
2. ¿Cómo puede la participación de los usuarios del agua influir en la efectividad de un Fondo de Agua en las subcuencas de Maneadero y Las Ánimas?
3. ¿Qué mecanismos son necesarios para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de un Fondo de Agua en Baja California?
4. ¿De qué manera las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) pueden integrarse de forma efectiva en las estrategias de recarga del acuífero de Maneadero?
5. ¿Qué modelos exitosos de Fondos de Agua en Latinoamérica son replicables en el contexto local de Maneadero, y qué ajustes serían necesarios?

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar una propuesta para la creación de un Fondo de Agua (FA) en las subcuencas de Maneadero y Las Ánimas, mediante un proceso integral que incluya un diagnóstico hídrico y la participación de los usuarios del agua, con el fin de contribuir a la gestión sostenible del recurso, mejorar la seguridad hídrica y fortalecer la gobernanza del agua en la región.

Objetivos específicos

1. Realizar un diagnóstico del estado del recurso hídrico en las subcuencas de Maneadero y Las Ánimas, incorporando tanto la revisión de literatura científica como los planes y programas hídricos federales y estatales aplicables en la región, para identificar los principales problemas y oportunidades en la gestión del agua.
2. Explorar la percepción y el grado de participación de los usuarios del agua en las subcuencas mediante entrevistas semiestructuradas, con el fin de contribuir al diseño colaborativo de un Fondo de Agua que refleje las necesidades y expectativas locales, promoviendo una gobernanza participativa del recurso.
3. Realizar un análisis comparativo de Fondos de Agua implementados en distintos países latinoamericanos, evaluando aspectos clave como seguridad hídrica, gobernanza del agua y participación de los usuarios, con el objetivo de adaptar las mejores prácticas al contexto de las subcuencas de Maneadero y Las Ánimas.

Área de Estudio

El valle de Maneadero se encuentra ubicado en el estado de Baja California, específicamente en el municipio de Ensenada (Figura 1). El acuífero costero de Maneadero es una de las principales fuentes de abastecimiento de agua de uso doméstico, es de tipo libre y es la principal fuente de agua para las actividades económicas de la región, especialmente la agricultura. El acuífero de Maneadero (clave 0212) se localiza a 15 km al sur del municipio entre las coordenadas 31°38'65" N y 31°30'26" W, abarcando una superficie de 1,466 km² (CONAGUA, 2024).

El acuífero de Maneadero se encuentra ubicado entre dos cuencas dentro de la región hidrológica de Baja California Noroeste: por un lado, la cuenca R. Tijuana-A. de Maneadero, subcuenca A. de Maneadero, y por otro, la cuenca A. Las Ánimas A. Santo Domingo, subcuenca A. Las Ánimas (INEGI, 2021).

Desde principios del siglo XX, el valle de Maneadero ha dependido del agua subterránea del acuífero para satisfacer las necesidades hídricas, especialmente en el sector agrícola. Sin embargo, en las últimas décadas, este acuífero ha sido objeto de sobreexplotación, lo que ha afectado negativamente a la agricultura en la región. Al ser un acuífero costero, el acuífero de Maneadero es particularmente vulnerable a la intrusión salina, lo que ha reducido la calidad del agua subterránea disponible para consumo humano y agrícola. Este problema de intrusión marina ha sido identificado

como uno de los factores más críticos que afecta la sostenibilidad del acuífero y ha generado preocupación entre los usuarios del agua.

El crecimiento urbano de Ensenada, sumado a la intensificación agrícola, la inadecuada gestión del reúso de aguas residuales tratadas y las variaciones climáticas, han generado presión adicional sobre el acuífero de Maneadero. La falta de control efectivo sobre el uso del agua y la ausencia de una gobernanza hídrica participativa han sido señalados como factores que agravan su deterioro (Villada-Canela, et al., 2021).



Figura 1. Valle de Maneadero en Ensenada, Baja California.

Metodología

El método de investigación tiene un enfoque cualitativo y estructurado para la propuesta de un FA en las subcuencas de Maneadero y Las Ánimas, en Ensenada, Baja California. La metodología se dividió en cuatro etapas principales que se desarrollaron de manera paralela.

1. El diagnóstico de la situación actual del valle de Maneadero
2. La percepción de los usuarios del agua
3. El análisis comparativo de FA
4. El análisis de resultados

Propuesta para crear un Fondo de Agua en las subcuencas de Maneadero y Las Ánimas en Ensenada, Baja California.					
ETAPA	1.Diagnóstico de la situación actual del valle de Maneadero		2. Percepción de los usuarios del agua	3.Análisis comparativo de FA	4.Análisis de Resultados
MÉTODOS	- Revisión de la literatura: científica, notas periodísticas, planes y programas hídricos (estatales y federales) - Mapa: Subcuencas y acuífero		- Análisis de actores clave - Diseño aplicación y análisis: Entrevista semiestructurada (17) - Transcripción - Codificación - Análisis sistemático	Selección de FA, análisis y comparación sistemática	- Triangulación de datos - Integración de la información
OBJETIVOS	OE1. Diagnóstico del estado	OB2. Percepción de los usuarios		OB3. Análisis comparativo de FA	

Figura 2. Etapas de la investigación presentada por objetivos. Elaboración propia

Estructura

En el primer capítulo, se lleva a cabo un diagnóstico del estado actual del recurso hídrico en el valle de Maneadero, analizando aspectos relacionados con la disponibilidad, la calidad y el manejo del agua subterránea.

El segundo capítulo se centra en la participación y percepción de los usuarios del agua, utilizando entrevistas semiestructuradas cuya información fue analizada mediante el software Atlas.ti. En este capítulo se sintetizan los hallazgos más relevantes derivados de las entrevistas.

En el tercer capítulo, se presenta un análisis comparativo de Fondos de Agua (FA), examinando experiencias en contextos similares al del valle de Maneadero, con el fin de identificar lecciones aprendidas y buenas prácticas.

El cuarto capítulo, dedicado a los resultados, desarrolla una propuesta detallada para la creación de un Fondo de Agua en el valle de Maneadero. Se recapitulan los aspectos clave de la propuesta y se ofrecen recomendaciones para su implementación, considerando un enfoque sostenible que promueva la seguridad hídrica y una adecuada gobernanza del agua. Esta propuesta se alinea con las necesidades de los residentes y usuarios del agua en la región.

CAPÍTULO I. SITUACIÓN DEL AGUA EN EL VALLE DE MANEADERO

Introducción

El agua es un recurso finito y limitado especialmente en regiones áridas como Ensenada, en donde la escasa precipitación representa un desafío hídrico constante. En este capítulo, se examina detalladamente la situación actual del agua en el valle de Maneadero, abordando los retos que enfrenta esta región y su impacto en el bienestar de la comunidad local y los recursos hídricos.

1.1 Metodología

Se llevó a cabo una búsqueda sistemática de publicaciones científicas y de literatura gris en las siguientes bases de datos y repositorios: Web of Science, biblioteca UABC, Google Académico, CONAGUA, SEMARNAT, INEGI.

Para la búsqueda se utilizaron las siguientes palabras clave:

- Valle de Maneadero
- Acuífero de Maneadero
- “Calidad del agua” and “Maneadero”
- “Sobreexplotación” and “acuífero” and “Maneadero”
- “Contaminación” and “arroyos” and “Maneadero”

Se incluyeron en la revisión los documentos científicos publicados en revistas indizadas, informes técnicos gubernamentales, literatura gris (reportes y estudios). Se excluyeron tesis y publicaciones que no abordaran específicamente la problemática hídrica del valle, y publicaciones anteriores al 2010.

1.2 Hidrología

1.2.1 Acuífero de Maneadero

En la Figura 3 se puede observar el acuífero de Maneadero, ubicado en la Región hidrológica número 1 (RH01), que incluye las subcuencas A. de Maneadero y la subcuenca A. Las Ánimas, en el Municipio de Ensenada, Baja California (Gobierno del Estado, s. f.). El acuífero de Maneadero está limitado por la Sierra Juárez es la fuente principal de agua de la parte urbana de Ensenada y las actividades agrícolas del valle de

Manadero, actualmente se encuentra sobreexplotada debido a un descenso en los niveles de agua subterránea (Elizondo & Mendoza-Espinosa, 2020).

1.2.2 Cuencas

Las cuencas hidrológicas constituyen la unidad fundamental para la gestión del agua, en ellas se encuentran los diferentes ecosistemas como bosques, humedales, esteros los cuales influyen en la cantidad y calidad del recurso hídrico (Cory, 2018). El deterioro y la contaminación de estos ecosistemas naturales de gran importancia debido a la expansión urbana y agrícola, impacta significativamente en la disponibilidad del agua.

En términos de administración hídrica, el acuífero de Maneadero se encuentra ubicado entre dos cuencas dentro de la Región Hidrológica Baja California Noroeste (Ensenada): cuenca R. Tijuana- A. de Maneadero (subcuenca A. de Maneadero) y la cuenca A. Las Ánimas-A. Santo Domingo (subcuenca A. Las Ánimas) (INEGI, 2021).

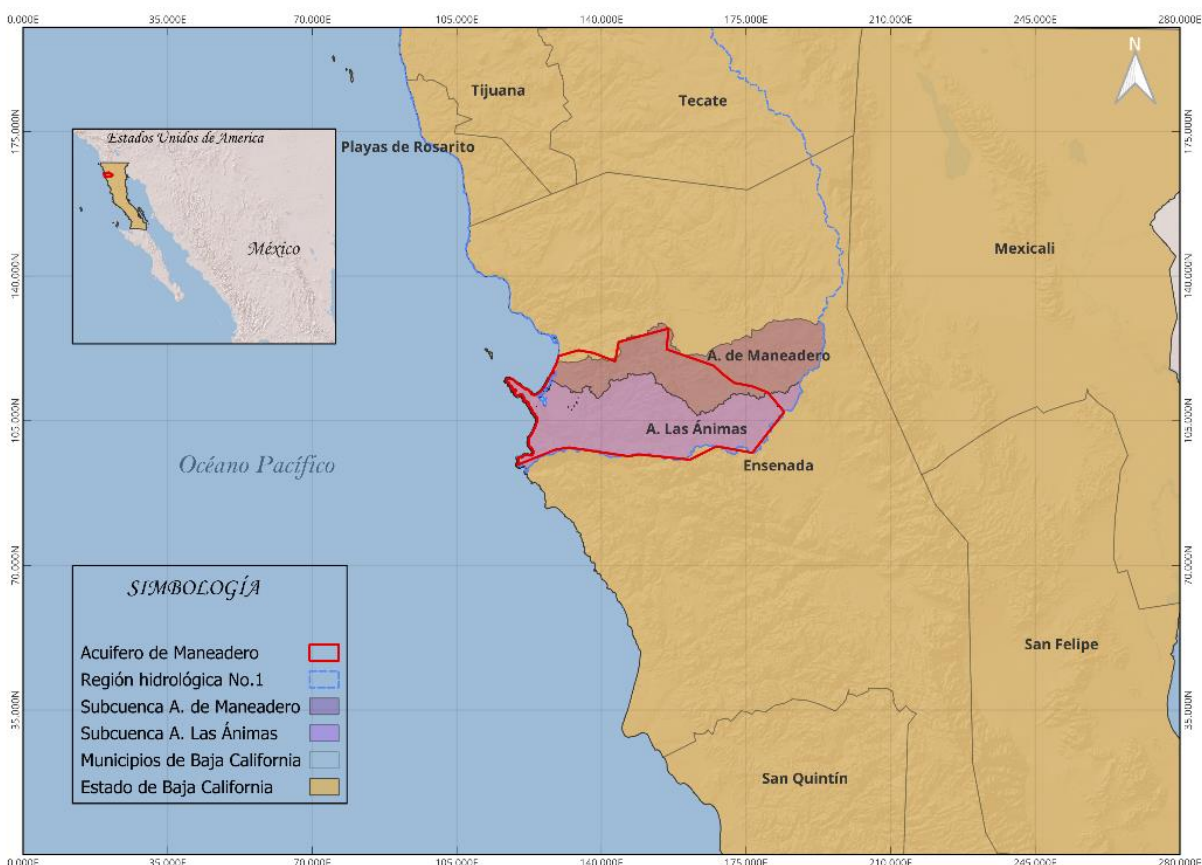


Figura 3. Ubicación del acuífero de Maneadero. Elaboración propia con datos de INEGI (2022).

1.2.3 Subcuenca de Maneadero

La subcuenca de Maneadero abarca un área de 895.97 km². Ahí se encuentra el arroyo de San Carlos en la parte norte de la subcuenca, su origen comienza en la Sierra Juárez a una elevación de 1,863 m (Medellín-Azuara et al., 2013). Es uno de los principales contribuyentes a la recarga del acuífero de Maneadero. Durante épocas de lluvias, tiene un escurrimiento anual natural de 15.80 Mm³, su volumen de escurrimiento cuenca hacia aguas abajo es de 14.87 Mm³ y una disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca hidrológica de 13.292 Mm³. El arroyo muestra signos de deterioro ambiental por actividades antropogénicas (Gobierno del Estado, 2022a).

1.2.4 Subcuenca Las Ánimas

En esta subcuenca se origina el arroyo de Las Ánimas a 1,250 m en la Sierra Juárez, tiene una longitud de 75 km y corre hasta el Estero de Punta Banda. En cuanto al arroyo de Las Ánimas, solía ser de 14.04 Mm³ escurrimiento natural anual, 13.39 Mm³ escurrimiento cuenca aguas abajo y la disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca hidrología es de 11.987 Mm³ (PIAME, 2010).

1.2.5 Disponibilidad de agua subterránea

A medida que la población humana crece, la disponibilidad de agua se ha vuelto una preocupación importante, por lo tanto, conocer la disponibilidad de agua en el acuífero Maneadero es indispensable para planificar el uso sostenible del recurso (Villada-Canela et al., 2021). La disponibilidad de agua en el acuífero se define como el volumen medio anual de agua subterránea que está disponible en un acuífero. El acuífero cuenta con 396 pozos registrados y un volumen de 38,304,755 m³ concesionados (CONAGUA, 2024). No existe un volumen disponible para otorgar concesiones para el uso de agua subterránea, ya que se tiene un déficit de 6,528,785 m³ anuales (CONAGUA, 2023).

1.2.6 Características climatológicas

La región del valle de Maneadero presenta un clima mediterráneo o semiárido, caracterizado por veranos secos e inviernos templados, con precipitaciones anuales promedio de 200-300 mm (concentrada en invierno) una temperatura media de 16.8°C, una evaporación superior a los 2000 mm/año y una temporada de lluvia principalmente en los meses de diciembre a mayo (CONAGUA, 2023; INEGI, 2021). La baja precipitación de esta zona la convierte en semidesértica y solo cada cinco o siete años ocurren precipitaciones extraordinarias que producen escurrimientos considerables, pero no lo suficiente para que se recarguen el acuífero de manera considerable (PIAME, 2010).

1.3 Uso del Agua en Baja California y Ensenada

La demanda de agua por parte de los sectores usuarios, se acerca rápidamente al límite del recurso, principalmente el sector agrícola y público urbano. Prueba de lo anterior es la veda del acuífero de Maneadero, ya que se encuentra sobreexplotado y sin disponibilidad para más concesiones desde 1965. El tipo de veda es III, que quiere decir que se permite la extracción limitada para usos domésticos, industriales de riego y otros (CONAGUA, 2024). Ensenada hace uso de agua subterránea: una parte del agua es proveniente de los acuíferos de Maneadero y Guadalupe, la cual se utiliza en actividades agrícolas, industriales y de uso doméstico (Elizondo & Mendoza-Espinosa, 2020).

1.3.1 Consumo promedio por sector

La distribución del uso del agua en Baja California muestra que el sector agrícola es el principal consumidor, representando el 77.6% del total. La producción de electricidad utiliza un 5.29%, mientras que el autoabastecimiento industrial es del 2.32%. Para el uso público, el porcentaje es del 14.62%, según los datos de la SEMARNAT.

1.3.2 Agricultura y economía

El valle de Maneadero es una región agrícola de gran importancia para la economía local y estatal, destacándose por la producción de hortalizas, forrajes y flores. Desde finales de los años 90, ha sido considerada una de las más importantes del estado, generando un promedio de cinco mil empleos y se cultiva en 6,714 hectáreas de terreno (Zúñiga-Violante et al., 2014). La actividad agrícola en Ensenada destaca por el valor de la producción de cultivos como el tomate, pepino, vid y frutos rojos, aportando en 2021, 49% del valor agrícola estatal (Gobierno del Estado, 2022b).

La agricultura en Baja California aporta significativamente al Producto Interno Bruto (PIB), alcanzando un valor de 599, 221 millones de pesos en 2021. Este valor representa un aumento de 8.2 %. Además, se registró un crecimiento del 3% en las actividades primarias, entre ellas la agricultura (INEGI, 2022).

1.4 Calidad de agua

La calidad del agua es esencial para garantizar la seguridad alimentaria, salud pública y la sostenibilidad ambiental. En Maneadero, la calidad del agua subterránea se ve afectada principalmente por nitratos derivados del uso de agroquímicos y aguas residuales, desechos de animales e intrusión marina. El acuífero Maneadero muestra un

deterioro en la calidad del agua debido a la salinización y contaminación por nitratos, con sólidos disueltos totales (SDT) aumentando de 4 gL^{-1} en 2000 a 27 gL^{-1} en 2011 (Gilabert-Alarcón, Daesslé, et al., 2018). La presencia de contaminantes emergentes en el acuífero salino es heterogénea, con esteroides fecales antropogénicos, alquilfenoles, plaguicidas y nitratos en concentraciones superiores a los estándares internacionales en algunos pozos (González-Acevedo et al., 2019).

1.4.1 Descargas de Aguas Residuales

La descarga de agua recuperada o ART en el acuífero de Maneadero (Figura 5) provoca intercambio iónico inverso, mineralización y aumento de nitratos, lo que afecta la calidad del agua subterránea (Daesslé et al., 2009; Daesslé et al., 2005; Gilabert-Alarcón et al., 2018).



Figura 5. Descargas de aguas residuales sin tratamiento en el valle de Maneadero en 2024.

Además, persiste la infraestructura inadecuada o inoperante, contaminación de cuerpos de agua, problemas de salud pública y conflictos entre usuarios de agua.

El siguiente diagrama (Figura 4) se resaltan las causas y efectos generales de la actual crisis hídrica que enfrenta el valle de Maneadero, la cual abarca desde cuestiones de salud pública, impacto ambiental y problemas socioeconómicos.

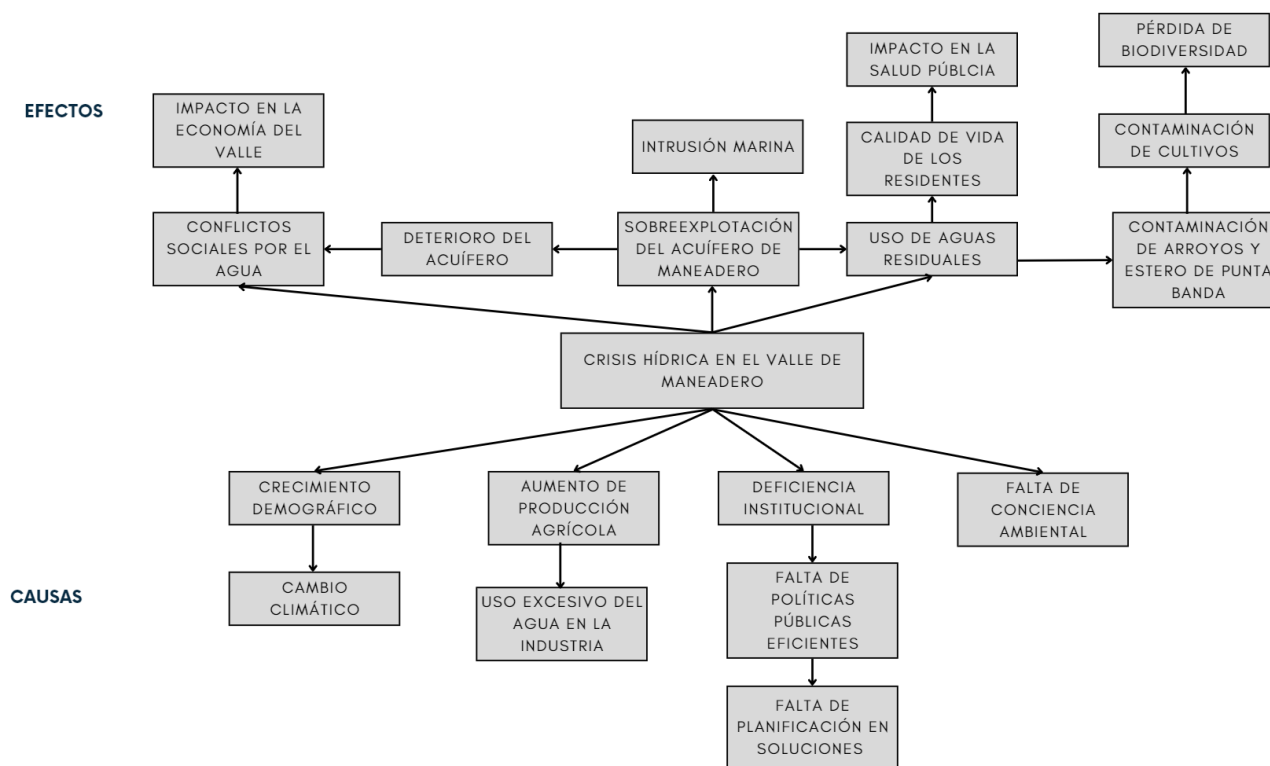


Figura 4. Diagrama causa-efecto de la crisis hídrica en el valle de Maneadero. Elaboración propia.

Sin embargo, el uso de aguas residuales tratadas para riego e infiltración en los acuíferos es considerada una alternativa que podría restaurar acuíferos sobreexplotados a largo plazo y más rentable desde un punto de vista ambiental y económico (Elizondo & Mendoza-Espinosa, 2020).

1.5 Marco legal, institucional y político

Federal

En materia de recursos hídricos en México, la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*, que establece en el párrafo sexto, del artículo 4 constitucional que: “*Toda persona tiene derecho al acceso disposición, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y domestico en forma suficiente, saludable, aceptable y asequible*” (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 2012). Este derecho sienta las bases para toda legislación del recurso hídrico.

