



UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ciencias Sociales

Posgrado Integral en Ciencias Sociales

**Análisis de los Sistemas socioecológicos de la microcuenca de
Banámichi para la conservación del recurso hídrico y el abastecimiento de
agua potable**

Tesis para obtener el grado de

Maestro en Ciencias Sociales

en la línea de investigación en Globalización y Sustentabilidad

Presenta

Durazo Gálvez Francisco Martín

Director:

Dr. Héctor Vega Deloya

Hermosillo, Sonora, noviembre de 2022

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

**ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS DE LA MICROCUENCA DE
BANÁMICHÍ PARA LA CONSERVACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO Y EL
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

TESIS

Que para obtener el grado de:

Maestro en Ciencias Sociales

en la línea de investigación en Globalización y Sustentabilidad

PRESENTA

Durazo Gálvez Francisco Martín

DIRECTOR:

Dr. Héctor Vega Deloya

LECTORES:

Dra. Alicia del Carmen Hernández Villa

Dr. Rolando Enrique Díaz Caravantes

Dr. Jesús Ángel Enríquez Acosta

Hermosillo, Sonora, noviembre de 2022

Hermosillo, Sonora, a 14 de noviembre de 2022.

Dr. José Guadalupe Rodríguez Gutiérrez
Coordinador de la Maestría en Ciencias Sociales
División de Ciencias Sociales
Universidad de Sonora

Con la presente me permito informar a Usted que el trabajo de tesis de Maestría titulado "**Análisis de los Sistemas socioecológicos de la microcuenca de Banámichi para la conservación del recurso hídrico**" fue desarrollado por el estudiante del Posgrado en Ciencias Sociales, **Durazo Gálvez Francisco Martín**, con número de expediente **215218630**, cumple con los requisitos teóricos- metodológicos de un trabajo de investigación y puede presentarse para ser sustentado y defendido en su examen de obtención de grado de Maestría en Ciencias Sociales.

Por lo anterior, nos permitimos solicitarle se proceda con las gestiones administrativas conducentes para la programación de la fecha de examen de defensa de grado.

Agradeciendo de antemano la atención que sirva prestar a la presente, quedo a sus apreciables órdenes.

Cordialmente



Dr. Héctor Vega Deloya
Director de tesis



Dra. Alicia del Carmen Hernández Villa
Lectora



Dr. Jesús Ángel Enriquez Acosta
Lector



Dr. Rolando Enrique Díaz Caravantes
Lector externo

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca proporcionado durante estos dos años, con el número de apoyo 774562, el cual me permitió realizar este trabajo de investigación. De igual manera, al Posgrado Integral en Ciencias Sociales (PICS) de la Universidad de Sonora por la formación académica recibida.

Agradezco al Dr. Héctor Vega Deloya por la dirección de este trabajo, por sus comentarios y línea de investigación sugerida. De manera especial agradezco a cada uno de los integrantes del comité lector, al Dr. Jesús Ángel Enríquez por sus aportaciones al trabajo; a la Dra. Alicia del Carmen Hernández Villa por sus asesorías, orientaciones y aportaciones al documento; y finalmente agradezco enormemente al Dr. Rolando Díaz Caravantes por su acompañamiento, orientación, asesorías, consejo y motivación para retomar el tema del río Sonora, y por la amistad y experiencias académicas y laborales que me ha compartido. Gracias a cada uno por sus valiosas aportaciones.

Agradezco a la creación, a la naturaleza, a la Fuerza del universo, y a Dios por la vida y por hacerse presente a través de los demás. Agradezco a todas las personas que de una u otra manera fueron parte de este proceso, a mis amigos, familiares y a mis primeros estudiantes del Colegio Yolanda Andrade, gracias. De manera especial agradezco a los habitantes de Banámichi, a los que me permitieron entrevistarlos y que me dieron la confianza de pasar a sus hogares; de igual manera, a las autoridades que se dieron el tiempo para responder a mis interrogantes. Gracias también al equipo que me apoyo en levantar los datos de campo, que anduvieron recorriendo el pueblo junto conmigo, gracias por su participación.

DEDICATORIA

*A la comunidad de Banámichi, que me permitió conocer sus hogares y ser parte de
esta investigación*

A los habitantes del río Sonora

A mi madre que me acompaña desde el cielo

A mi familia

“Las personas deben sentir que el mundo natural es importante, valioso, hermoso, maravilloso y una sorpresa y un placer. Muchas personas están haciendo lo que pueden. Pero el verdadero éxito sólo puede producirse si hay un cambio en nuestra sociedad, en nuestra economía y en nuestra política.”

David Attenborough

“Tengo un sueño, un solo sueño, seguir soñando. Soñar con la libertad, soñar con la justicia, soñar con la igualdad y ojalá ya no tuviera necesidad de soñarlas”

Martín Luther King

Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1. Acerca de la investigación.....	6
1.1 Descripción del problema.....	7
1.2 Objetivo de la investigación.....	9
1.3 Preguntas de investigación.....	9
1.4 Hipótesis.....	10
1.5 Justificación.....	11
1.6 Delimitación de estudio.....	12
1.7 Limitaciones de estudio.....	12
Capítulo 2. Marco teórico-conceptual.....	14
2.1 Sistemas socioecológicos.....	15
2.1.1 Marco de análisis de los SSE.....	19
2.1.2 SSE y resiliencia.....	25
2.2 Desastre y riesgo.....	28
2.3 Amenaza y vulnerabilidad.....	30
2.4 Enfoque interdisciplinar.....	34
2.4.1 Modelo interdisciplinar.....	36
Capítulo 3. Estado del arte.....	40
Capítulo 4. Contextual.....	47
4.1 Característica de la cuenca del río Sonora.....	47
4.1.1 Acuíferos de la cuenca del río Sonora.....	48
4.1.2 Demografía de la cuenca del río Sonora.....	53
4.1.3 Economía regional.....	54
Capítulo 5. Metodología.....	56
5.1 Paradigma de estudio.....	56
5.2 Enfoque de estudio.....	57
5.3 Enfoque sistémico.....	59

5.4	Proceso de investigación.....	60
5.5	Problema	63
5.6	Indicadores y fuentes de información	64
5.6.1.1	Indicadores-Dimensión del Sistema Ecológico.....	64
5.6.1.2	Indicadores-Dimensión Sistema Social.....	66
5.6.1.3	Indicadores-Dimensión Sistema de Gobernanza.....	67
5.6.1.4	Indicadores-Dimensión Infraestructura.....	69
5.7	Instrumentos.....	70
5.7.1	Población de estudio.....	70
5.7.2	Validación de los instrumentos	72
5.7.3	Entrevista semiestructurada.....	73
5.7.4	Encuesta.....	76
5.7.5	Trabajo de campo	77
5.8	Metodología Balance Hídrico	78
6	Resultados.....	84
6.1	Caracterización de la unidad de recurso	84
6.1.1	Característica de la microcuenca	84
6.1.2	Vegetación	87
6.1.3	Precipitación y temperatura	90
6.2	Usos del