Avanzando en el orden legal mexicano, la *Ley de Aguas Nacionales* (LAN) de 1992 constituye el principal instrumento jurídico en materia hídrica. La LAN establece un

marco regulatorio claro para el manejo de las aguas residuales, enfatizando la importancia de su tratamiento antes de ser descargadas en cuerpos receptores. Según la LAN, los generadores de aguas residuales deben contar con un permiso de descarga y están obligados a tratar estas aguas para cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que regulan la calidad del agua. Esto incluye la instalación de medidores en los puntos de descarga y la realización de análisis periódicos para asegurar que las concentraciones de contaminantes se mantengan dentro de los límites permitidos. La ley promueve así un uso sostenible del recurso hídrico, buscando prevenir la contaminación y proteger los ecosistemas, al mismo tiempo que fomenta la reutilización de aguas tratadas en diversas actividades, contribuyendo a la conservación del agua en el país.

La *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente* (LGEEPA) establece que el manejo de aguas residuales es fundamental para prevenir la contaminación del agua y proteger el medio ambiente. A través de varios artículos (118, 119 BIS, 120, 122, 123, 124), la ley impone responsabilidades a los gobiernos estatales y municipales para regular las descargas de aguas residuales, asegurando que cumplan con las normas oficiales mexicanas. Estas normas son esenciales para garantizar que las descargas industriales, municipales y agropecuarias no afecten la calidad del agua y que se realice un tratamiento adecuado antes de su disposición en cuerpos receptores. En este sentido, la ley subraya la importancia de un manejo responsable de las aguas residuales para salvaguardar los recursos hídricos y la salud pública.

La *Ley de Desarrollo Rural Sustentable* tiene como objetivo promover el desarrollo integral de las zonas rurales del país, impulsando una gestión responsable y sustentable de los recursos naturales buscando mejorar las condiciones de vida de las comunidades rurales (DOF, 2001).

Estatat

Las leyes y reglamentos que regulan los recursos hídricos a nivel estatal son la siguientes:

- La Ley del Equilibrio Ecológico y Ambiental de Baja California
- Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Baja California
- Reglamento Interno de la Comisión Estatal del Agua de Baja California
- Ley que Reglamenta el Servicio de Agua Potable en el Estado de Baja California

Municipal

En el contexto municipal, existe una serie de reglamentos que regulan la planeación y el desarrollo sustentable, incluyendo las disposiciones específicas sobre la gestión del agua son:

- El Reglamento para el Control de la Calidad Ambiental del Municipio de Ensenada, Baja California
- Programa Integral del Agua del Municipio de Ensenada, B.C (PIAME)
- Programa Integral del Agua Ensenada
- Plan de Manejo Integrado del Agua en el Acuífero de Maneadero, Estado de Baja California

Finalmente, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) relacionadas con las aguas residuales establecen límites y requisitos específicos para el manejo y tratamiento de estas aguas, con el objetivo de proteger la calidad del agua y el medio ambiente. A continuación, se destacan algunas de las principales NOM que regulan las descargas de aguas residuales:

NOM-001-SEMARNAT-2021: Esta norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la Nación. Su objetivo es preservar los derechos humanos al agua y al saneamiento, garantizando la disponibilidad, accesibilidad y calidad del agua. La norma es de observancia obligatoria y actualiza aspectos técnicos para mejorar la gestión y protección de los cuerpos de agua.

NOM-002-SEMARNAT-1996: Define los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Esta norma busca asegurar que las aguas residuales tratadas cumplan con estándares que minimicen su impacto ambiental.

NOM-003-SEMARNAT-1997: Establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. Esta norma fomenta la reutilización segura de aguas tratadas, contribuyendo a la conservación del recurso hídrico.

NOM-004-SEMARNAT-2002: Se centra en los lodos y biosólidos, especificando límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final, asegurando que estos procesos no representen un riesgo para el medio ambiente.

Estas normas son fundamentales para regular el tratamiento y manejo de las aguas residuales en México, promoviendo prácticas que protejan tanto la salud pública como los ecosistemas acuáticos.

Marco Político

En términos de política pública, el Programa Nacional Hídrico 2020-2024, el documento rector de la política hídrica en México es un componente esencial del Plan Nacional de Desarrollo que aborda los desafíos del agua en México. Su objetivo general es garantizar el derecho al agua y al saneamiento, especialmente en la población vulnerable (DOF, 2020). Algunos de sus objetivos prioritarios son:

- Aprovechar eficientemente el agua para contribuir al desarrollo sostenible
- Reducir la vulnerabilidad ante efectos del cambio climático y fenómenos hidrometeorológicos
- Preservar la integralidad del ciclo del agua
- Mejorar las condiciones para la gobernanza del agua

El programa Nacional Hídrico se formula en atención a las prioridades que demandan el bienestar social y el desarrollo económico, sin poner en peligro el equilibrio ecológico (DOF, 2020). En el sexenio actual, uno de sus objetivos es la seguridad hídrica y prioriza los derechos humanos, se indica la necesidad de fortalecer la infraestructura y promover prácticas sostenibles para garantizar un suministro adecuado de agua para todos.

Así mismo, existe un Plan Estatal Hídrico (PEH) que se deriva del Plan Estatal de Desarrollo de Baja California (PEDBC) 2022-2027, estableciendo las estrategias y acciones específicas para la gestión del agua en el estado.

Marco institucional

La gestión del agua en México se realiza a través de una estructura institucional jerárquica que opera en diferentes niveles de Gobierno. La LAN también determina la estructura organizacional y las responsabilidades de las instituciones como la *Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo* (SEMARNAT), (CONAGUA), Organismos de Cuenca y los consejos de cuenca.

Las autoridades gubernamentales reguladoras del acuífero, tales como la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), tienen la responsabilidad de monitorear la calidad y disponibilidad del agua, así como de llevar a cabo otras tareas específicas adaptadas a las necesidades y características de la zona en cuestión. Estas funciones

son realizadas por el Comité Técnico de Aguas Subterráneas del acuífero de Maneadero A.C, (COTAS), el cual desempeña un papel fundamental en la gestión del acuífero colaborando con las partes interesadas en temas relacionados con el agua subterránea.

Tabla 1. Instituciones y su función en la gestión del agua subterránea en el valle de Maneadero.

Institución	Nivel	Función
CONAGUA	Federal	• Órgano administrativo con mayor responsabilidad de hacer cumplir las leyes relacionadas con el recurso hídrico. • Autoridad máxima en materia de agua. • Diseño e implementación de políticas de planificación hídrica, manejo de permisos y concesiones de agua.
SEMARNAT	Federal	• Diseño y coordinación de políticas nacionales sobre recursos naturales incluyendo el agua • Control de la contaminación, normativas sobre descargas de aguas residuales.
Congreso Federal	Federal	• Establece políticas, revisa y aprueba el presupuesto del sector hídrico, modificaciones a la LAN • Regula la asignación de recursos para el sector hídrico
SAGARPA	Federal	• Desarrollo de programas para la eficiencia y productividad del uso del agua en la agricultura. • Impulsa el uso sustentable de los recursos hídricos
PROFEPA	Federal	• Encargada de las evaluaciones ambientales y monitoreo a la calidad del agua de ecosistemas. • Autoridad encargada de aplicar sanciones por violaciones a las regulaciones ambientales
CESPE	Estatad	• Planificación, regulación y desarrollo de infraestructura de recursos hídricos a nivel estatal • Proporciona os servicios de agua y saneamiento, y establece tarifas de uso del agua
COTAS	Descentralizado	• Apoyo técnico • Monitoreo de la disponibilidad del agua subterránea • Participación en la planificación y gestión de apolíticas de manejo de acuíferos

1.6 Conclusión

La revisión de la situación del agua en el valle de Maneadero revela una problemática compleja y multifacética que requiere atención urgente. El acuífero se encuentra en una situación crítica de sobreexplotación. Esta crisis de disponibilidad se ve agravada por un progresivo deterioro en la calidad del agua subterránea. El clima de la región exacerba esta situación, lo que dificulta la recarga natural del acuífero. Esta condición natural adversa se combina con una intensa presión socioeconómica sobre el recurso hídrico, donde la agricultura representa el principal consumidor de agua.

A pesar de contar con un marco regulatorio que incluye normativas en los tres niveles de gobierno, múltiples instituciones con responsabilidades específicas y normas técnicas detalladas para la calidad del agua, la implementación efectiva de estas regulaciones continúa siendo un desafío. La situación actual demanda una coordinación más efectiva entre los diferentes niveles de gobierno y usuarios, una implementación más rigurosa de la normatividad existente, el desarrollo de soluciones innovadoras para el manejo sostenible del recurso y una mayor inversión en infraestructura y tecnologías de tratamiento de agua.

En este contexto, la implementación de un Fondo de Agua emerge como una solución potencialmente efectiva para abordar la crisis hídrica del valle de Maneadero. Este mecanismo financiero y de gobernanza podría proporcionar un marco de colaboración entre los sectores público, privado y social, facilitando la implementación de soluciones basadas en la naturaleza y la gestión integrada de los recursos hídricos. Los Fondos de Agua han demostrado ser herramientas exitosas en otras regiones para catalizar inversiones en la conservación de cuencas, mejorar la seguridad hídrica y promover la participación de múltiples actores en la gestión sostenible del agua. Dada la compleja problemática del valle de Maneadero, que incluye aspectos de disponibilidad, calidad, marco regulatorio y presiones socioeconómicas, un Fondo de Agua podría ofrecer la plataforma necesaria para articular esfuerzos, canalizar recursos y desarrollar soluciones innovadoras que respondan a las necesidades específicas de la región.

CAPÍTULO 2. PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS DEL AGUA

Introducción

En este capítulo se aborda el segundo objetivo específico de la investigación: explorar la percepción y el nivel de participación de los usuarios de agua en las subcuencas de Maneadero y Las Ánimas, con el fin de contribuir al diseño colaborativo de un Fondo de Agua (FA). Este capítulo se divide en dos partes: la primera incluye el mapeo de actores, una matriz de interés-influencia, el diseño de la herramienta de recopilación de información; la segunda se enfoca en la aplicación de las entrevistas y el análisis de datos en Atlas.ti (Scientific Software Development GmbH, Berlin, Alemania), así como en los resultados obtenidos del análisis. La finalidad de este capítulo es comprender las perspectivas de los usuarios del agua, su nivel de involucramiento en la situación hídrica actual y conocer su disposición a participar en un FA.

2.PRIMERA ETAPA

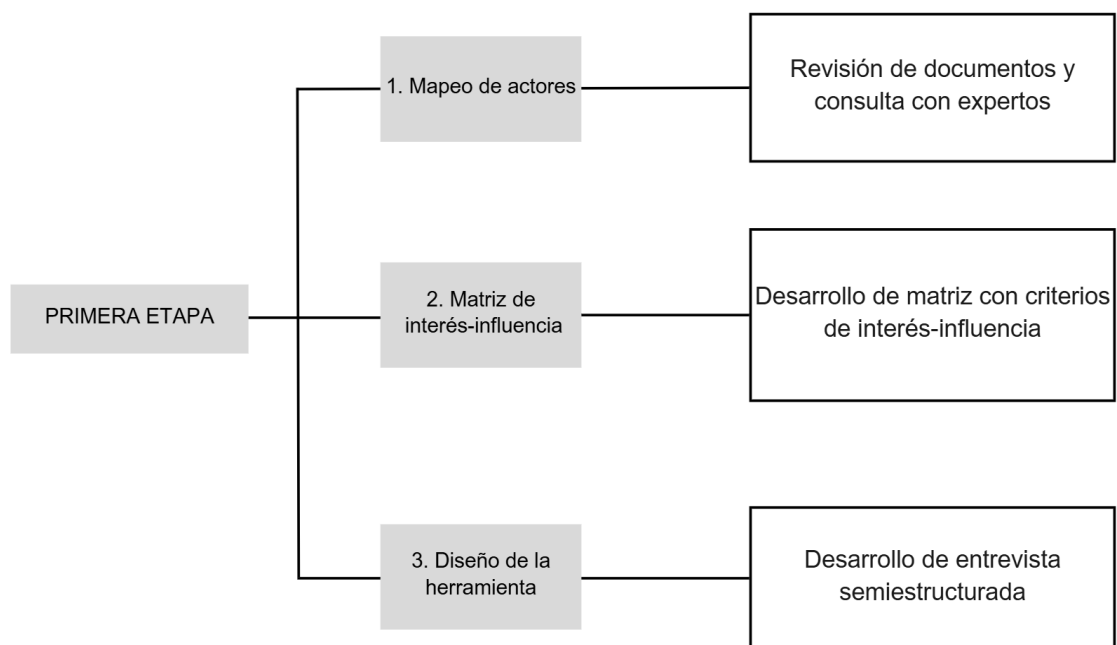


Figura 5. Diagrama de la metodología empleada en la primera etapa. Elaboración propia

2.2.1 Mapeo de actores

El mapeo de actores clave permite la identificación de diversos grupos relevantes en la problemática hídrica en el valle de Maneadero. A través de mapeo de actores se obtiene una visión de la dinámica del poder y la participación de los sectores. Esto ayuda a entender el contexto en el que se desarrollaría un FA en la región de las subcuencas. Y a priorizar qué actores son indispensables para el éxito de un FA, permitiendo enfocar los esfuerzos de investigación y participación de los grupos más relevantes.

Al identificar y categorizar los actores en el mapa, se puede evaluar el nivel actual de participación en la solución de la problemática (Reed et al., 2009). Este proceso asegura que el estudio sea inclusivo, estratégico y bien fundamentado en la realidad social y política en un FA en la región. La identificación de actores se realizó a través de una revisión de notas periodísticas, bibliografía académica (tesis, y artículos publicados), incluyendo todos los sectores sociedad civil, gobierno, academia, comunidad y sector privado.

La matriz de influencia-interés se desarrolló evaluando a cada actor identificado en dos dimensiones: el nivel de interés, que refleja el grado de preocupación o importancia que el actor atribuye a la problemática hídrica en el valle, y el nivel de influencia, que se refiere a la capacidad del actor para afectar las decisiones y acciones relacionadas con la problemática del valle (Vallejos et al., 2015). La (tabla 2) está relacionada con los sectores involucrados y presenta el sector al que pertenece cada uno, así como su nivel de influencia e interés.

Tabla 2. Actores con enfoque interés-influencia. Elaboración propia.

No	Actor	Nivel de influencia	Nivel de interés	Sector
1	Asociación de vecinos (Todos somos Maneadero)	2	8	Sociedad Civil
2	Comité Técnico de Aguas Subterráneas del acuífero de Maneadero (COTAS)	8	7	Sociedad Civil
3	Organización Civil Ciudadanía Mexicana	1	9	Sociedad Civil
4	Secretaría de Salud de Baja California	5	7	Gobierno
5	Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE)	8	9	Gobierno
6	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)	4	9	Academia
7	Ejido Nacionalista Sánchez Taboada	8	10	Sector privado
8	Organismo de Cuencas de la Península de Baja California (CONAGUA)	9	2	Gobierno
9	Instituto de investigaciones Oceanológicas (IIO)	5	10	Academia
10	Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	2	2	Gobierno
11	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	6	2	Gobierno
12	Comisión Estatal del Agua (CEA)	9	1	Gobierno
13	Universidad Autónoma de Baja California (UABC)	2	6	Academia
14	Secretaría para el Manejo, Saneamiento y Protección al Agua (SEPROA)	8	4	Gobierno
15	Secretaría de Protección al Ambiente (PROFEPA)	5	1	Gobierno
16	Residentes de la comunidad de Maneadero	1	1	Comunidad

2.2.2 Matriz de interés-influencia

A partir del mapeo de actores relacionado con la problemática hídrica del valle de Maneadero, se utilizó una matriz, adoptada de (Vallejos et al., 2015), para clasificar a los actores en cuatro cuadrantes: 1) actores de alta influencia y alto interés (actores clave), 2) actores de alta influencia y bajo interés (actores de contexto), 3) actores con baja influencia y alto interés (actores a mantener informados), y 4) actores con baja influencia y bajo interés (actores poco relevantes). En la siguiente matriz, los actores se distribuyen según las dimensiones de interés e influencia.

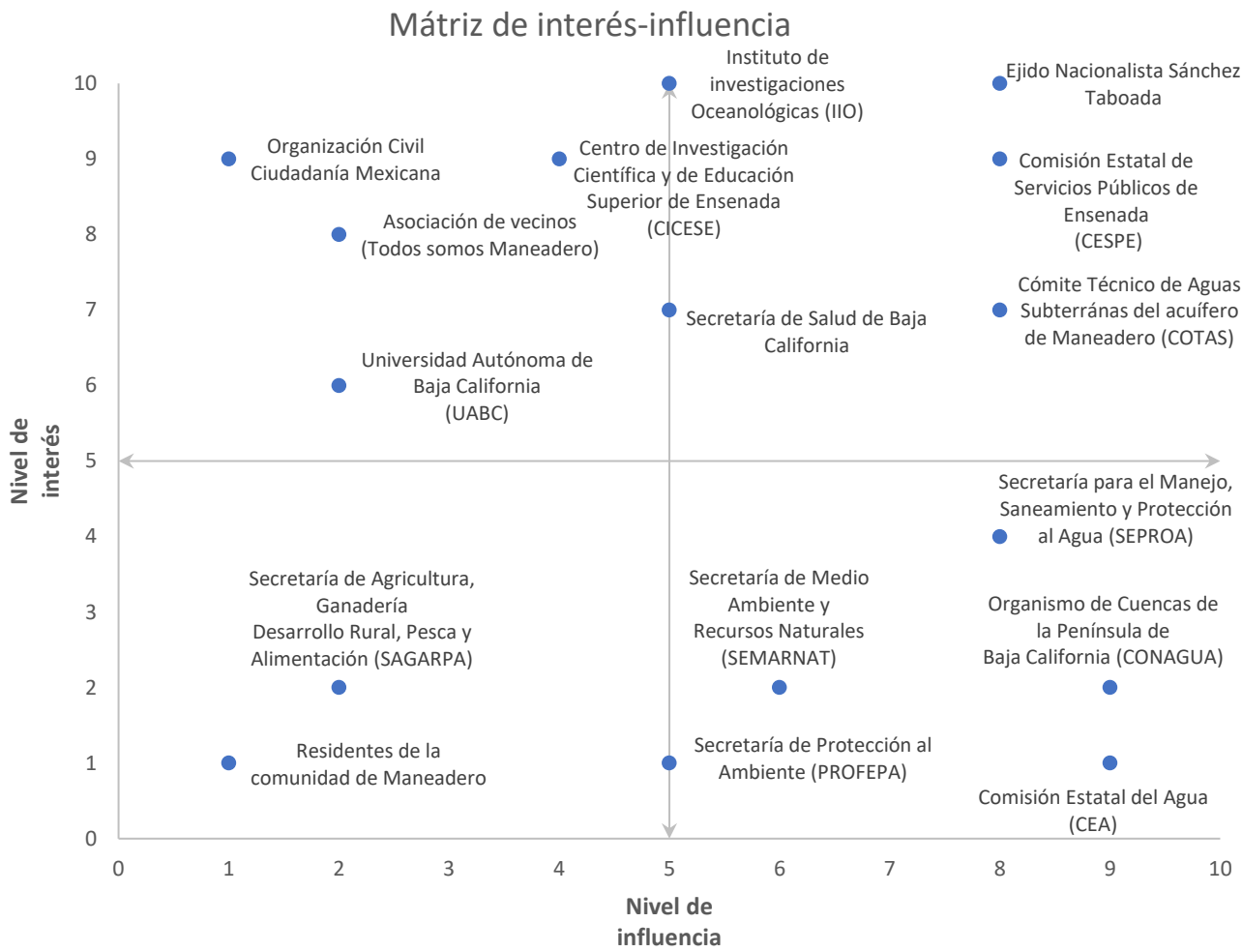


Figura 6. Matriz de interés-influencia. Adoptada de Vallejos et al. (2015)

El análisis de la (Figura 6) se muestra en la siguiente tabla, en donde se definen los niveles de interés influencia de los actores en cada cuadrante.

Tabla 3. Análisis de cuadrantes de la matriz de interés-influencia. Elaboración propia

Actores con baja influencia- Alto interés	Alta influencia- Alto interés
En este cuadrante están actores como la Organización Civil Ciudadanía Mexicana y la Asociación de Vecinos (Todos Somos Maneadero). Estos actores, aunque muy interesados en la problemática del agua, tienen una influencia limitada. Sin embargo, podrían ser aliados importantes en términos de movilización social y promoción de la participación comunitaria.	Actores con alto interés y alta influencia son el Ejido Nacionalista Sánchez Taboada, la Comisión Estatal de Servicios Públicos (CESPE), el Comité Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero de Maneadero (COTAS) y la academia (UABC), tienen tanto un alto nivel de interés como de influencia. Estos actores juegan un papel importante para el establecimiento de un FA en el valle de Maneadero, y por lo tanto deberían ser los principales involucrados en el diseño y desarrollo de cualquier iniciativa.
Baja influencia- Bajo interés	Alta influencia- Bajo interés
Los actores en el cuadrante inferior izquierdo, como los residentes de la comunidad de Maneadero y SAGARPA, parecen tener un interés e influencia limitados en la problemática. Aunque su involucramiento no es crucial, sería recomendable mantenerlos informados, ya que podrían influir indirectamente en otros actores.	En el cuadrante inferior derecho se encuentran actores como la Secretaría para el Manejo, Saneamiento y Protección al Agua (SEPROA) y el Organismo de Cuencas de la Península de Baja California (CONAGUA). Aunque estos actores tienen una gran capacidad de influencia en la gestión del recurso hídrico, su nivel de interés parece ser relativamente bajo. Sería clave incrementar su interés o mantener una comunicación estratégica para asegurar su apoyo.

2.2.3 Diseño de la entrevista semiestructurada

Se diseñaron dos guiones de entrevistas, uno para los usuarios del agua (productores agrícolas y ejidatarios) y otro para los expertos de la situación del agua en el valle de Maneadero (científicos y profesionales del campo). Estos guiones permitieron la exploración de temas relevantes sobre la problemática del agua en el valle y la disposición de los usuarios para participación en un Fondo de Agua (FA). La entrevista aplicada se encuentra en los (Anexos 1 y 2).

Se eligió la entrevista semiestructurada como herramienta de recopilación de la información debido a su capacidad para obtener datos detallados sobre las relaciones entre las partes interesadas. Este tipo de entrevista es flexible, permitiendo al entrevistado responder en el orden y la forma que decida. Además, ofrece al investigador la posibilidad de hacer preguntas adicionales que surjan durante la conversación que no estén contempladas en el guion (Reed et al., 2009).

La estructura del guion se centró en temas como contexto y percepción de la problemática hídrica en el valle de Maneadero, disponibilidad del agua, manejo del agua, tecnologías y prácticas y fondos de agua, como se muestra en el (Anexo 3).

Las entrevistas tuvieron una duración entre 20 a 30 minutos, enfocándose principalmente en la problemática del Valle de Maneadero y la participación de los actores en la posible creación de un Fondo de Agua (FA).

Previo a las entrevistas, se aseguró confidencialidad mediante consentimiento informado a los participantes, proporcionándoles detalles sobre el propósito de la entrevista, la importancia de su participación, la duración y las características específicas del proceso. Las entrevistas fueron transcritas después de haber sido grabadas con la autorización de los entrevistados. Durante este proceso, se eliminaron errores para garantizar la claridad y precisión de la información recopilada.

2.3 SEGUNDA ETAPA

En esta parte del segundo capítulo se adoptó la Teoría Fundamentada como guía del método de investigación. La teoría fundamentada desarrollada por Glaser y Strauss en la década de 1960, se centra en la generación de teorías a partir de los datos obtenidos y analizados de manera sistemática en investigaciones sociales (Cantero, 2014; Restrepo-Ochoa, 2013). Este enfoque es idóneo para el trabajo terminal, ya que facilita la construcción de una teoría que aborda la problemática del agua en Maneadero, basada en las experiencias y perspectivas de los entrevistados.

Se presentan los resultados obtenidos de las entrevistas aplicadas a 17 participantes, 12 usuarios del agua y 5 expertos de la situación del agua en el valle de Maneadero. El análisis de las entrevistas se llevó a cabo utilizando el software Atlas.ti © (Scientific Software Development GmbH, Berlin, Alemania), el cual facilita la creación de códigos y categorías emergentes, con la opción de usar colores para distinguir las categorías relevantes para el estudio.

Durante el proceso de análisis, se identificaron los temas más relevantes y se determinaron 57 códigos y 12 categorías para la codificación. Cuando los códigos se repitieron en cada unidad de análisis, se alcanzó la saturación. Este fenómeno indica que la información recopilada no aporta nuevos elementos, señalando así el momento adecuado para finalizar el análisis y proceder con la redacción del informe. Finalmente, se analizaron aquellos resultados críticos encontrados de las codificaciones de las entrevistas.

2.3.2 Metodología

La metodología empleada en esta etapa se basa en un enfoque cualitativo, utilizando entrevistas semiestructuradas como principales fuentes de datos. El proceso se dividió en tres fases las cuales se detallan a fondo en la (figura 9).

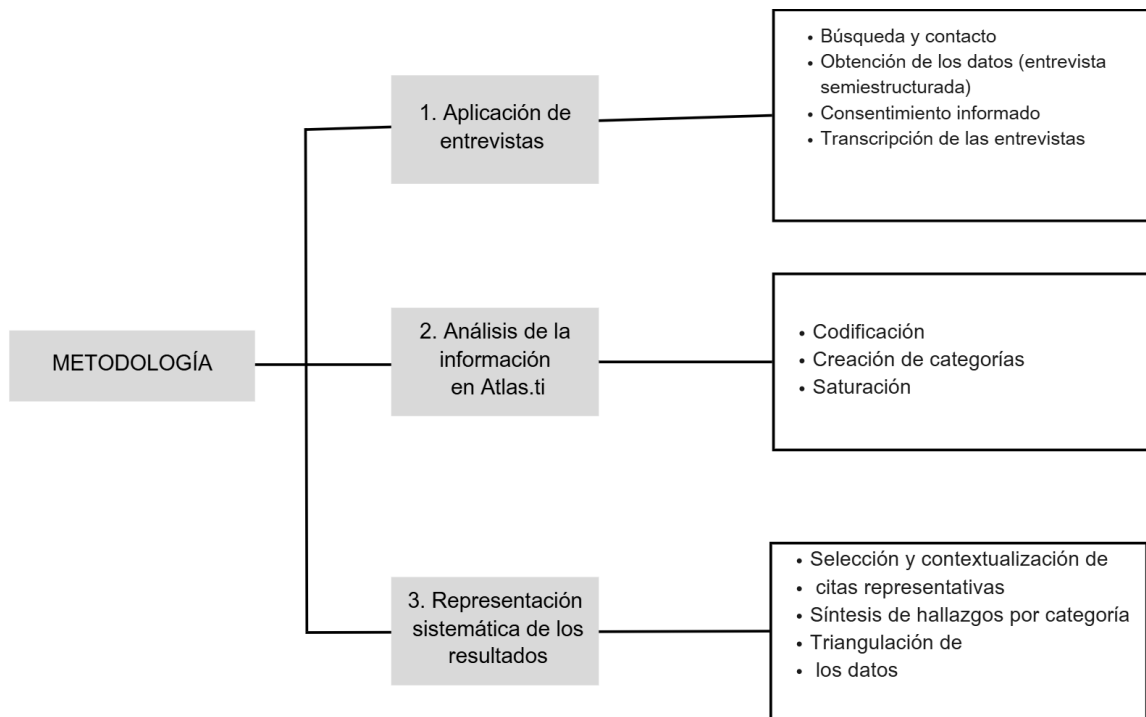


Figura 7. Metodología empleada en la segunda etapa. Elaboración propia

2.3.3 Análisis de la información en Atlas.ti

El análisis comenzó con la asignación de un identificador para cada entrevistado, de esta manera se asegura que no sea posible identificar a ningún participante específico. El identificador se dividió en dos categorías: “U” seguido de un número para los usuarios de agua, y “E” seguido de un número en orden cronológico para los expertos del agua. A continuación, se presenta la tabla 5 de personas entrevistadas, la cual detalla el cargo y la institución a la que pertenecen cada uno de los participantes.

Tabla 4. Entrevistados, cargo e identificador asignado. Elaboración propia

	Cargo	Institución	Código
1	Presidente y productor agrícola	Ejido Nacionalista Sánchez Taboada	U1
2	Productor agrícola	Productora	U2
3	Ejidatario y productor agrícola	Ejido Nacionalista Sánchez Taboada	U3
4	Productor agrícola	Ejido Nacionalista Sánchez Taboada	U4
5	Ejidatario	Ejido Nacionalista Sánchez Taboada	U5
6	Ejidatario	Ejido Nacionalista Sánchez Taboada	U6
7	Ejidatario y productor agrícola	Ejido Nacionalista Sánchez Taboada	U7
8	Ejidatario	Ejido Nacionalista Sánchez Taboada	U8
9	Ejidatario	Ejido Nacionalista Sánchez Taboada	U9
10	Ejidatario y maestro	Ejido Nacionalista Sánchez Taboada	U10
11	Ejidatario	Ejido Nacionalista Sánchez Taboada	U11
12	Ejidatario y productor agrícola	Productora Heirloom Farms	U12
13	Investigador	Universidad Autónoma de Baja California-Instituto de Investigaciones Oceanológicas	E1
14	Investigador	Universidad Autónoma de Baja California-Instituto de Investigaciones Oceanológicas	E2
15	Investigador	Instituto de Investigaciones Oceanológicas	E3
16	Investigador y maestro	Universidad Autónoma de Baja California-Facultad de Ciencias Marinas UABC	E4
17	Investigador	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior (CICESE)	E5
18	Técnico y consultor	Comité Técnico de Aguas subterráneas de Maneadero A.C (COTAS)	E6

2.3.4 Codificación de los datos

Se utilizó la herramienta de análisis para facilitar el manejo y comprensión de los datos. Este proceso consistió en revisar detalladamente la información para identificar y conceptualizar sus significados (Cantero, 2014).

Primero, se crearon 57 códigos, posteriormente se crearon 10 categorías derivadas de la codificación. La (tabla 5) muestra el tema, las categorías y los códigos.

Tabla 5. Lista de códigos relacionado con las categorías y el tema. Elaboración propia

Tema	Categorías	Códigos
1. Contexto y percepción de la problemática hídrica	Problemática y desafíos	Percepción histórica, escasez de agua, salinidad del agua, intrusión marina, falta de información, distribución del agua, uso del agua, sobreexplotación del acuífero, cambio climático, sequías.
2. Disponibilidad y calidad del agua	Calidad y tratamiento de agua	Tratamiento deficiente, sistemas de ósmosis inversa, calidad de agua, disponibilidad del agua.
	Recursos hídricos	Arroyos, Estero de Punta Banda, acuífero de Maneadero.
3. Gestión del agua en el valle de Maneadero	Políticas y regulaciones	Políticas públicas, regulaciones, marco regulatorio federal, instituciones, concesiones, programas de apoyos gubernamentales.
	Aspectos ambientales	Impacto económico, impacto ambiental.
	Manejo del agua y agricultura	Toma de decisiones, participación en la gestión del agua, contaminación de cultivos, soluciones propuestas, impacto en la agricultura.
	Instituciones y ONG's	SEMARNAT, COTAS, CESPE, CONAGUA, ONG's, sector privado.
	Salud y sociedad	Problemas de salud, exposición a contaminantes, seguridad alimentaria, calidad de vida, migración, abandono de tierras, usuarios del agua
	Participación y educación	Educación ambiental, colaboración intersectorial.
4. Tecnologías y prácticas	Infraestructuras y tecnologías	Recarga de acuíferos, técnicas de riego, prácticas sostenibles, valor del agua, técnicas innovadoras, monitoreo de calidad de agua, falta de infraestructura.
	Conservación y sostenibilidad	Conservación del agua.
5. Participación de usuarios en Fondos de Agua	Fondos de Agua	Fondos de Agua, aceptación de Fondos de Agua, relación entre usuarios del agua, implementación de FA, participación en FA, Conflictos entre usuarios de agua.

El diagrama de Sankey (Figura 8) muestra las interrelaciones de la problemática hídrica del valle de Maneadero. En el lado izquierdo se muestran las categorías, y en el lado derecho los entrevistados.

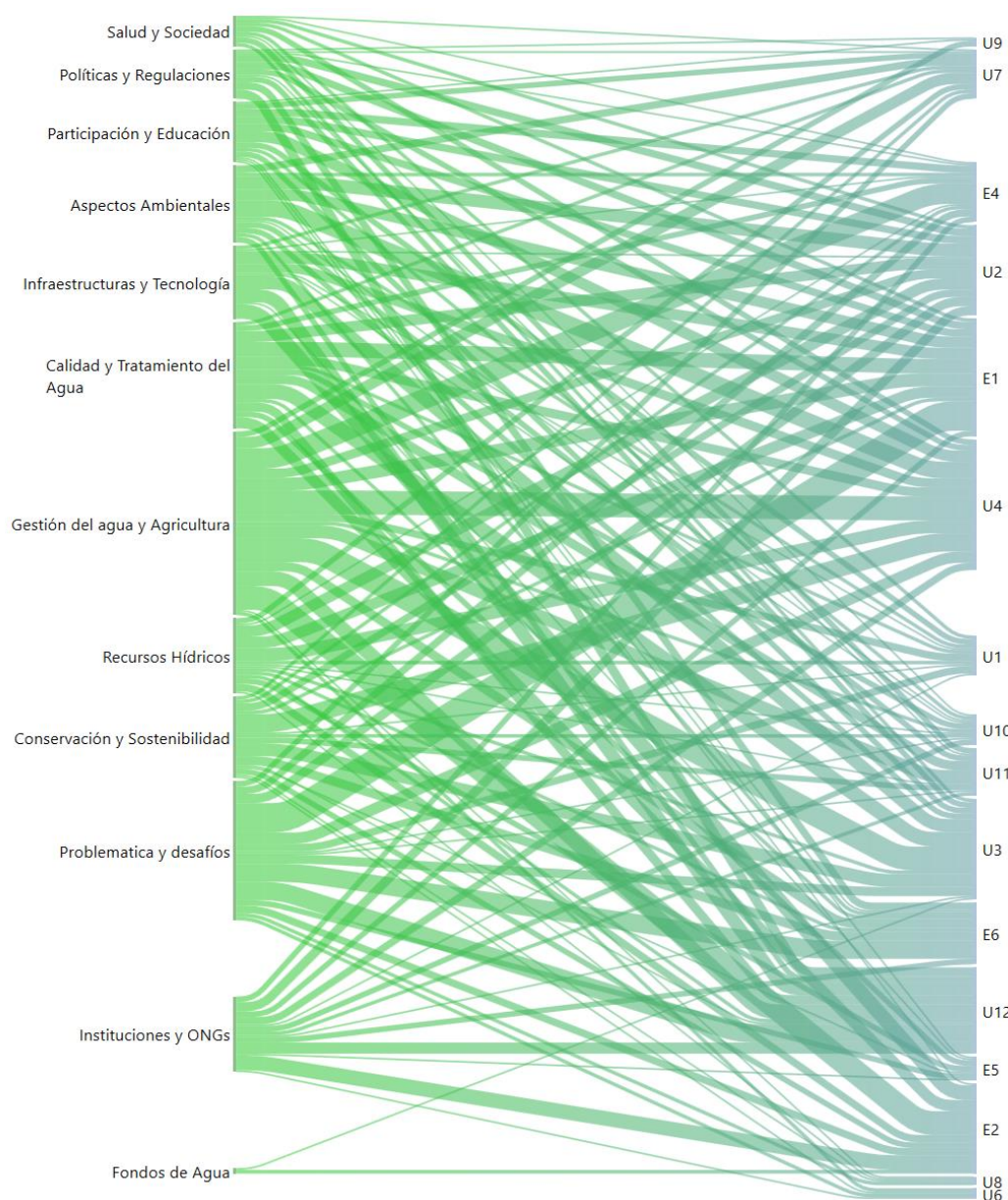


Figura 8. Diagrama Sankey de interrelaciones entre categorías y entrevistados.

Además, se muestra que la gestión del agua es la categoría con más conexiones, lo que se aprecia debido a que contiene las líneas más gruesas. El resultado de palabras captó aspectos técnicos, sociales, ambientales, administrativos y económicos. También se identificó la presencia de términos relacionados con problemáticas como: problemas

de escasez, contaminación, salinidad y conflictos. Esto indica que los entrevistados reconocen la problemática hídrica.

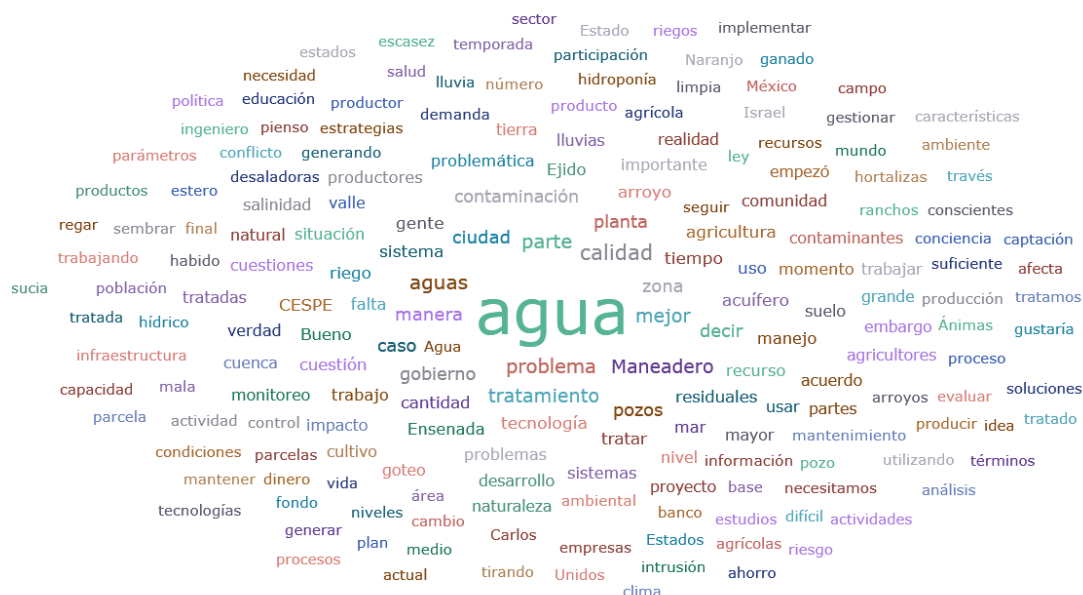


Figura 11. Nube de palabras. Elaboración mediante Atlas.ti.

La nube de palabras revela aspectos importantes del proceso de codificación, “Agua”, aparece como la palabra central más prominente, lo que indicó que fue el eje principal en las entrevistas codificadas.

La (Figura 10) refleja un análisis cuantitativo sobre diversos temas en relación con la gestión del agua, donde cada tema tiene asignados valores que indican su relevancia o frecuencia en diferentes unidades o documentos (U1, U2, etc.). Por ejemplo, “Gestión del agua y Agricultura” es el tema con la puntuación total más alta (100), lo que sugiere que es el aspecto más destacado o discutido en las entrevistas, especialmente en la unidad U4, que presenta el valor más alto para este tema (13). Otros temas importantes incluyen “Calidad y Tratamiento del Agua” (58) y “Problemática y desafíos” (76), lo cual indica que estos también reciben considerable atención. En cambio, temas como “Fondos de Agua” (3) y “Salud y Sociedad” (17) presentan puntuaciones bajas, lo que podría interpretarse como un enfoque menor en estos aspectos. La coloración de las celdas ayuda a identificar visualmente las áreas de mayor y menor énfasis, facilitando el análisis de prioridades temáticas en cada unidad.

		1: U4 41	2: U12 28	3: U11 19	4: U3 43	5: U1 16	6: E4 22	7: U10 12	8: E5 11	9: E6 26	10: U8 5	11: E2 31	12: U6 6	14: U7 20	15: E1 42	17: U9 5	18: U2 30	Totales
Aspectos Ambientales	3 42	9	3	3	3	2	2	1		2				4	6		7	42
Calidad y Tratamiento del Agua	4 58	5	5	5	8	2	3	3	3	2		6		2	8		6	58
Conservación y Sostenibilidad	5 45	10	1	3	7	1	2	2	1	5	1	3	1	2	2		4	45
Fondos de Agua	3 3				1							2						3
Gestión del agua y Agricultura	8 100	13	8	7	13	4	11	2		5	1	13	2	6	7	3	5	100
Infraestructuras y Tecnología	3 40	5	7		7	1	1	1	1			8		2	6		1	40
Instituciones y ONGs	7 41	4	6	2	1	1	3	3	1	3		8	1		3		5	41
Participación y Educación	3 33	6			3	3	4	2	1	1		1		3	4	1	4	33
Políticas y Regulaciones	4 27	3	5	1	3		1			4				1	4	1	4	27
Problemática y desafíos	7 76	6	10	1	5	4	4	1	3	10	2	4	2	3	16		5	76
Recursos Hídricos	6 41	7	2	1	2	2	1	1	3	2	1	4		3	6		6	41
Salud y Sociedad	2 17	3		3	2	2	1	1						1	2		2	17
Totales		71	47	26	55	22	33	17	13	34	5	49	6	27	64	5	49	523

Figura 10. Resultados de coocurrencias Elaboración mediante Atlas.ti.

2.3.5 Saturación de los datos

La saturación de los datos sucede cuando, tras la recolección y análisis, ya no surge nueva información ni se identifican relaciones teóricas relevantes. En ese punto, los datos se vuelven repetitivos y no aportan nada nuevo a la construcción teórica (Cantero, 2014). En este análisis, el proceso de codificación continuo hasta que se alcanzó la saturación teórica, momento en el cual no surgieron más elementos nuevos.

Finalmente se generó un número considerable de citas por categoría, que se exportaron como informe en formato Word (.doc) para facilitar su análisis y manipulación.

2.4 Resultados

Para representar los resultados, se extrajeron las citas textuales que ilustraron categorías abordadas, con el fin de obtener una mejor comprensión de las experiencias y percepciones de los entrevistados. Se elaboró una narrativa que sintetizó los principales hallazgos de cada categoría.

Posteriormente, se realizó un proceso de triangulación, contrastando y complementando los hallazgos obtenidos en las entrevistas con la información del diagnóstico de la situación del valle, apoyándose en estudios previos, documentos oficiales, notas periodísticas y literatura científica.

2.4.1 Contexto y percepción de la problemática hídrica

El valle de Maneadero enfrenta una crisis hídrica, la cual se ha desarrollado a lo largo de varias décadas. Esta situación prevalece hasta la actualidad, incidiendo en las actividades económicas y los ecosistemas locales, así como el bienestar de los residentes. De acuerdo con uno de los entrevistados:

U4: “Desde 1950 se empezó a haber cierta problemática, más no escasez como tal”.

En diciembre de 1959, se formalizó un acuerdo entre el Gobierno de Baja California y los agricultores del Ejido Nacionalista Rodolfo Sánchez Taboada, mediante el cual se estableció que las aguas subterráneas del valle abastecerían a la ciudad de Ensenada a cambio de la devolución de las agua residuales (Gilabert-Alarcón, Salgado-Méndez, et al., 2018). Los entrevistados resaltan que los problemas de disponibilidad de agua se remontan a la década de los 1950's, lo que coincide con la disminución de la producción agrícola en la zona.

Esto indica que el problema del agua no es reciente, sino que ha ido evolucionando y agravándose con el tiempo debido a la demanda de agua asociada al crecimiento poblacional, así como una mayor demanda en la producción agrícola que no ha podido ser sostenida. En consecuencia, el acuífero de Maneadero esta sobreexplotado (Elizondo & Mendoza-Espinosa, 2020). El experto E2 resalta el contexto histórico sobre el uso del agua en la región:

E2: “Maneadero tiene desde los años 60 enviando agua de pozo a la ciudad de Ensenada. De hecho, nos comentaron que la gente de Maneadero, de un inicio, no quería que se perforaran esos pozos para llevar el agua a Ensenada, entonces tuvo que intervenir el ejército para que se pudieran perforar y lo que se hizo fue lograr un acuerdo con ellos para que se enviaran más o menos 280 L s^{-1} de agua de pozo, y una vez que la ciudad la usará, la regresaría como agua residual, en este caso, sin tratamiento a Maneadero, para que pudiera usarse en el campo para regar los cultivos”.

Esta crisis, que se ha manifestado de diversas formas, se remonta a decisiones históricas sobre la gestión del agua, creando tensiones entre las necesidades de Maneadero y Ensenada. La crisis hídrica en el valle de Maneadero no solo refleja la problemática de disponibilidad de agua subterránea, sino también una compleja interacción de factores históricos, económicos y sociales, cuya evolución se ilustra en la siguiente figura.

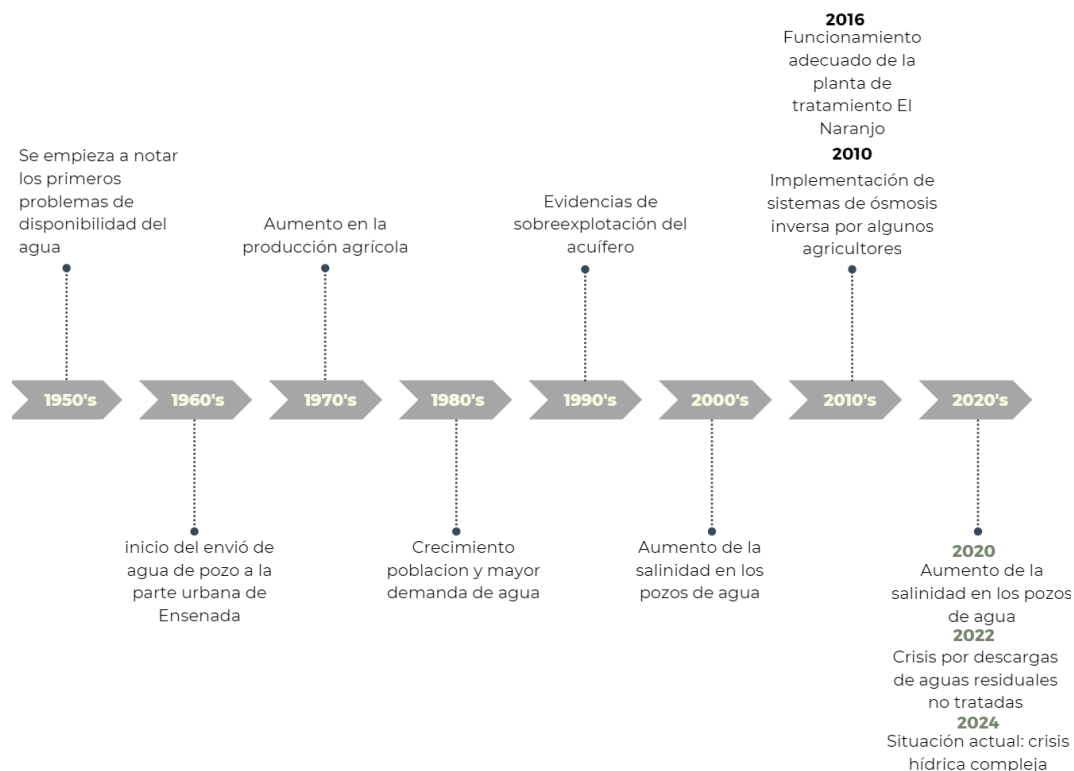


Figura 11. Línea del tiempo de la evolución de la crisis hídrica del valle de Maneadero. Elaboración propia.

La historia de conflicto y negociación en torno al agua ha sentado las bases para la situación crítica que se enfrenta hoy, donde la sobreexplotación del acuífero se ha convertido en un tema central, así como las descargas de aguas residuales (DAR).

2.4.2 Factores que componen la crisis hídrica

Los factores que componen la problemática del valle en Maneadero engloban diferentes dimensiones desde la ubicación geográfica en donde se encuentra, una zona semiárida en donde las temporadas de lluvia al año son cortas, y la recarga del acuífero es reducida. Los entrevistados señalan que en el pasado llovía más, por lo tanto, había una mayor disponibilidad de agua debido al ciclo natural de recarga.

Algunos de los usuarios del agua opinan que la escasez de agua no es el problema principal, sino la calidad del agua disponible:

U7: “Yo creo que lo más importante, más que la falta de agua es la salinidad, aparte del problema de las aguas residuales tratadas y esa cuestión. Pero eso es otro tema, el problema más importante para nosotros es la salinidad”.

Por otro lado, expertos de la situación del agua afirman que se está extrayendo más agua de la que se repone naturalmente, creando un desequilibrio en las fuentes de agua (Medellín-Azuara et al., 2009). Esta crisis hídrica es compleja y aborda diferentes factores. Los usuarios de agua han identificado la intrusión marina como el problema más grave, consecuencia de la sobreexplotación del acuífero. Esto ha llevado a algunos agricultores a invertir en sistemas costosos de ósmosis inversa para reducir la salinidad del agua, describiendo el agua como “salada”, “contaminada” y de “mala calidad”.

U11: “Últimamente, sí está lloviendo más que antes, pero todavía no se recupera (el acuífero). El agua está todavía en los pozos, pero no con la calidad que buscamos, porque está salada”.

La calidad del agua afecta directamente a la agricultura y el medio ambiente. Ante este desafío, los agricultores se han tenido que adaptar, buscando soluciones alternativas, aunque estas suelen ser costosas y no accesibles económicamente para todos. Algunos de ellos han tenido que abandonar su actividad económica, o bien, cambiar el giro de su actividad, como lo indican algunos de los entrevistados:

U9: “Me fui de aquí porque los cultivos que sembraba ya no se podían cultivar por la calidad del agua”.

U4: “Creo que muchos productores agrícolas, al no tener agua o al tener agua de mala calidad, optan por un tipo de sustrato diferente, ya no en tierra, sino utilizan hidroponía, utilizan otro tipo de sustratos o tecnologías, ósmosis, que pues para mí esas serían como las opciones para tratar el agua en las condiciones que está, por deficiencia o por una mala calidad. Entonces, pues están buscando opciones, pero en definitiva no van a ser suficientes”.

A pesar de que los entrevistados han percibido un incremento en las lluvias en años recientes, la disponibilidad y calidad del agua subterránea no ha mejorado, ya que la cantidad de lluvia no es suficiente para recuperar el nivel del acuífero tras años de extracción. Además, Ensenada, al no poder cubrir su demanda de agua, depende del acuífero de Maneadero, lo que empeora la situación y la intrusión marina.

Otro desafío de la crisis hídrica es la notable falta de información detallada y actualizada sobre las cuencas y sus recursos hídricos. Esta carencia de sistemas de información accesibles limita la capacidad para diseñar e implementar estrategias efectivas de gestión y conservación. Según los entrevistados, existen pocos estudios, que caractericen las cuencas adecuadamente:

E4: "Yo no conozco investigaciones que describan local y puntualmente qué es lo que pasa cuenca arriba, o que tengan bien caracterizada la cuenca. Existe el comité (COTAS), pero como tal, en términos de información, de que exista información, una base de datos, una página en donde podamos consultar, no".

Esto resulta en una limitante, porque sin datos precisos y actualizados, se dificulta la implementación de un Fondo de Agua (FA) en la región. La falta de información también afecta a los diferentes sectores involucrados en la formulación y ajuste de políticas adecuadas, al no tener una base sólida para tomar decisiones informadas. Este vacío de información representa una barrera para el desarrollo de estrategias de gestión basadas en evidencia científica.

El análisis de las entrevistas revela que los usuarios observan que los patrones climáticos han cambiado. Perciben alteraciones en las temporadas del año y en los patrones de precipitación, lo que afecta directamente la agricultura.

U4: "Evidentemente sí, sí nos afecta, porque llueve cuando no debería estar lloviendo, como ahorita, que está lloviendo, a veces se alarga el calor o se adelanta el frío. La verdad, las fechas ya no están marcadas como antes, ya es muy variable".

Un hallazgo significativo es que algunos usuarios han notado cambios en el clima, afirman que ya no llueve como antes. Sin embargo, no ven esta situación relevante, ya que creen que el agua que se tiene es suficiente. Esta percepción revela una falta de conciencia sobre el hecho de que, sin lluvia, los mantos acuíferos no se recargan, lo que favorece la sobre extracción y, en consecuencia, la intrusión marina.

Además, las variaciones climáticas aumentan la cantidad de agua necesaria para los cultivos o incluso las plagas, ya que se requiere más para compensar el calor, debido a las altas temperaturas que pueden alcanzarse durante el año en la región.

En cuanto a la disponibilidad de agua en el valle, se presenta una variedad de perspectivas que demuestra la complejidad del problema. Algunos usuarios afirman que hay una falta de agua, mientras otros creen que el problema no es la cantidad total, sino la necesidad de sistemas de desalinización y un tratamiento adecuado de las aguas residuales provenientes de la ciudad, para su uso seguro. Esta discrepancia manifiesta una falta de comprensión común sobre la naturaleza del problema del agua en la región, como lo ejemplifica la siguiente cita de un usuario del agua:

U2: "El decirnos que no tenemos agua es una falacia, porque vivimos dentro de un mundo lleno de agua".

El problema va más allá de la simple salinidad e involucra cuestiones más profundas. Como señala el entrevistado, el problema no es solo local, sino que afecta a la mayoría de los acuíferos a nivel nacional:

E1: “La escasez y la sobreexplotación son el principal problema de disponibilidad de agua, todos los acuíferos de la república están sobreexplotados”.

Esta diversidad de opiniones no solo refleja la complejidad local, también es un reflejo de una crisis hídrica que se enfrenta a nivel nacional, en donde muchos acuíferos exhiben desafíos similares.

La crisis hídrica en el valle de Maneadero es un fenómeno complejo que resulta en un conjunto de factores naturales y antropogénicos. Desde la sobreexplotación de recursos hídricos hasta la intrusión marina y la variabilidad climática, cada elemento contribuye a un panorama alarmante para la agricultura y el bienestar de los residentes, como se muestra en las (tablas 7 y 8).

Tabla 6. Factores naturales que componen la crisis hídrica en el valle de Maneadero. Elaboración propia

Factores naturales	Descripción
Clima semiárido	El valle de Maneadero es una región semiárida, lo cual naturalmente limita la disponibilidad de agua en la región.
Temporadas de lluvias cortas	Las temporadas de lluvia al año son cortas, lo cual dificulta la recarga natural del acuífero.
Disminución en los patrones precipitación	Tiempo atrás se tenía mayor cantidad de lluvia al año, por lo tanto, había una mayor disponibilidad de agua debido al ciclo natural de recarga.
Variabilidad climática (cambio climático)	Las variaciones climáticas aumentan la cantidad de agua necesaria para los cultivos, ya que se requiere más para compensar el calor, debido a las altas temperaturas.
Alta evaporación debido al clima	Las altas temperaturas incrementan la tasa de evaporación, lo que reduce la cantidad de agua disponible para la agricultura.
Variabilidad climática	Los usuarios han notado alteraciones en las temporadas del año y en los patrones de precipitación, lo que afecta directamente la agricultura.
Acuífero costero	La ubicación geográfica del valle lo hace susceptible a la intrusión marina, especialmente cuando el acuífero está sobreexplotado.

Tabla 7. Factores antropogénicos que componen la crisis hídrica en el valle de Maneadero. Elaboración propia

Factores antropogénicos	Descripción
Crecimiento poblacional	El aumento de la población incrementa la demanda de agua, ejerciendo presión sobre los recursos hídricos disponibles.
Aumento de la demanda de agua para uso urbano y de agricultura	La creciente demanda de agua por la parte urbana de Ensenada afecta la disponibilidad de agua subterránea.
Expansión de la producción agrícola	La agricultura es una de las principales actividades económicas de la región, lo que ha llevado a una mayor demanda de agua para riego.
Sobreexplotación del acuífero	Se está extrayendo más agua de la que se repone naturalmente, creando un desequilibrio en las fuentes de agua.
Descargas de ART	Las descargas descontroladas de aguas residuales contaminan los recursos hídricos ya afectan otros factores sociales y económicos del valle de Maneadero.
Falta de operatividad de plantas de tratamiento	La ausencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales contribuye a la contaminación de fuentes hídricas y la calidad de vida de los residentes.
Gestión ineficiente de recursos hídricos	La falta de información y de coordinación entre las autoridades limita la implementación de políticas efectivas para la gestión y conservación del agua en la región.
Conflictos por el uso del agua entre sectores	La diversidad de perspectivas sobre la disponibilidad de agua sugiere posibles conflictos entre diferentes sectores por el uso del recurso.
Falta de conciencia ambiental	Muchos usuarios no son plenamente conscientes de la importancia de la conservación del agua y de cómo sus acciones impactan en los recursos hídricos, lo que dificulta la adopción de prácticas sostenibles.
Limitada información y estudios	La falta de información detallada y actualizada sobre las cuencas y sus recursos hídricos limita la capacidad para diseñar e implementar estrategias efectivas de gestión y conservación.
Intrusión marina (consecuencia de la sobreexplotación)	La intrusión marina se destaca como el problema más grave de acuerdo con los usuarios, consecuencia de la sobreexplotación del acuífero.

2.4.3 Descargas de aguas residuales, riesgos y causas

Las descargas de aguas residuales tratadas (DART) contribuyen a la problemática de la crisis hídrica que enfrenta el valle. Con el objetivo de disminuir la presión sobre el suministro de agua suministros y mitigar la intrusión marina, en 2014 se implementó un proyecto de uso de aguas residuales tratadas (ART) para regar flores y descargar el sobrante en los arroyos que recargan el acuífero (Gilabert-Alarcón, Daesslé, et al., 2018).

Sin embargo, las aguas comenzaron a perder la calidad con las que se descargaban, lo que desencadenó una serie de preocupaciones por parte de los residentes de Manadero. Los entrevistados mostraron preocupaciones en sus respuestas tales como 1) impacto a la agricultura, 2) falta de monitoreo de las ART, 3) impacto a la salud pública, 4) impacto al medio ambiente, y 5) la contaminación de los mantos acuíferos.

Las DART fueron un tema recurrente en las respuestas de los entrevistados, ya que representan una de sus principales preocupaciones. Aunque muchos consideran que la intrusión marina y la contaminación del agua subterránea son los problemas más graves, algunos señalaron específicamente que la calidad de las aguas residuales tratadas ha disminuido. Inicialmente, estas aguas llegaban a Maneadero en condiciones adecuadas, pero esto cambió hace unos años, cuando las plantas de tratamiento dejaron de funcionar:

U4: “No creo que en el 2016 o 2017 pasará esto, yo tengo por ahí una foto de las primeras descargas que se hicieron y el agua venía limpia”.

Esto no solo se refleja en lo expresado por las personas entrevistadas, sino también en notas periodísticas, redes sociales, radio, TV, que han demostrado que la problemática de las DART es un tema de discusión diaria, que ha sucedido desde un par de años atrás (El Imparcial, 2023; El Vigía, 2023).

E1: “Gran parte de lo del volumen que se está generando en la ciudad, que llega a la planta de tratamiento del Naranjo, ha sido utilizada para uso agrícola y el excedente de estas aguas residuales básicamente ha sido descargado en los arroyos de Las Ánimas y de San Carlos. Básicamente en diferentes cantidades, dependiendo ahora sí, de las necesidades de este Ejido”.

Las descargas están contaminando los arroyos Las Ánimas y San Carlos, los olores que emiten afectan la calidad de vida de los vecinos y de los productores cercanos a los puntos de descargas, de acuerdo con las y los entrevistados:

E2: “Lo que paso con las aguas residuales primero, fue que las empezaron a mandar hacía las playas de Ensenada, y pues la gente de la ciudad se molestó porque se estaban contaminando sus playas, entonces decidieron mejor enviarlas a Maneadero. Pero como ya se puede usar en realidad solamente para algunas parcelas, la cantidad de agua que se está descargando tanto en el Arroyo de las Ánimas como en San Carlos, aumentó y no nada más esto, sino la calidad del agua se vino abajo”.

U10: “Aquí estamos muy cerca del punto de descarga, me afecta enormemente a mí y a todos los vecinos, esto está pasando desde hace casi dos años. Nos hemos sentido muy incómodos con el sistema correspondiente de gobierno, entonces ahí sí, yo no sé al gobierno qué les pasa, por qué esa es una prioridad, no solamente afecta a los agricultores, sino a la salud misma”.

Por otra parte, mientras la comunidad y algunos productores se encuentran particularmente afectados por esta situación, otros agricultores ven beneficios en recibir las aguas residuales tratadas o no tratadas:

U11: “Yo creo que, si miramos a futuro, estas aguas que manda CESPE nos están beneficiando, pero sí los invitamos a que vengan limpias”.

Esta situación ha llevado a tener conflictos entre los diferentes sectores relacionados con la gestión del agua en el valle, reflejando tensión entre la comunidad, las autoridades de gobierno, la academia y organizaciones no gubernamentales, la tensión se puede mostrar en la siguiente cita:

U2: “Yo soy muy una persona crítica del Ejido, porque ellos tienen el poder de levantarse contra CESPE y exigir que ya no manden esas aguas tratadas: “ya no me traigas nada”. Pero no lo hacen, no sé por qué, ellos tendrán sus razones que desconozco”.

Además de las aguas residuales provenientes de Ensenada, la falta de infraestructura de drenaje en la zona urbana de Maneadero ha llevado a los residentes a utilizar letrinas y arrojar sus aguas residuales domésticas a las calles. Esto contribuye a la contaminación de los recursos hídricos de la región (Gilbert-Alarcón, Salgado-Méndez, et al., 2018; González-Acevedo et al., 2019).

E1: “Básicamente, todas las casas tienen letrinas, muchas de las cuales descargan hacia los diferentes arroyos, lo que, a su vez, es una fuente de contaminación para el Estero”.

E5: “Se que sí hay una afectación porque estuvimos trabajando con mis alumnos, hicimos un monitoreo en el Estero en varios puntos cercanos al mar, esa sí fue agua de mar y vimos que sí había afectación, pero yo no estoy segura cuál es la fuente de esa agua, nosotros creemos que es más bien esta agua doméstica sin tratar que se está tirando directamente en el estero y eso llega al mar, que pues eso eventualmente llega al mar”.

A pesar de esto, las aguas residuales provenientes de Ensenada continúan utilizándose para el riego de flores y forraje. Sin embargo, productores agrícolas están preocupados por la posible contaminación de cultivos de verduras y frutas en zonas cercanas a los sitios de riego con ART, temen que sus productos no cumplan con los estándares de calidad necesarios para exportación. Si lo anterior llegará a pasar, podría tener un impacto negativo en la economía local.

El riesgo de contaminación por ART se ve exacerbado por la falta de funcionamiento de las plantas tratadoras de agua y la ineficiencia de las autoridades por no darle seguimiento al mantenimiento (Gilabert-Alarcón, Salgado-Méndez, et al., 2018). Las y los entrevistados familiarizados con el tema afirman que el problema del funcionamiento de las plantas tratadoras no es reciente, sino que se ha agravado con el tiempo. Uno de ellos mencionó lo siguiente:

E2: “Del 2016 al 2020, por ahí de la pandemia, funcionaba la planta [El Naranjo] y ya después pues se vino abajo, hasta que surgió el colapso, en donde ya de plano CESPE tuvo que reconocer que la planta no estaba funcionando y que había que darle un mantenimiento mayor, que básicamente es pararla y desazolvar, es decir sacarle todos los lodos que están ahí, eso se iba a tomar tiempo y obviamente de aquí a que obtuvieran el recurso económico todo iba a tardar. Mientras, la ciudad sigue produciendo agua residual”.

La siguiente cita ilustra que el problema no se limita únicamente a la falta de funcionamiento de las plantas de tratamiento, sino que también incluye las descargas clandestinas:

E1: “Aunado a eso, pues tiene la problemática de que, en eventos de lluvia, ninguna de las plantas que tenemos aquí en la ciudad tienen la capacidad para solventar ese excedente de agua que se está generando. El valle de Maneadero tiene una gran problemática adicional a eso, porque tiene muchas descargas clandestinas de todos los asentamientos humanos que hay alrededor.”

2.4.4 Impactos de la problemática hídrica en el valle de Maneadero

La crisis hídrica que enfrenta el valle de Maneadero ha generado impactos en cuatro áreas relacionadas entre sí, impacto en la salud pública, económico, ambiental y social.

Impacto en la salud pública

La situación actual presenta graves riesgos para la salud de la población, se tiene una preocupación por posibles brotes de enfermedades debido a la mala calidad con la que se están descargando las ART. La situación se caracteriza por fuertes olores desagradables provenientes de los puntos de descarga, cerca de los cuales hay escuelas, un asilo y vecinos que se han visto seriamente afectados. En el ámbito agrícola, hay una creciente preocupación por la posible contaminación de cultivos, lo que podría afectar a los consumidores y la economía del valle, especialmente en cuanto los requisitos de calidad para exportación (El Imparcial, 2023a; El Vigía, 2023; El Imparcial, 2023b)

Impacto ambiental

Los ecosistemas locales del valle de Maneadero han sido gravemente afectados por el aumento de la producción agrícola, esto resulta en una presión negativa sobre los recursos hídricos que alimentan de agua al valle de Maneadero y la parte urbana de Ensenada (Elizondo & Mendoza-Espinosa, 2020).

El acuífero de Maneadero es la fuente principal de abastecimiento de agua para el valle y la zona urbana de Ensenada. Este acuífero se encuentra sobreexplotado y contaminado debido al aumento de la mancha urbana y la intrusión marina. La mayoría de los pozos de agua que se encuentran en el valle tienen concentraciones de iones y SDT que exceden los límites permisibles que marcan las normas mexicanas. Aunado a esto se encontró la presencia de contaminantes emergentes, como plaguicidas alquilfenoles y esteroides fecales (Daesslé et al., 2009; González-Acevedo et al., 2019).

Por otra parte, el Estero de Punta Banda, un humedal de gran importancia, designado como sitio RAMSAR, también enfrenta problemas de contaminación. Los últimos monitoreos realizados por investigadores demostraron la presencia de contaminantes orgánicos emergentes, como pesticidas provenientes de las DAR de Ensenada y clandestinas (González-Acevedo et al., 2019). Además, los arroyos de Las Ánimas y San Carlos, son fuentes clave para la recarga del acuífero, sin embargo, están siendo impactado por las DAR (El Imparcial, 2023b).

Algunos entrevistados señalan que los sistemas de ósmosis inversa representan un problema principalmente por la generación y descarga de salmuera. No obstante, este impacto se ha reducido, gracias a una empresa que aprovecha estos residuos para la producción de salicornia.

U12: “Las desaladoras son un problema también, por las descargas de la salmuera, afortunadamente aquí hay alguien interesado en esa salmuera, también por eso somos privilegiados”

Sin embargo, no se dispone de información precisa sobre la cantidad de salmuera que se genera, ni la disposición final del mismo.

Impacto socioeconómico

La disminución en la calidad y disponibilidad del agua afecta directamente en la economía local, impactando especialmente a la productividad agrícola (Medellín-Azuara et al., 2009). Ante esta situación, los agricultores se ven forzados a buscar soluciones inmediatas para acceder a agua de mejor calidad, lo que ha llevado a un aumento en los costos de infraestructura debido a la necesidad de implementar sistemas de almacenamiento de agua y ósmosis, aunque esto está limitado a aquellos con mayor recurso económico. Esto podría agravar las desigualdades sociales, dejando a las comunidades más vulnerables sin opciones para mejorar la calidad del agua.

U10: “Algunos productores utilizan más agua que otros, por lo que tienen que desalinizar el agua para sus cultivos. Ahora, los productores exportadores deben que cumplir con las regulaciones de la FDA, que los obliga a certificar sus cultivos de máxima calidad. Pero las desalinizadoras cuestan bastante, no todos tiene la capacidad adquisitiva para poder tener una”.

Los agricultores temen que esta situación siga empeorándose y afectando la agricultura, y, en consecuencia, en la calidad de los productos, poniendo en riesgo los estándares de requeridos para la exportación.

Además, hay inconformidad por parte del Ejido como la parte urbana de Ensenada por la distribución del agua, lo que ha generado tensiones y conflictos. Mientras la población urbana demanda más agua para satisfacer la demanda de sus necesidades básicas, los agricultores enfrentan la presión de mantener su producción con una disponibilidad de agua cada vez más escasa.

U7: “El problema no es aquí en el valle, no somos nosotros, el problema es que se están llevando el agua para la ciudad, una cantidad importantísima de agua para nosotros”.

Otro aspecto relevante es que el control de las tierras agrícolas está cambiando; muchos agricultores optan por arrendar sus tierras. Esta situación favorece la concentración de tierras en manos de grandes empresas o arrendadores, alterando la estructura socioeconómica de la región.

U4: “Todos se conocen, todos tienen aquí a lo mejor más de 50 o 60 años. Pues sí pueden decir soy Ejidatario porque tienen sus títulos, sin embargo, las tierras las manejan otras personas o industrias grandes que vienen de fuera”.

Esta situación puede llevar a la adopción de modelos de producción que no se alinean con las prácticas tradicionales ni con las necesidades a largo plazo de la comunidad, como el uso intensivo de agua por parte de las industrias para maximizar la producción y aumentar las ganancias.

2.4.5 Manejo del agua en el valle de Maneadero

La situación actual del manejo en el valle de Maneadero se caracteriza por una regulación inadecuada, problemas en el funcionamiento de las plantas de tratamiento de agua, infraestructura institucional insuficiente así como una deficiente planeación en el proyecto de descargas de aguas residuales tratadas (DART) para el riego de forraje y hortalizas (Gilabert-Alarcón, Daesslé, et al., 2018; Medellín-Azuara et al., 2013).

El panorama del mal manejo de agua ocurre desde el ámbito nacional hasta el local, esto se aprecia en las respuestas de los entrevistados:

U4: “El mal manejo se debe a la no planeación, en cuanto a la cantidad de recurso que se tiene y a las actividades que se realizan. Creo que en todo México se está pasando por el mal manejo de agua, tanto en la distribución como en la salida, que sería el tratamiento de agua”.

En un intento por abordar la falta de agua en el valle, se convenció a los productores de implementar el reuso de ART como una solución para satisfacer la demanda de agua para riego agrícola. Inicialmente, esta estrategia fue considerada un éxito para afrontar la crisis hídrica. Sin embargo, su manejo inadecuado causó una serie de problemas graves. Estos problemas surgieron cuando las plantas de tratamiento dejaron de funcionar. Esto no solo deterioró la calidad del agua, sino que también tuvo un impacto negativo en el medio ambiente y en la calidad de vida de los residentes.

U2: “Nos está afectando mucho con los olores tan fuertes y el riesgo tan grande que corremos los productores que se llegue a infectar nuestra producción de alguna bacteria o de algo con las aguas no tratadas”.

Tecnologías y prácticas

Los productores agrícolas están cambiando a prácticas de riego más eficientes con la finalidad de contribuir a la conservación del acuífero, lo que refleja una conciencia general sobre la necesidad que tienen los productores de agua de optimizar el recurso hídrico. Se observa una evolución en el valle de Maneadero, en donde han pasado de métodos tradicionales a sistemas más eficientes de riego por goteo, aspersión e incluso hidroponía.

U10: “Si tú visitas cualquier rancho aquí, yo creo que no vas a encontrar uno que no sea eficiente con su sistema de riego, principalmente por goteo”.

De acuerdo con lo expresado, se reconoce la relevancia de conservar el agua y están dispuestos a adoptar nuevas soluciones no convencionales. Aunque los participantes no identifican explícitamente estas alternativas como SBN, se tratan de soluciones que se alienan con FA los cuales incorporan las SBN como prácticas y soluciones sostenibles.

U3: “Tenemos que darle al acuífero sustentabilidad, quiero decir, que no se vaya el agua”.

U3: “Al final, la tecnología y la infraestructura que hemos generado es para seguir subsistiendo. Pero no hemos generado la tecnología que nos ayude a subsistir prácticamente de manera natural”.

Es importante destacar que, aunque reconocen la relevancia del tema, muchos de los usuarios optan y están convencidos que utilizar soluciones convencionales es la mejor opción. Aunque estas técnicas como ósmosis, han sido útiles para proporcionar agua de calidad aceptable, no se considera la opción más sostenible y económicamente viable a corto y largo plazo (Medellín-Azuara et al., 2013). Las SBN se consideran opciones más rentables, que no solo contribuyen a los desafíos hídricos sino de la biodiversidad y el bienestar humano.

2.4.6 Gobernanza del agua en el valle de Maneadero

Para integrar a los múltiples actores que convergen en la gobernanza del agua en el valle es fundamental promover su participación en la creación de soluciones y mesas de diálogo.

Instituciones gubernamentales

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es la principal entidad federal, encargada de la gestión hídrica, responsable de otorgar concesiones y supervisar el uso del agua. No obstante, los usuarios del agua perciben que su intervención es limitada cuando se trata de resolver problemas locales. Durante las entrevistas, los participantes destacaron la falta de participación activa de la institución y el enfoque excesivo en la fiscalización:

U10: "Pues solamente somos un poco más fiscalizados por la CONAGUA que antes, con la cuestión de la medición, los reportes de las bitácoras trimestrales, las concesiones que ahora son renovables cada cinco años".

E6: "Por falta de recursos, te puedo decir que hace por lo menos tres años que no hemos visto a ningún funcionario en la zona".

Por su parte, CESPE es la encargada de la gestión local, el tratamiento, y las descargas de aguas para riego agrícola. CESPE enfrenta importantes desafíos, ya que las plantas de tratamiento de la región no están operando correctamente lo que ha resultado en una disminución en la calidad de las ART para uso agrícola y en consecuencia una serie de preocupaciones ambientales, de salud pública y seguridad alimentaria (Gilabert-Alarcón, Salgado-Méndez, et al., 2018)

U1: "La problemática que enfrentamos, sobre todo en los últimos cuatro años, es el tiradero de agua del desagüe que tiene CESPE aquí en el arroyo de las Ánimas"

Se observa una falta de coordinación entre instituciones, falta de recurso, insuficiencia de políticas públicas locales, y limitaciones en la regulación efectiva y la participación. Entre los entrevistados hay una percepción general de ineficiencia en la gestión de del recurso hídrico.

Por otro lado, COTAS desempeña un papel fundamental en la gobernanza del agua al apoyar a los Ejidatarios y productores. Busca soluciones para mejorar la gestión del recurso. Se le considera como una institución sólida en la regulación de agua subterránea, también ofrece un espacio de diálogo en donde participan la mayoría de los

Ejidatarios a través de reuniones monitoreadas por CONAGUA, quién es la autoridad con mayor poder (Villada-Canela et al., 2021).

U10: “Hay una buena coordinación. COTAS organiza reuniones y convoca a los miembros para buscar soluciones a diferentes temas que se discuten”.

A pesar de que COTAS ofrece espacios de diálogo, su capacidad para incidir en decisiones es limitada por la centralización de la gestión de agua en CONAGUA y la falta de recursos. Un FA permitiría una mayor participación de los usuarios locales y podría solucionar la falta de recursos mediante financiamiento para proyectos hídricos. Además, el fondo facilitaría la descentralización en toma de decisiones, promoviendo la colaboración entre actores. Lo anterior, no significa que el estado deje de ser el regulador final. Sin embargo, su enfoque necesita basarse en un mayor consenso social. Para lograrlo, es importante cambiar la estructura de la toma de decisiones de un modelo vertical a uno horizontal, en donde todos involucrados participen en la solución de un problema público (Ramos, 2022).

Rol de la academia

La colaboración de la academia en la problemática hídrica es fundamental, se caracteriza por tener una participación activa en la gestión hídrica. Existe una relación de confianza entre los usuarios de agua y la academia, lo cual se refleja en la siguiente cita:

E4: “Nuestra participación siempre ha sido muy activa en las mesas de trabajo, en presentarles información, en que confíen en nosotros y eso ya es algo ventajoso.

Sin embargo, se percibe la necesidad de una mayor integración entre todos los sectores involucrados:

E1: “Lógicamente no es de uno solo, debe ser una problemática que no se tenga que abordar desde una sola parte, a veces nos hace falta involucrarnos más como sociedad, gobierno y academia porque a veces parece que estamos separados, cada uno hacer lo que considera mejor y no se suman los esfuerzos”.

Participación de la comunidad

Recientemente, la comunidad ha mostrado una mayor participación en la problemática ambiental y del agua. Esta conciencia por participar y conocer de los temas ha sido en gran medida fomentada por el liderazgo de actores locales, destacándose especialmente la labor del comité de vecinos *“Todos Somos Maneadero”*. Este movimiento ha sido reconocido de manera positiva y ha sido fundamental para movilizar a la comunidad, especialmente a los residentes cercanos a las DAR y a los usuarios de agua. Se observa una comunidad en transición hacia una mayor participación ciudadana, impulsada por una crisis ambiental y el liderazgo de actores clave.

Sin embargo, la disposición a participar depende de si los usuarios perciben un beneficio colectivo. Algunos entrevistados indicaron que estarían dispuestos a involucrarse si su esfuerzo beneficiará a la comunidad.

U9: “Pues sí participaría, si beneficia a todos. Obviamente para un bien, para uno y para todos, obviamente que sí”.

Por otro lado, algunos muestran escepticismo respecto a la posibilidad de que todos cooperen de manera efectiva.

U4: “Sí todos participamos, y todos nos unimos, claro que podríamos hacer algo, pero para mí la realidad es que va a ser difícil.”

La participación de la comunidad es un factor esencial, ya que facilita el desarrollo de soluciones adaptadas sus necesidades locales, empodera a los ciudadanos y promueve un sentido de responsabilidad compartida (Duarte-Abadia et al., 2023).

La participación y el liderazgo de la comunidad en el valle de Maneadero son fundamentales para regular el uso del agua subterránea, monitorear su calidad y cantidad y tomar decisiones informadas del recurso hídrico (Villada-Canela et al., 2019). La implementación de un FA podría facilitar una participación más amplia de toda la comunidad, aprovechando su creciente interés en la crisis hídrica.

Relaciones entre los usuarios de agua

Conocer la dinámica de las relaciones entre los usuarios del agua es importante ya que una buena comunicación y colaboración adecuada es el resultado de la implementación de soluciones eficaces.

U7: “Sí, yo me siento representado y me toman en cuenta, hay buena coordinación, se hacen reuniones, se convoca. En este caso, COTAS convoca para que acudan y pues se acude para buscar soluciones de diferentes temas que se tratan”.

U11: “La relación entre los compañeros... pues todos participan, todos nos involucraríamos si se trata de algo que nos beneficie a todos. Y como el Ejido, digamos que en cada una de esas asambleas nos presentamos y ahí pues la mayor parte del problema se va solucionando y buscando la forma de salir adelante”.

Se encontró un contraste en las opiniones de los usuarios del agua: mientras unos afirman que la relación es buena entre todos y se sienten incluidos en la toma de decisiones, otros expresan una percepción más bien negativa:

U4: “Todos se conocen, todos tienen aquí a lo mejor más de 50 o 60 años. Creo que todo tiene que ser muy con pincitas, a mí parecer no se llevan bien ellos no se llevan bien, no hay buena comunicación, hay una cabeza en frente, no se manejan solos, hay organización interna, todo es con pincitas”.

U2: “No nos toman en cuenta ni a la comunidad, menos al productor”.

La falta de buena comunicación y la necesidad de manejar las relaciones indican un ambiente potencialmente conflictivo. Esto es una limitante para la creación de un FA, ya que se puede generar desconfianza y mal entendidos entre los actores involucrados.

Identificar y comprender las tensiones y conflictos entre usuarios, ayuda a crear estrategias para resolverlos. La prevención de estos favorece un ambiente más cooperativo y equilibrado, facilitando acuerdos que benefician a todos los involucrados.

Leyes, reglamentos y política pública

La Ley de Aguas Nacionales (LAN), máximo instrumento del marco jurídico en temas de gestión del agua en México es otro punto crítico de preocupación, pues se percibe una falta de claridad sobre que instituciones responsables de hacer cumplir las regulaciones. Un entrevistado cuestiona:

E4: “No veo ninguna política pública, en realidad. Sé que hay una ley y hay reglamentos y hay cosas, pero no veo muchos actores por parte del gobierno que nos representen y que hagan que se cumplan estas leyes, al menos aquí”.

De acuerdo con lo expresado por los entrevistados, existe una falta de cumplimiento de políticas públicas locales que sean efectivas. Se tiene una fuerte

dependencia de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), y se considera insuficiente o mal aplicada. Un indicador de esto puede ser la falta de presupuesto y funcionarios en las dependencias encargadas.

E6: “Bueno, pues políticas públicas son escasas, realmente no hay políticas implementadas a nivel local, dependemos de la Ley de Aguas Nacionales”.

U3: “Pero todos tenemos responsabilidad en un punto por la Ley, así lo explican, pero quién es el primer correspondiente o quién es la ley para ordenar esto, porque al final le estamos dejando a nadie el ordenamiento de las aguas contaminadas”.

El panorama regulatorio en Maneadero es complejo y está vinculado a la ejecución inadecuada de la Ley de Aguas Nacionales, la cual se percibe como insuficiente o mal aplicada. Esta situación se complica por la falta de políticas públicas locales efectivas, un presupuesto limitado, y la escasez de funcionarios en las instituciones encargadas.

Algunas normas que se relacionan con la crisis del agua es la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los límites de ciertos contaminantes en aguas residuales (SEMARNAT, 2022). No obstante, hay contaminantes emergentes los cuales aún no están regulados, ni monitoreados, como lo expresa un experto:

E1: “Existen otros contaminantes que todavía no se han establecido, ni son considerados por la norma y muchos de esos contaminantes tienen efecto a corto plazo por exposición. El monitoreo de la calidad del agua parece ser inconsistente y reactivo, en lugar de preventivo”.

Aunado a esto, tenemos que los agricultores han decidido hacer uso de sistemas de ósmosis inversa para tener una mejor calidad del agua. La salmuera puede ser un factor contaminante, porque no hay ley que regule el desecho de la salmuera, solo existen propuestas de norma (SEMARNAT, 2015).

Lo anterior, refleja un desafío común en dónde existe una discrepancia entre la regulación formal y la manera en que se gestiona realmente el recurso en la práctica, especialmente a nivel local (Woodhouse & Muller, 2017). Aunque las normativas y políticas establecen cómo debería manejarse el agua, la realidad es que esto no siempre se cumple debido a limitaciones locales, como falta de recursos, infraestructura y coordinación entre actores, esto pone en riesgo la sostenibilidad de los recursos hídricos.

2.4.7 Soluciones propuestas

Este apartado presenta el análisis de las soluciones propuestas por los entrevistados. La (tabla 9) ilustra diversas propuestas ofrecidas por los entrevistados para abordar los desafíos relacionados con la crisis hídrica en el valle de Maneadero.

Tabla 8. Propuestas de solución emitidas por las personas entrevistadas. Elaboración propia.

Solución/ propuesta	Descripción
1. Mantenimiento y mejora de infraestructura	Mejorar y/o dar mantenimiento a la infraestructura existente, específicamente a las plantas de tratamiento, que han dejado de funcionar por falta de mantenimiento, presupuesto. <i>E6: “Yo creo que ahorita lo más urgente es que se aproveche el agua que viene de la parte urbana de Ensenada, una parte se pudiera utilizar en la agricultura o en cualquier otra actividad como riego de jardines, pero se necesita asegurar una buena calidad del agua”.</i>
Solución/ propuesta	Descripción
2. Uso de tecnología avanzada	Algunos entrevistados sugieren el uso de tecnología avanzada para el tratamiento de aguas residuales. Aunque algunos productores están interesados en invertir en estos sistemas por su eficiencia, los costos elevados limitan su adopción a la mayoría de ellos.
3. Creación de reglamentos locales	Se propone la creación de un reglamento por parte de COTAS que establezca pautas de manejo sin intervención directa del gobierno. Esto permitiría a los usuarios definir cómo gestionar el recurso hídrico de manera autónoma, inspirados en modelos internacionales.
4. Monitoreo de la calidad de agua	El monitoreo y seguimiento constante de la calidad del agua se propone como una solución fundamental, ya que la detección temprana de problemas facilitará una gestión más efectiva y soluciones rápidas. <i>E2: “El monitoreo del agua debe ser constante, es súper importante, como el monitoreo de la salud, para ver si de pronto hay algo y poderlo detectar antes de que se complique, lo vimos también allá en la planta del otro lado, todos los días toman muestras, y publican los resultados”.</i>
5. Captación de agua y concientización ambiental	La conservación y protección de las zonas de captación de agua, como la Sierra de Juárez, se presenta como una solución a largo plazo. Esta iniciativa debe ser acompañada de campañas de concientización ambientales y el uso responsable del agua.

6. Colaboración intersectorial	Se destaca la importancia de la colaboración entre los diferentes sectores: industria, comunidad, gobierno, academia y ONG's.
7. Investigación y diagnósticos integrales	Se resalta la importancia de la investigación continua y el diagnóstico integral de la situación del agua en el valle de Maneadero. Un experto señaló: <i>E4: "Estamos trabajando en resolver esta situación a través del proyecto que lidero, con la participación de diferentes perspectivas de mis colegas, para abordar la problemática de manera integral."</i> Aunque se reconoce que la investigación actual es útil, no es suficiente para abarcar el panorama completo de la problemática.
8. Incremento en la tarifa del agua	Otra solución es añadir un cargo adicional en la tarifa del agua, esta tarifa busca concientizar a la población sobre el valor del agua y disminuir el desperdicio. Si bien estas medidas restrictivas o aumentos sobre el uso del agua pueden ser consideradas, estas podrían generar un descontento social. Cambiar de hábitos y mentalidad a la población requieren un esfuerzo grande el cuál solo pueden ser logrado a través de la educación y concientización del cuidado del agua (Schiaffini-Aponte et al., 2024).
9. Apoyos gubernamentales	Se sugiere incrementar los apoyos gubernamentales, ya que se ha notado una disminución en los programas destinados a los agricultores, lo cual dificulta la adopción de prácticas y tecnologías sostenibles. Los apoyos son fundamentales para una mayor implementación de proyectos, estimular la innovación, promover la equidad, fomentar la colaboración y asegurar la sostenibilidad. Entre los agricultores se percibe una disminución en los programas de apoyo: <i>U9: "Hace unos 20 años hubo programas importantes de apoyo, pero se perdieron, se fueron acabando, ya no los hay."</i>

Para que un FA se exitoso, es fundamental conocer las necesidades expresadas por los usuarios de agua en la región. En este sentido, la tabla presenta las medias y estrategias que podrían combatir las crisis algunas de ellas alineadas con los enfoques que ofrecen los FA.

Estas medidas se agrupan en diferentes áreas estratégicas y los FA podrían fortalecerlas, ya que actúan como mecanismos de cooperación y gobernanza colaborativa, que han demostrado ser efectivos en la conservación y gestión de recursos hídricos (Bremer et al., 2016; Vogle et al., 2017).

Una de las principales funciones de los FA sería ofrecer financiamiento para el mantenimiento y mejora de infraestructura destinadas al uso eficiente y seguro de ART para el riego agrícola. Además podrían apoyar la adopción de soluciones basadas en la naturaleza (SBN) para el tratamiento de aguas residuales (Jiménez, 2005 ; Marín-Muñiz et al., 2023).

Asimismo, los FA pueden potenciar los esfuerzos de conservación y protección de las zonas de captación de agua y promover la colaboración intersectorial entre la industria, la comunidad, el gobierno, la academia y ONG's. (Duarte-Abadia et al., 2023; Abell et al., 2019). Todo lo anterior, contribuiría a disminuir la presión sobre los recursos hídricos de la región.

2.4.8 Participación de usuarios de agua en un Fondo de Agua

Se busco conocer el nivel de disposición de las participantes para colaborar. La siguiente tabla presenta algunas citas textuales, ofreciendo una versión directa de sus opiniones y actitudes hacia esta propuesta.

Tabla 9. Nivel de disposición de participar en un Fondo de Agua. Elaboración propia

	Cita	Análisis
E2	<i>"Honestamente no veo como quién pudiera participar en una bolsa de dinero para un Fondo de Agua. Yo creo que tendrían que ser los mismos productores, o también algún financiamiento, a lo mejor a fondo perdido, o créditos blandos o lo que sea, pero así es como yo creo que se pudieran ver las cosas".</i>	Inicialmente se muestra escepticismo sobre quién participaría en un Fondo de Agua. Sin embargo, considera opciones de financiamiento, y sugiere fuentes de financiamiento.
E4	<i>"Yo creo que lo que tú propones daría un valor al agua, y daría un valor a todo lo que está relacionado con el agua y que permite tenerlo, por ejemplo, mantener el suelo o mantener procesos de creación de suelo o desarrollo de suelo, o evitar el deterioro del suelo, o mantener la cubierta de vegetación, todo lo relacionado a poder tener agua".</i>	Se muestra una actitud positiva, el entrevistado reconoce el valor del agua y relaciona el agua con otros factores ambientales como el suelo y la vegetación.

	Cita	Análisis
E6	<i>"Estoy de acuerdo y apoyo firmemente la creación de fondos de agua. Creo que esta es la forma en que podemos asegurar una buena operación, aunque debemos separar la gestión del gobierno y considerar su participación en las acciones que se lleven a cabo, pero no en la administración directa del Fondo de Agua. Otros sectores, aparte del agrícola, industrial o pecuario, podrían participar en este fondo y creo que podría dar buenos resultados en el futuro".</i>	Expresa un fuerte apoyo en la creación de Fondos de Agua. Se sugiere la separación del gobierno de la administración directa del fondo sin dejar de lado su participación además de la inclusión de otros sectores en el fondo.
E2	<i>"Nosotros tenemos un trabajo sobre Fondos de Agua, pero en Guadalupe, lo hicimos con The Nature Conservancy ya tiene años, ya tiene como del 2000. Pero estaba orientado hacia Guadalupe".</i>	Esta cita revela que existe conocimiento en Fondos de agua, existe un estudio en el cual se consideró el enfoque de FA. Esta experiencia es valiosa para el desarrollo de un fondo, tomando en cuenta las experiencias y lecciones aprendidas.
U7	<i>"Yo sería parte de esa iniciativa, yo mismo he invertido mucho en causas ambientales, como limpiar el arroyo y restaurar las parcelas afectadas. Este año gasté miles de dólares en ello, sin imponer a nadie que me contribuyera económicamente para resolver este problema. Así que la respuesta es sí, participaría porque me importa porque me beneficia de ello".</i>	Se aprecia un fuerte compromiso respaldado con inversiones significativas en proyectos ambientales. El entrevistado muestra un conocimiento ambiental comprende los beneficios que este tipo de proyectos de conservación tienen un beneficio común.
E2	<i>"Quiero pedirles que cooperen para que cuenca arriba cuiden el agua está difícil, porque pues no llega nada de agua, el otro Fondo de Agua que recuerdo es el de Chiapas, fondos para cuidar la sierra y para que existan escorrentías, y que cuenca abajo la puedan usar, los agricultores, y en el caso de Monterrey no me acuerdo exactamente qué características tiene, pero sí recuerdo que en Monterrey hay mucho interés también industrial, este pues Coca-Cola, FEMSA, están metido en todos lados y ellos son los que han estado apoyando, con dinero este tipo de Fondos".</i>	Profundiza en su comprensión de Fondos de Agua en diversas regiones. Destaca la relevancia de la cooperación entre diferentes sectores, principalmente la industria privada que tiene poder adquisitivo para financiar proyectos. Asimismo, considera los desafíos tan complejos de su implementación.
U9	<i>"Pues sí participaría, si beneficia a todos. Pues obviamente para un bien, para uno y para todos, obviamente que sí".</i>	Expresa una disposición concisa en participar, siempre que se demuestre el beneficio común.
U2	<i>"Si implementar un fondo de agua contribuye al bienestar de todos, definitivamente estaría a favor de explorar cómo podemos colaborar para obtener ese beneficio. Como productor, me interesa mucho este tema".</i>	La frase <i>"explorar cómo podemos colaborar"</i> indica una voluntad de participar en el proceso de desarrollo del fondo.

El análisis de las citas muestra un panorama generalmente positivo hacia la implementación de un Fondo de Agua en las subcuencas de Las Ánimas y Maneadero. Aunque es evidente que, aunque existe un interés generalizado en participar, las capacidades de aportación varían. Algunos actores están dispuestos a contribuir económicamente, mientras que otros se enfocan más en la colaboración a través de conocimientos, experiencias previas o participación en la gestión.

Lo anterior debe ser considerado en el diseño y la estructuración de los Fondos de Agua, ya que no todos los participantes pueden ofrecer un aporte monetario, pero sí pueden aportar en otras formas, como tiempo, esfuerzo, o conocimiento local. Por ejemplo, los productores agrícolas pueden estar dispuestos a colaborar en acciones de conservación, pero podrían necesitar incentivos o mecanismos de financiamiento que no impliquen un desembolso inmediato o directo de dinero

La participación de las comunidades locales en estas iniciativas depende del nivel de confianza que tienen en las instituciones y las personas que gestionan. Un aspecto clave de esta confianza radica en sí las comunidades perciben que están siendo representadas en el diseño de los programas (Bremer et al., 2023).

Esto es un factor positivo en el contexto de Maneadero, ya que existe un fuerte interés de los usuarios del agua en participar especialmente entre aquellos que ya están involucrados en iniciativas de conservación.

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE FONDOS DE AGUA EN AMÉRICA LATINA

Introducción

Los Fondos de Agua (FA) emergieron como herramienta innovadora para la gestión y conservación de los recursos hídricos en América Latina. La evidencia demuestra que este modelo ha demostrado ser exitoso para abordar los desafíos relacionados con la seguridad hídrica. En este capítulo se presenta un análisis comparativo de diversos FA que operan en contextos similares al valle de Maneadero, con el objetivo de identificar elementos clave como sus mecanismos de gobernanza, financiamiento y enfoque, así como las lecciones aprendidas que puedan ser aplicadas en la creación de un fondo en la región.

3.1 Metodología

Para realizar este análisis, se seleccionaron casos de estudio a partir de una revisión de documentos institucionales de los FA. Los criterios de selección que se consideraron fueron: la ubicación en Latinoamérica, el estatus activo, la operación en regiones con características climáticas similares y la disponibilidad de información sobre su operación y la existencia de crisis hídrica documentada en las regiones que operan.

3.2 Fondos de Agua en Latinoamérica

Los FA han ganado relevancia global debido a su eficiencia para enfrentar desafíos hídricos especialmente en América Latina, donde existen 26 Fondos de Agua registrados, distribuidos en 9 países. De acuerdo con la ALFA, (2023), estos operan implementando diversas soluciones basadas en la naturaleza (SBN) y contribuyen al logro de algunos de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS).

La diversidad de enfoques y estrategias difiere en cada uno de ellos ya que cada Fondo es específico a la región en donde se implementa y según las necesidades de la región. Sin embargo, cada uno de ellos ofrece lecciones importantes a tomar en cuenta en el implemento de un fondo el área de interés (Bremer et al., 2023; Bremer et al., 2016).

Tabla 10. Fondos de Agua seleccionados.

Nombre	País	Enfoque
Fondo de Agua para la Protección del Agua (FONAG)	Ecuador	Protección y conservación de fuentes hídricas.
Fondo de Agua de Guatemala (FUNCAGUA)	Guatemala	Garantizar la seguridad hídrica del área Metropolitana.
Fondo de Agua de Lima y Callao (Aqua fondo)	Perú	Garantizar seguridad hídrica de la región de Lima y Callao.
Fondo de Agua de Medellín Valle de Aburra y parte del Norte y Oriente de Antioqueño (Cuenca Verde)	Colombia	Promover la gobernanza del agua y la seguridad hídrica y la adaptación al cambio climático para la protección y mejoramiento de las cuencas abastecedoras.
Fondo Ambiental Metropolitano de Monterrey (FAMM)	México	Gestión sustentable del agua en área metropolitana.
Fondo de Agua Cauce Bajío (Cauce Bajío)	México	Contribuir a la seguridad hídrica.
Fondo de Agua Bogotá Región (Agua Somos)	Colombia	Contribuir a la seguridad hídrica.
Fondo de Agua del Nororiente Colombiano (Alianza Biocuenca)	Colombia	Fomentar la gobernanza del agua a través de la articulación de esfuerzos colectivos para lograr la recuperación, preservación, conservación y desarrollo sostenible de los ecosistemas estratégicos.
Fondo de Agua de la ciudad de México (Agua Capital)	México	Garantizar la seguridad hídrica en el valle de México mediante la implementación de SBN.

FONAG, establecido en el 2000, representa el primer caso de éxito con el enfoque de FA en América Latina. El fondo ha demostrado una gran adaptabilidad al modificar su enfoque a las necesidades que expresaba la región. Su estructura financiera se sustenta principalmente en las contribuciones de los usuarios del agua, el sector público (Empresa Metropolitana de Agua potable y Saneamiento de Quito) el sector privado y las organizaciones nacionales e internacionales como The Nature Conservancy (Echeverría, 2002).

Actualmente, FONAG genera un capital superior a los 10 millones de dólares y mantiene un presupuesto anual que supera los 1.5 millones de dólares, de los cuales el 90% proviene de la empresa de agua de Quito, la cual está obligada a contribuir con el 2% de su presupuesto anual establecido como un acuerdo (FONAG, 2021). Entre sus logros más importantes se encuentran la protección y restauración de 40,000 hectáreas de páramos y bosques andinos, trabajando en colaboración con más de 400 familias locales. Entre otros proyectos que financia FONAG están programas de educación ambiental, restauración de páramos degradados y la creación de acuerdos de conservación con propietarios de terrenos privados y comunitarios (Kauffman, 2014).

Otro fondo de agua que se estableció en 2017 es FUNCAGUA, el cual surge como una iniciativa público-privada con un enfoque de seguridad hídrica. Opera bajo un modelo de gobernanza multiactor que integra diversos actores clave de la sociedad (FUNCAGUA, 2020). Lo que caracteriza a este fondo es su mecanismo de financiamiento autónomo, el cual se mantiene a través de servicios técnicos orientados a la conservación de los recursos naturales. Entre estos servicios se incluyen servicios técnicos especializados, análisis de vulnerabilidad hídrica, capacitación en Sistemas de Información Geográfica (SIG), programas de conservación y la integración de SBN entre ellas la restauración de zonas de recarga (FUNCAGUA, 2022).

La mayoría de los FA establecidos en el continente latinoamericano forman parte de la ALAFA. Sin embargo, Aquafondo implementado en 2010, no es parte de esa red, pero comparte desafíos similares a la región de Maneadero como condiciones semiáridas y una presión sobre los recursos hídricos debido al crecimiento demográfico. Su estructura de gobernanza se basa en una asociación civil sin fines de lucro que integra la participación de diversos actores del sector público, privado y la sociedad civil. El fondo impulsa las SBN, entre ellos, proyectos de restauración de ecosistemas (humedales y áreas de recarga hídrica), reforestación y restauración de áreas degradadas así como programas de educación ambiental (Aquafondo, 2024; Hajek et al., 2012; Aquafondo, s. f.).

Cuenca Verde se distingue por su enfoque integral, que incluye actividades de restauración y conservación de ecosistemas estratégicos para la calidad y regulación del agua, a través de SBN. Otros de sus programas incluyen monitoreos de calidad del agua, biodiversidad y paisaje, educación ambiental y programas comunitarios, fortalecimiento de la gobernanza del agua, gestión integral del agua y la biodiversidad y prácticas sostenibles de ganadería. En su informe de gestión anual, menciona que su mecanismo de financiamiento es público-privado integrado por la alcaldía de Medellín, TNC, Coca-Cola, Grupo Argos, Grupo Nutresa entre otras empresas privadas (Cuenca Verde, 2022).

El Fondo Ambiental Metropolitano de Monterrey, anteriormente conocido como Fondo de Agua Metropolitano de Monterrey, es un fondo mexicano con más de una década de experiencia implementando acciones de gestión sostenible. Se dedica a generar y divulgar información científica para incidir en la toma de decisiones en los sectores público y privado sobre temas ambientales. Este fondo ha sabido adaptarse y ampliar su alcance a temas de (agua, aire e infraestructura verde que les da soporte). Una de sus grandes aportaciones es su participación en el modelo regional de seguridad hídrica del estado de Nuevo León, específicamente en el Plan Hídrico de Nuevo León 2025, que incluye la identificación de nuevas cuencas hidrológicas, el análisis del cambio climático y la actualización de los datos sobre la oferta y la demanda de agua (FAMM, 2023).

Cauce Bajío opera en una región con importantes desafíos hídricos, parte de la ALFA funciona mediante la participación de empresas del sector privado y alianzas con instituciones reconocidas. En sus proyectos implementa una combinación de SBN, ciencia y tecnologías avanzadas para la gestión y conservación del agua. Este enfoque involucra a las comunidades en proyectos educativos, de restauración de (ríos y cuerpos de agua), captación de agua de lluvia para uso doméstico, así como la creación de espacios verdes y talleres educativos sobre el agua, y ciencias ciudadanas para el monitoreo de agua. Asimismo, añade otra línea de enfoque de proyectos en donde participa la empresa como campañas de reforestación. Además, trabaja con empresas en campañas de conservación de agua en la agricultura, plantas de tratamiento de aguas residuales. Entre sus colaboradores se encuentran grandes empresas como FEMSA, Grupo Modelo, MARS, PEPSICO, Heineken, Grupo Peñafiel, FLEXI, entre otros (CAUCE BAJÍO, 2020).

Agua capital es una iniciativa destinada a garantizar la seguridad hídrica en la región del valle de México, que integra las SBN como estrategias para enfrentar desafíos hídricos, como la escasez de agua y el cambio climático. Su sistema de gobernanza es participativo y se basa la colaboración entre actores gubernamentales, empresas privadas, organizaciones de la sociedad civil, académicos y sociedad civil. Promueve la toma de decisiones en conjunta para la implementación de estrategias de gestión integral del agua, entre las que se destacan las de restauración de cuencas hidrográficas y proyectos de conservación.

Estos proyectos se financian mediante una combinación de fondos públicos y donaciones, y utiliza Pagos por Servicios Ambientales (PSA) como instrumento financiero para movilizar recursos para la conservación del agua y la restauración de ecosistemas hídricos, garantizando la sostenibilidad del fondo en el tiempo (Agua Capital, s. f.)

Finalmente, Alianza Biocuenca es una iniciativa que promueve la gobernanza del agua mediante la participación de las comunidades locales. Su enfoque está en la protección de los ecosistemas estratégicos para la seguridad hídrica en las cuencas de la región, a través de SBN y proyectos de conservación que benefician tanto al medio ambiente como al bienestar de las comunidades. Entre sus acciones se encuentran la protección de cuerpos y corrientes de agua, reconversión de las prácticas productivas agropecuarias, educación ambiental, el uso eficiente de recurso hídrico, PSA, ecoturismo, monitoreo, restauración ecológica de áreas de importancia ecológica, manejo de zonas erosionadas, servicios relacionados a la gestión integral del recurso hídrico al interior de las empresas (consultorías y asesorías). La alianza ha intervenido en 12,000 hectáreas con acciones de conservación, y ha beneficiado a más de 2023 245,000 personas, en contextos de sequía extrema (Alianza Biocuenca, 2023). Entre sus socios principales se encuentran FEMSA, Luke Oil, Comfa Oriente y Postobón, entre otros.

3.3 Discusión

El análisis de los FA seleccionados revela aspectos importantes sobre su funcionamiento, desde la creación de FONAG, hasta el día de hoy, pues existen 26 fondos en operación, lo que refleja la viabilidad y adaptabilidad del modelo. Los diferentes modelos de gobernanza muestran una tendencia hacia la inclusión e integración de los diversos actores, lo cual tiene la ventaja de proporcionar mayor legitimidad en la toma de decisiones, incorporar diferentes perspectivas y conocimientos, y mejorar la capacidad de respuesta a las necesidades de las comunidades locales. Sin embargo, también existen desafíos como la complejidad en la coordinación de los actores involucrados, los conflictos de interés y el tiempo que es necesario para construir consensos.

En cuanto al mecanismo de financiamiento, la diversidad de los enfoques sugiere que no existe un modelo único exitoso, pero la diversificación de las fuentes de financiamiento es la clave para la sostenibilidad a largo plazo.

Asimismo, los FA que impulsan las SBN requieren de un monitoreo constante para asegurar que estas funcionen adecuadamente. Algunos consideran que la integración con prácticas tradicionales es clave, aunque se necesita mayor investigación sobre la relación costo-beneficio de las diferentes SBN, así como su alcance y escalabilidad en proyectos de conservación.

3.4 Conclusión

El análisis de los Fondos de Agua en América Latina revela que este modelo de gobernanza colaborativa es altamente adaptable y eficaz para enfrentar desafíos relacionados con la seguridad hídrica en contextos de crisis. Cada fondo opera con enfoques personalizados que responden a las particularidades de la región y las necesidades de sus usuarios, lo cual contribuye significativamente a la sostenibilidad de los recursos hídricos y a la participación de actores clave en la toma de decisiones.

En términos de gobernanza, los FA estudiados destacan por su estructura inclusiva, que integra a múltiples sectores, desde el público y privado hasta la sociedad civil, mejorando la legitimidad y sostenibilidad de las intervenciones. No obstante, la complejidad de coordinar intereses y construir consensos entre diversos actores es un desafío constante, especialmente en contextos de alto conflicto hídrico.

En cuanto al financiamiento, la diversificación de las fuentes es una estrategia central en la mayoría de los fondos. La participación del sector privado y de organizaciones internacionales proporciona estabilidad económica, aunque la sostenibilidad a largo plazo depende del compromiso y la renovación de las alianzas en cada región. La mayoría de los FA han implementado Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) con resultados prometedores, demostrando que la restauración de ecosistemas y el manejo integrado del agua son prácticas clave para mitigar los efectos del cambio climático y mejorar la calidad del recurso hídrico. Sin embargo, la necesidad de un monitoreo continuo y estudios de costo-beneficio es fundamental para maximizar el impacto de estas soluciones.

Finalmente, este análisis proporciona importantes lecciones para la creación de un Fondo de Agua en las subcuencas de Maneadero y Las Ánimas. Los aspectos exitosos observados en otros fondos, como la gobernanza inclusiva, la diversificación financiera y el enfoque en SBN, ofrecen una guía. No obstante, será esencial adaptar estas prácticas al contexto local, involucrando activamente a las comunidades y generando estrategias de financiamiento y gobernanza que respondan a las características socioeconómicas y climáticas específicas de la región.

CAPÍTULO 4. PROPUESTA DE FONDO DE AGUA PARA MANEADERO

Este capítulo desarrolla la propuesta para la implementación de un FA adaptado al contexto sociopolítico y ambiental del valle de Maneadero. Con base en los resultados de las entrevistas aplicadas, el análisis comparativo de FA y el diagnóstico de la crisis hídrica en la zona de interés. Este FA es un modelo que promueve la seguridad hídrica y la sostenibilidad de los recursos hídricos en la región su enfoque es el de la gestión sostenible de cuencas hidrográficas.

El objetivo general del Fondo de Agua para las subcuencas de Las Ánimas y Maneadero es el de contribuir a la seguridad hídrica del valle de Maneadero a través del impulso de las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) y mejorar la gobernanza del agua.

4.1 Los objetivos estratégicos

- Asegurar la disponibilidad y calidad del agua subterránea para uso agrícola y urbano a largo plazo.
- Conservar y gestionar los recursos hídricos medianes SBN y prácticas sostenibles
- Contribuir a la seguridad hídrica a través de educación ambiental dirigida usuarios del agua (productores) promoviendo SBN y técnicas innovadoras
- Promover la participación activa de los actores relevantes en la gestión del agua
- Desarrollar un plan de gestión sostenible para las subcuencas de Maneadero y Las Ánimas.

4.2 Las líneas de acción

- Protección y recuperación de áreas de recarga del acuífero, como los arroyos de San Carlos y Las Ánimas
- Implementación de prácticas de restauración ecología para aumentar la infiltración natural del acuífero
- Mejora de la calidad del agua subterránea
- Educación y concientización ambiental a usuarios del agua (productores)

4.3 Mecanismos de financiamiento

Se propone un esquema mixto de financiamiento que incluya principalmente la contribución de los usuarios del agua (productores) del valle agrícola. Asimismo, se pretende contemplar aportes gubernamentales, inversiones del sector privado (industrias), fondos internacionales para la conservación y mecanismos de

compensación ambiental, como los PSA. Un esquema de financiamiento mixto permitirá que el fondo sea flexible asegurando la sostenibilidad a largo plazo, al mismo tiempo que se involucran los diferentes sectores y reduce la dependencia en un solo sector.

Los principales actores que podría invertir en el Fondo son usuarios de agua (productores), arrendadores de tierra, gobierno municipal, sector privado, industrias, empresas establecidas en el valle de Maneadero y ONG's internacionales. Asimismo, sería necesario el análisis de los posibles mecanismos legales y operativos que permiten lograr un aporte económico de los usuarios. Que sea seguros transparentes y que puedan mantenerse a través del tiempo.

4.4 Beneficios esperados

La implementación del Fondo busca generar:

- Recuperación gradual del acuífero
- Mayor seguridad hídrica para la región
- Sostenibilidad de la actividad agrícola
- Mejora en la calidad del agua
- Fortalecimiento de la cohesión social
- Desarrollo de capacidades locales

4.5 Viabilidad y sostenibilidad del FA

La metodología propuesta por The Nature Conservancy (TNC) en colaboración con la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua establece las etapas para la implementación de un FA, que incluyen factibilidad, diseño, creación, operación y consolidación. Sin embargo, debido a limitaciones en el alcance de este estudio, no se cubrieron las etapas, y se priorizó una etapa previa, necesaria para definir la problemática con base en ello se presenta un análisis FODA para evaluar la implementación del FA en las subcuencas de Maneadero y Las Ánimas.

4.6 FODA

A través de la técnica FODA, se evaluaron las fortalezas, las oportunidades, las debilidades y las amenazas de la viabilidad de un Fondo de Agua en las subcuencas de Maneadero y Las Ánimas. La forma visual de un análisis FODA es una matriz de cuatro cuadrantes donde se identifican las características más importantes correspondientes a cada categoría (Huerta, 2020).

Tabla 10. Análisis FODA de viabilidad de un Fondo de Agua en las subcuencas de Maneadero y Las Ánimas.

ANÁLISIS FODA – VIABILIDAD DE UN FONDO DE AGUA	
F O R T A L E Z A S	conciencia colectiva de la creciente crisis hídrica.
	La experiencia de entidades como COTAS que ya actúan como espacios de diálogo y coordinación entre usuarios, puede aprovecharse para integrar a los diferentes actores en la toma de decisiones.
	La relación entre usuarios del agua es buena, son comprometidos trabajan juntos, están dispuestos a participar en el fondo ya que se persigue un beneficio colectivo. Su principal interés es la calidad del agua subterránea lo que se alinea con los objetivos de los FA desarrollar estrategias para mejorar la calidad del agua subterránea.
	Se alinea con las políticas y estrategias nacionales e internacionales en materia de gestión sostenible de los recursos hídricos y conservación ambiental.
	Hay alta relevancia en el sector agrícola. Los productores serían los principales beneficiados directamente en una colaboración con la industria privada se podría invertir con SBN (tratamiento de aguas residuales y restauración de ecosistemas entre otras) así como combinar esto con la implementación de prácticas sostenibles en la agricultura y concientización ambiental para el cuidado del agua.
O P O R T U N I D A D E S	El apoyo internacional que ha aumentado los últimos años: existen programas de cooperación dedicados a la gestión del agua y la conservación de los recursos hídricos con énfasis en zonas vulnerables y deficiencia institucional.
	Organizaciones internacionales como la ALFA aportan recursos, experiencias y tecnología para la implementación de otros FA, reduciendo la presión de financiamiento local y garantizar la sostenibilidad del proyecto. Empresas como FEMSA, TNC, Coca-Cola, Heineken, Modelo y muchas otras se están sumando a estas iniciativas.
	Las SBN no solo benefician el medio ambiente, sino que también pueden reducir costos a largo plazo de utilizar soluciones convencionales al mismo tiempo que contribuyen a la recuperación de los acuíferos.
	La implementación de un FA en el valle de Maneadero podría apoyar en la creación de políticas públicas locales y adecuadas a la situación actual del territorio. La formulación de reglamentos locales que garanticen una gestión eficiente del agua y la protección a acuíferos costeros. El FA podría ser un modelo de gobernanza del agua que sea replicable en otras regiones de Baja California.

D E B I L I D A D E S	La falta de recursos puede limitar la implementación de un FA o bien recursos económicos insuficientes puede afectar a el monitoreo y seguimiento de proyectos de conservación, SBN entre otros.
	La sostenibilidad del FA depende de la capacidad de obtener financiamiento constante y suficiente, por parte de los usuarios del agua especialmente productores, quiénes podrían experimentar fluctuaciones en sus ingresos debido a las condiciones cambiantes del mercado y las condiciones climáticas que influyen en la producción agrícola.
	Usuarios podría mostrar desconfianza en la transparencia y destino de los fondos destinados a un FA.
	Aunque las SBN, son opciones sostenibles, requieren de inversiones iniciales elevadas y un monitoreo constante, los resultados no son inmediatos Lo que puede desmotivar a los inversionistas y contribuyentes. Factores climáticos extremos afectan la efectividad de las SBN, la falta de lluvia reduce la capacidad de la recarga natural del acuífero y limita las reforestaciones o humedales para mejora la calidad del agua.
	Las Descargas de Aguas Residuales afectan la calidad del agua subterránea y el suelo, además de deteriorar los ecosistemas locales. La implementación de tratamientos adecuados es fundamental, pero requiere infraestructura costosa y especializada, además de una normatividad estricta que garantice el cumplimiento y la supervisión constante, por lo que la solución no es inmediata.

A M E N A Z A S	Los cambios en el marco político pueden afectar la continuidad de proyectos ambientales por cambios en las administraciones locales, estatales o federales.
	Sin incentivos claros, como beneficios económicos podría haber poco interés en participar en el FA.
	La falta de visibilidad del fondo puede pasar a segundo plano ya que su prioridad actualmente radica en la problemática de las DAR en los arroyos de Las Ánimas y San Carlos.
	La competencia por el recurso hídrico entre sectores puede llevar a conflictos de interés. Si algunos perciben que el FA favorece a otros o que sus necesidades no son una prioridad, podrían oponerse o restarle apoyo.
	En términos económicos, la demanda de ciertos productos agrícolas puede incidir en que se busque satisfacerlas por encima de los objetivos del FA.

CONCLUSIONES

Principales hallazgos

La crisis hídrica que enfrenta el Valle de Maneadero tiene profundas raíces históricas que se remontan a la década de 1950. Lo que inicialmente se manifestó como una problemática de gestión del agua ha evolucionado gradualmente hasta convertirse en una situación crítica de escasez. Un momento decisivo en esta historia ocurrió en 1959, cuando se formalizó el acuerdo entre el Gobierno de Baja California y los agricultores del Ejido Nacionalista Rodolfo Sánchez Taboada, estableciendo un sistema de intercambio de aguas subterráneas por aguas residuales entre Maneadero y Ensenada, sentando así las bases para la compleja dinámica actual.

El crecimiento poblacional sostenido, junto con el incremento en la demanda de producción agrícola, ha ejercido una presión cada vez mayor sobre los recursos hídricos disponibles. Esta presión se ha traducido en la sobreexplotación del acuífero, agravada por una gestión inadecuada de las aguas residuales. El conflicto fundamental radica en satisfacer las necesidades hídricas urbanas de Ensenada y mantener la viabilidad de las actividades agrícolas en el Valle de Maneadero, todo esto dentro de los límites naturales del acuífero.

Las actividades económicas locales han sufrido alteraciones, particularmente en el sector agrícola, que ha visto disminuida su capacidad productiva. Los ecosistemas muestran signos de estrés hídrico, mientras que el bienestar general de los residentes se ha visto comprometido por la escasez de agua y los problemas asociados a su calidad. Las tensiones entre los diferentes actores sociales y sus necesidades contrapuestas han creado una situación que requiere soluciones integrales y coordinadas. Por tanto, se necesitan estrategias sostenibles que busquen un balance efectivo entre las necesidades urbanas y agrícolas, prestando especial atención a la calidad y tratamiento de las aguas residuales.

Un hallazgo central del análisis es que la calidad del agua, más que su cantidad, emerge como una preocupación primordial para los usuarios. La intrusión marina, consecuencia directa de la sobreexplotación del acuífero, ha deteriorado la calidad del agua disponible, obligando a los agricultores a adoptar medidas costosas como la implementación de sistemas desalación de ósmosis inversa o, en casos extremos, al abandono de sus actividades agrícolas. Esta situación se ve agravada por el hecho de que, a pesar de percibirse un incremento reciente en las lluvias, la recuperación del acuífero no ha sido suficiente para contrarrestar años de extracción excesiva.

La complejidad de la crisis se intensifica por la ausencia de información detallada y actualizada sobre las cuencas. Esta carencia de datos sistemáticos y accesibles representa una barrera para el desarrollo e implementación de estrategias efectivas de gestión y conservación, incluyendo iniciativas como el Fondo de Agua. Esto también limita la capacidad de los actores involucrados para tomar decisiones informadas y desarrollar políticas basadas en evidencia.

Las percepciones divergentes entre los usuarios sobre la naturaleza y gravedad del problema del agua reflejan la complejidad de la situación. Mientras algunos identifican la escasez como el problema principal, otros enfatizan la calidad del agua y la necesidad de sistemas de tratamiento adecuados. Esta diversidad de perspectivas subraya la necesidad de un entendimiento común y una mayor conciencia sobre la interconexión entre los factores que afectan al recurso hídrico.

En el ámbito de la salud pública, existe preocupación por posibles brotes de enfermedades debido a la deficiente calidad de las Aguas Residuales Tratadas (ART), que además afecta a escuelas, asilos y vecinos cercanos a los puntos de descarga. Ambientalmente, el acuífero de Maneadero exhibe sobreexplotación y contaminación, presentando altas concentraciones de SDT que superan los límites permisibles, además de la presencia de contaminantes emergentes. Esta situación también afecta al Estero de Punta Banda, un importante humedal RAMSAR. En el aspecto socioeconómico, la crisis ha impactado la productividad agrícola, obligando a los agricultores a invertir en costosos sistemas de tratamiento de agua, lo que aumenta la desigualdad entre productores. Además, han surgido tensiones entre el sector agrícola y la población urbana por la distribución del agua, mientras se observa un cambio en el control de las tierras agrícolas, con una tendencia hacia el arrendamiento a grandes empresas, lo que podría modificar las prácticas tradicionales de la comunidad.

La implementación del reúso de Aguas Residuales Tratadas (ART) como solución para la demanda de agua de riego, inicialmente prometedora, se ha visto comprometida por el mal funcionamiento de las plantas de tratamiento, generando impactos negativos en el medio ambiente y en la calidad de vida de los residentes. A pesar de esto, los productores agrícolas han mejorado sus prácticas de riego, adoptando sistemas más eficientes como el riego por goteo, aspersión e hidroponía, lo que demuestra conciencia sobre la necesidad de optimizar el recurso hídrico. Si bien existe una disposición para adoptar soluciones no convencionales que se alinean con enfoques sostenibles, muchos usuarios siguen optando por soluciones convencionales como la ósmosis inversa, que, aunque efectiva para obtener agua de calidad aceptable, no representa la opción más sostenible ni económicamente viable a largo plazo.

A nivel institucional, se evidencia una limitada efectividad de CONAGUA en la resolución de problemas locales, mientras que CESPE enfrenta dificultades en la gestión y tratamiento de aguas residuales. Aunque COTAS desempeña un papel fundamental como espacio de diálogo entre usuarios, su capacidad de acción se ve limitada por la centralización de la gestión en CONAGUA y la escasez de recursos económicos.

La academia mantiene una participación activa y goza de la confianza de los usuarios, aunque se reconoce la necesidad de una mayor integración entre sectores. En cuanto a la participación comunitaria, se observa movilización, especialmente a través de iniciativas como "Todos Somos Maneadero", aunque persiste cierto escepticismo sobre la cooperación efectiva. Las relaciones entre usuarios presentan contrastes, con opiniones divididas sobre la calidad de la comunicación y la inclusión en la toma de decisiones.

El marco regulatorio, principalmente basado en la Ley de Aguas Nacionales, se percibe como insuficiente y mal aplicado, con una notable ausencia de políticas públicas locales efectivas y una falta de regulación sobre contaminantes emergentes y gestión de salmuera. Esta situación refleja una brecha entre la regulación formal y la gestión práctica del recurso hídrico a nivel local.

Las soluciones propuestas para abordar la crisis hídrica en el valle de Maneadero abarcan múltiples dimensiones y estrategias. Los entrevistados identificaron nueve propuestas principales que incluyen: 1) el mejoramiento de la infraestructura existente, particularmente de las plantas de tratamiento; 2) la implementación de tecnología avanzada para el tratamiento de aguas residuales, aunque limitada por los altos costos; 3) la creación de reglamentos locales que permitan una gestión más autónoma; 4) el establecimiento de un sistema de monitoreo constante de la calidad del agua; 5) la protección de zonas de captación de agua junto con campañas de concientización; 6) el fomento de la colaboración intersectorial; 7) la continuación de investigaciones y diagnósticos integrales; 8) el ajuste en las tarifas del agua; 9) y el incremento de apoyos gubernamentales. En este contexto, un Fondo de Agua (FA) podría ser un mecanismo efectivo para implementar estas soluciones, ya que facilitaría el financiamiento para infraestructura, apoyaría la adopción de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN), fortalecería los esfuerzos de conservación y promovería la colaboración entre diferentes sectores, contribuyendo así a reducir la presión sobre los recursos hídricos de la región.

El análisis de la disposición de los usuarios para participar en un Fondo de Agua en las subcuencas de Las Ánimas y Maneadero revela un panorama favorable. Los entrevistados mostraron diferentes niveles de apoyo y comprensión del concepto, desde el escepticismo inicial sobre las fuentes de financiamiento hasta el respaldo entusiasta

basado en experiencias previas con iniciativas similares. Destacan opiniones que enfatizan la importancia de separar la gestión gubernamental de la administración directa del fondo, mientras se mantiene su participación en las acciones implementadas. Varios participantes demostraron un compromiso con la causa ambiental, respaldado por inversiones previas en proyectos de conservación, y expresaron su disposición a participar siempre que se evidencie un beneficio colectivo.

La confianza en las instituciones y la percepción de representatividad en el diseño de los programas se identifican como elementos esenciales para asegurar una participación efectiva de las comunidades locales, lo cual se ve favorecido por el fuerte interés existente entre los usuarios del agua, especialmente aquellos ya involucrados en iniciativas de conservación.

Implicaciones del estudio para la gestión hídrica en Maneadero

El análisis destaca que un Fondo de Agua (FA) podría ser una herramienta estratégica para apoyar la conservación del recurso y promover Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN), mejorando la infraestructura de tratamiento y facilitando la colaboración intersectorial. La participación de los usuarios en el diseño y ejecución de este fondo resulta esencial para generar confianza y asegurar su efectividad. Así, el estudio subraya la importancia de una gestión colaborativa e informada para mitigar la sobreexplotación y preservar la calidad del agua en la región.

Futuras líneas de investigación

Para avanzar en la resolución de la crisis hídrica, se recomienda realizar estudios detallados sobre la disponibilidad y calidad del agua en la cuenca, con un enfoque en la evaluación de contaminantes emergentes y sus efectos en la salud pública y el medio ambiente. Investigaciones futuras también deberían explorar los efectos socioeconómicos de la crisis en las relaciones sociales y la actividad agrícola, con énfasis en cómo la transición hacia modelos de producción más sostenibles podría influir en la economía local. Además, resulta esencial estudiar la viabilidad y las implicaciones de implementar un Fondo de Agua en Maneadero, considerando los factores que han contribuido a su éxito en otras regiones.

RECOMENDACIONES

Para establecer un Fondo de Agua (FA) en Maneadero, un primer paso sería desarrollar un diagnóstico exhaustivo del acuífero. Esto permitiría contar con una base de datos sólida y actualizada sobre la calidad y cantidad de agua para una toma de decisiones informada. Sería esencial establecer un sistema de monitoreo continuo, a fin de evaluar la intrusión salina, la sobreexplotación y la presencia de contaminantes emergentes. La disponibilidad de información permitiría transparentar la situación a todos los usuarios.

Promover Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN), como la conservación de suelos y la restauración de vegetación nativa en zonas de recarga, contribuiría a la recarga natural del acuífero y a la preservación de la biodiversidad. Al establecer alianzas con agricultores y el Ejido Rodolfo Sánchez Taboada para implementar prácticas sostenibles en los terrenos agrícolas, se podría fomentar una mayor infiltración de agua y proteger las zonas de captación esenciales para el acuífero.

En cuanto a la gobernanza, el FA debería contar con un sistema inclusivo y participativo que permita la representación equitativa de todos los sectores involucrados, incluyendo representantes del sector agrícola, urbano, académico y ONGs locales. La formación de un consejo directivo y la implementación de reportes periódicos sobre el uso de los recursos del FA generarían confianza entre los usuarios y asegurarían que sus necesidades y perspectivas se integren en las decisiones.

Talleres, foros y campañas de sensibilización sobre la importancia de la conservación del agua y el papel del FA ayudarían a la comunidad a comprender mejor la urgencia de proteger este recurso. Para respaldar estos esfuerzos, el FA podría colaborar con las autoridades locales para desarrollar normativas que incentiven el uso eficiente del agua, regulen actividades con impacto negativo sobre el acuífero y establezcan un manejo adecuado de la salmuera de las tecnologías de desalación. Esto crearía un entorno favorable para las actividades del FA y para la conservación del acuífero.

Finalmente, el FA podría implementar incentivos financieros para facilitar la adopción de tecnologías sostenibles y prácticas eficientes en el uso del agua. Mediante un sistema de incentivos o subsidios para aquellos usuarios que implementen sistemas de riego eficiente, se motivaría la adopción de prácticas sostenibles. Además, los convenios con empresas privadas y donantes ayudarían a asegurar un financiamiento continuo, beneficiando tanto al sector agrícola como a la comunidad en general.

BIBLIOGRAFÍA

- Abell, R., Vigerstol, K., Higgins, J., Kang, S., Karres, N., Lehner, B., Sridhar, A., & Chapin, E. (2019). Freshwater biodiversity conservation through source water protection: Quantifying the potential and addressing the challenges. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(7), 1022-1038. <https://doi.org/10.1002/aqc.3091>
- Agua Capital. (s. f.). *Agua Capital: El Fondo de Agua de la Ciudad de México*. Recuperado 3 de febrero de 2024, de <https://www.fondosdeagua.org/es/los-fondos-de-agua/mapa-de-los-fondos-de-agua/mexico/agua-capital/>
- Aguilar-Barajas, I., Mahlknecht, J., Kaledin, J., Kjellén, M., & Mejía-Betancourt, A. (Eds.). (2015). *Water and Cities in Latin America* (0 ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315848440>
- ALFA. (2023). *Los Fondos de Agua de América Latina*. The Nature Conservancy. <https://www.fondosdeagua.org/es/>
- Alianza Biocuenca. (2023). *Informa de Gestión Fundación Alianza BioCuenca*. <https://www.alianzabiocuenca.org/wp-content/uploads/2024/06/1.INFORME-GESTION-2023-Biocuenca.pdf>
- Aquafondo. (s. f.). *Fondo de Agua para Lima y Callao – AQUAFONDO | Interlace Hub*. Recuperado 5 de noviembre de 2024, de <https://interlace-hub.com/es/fondo-de-agua-para-lima-y-callao-%E2%80%93-aquafondo>
- Aquafondo. (2024). » *Más y mejor agua para Lima: Cada gota cuenta – World Water Council*. <https://aquafondo.org.pe/mas-y-mejor-agua-para-lima-cada-gota-cuenta-world-water-council/>
- Audrey, J. (2019). *Translating Water Fund Payments for Ecosystem Services in the Ecuadorian Andes*. <https://doi.org/10.1111/dech.12542>
- Bayu, T., Kim, H., & Oki, T. (2020). Water Governance Contribution to Water and Sanitation Access Equality in Developing Countries. *Water Resources Research*, 56(4), e2019WR025330. <https://doi.org/10.1029/2019WR025330>
- Bremer, L. L., Auerbach, D. A., Goldstein, J. H., Vogl, A. L., Shemie, D., Kroeger, T., Nelson, J. L., Benítez, S. P., Calvache, A., Guimarães, J., Herron, C., Higgins, J., Klemz, C., León, J., Sebastián Lozano, J., Moreno, P. H., Nuñez, F., Veiga, F., & Tiepolo, G. (2016). One size does not fit all: Natural infrastructure investments within the Latin American Water Funds Partnership. *Ecosystem Services*, 17, 217-236. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.12.006>
- Bremer, L. L., Brauman, K. A., & Echavarría, M. (2023). Toward more equitable ecosystem investment programs—Adaptation and equity are central to the design and functioning of successful water funds. *Conservation Letters*, n/a(n/a), e12974. <https://doi.org/10.1111/conl.12974>
- Bretas, F., Casanova, G., Crisman, T., Embid, A., Martín, L., Miralles, F., & Muñoz, R. (2020). *Agua para el futuro: Estrategia de seguridad hídrica para América Latina y el Caribe*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0002816>
- Cantero, D. S. M. (2014). Teoría fundamentada y Atlas.ti: Recursos metodológicos para la investigación educativa. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 16.

- CAUCE BAJÍO. (2020). *CAUCE BAJÍO REÚNE A SECTORES DE LA SOCIEDAD POR LA SEGURIDAD HÍDRICA DE GUANAJUATO*.
<https://www.fondosdeagua.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/latin-america/caucebajio.pdf>
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (Eds.). (2016). *Nature-based solutions to address global societal challenges*. IUCN International Union for Conservation of Nature. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en>
- CONAGUA. (2023). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Maneadero (0212), Estado de Baja California*.
- CONAGUA. (2024). *ACTUALIZACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE AGUA EN EL ACUÍFERO MANEADERO (0212), ESTADO DE BAJA CALIFORNIA*. PDF.
https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/BajaCalifornia/DR_0212.pdf
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (2012). *Artículo 4° (Reforma 08-02-2012)*. PDF. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- Cory, Z. (2018). *WATER FUNDS fiel guide 2018*.
<https://www.tncmx.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/mexico/Water-Funds-Field-Guide-2018.pdf>
- Cuenca Verde. (2022). *INFORME DE GESTIÓN 2022*. <https://www.cuencaverde.org/wp-content/uploads/2023/04/INFORME-CUENCAVERDE-2022.pdf>
- Daesslé, L. W., Ruiz-Montoya, L., Tobschall, H. J., Chandrajith, R., Camacho-Ibar, V. F., Mendoza-Espinosa, L. G., Quintanilla-Montoya, A. L., & Lugo-Ibarra, K. C. (2009). Fluoride, nitrate and water hardness in groundwater supplied to the rural communities of Ensenada County, Baja California, Mexico. *Environmental Geology*, 58(2), 419-429.
<https://doi.org/10.1007/s00254-008-1512-9>
- Daesslé, L. W., Sánchez, E. C., Camacho-Ibar, V. F., Mendoza-Espinosa, L. G., Carriquiry, J. D., Macías, V. A., Castro, P. G., Daesslé, L. W., Sánchez, E. C., Camacho-Ibar, V. F., Mendoza-Espinosa, L. G., Carriquiry, J. D., Macías, V. A., & Castro, P. G. (2005). *Geochemical evolution of groundwater in the Maneadero coastal aquifer during a dry year in Baja California, Mexico*. 13, 584-595. <https://doi.org/10.1007/s10040-004-0353-1>
- DOF. (2001). *Ley de Desarrollo Rural Sustentable*.
<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LDRS.pdf>
- DOF. (2020). *PROGRAMA NACIONAL HIDRICO 2020-2024*.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609188&fecha=30/12/2020#gsc.tab=0
- Duarte-Abadia, B., Galarza Suarez, L., & Hidalgo-Bastidas, J. P. (2023). Urban-rural water security in water funds? An analysis from power relations, participation and co-creation of knowledge. *JOURNAL OF POLITICAL ECOLOGY*, 30.
<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001098844200018>
- Dupuits, E., Puertas, C., & Balsiger, J. (2023). Knowledges co-creation and water conservation in the Global Souths: An introduction. *Journal of Political Ecology*, 30(1).
<https://doi.org/10.2458/jpe.5797>
- Echeverría, M. (2002). *Financing Watershed Conservation: The FONAG Water Fund in Quito, Ecuador*. Earthscan Publications Ltd.

- El Imparcial. (2023a). Denuncian contaminación en el Arroyo San Carlos de Ensenada | Noticias de Tijuana | El Imparcial. *Denuncian contaminación en el Arroyo San Carlos de Ensenada* | Noticias de Tijuana.
<https://www.elimparcial.com/tij/ensenada/2023/05/10/denuncian-contaminacion-en-el-arroyo-san-carlos-de-ensenada/>
- El Imparcial. (2023b). *Monitoreo arroja altos niveles de contaminación en arroyo de Maneadero* | Noticias de Tijuana | El Imparcial.
<https://www.elimparcial.com/tijuana/ensenada/Monitoreo-arroja-altos-niveles-de-contaminacion-en-arroyo-de-Maneadero-20230516-0022.html>
- El Vigía. (2023). *Colapsan plantas de tratamiento*.
<https://www.elvigia.net/general/2023/3/4/colapsan-plantas-de-tratamiento-412838.html>
- Elizondo, L. S., & Mendoza-Espinosa, L. G. (2020). An analysis of water scarcity in a drought prone city: The case of Ensenada, Baja California, Mexico. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 11(2), 1-55. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2020-02-01>
- FAMM. (2023). *INFORME ANUAL DE ACTIVIDADES*.
https://famm.mx/archivos/Informe_FAMM_2023_rev2.pdf
- Foster, S., & MacDonald, A. (2014). The 'water security' dialogue: Why it needs to be better informed about groundwater. *Hydrogeology Journal*, 22(7), 1489-1492.
<https://doi.org/10.1007/s10040-014-1157-6>
- Frantzeskaki, N. (2019). Seven lessons for planning nature-based solutions in cities. *Environmental Science & Policy*, 93, 101-111.
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.033>
- FUNCAGUA. (2020, marzo 11). <https://funcagua.org.gt/descripcion-general/>
- FUNCAGUA. (2022). *Informe del estado del agua de la Región Metropolitana de Guatemala*. El agua nos une: Guatemala. <https://funcagua.org.gt/2022-informe-del-estado-del-agua-de-la-region-metropolitana-de-guatemala-2022-funcagua-url-uvg-wwf/>
- Gilabert-Alarcón, C., Daesslé, L. W., Salgado-Méndez, S. O., Pérez-Flores, M. A., Knöller, K., Kretzschmar, T. G., & Stumpp, C. (2018). Effects of reclaimed water discharge in the Maneadero coastal aquifer, Baja California, Mexico. *Applied Geochemistry*, 92, 121-139.
<https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2018.03.006>
- Gilabert-Alarcón, C., Salgado-Méndez, S. O., Daesslé, L. W., Mendoza-Espinosa, L. G., & Villada-Canela, M. (2018). Regulatory challenges for the use of reclaimed water in Mexico: A case study in Baja California. *Water (Switzerland)*, 10(10).
<https://doi.org/10.3390/w10101432>
- Gobierno del Estado. (s. f.). *Hidrología*. Hidrología. Recuperado 26 de noviembre de 2023, de <http://baja.gob.mx/estado/Aspectos%20Fisicos/hidrologia.htm>
- Gobierno del Estado. (2022a). *PEDBC 2022-2027*. PDF.
<https://www.bajacalifornia.gob.mx/Documentos/coplade/PED%20BC%20Completo%20110522.pdf>
- Gobierno del Estado. (2022b). *PROGRAMA SECTORIAL DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y RURAL 2022-2027*.
<https://www.bajacalifornia.gob.mx/Documentos/coplade/planeacion/programas/POE-76-CXXIX-Programa%20Sectorial%20Agropecuario.pdf>

- Godinez Madrigal, J., van der Zaag, P., & van Cauwenbergh, N. (2018). A half-baked solution: Drivers of water crises in Mexico. *Proceedings of IAHS*, 376, 57-62. <https://doi.org/10.5194/piahs-376-57-2018>
- Goldman, R., Benitez, S., Calvache, A., Gretchen, D., Kareiva, P., & Ramos, A. (2012). Water funds and payments for ecosystem services: Practice learns from theory and theory can learn from practice | Oryx | Cambridge Core. *Oryx*, 46(1), 56-63.
- Goldman, R. L. (2010). Ecosystem Services: How People Benefit from Nature. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 52(5), 15-23. <https://doi.org/10.1080/00139157.2010.507140>
- González-Acevedo, Z. I., García-Zarate, M. A., & Flores-Lugo, I. P. (2019). Emerging contaminants and nutrients in a saline aquifer of a complex environment. *Environmental Pollution*, 244, 885-897. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.104>
- Grey, D., & Sadoff, C. W. (2007). Sink or Swim? Water security for growth and development. *Water Policy*, 9(6), 545-571. <https://doi.org/10.2166/wp.2007.021>
- Hajek, F., Martínez de Anguita, P., Goldman, R. L., & Wackernagel, M. (Eds.). (2012). *¿Gratis? Los servicios de la naturaleza y cómo sostenerlos en el Perú* (Primera edición). Servicios Ecosistemicos Peru.
- Hernandez, E. M. (2023). *Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN): Nexos energía-agua-alimentación*. Universidad de Alicante.
- Huerta, D. S. (2020). *ANÁLISIS FODA O DAFO*. Bubok.
- IMTA. (2021). Seguridad hídrica en tiempos de sequía. *Perspectivas IMTA*, 2(14). <https://doi.org/10.24850/b-imta-perspectivas-2021-14>
- INEGI. (2021). *Aspectos Geográficos*. Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía; PDF. https://inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen_02.pdf
- INEGI. (2022). *PRODUCTO INTERNO BRUTO POR ENTIDAD FEDERATIVA BAJA CALIFORNIA 2021 PRELIMINAR*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/PIBEF/PIBEF_BC.pdf
- Jiménez, B. (2005). Treatment technology and standards for agricultural wastewater reuse: A case study in Mexico. *Irrigation and Drainage*, 54(S1), S23-S33. <https://doi.org/10.1002/ird.183>
- Joslin, A. (2020). Translating Water Fund Payments for Ecosystem Services in the Ecuadorian Andes. *Development and Change*, 51(1), 94-116. <https://doi.org/10.1111/dech.12542>
- Kauffman, C. M. (2014). Financing watershed conservation: Lessons from Ecuador's evolving water trust funds. *Agricultural Water Management*, 145, 39-49. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.09.013>
- Marcal, J., Antizar-Ladislao, B., & Hofman, J. (2021). Addressing Water Security: An Overview. *Sustainability*, 13(24), Article 24. <https://doi.org/10.3390/su132413702>
- Marín-Muñiz, J. L., Sandoval Herazo, L. C., López-Méndez, M. C., Sandoval-Herazo, M., Meléndez-Armenta, R. Á., González-Moreno, H. R., & Zamora, S. (2023). Treatment Wetlands in Mexico for Control of Wastewater Contaminants: A Review of Experiences during the Last Twenty-Two Years. *Processes*, 11(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/pr11020359>
- Medellín-Azuara, J., Howitt, R. E., Waller-Barrera, C., Mendoza-Espinosa, L. G., Lund, J. R., & Taylor, J. E. (2009). *A CALIBRATED AGRICULTURAL WATER DEMAND MODEL FOR*

- THREE REGIONS IN NORTHERN BAJA CALIFORNIA UN MODELO CALIBRADO DE DEMANDA DE AGUA PARA USO AGRÍCOLA PARA TRES REGIONES EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA*. <http://cee.engr.ucdavis.edu/BajaCALVIN>
- Medellín-Azuara, J., Mendoza-Espinosa, L., Pells, C., & Lund, J. R. (2013). *Pre-Feasibility Assessment of a Water Fund for the Ensenada Region Infrastructure and Stakeholder Analyses*.
- Mishra, B. K., Kumar, P., Saraswat, C., Chakraborty, S., & Gautam, A. (2021). Water Security in a Changing Environment: Concept, Challenges and Solutions. *Water*, 13(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/w13040490>
- OCDE. (2015). *Implementing the OECD Principles on Water Governance: Indicator Framework and Evolving Practices*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264292659-en>
- OECD. (2018). *Implementing the OECD Principles on Water Governance: Indicator Framework and Evolving Practices*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264292659-en>
- Pahl-Wostl, C., Gupta, J., & Petry, D. (2008). Governance and the Global Water System: A Theoretical Exploration. *Global Governance*, 14, 419-435. <https://doi.org/10.2307/27800722>
- PIAME. (2010). *Programa Integral Del Agua del Municipio de Ensenada, B.C.* PDF. https://imipens.org/IMIP_files/PIAME_NOV-2010-2.pdf
- Poliopetro Martínez-Austria, & Patino-Gomez, P. (2012). Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 3(1), 5-20.
- Ramos, G. R. M. (2022). Los Fondos de Agua como ejercicio de gobernanza local y participación ciudadana. *Ciencia Jurídica*, 11(21), Article 21. <https://doi.org/10.15174/cj.v11i21.336>
- Reed, M. S., Graves, A., Dandy, N., Posthumus, H., Hubacek, K., Morris, J., Prell, C., Quinn, C. H., & Stringer, L. C. (2009). Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. *Journal of Environmental Management*, 90(5), 1933-1949. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.01.001>
- Restrepo-Ochoa, D. A. (2013). *La Teoría Fundamentada como metodología para la integración del análisis procesual y estructural en la investigación de las Representaciones Sociales*.
- Rogers, P. (2003). *Effective water governance*. Global water partnership.
- Sadoff, C., & Muller, M. (2009). *La Gestión del Agua, la Seguridad Hídrica y la Adaptación al Cambio Climático: Efectos Anticipados y Respuestas Esenciales*. Tec Background Papers; PDF. <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/14-water-management-water-security-and-climate-change-adaptation.-early-impacts-and-essential-responses-2009-spanish.pdf>
- Sadoff, C. W., Grey, D., & Borgomeo, E. (2020). *Water security*. <https://hdl.handle.net/10568/108391>
- Schiaffini-Aponte, R., Soto-Ramírez, M., Pérez, M. Á. V., & Linares-Fleites, G. (2024). Del estrés a la escasez hídrica: Su impacto en la paz y el desarrollo global. *Revista Latinoamericana de Derechos Humanos*, 35(1), Article 1. <https://doi.org/10.15359/rldh.35-1.7>
- SEMARNAT. (2015). *PROY-NOM-013-CONAGUA/SEMARNAT-2015: Especificaciones y requisitos para las obras de toma y descarga en plantas desalinizadoras o procesos que*

- generen aguas de rechazo salobres o salinas. DOF; PDF.
https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/infraestructurahidraulica/Normas/Seguimiento_CMIC_en_las_Normas/NOM_3_Plantas_Desalinizadoras/15_reunion/PROY-NOM-013-CONAGUA-2015%20c.pdf
- SEMARNAT. (2022). *NOM-001-SEMARNAT-2021: Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación*. DOF.
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5645374&fecha=11/03/2022#gsc.tab=0
- Teo, F. Y., Aziz, F., Di Francesco, S., & Förster, K. (2023). Editorial: Potential and limitations of Nature-based Solutions (NbS) to global water challenges. *Frontiers in Water*, 5.
<https://doi.org/10.3389/frwa.2023.1278462>
- Thinknature, Mesimäki, M., & Lehvävirta, S. (2019). *ThinkNature Nature-Based Solutions Handbook*. European Union. <https://doi.org/10.26225/jerv-w202>
- UNESCO. (2018). *Las Soluciones basadas en la naturaleza (SbN) y el agua—UNESCO Biblioteca Digital*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261605_spa
- UNESCO. (2022). *Groundwater management*.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380755>
- United Nations. (2023). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. United Nations.
<https://doi.org/10.18356/9789210024938>
- UN-Water. (2013). *Water Security and the Global Water Agenda*. UN-Water.
<https://www.unwater.org/publications/water-security-and-global-water-agenda>
- UN-Water. (2021). *Resumen actualizado de 2021 sobre los progresos en el ODS 6: Agua y saneamiento para todos*.
https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2021/12/SDG-6-Summary-Progress-Update-2021_Version-July-2021_SP.pdf
- Vallejos, M., Aguiar, S., Perez, M., Ligier, D., Huykman, N., Casariego, H., & Papagno, S. (2015a). *Capítulo 7: Análisis Social para el Ordenamiento Territorial Rural* (p. 18).
- Vallejos, M., Aguiar, S., Perez, M., Ligier, D., Huykman, N., Casariego, H., & Papagno, S. (2015b). *Capítulo 7: Análisis Social para el Ordenamiento Territorial Rural* (p. 18).
- Villada-Canela, M., Camacho-López, R., & Muñoz-Pizza, D. (2019). *The Socio-Ecological Systems Approach to Research the Integrated Groundwater Management in an Agricultural Dryland in Mexico* (pp. 79-95). https://doi.org/10.1007/978-3-030-22464-6_5
- Villada-Canela, M., Muñoz-Pizza, D. M., García-Searcy, V., Camacho-López, R., Daesslé, L. W., & Mendoza-Espinosa, L. (2021). Public participation for integrated groundwater management: The case of manadero valley, baja california, mexico. *Water (Switzerland)*, 13(17). <https://doi.org/10.3390/W13172326>
- Vogl, A. L., Goldstein, J. H., Daily, G. C., Vira, B., Bremer, L., McDonald, R. I., Shemie, D., Tellman, B., & Cassin, J. (2017). Mainstreaming investments in watershed services to enhance water security: Barriers and opportunities. *Environmental Science & Policy*, 75, 19-27. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.05.007>
- Wiegant, D., Bakx, J., Flohr, N., van Oel, P., & Dewulf, A. (2022). Ecuadorian water funds' use of scale-sensitive strategies to stay on course in forest and landscape restoration governance. *Journal of Environmental Management*, 311, 114850.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114850>

- Woodhouse, P., & Muller, M. (2017). Water Governance—An Historical Perspective on Current Debates. *World Development*, 92, 225-241.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.11.014>
- Zúñiga-Violante, E., Daesslé, L. W., Camarena-Ojinaga, M. L., Gutiérrez-Galindo, E. A., Arellano-García, M. E., Lagos, de B. C. B. Z. L., & Dorado, C. C. V. (2014). *Distribution of organic and inorganic pollutants in the agricultural valley of Maneadero, Baja California, Mexico*.

ANEXO 1



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
OCEANOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN AMBIENTAL



GUION DE ENTREVISTA

Nombre: _____

Fecha: ____/____/____ Hora: _____ Edad: _____

Antes de comenzar, quiero asegurarle que su privacidad es una prioridad. Todos los datos que me proporcione durante esta entrevista serán tratados con la máxima confidencialidad y solo se utilizarán con fines de académicos.

Mi nombre es Osiriss Cruz Ruvalcaba, soy estudiante de la Universidad Autónoma de Baja California, Especialidad en Gestión Ambiental. Actualmente estoy trabajando en una investigación que tiene como objetivo elaborar una propuesta para crear un Fondo de Agua en la subcuenca Maneadero-Las Ánimas. El propósito de esta entrevista es recopilar información valiosa que me ayude en mi investigación, agradezco mucho su tiempo y disposición para compartir sus conocimientos y experiencias.

3. ¿Ha notado algún cambio en la disponibilidad de agua en los últimos años?, ¿algunas fuentes se han secado o los niveles han bajado?

4. ¿Qué tan frecuentes son las sequías en su región y cómo afectan sus cultivos?

5. ¿Cómo percibe que ha cambiado el clima en su región en los últimos años?, ¿cree que estas variaciones del clima están afectando el suministro y la calidad del agua en la comunidad?

6. ¿Cómo cree que estos problemas impactan en la comunidad y en el medio ambiente que lo rodea?

7. ¿De dónde proviene el agua que utiliza para regar sus cultivos (o el agua que usa para su actividad económica y doméstica)?

8. ¿Cree que habrá suficiente agua para satisfacer las necesidades de la comunidad y la producción agrícola a largo plazo?

9. ¿Qué opina sobre la manera en que se gestiona el agua en Maneadero?, ¿se siente representado o involucrado en la toma de decisiones con respecto a la gestión del agua?

10. ¿Qué instituciones o autoridades locales/regionales son responsables de la gestión del agua en su área?

11. ¿Participa usted o la comunidad agrícola local en la toma de decisiones sobre la gestión del agua?, ¿de qué manera?

12. ¿Conoce si hay algunos programas o subsidios gubernamentales para apoyar la eficiencia hídrica o la adopción de tecnologías de riego?

13. ¿Qué importancia le da a la conservación del agua en su vida, en su hogar y en su trabajo?

14. ¿Hay conflictos o competencia con otros usuarios por el acceso al agua en su región?

15. ¿Cómo afectan las políticas gubernamentales, subsidios o regulaciones al uso y manejo del agua en su región?

16. ¿Ha realizado cambios en su día a día de consumo de agua para reducir el uso?, de ser así, ¿qué medidas prácticas ha implementado para preservar el agua?

17. ¿Qué prácticas utiliza para el uso eficiente del agua, como sistemas de riego por goteo o recolección de agua de lluvia?

18. ¿Qué tecnologías o prácticas innovadoras conoce que puedan ayudar a ahorrar agua en la agricultura y cuáles de esas tecnologías o prácticas le gustaría que se implementaran por parte de los agricultores?

19. ¿Cómo se regula y monitorea el uso del agua por parte de los agricultores?

20. ¿Ha escuchado algo sobre los Fondos de Agua, como enfoque para abordar los problemas de agua?

Explicación breve de lo que es un *Fondo de Agua*:

Un Fondo de Agua (FA) es una iniciativa que reúne recursos para proteger el agua a largo plazo. Estos FA financian acciones para conservar el agua a través de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) que son acciones simples que se inspiran en los procesos naturales para mejorar el manejo del agua y hacerlo más sostenible, las SbN son clave para enfrentar el cambio climático y garantizar el suministro de agua en las comunidades.

21. ¿Esto le ayuda a tener una idea general de lo que es un Fondo de Agua?

22. Ahora que tiene la idea básica de lo que es un Fondo de Agua, ¿Qué opina sobre la idea de implementar un Fondo de Agua en Maneadero como una solución para abordar los problemas de agua en la región?

23. ¿Qué tipo de mejoras le gustaría ver como resultado de la implementación de un Fondo de Agua? (calidad, equidad, distribución, cantidad, entre otros)

24. ¿Cómo cree que podríamos informar mejor a la comunidad sobre qué es y cómo funciona un Fondo de Agua para que participen?

25. ¿Estaría dispuesto a participar en reuniones comunitarias para discutir la implementación de un Fondo de Agua?, o de alguna otra manera?

27. ¿Hay algo más que le gustaría añadir sobre la situación del agua en el valle de Maneadero?

ANEXO 2



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
OCEANOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN AMBIENTAL



GUION DE ENTREVISTA

Nombre: _____

Fecha: ____/____/____ Hora: _____ Edad: _____

Antes de comenzar, quiero asegurarle que su privacidad es una prioridad. Todos los datos que me proporcione durante esta entrevista serán tratados con la máxima confidencialidad y solo se utilizarán con fines de académicos.

Mi nombre es Osiriss Cruz Ruvalcaba, soy estudiante de la Universidad Autónoma de Baja California, Especialidad en Gestión Ambiental. Actualmente estoy trabajando en una investigación que tiene como objetivo elaborar una propuesta para crear un Fondo de Agua en la subcuenca Maneadero-Las Ánimas. El propósito de esta entrevista es recopilar información valiosa que me ayude en mi investigación, agradezco mucho su tiempo y disposición para compartir sus conocimientos y experiencias.

1. ¿Cuál es su área de especialización en relación con los recursos hídricos?
2. ¿Podría describir la situación actual de la problemática del agua en el valle de Maneadero, incluyendo aspectos como disponibilidad, calidad y demanda?
3. ¿Cómo afectan los contaminantes a los ecosistemas acuáticos como el estero?
4. ¿Se monitorea regularmente la calidad del agua y se compara con estándares de calidad?
5. ¿Cuáles son los principales desafíos a los que se enfrenta el valle en términos de gestión del agua, desde su perspectiva?
6. Considerando la situación en el valle de Maneadero, podría compartir su punto de vista acerca de ¿cómo ha evolucionado esta situación a lo largo del tiempo y cuáles considera que han sido los factores principales que contribuyen a que la problemática persista?
7. ¿Qué impacto tiene las variaciones climáticas/el cambio climático en la problemática del agua en el valle de Maneadero?
8. ¿Considera que las políticas públicas actuales son efectivas para abordar los problemas de agua en la región?
9. ¿Cuáles son posibles soluciones para mejorar la disponibilidad y calidad del agua en el valle de Maneadero?
10. ¿Qué estrategias o medidas considera que se han implementado con éxito para mitigar la problemática del agua en el valle de Maneadero?
11. ¿Qué tecnologías innovadoras podrían aplicarse para optimizar el uso del agua en el valle de Maneadero?
12. ¿Cuál es el papel de la educación ambiental en la promoción de prácticas sostenibles en el uso del agua?
Explicación breve de lo que es un Fondo de Agua:
Un Fondo de Agua (FA) es una iniciativa que reúne recursos para proteger el agua a largo plazo. Estos FA financian acciones para conservar el agua a través de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) que son acciones simples que se inspiran en los procesos naturales para mejorar el manejo del agua y hacerlo más sostenible, las SbN son clave para enfrentar el cambio climático y garantizar el suministro de agua en las comunidades.
13. Ahora que conoce el concepto de Fondos de Agua, ¿cuál es su opinión sobre la viabilidad de crear un Fondo de Agua en el valle de Maneadero para abordar los problemas de la región?
14. ¿Cree que su experiencia y conocimientos podrían contribuir de manera significativa a los objetivos de conservación de agua en un Fondo de Agua en el valle de Maneadero?
15. ¿Qué tipos de iniciativas o proyectos le gustaría ver financiados a través de un Fondo de Agua en el valle de Maneadero?, ¿tiene alguna idea o propuesta específica que le gustaría compartir?
16. Finalmente, ¿le gustaría añadir algo sobre la problemática del agua en el valle de Maneadero?, o bien ¿alguna sugerencia para la implementación de un Fondo de Agua?

ANEXO 3.

Tema asociado	Preguntas elaboradas
Contexto y percepción de la problemática hídrica en el valle de Maneadero	¿Podría contarme un poco sobre usted? (edad, ocupación, ubicación, tiempo de residir en el valle de Maneadero), ¿Se encuentra usted familiarizado con la situación del agua en el Valle de Maneadero?
	¿Cuáles considera que son los principales desafíos o problemas relacionados con el agua en el valle de Maneadero y sus alrededores?
	¿Ha notado algún cambio en la disponibilidad de agua en los últimos años?, ¿algunas fuentes se han secado o los niveles han bajado?
	¿Qué tan frecuentes son las sequías en su región y cómo afectan sus cultivos?
	¿Cómo percibe que ha cambiado el clima en su región en los últimos años?, ¿cree que estas variaciones del clima están afectando el suministro y la calidad del agua en la comunidad?
	¿Cómo cree que estos problemas impactan en la comunidad y en el medio ambiente que lo rodea?
Disponibilidad del agua	¿De dónde proviene el agua que utiliza para regar sus cultivos (o el agua que usa para su actividad económica y doméstica)?
	¿Cree que habrá suficiente agua para satisfacer las necesidades de la comunidad y la producción agrícola a largo plazo?
Manejo del agua	¿Qué opina sobre la manera en que se gestiona el agua en Maneadero?, ¿se siente representado o involucrado en la toma de decisiones con respecto a la gestión del agua?
	¿Qué instituciones o autoridades locales/regionales son responsables de la gestión del agua en su área?
	¿Participa usted o la comunidad agrícola local en la toma de decisiones sobre la gestión del agua?, ¿de qué manera?
	¿Cómo afectan las políticas gubernamentales, subsidios o regulaciones al uso y manejo del agua en su región?
	¿Cómo se regula y monitorea el uso del agua por parte de los agricultores?
	¿Conoce si hay algunos programas o subsidios gubernamentales para apoyar la eficiencia hídrica o la adopción de tecnologías de riego?
Tecnologías y prácticas	¿Hay conflictos o competencia con otros usuarios por el acceso al agua en su región?
	¿Qué importancia le da a la conservación del agua en su vida, en su hogar y en su trabajo?
	¿Ha realizado cambios en su día a día de consumo de agua para reducir el uso?, de ser así, ¿qué medidas prácticas ha implementado para preservar el agua?
	¿Qué prácticas utiliza para el uso eficiente del agua, como sistemas de riego por goteo o recolección de agua de lluvia?
Fondos de Agua	¿Qué tecnologías o prácticas innovadoras conoce que puedan ayudar a ahorrar agua en la agricultura y cuáles de esas tecnologías o prácticas le gustaría que se implementaran por parte de los agricultores?
	¿Ha escuchado algo sobre los Fondos de Agua, como enfoque para abordar los problemas de agua?
	¿Esto le ayuda a tener una idea general de lo que es un Fondo de Agua?
	Ahora que tiene la idea básica de lo que es un Fondo de Agua, ¿Qué opina sobre la idea de implementar un Fondo de Agua en Maneadero como una solución para abordar los problemas de agua en la región?
	¿Qué tipo de mejoras le gustaría ver como resultado de la implementación de un Fondo de Agua? (calidad, equidad, distribución, cantidad, entre otros)
	¿Cómo cree que podríamos informar mejor a la comunidad sobre qué es y cómo funciona un Fondo de Agua para que participen?
	¿Estaría dispuesto a participar en reuniones comunitarias para discutir la implementación de un Fondo de Agua?, o de alguna otra manera?
	¿Hay algo más que le gustaría añadir sobre la situación del agua en el valle de Maneadero?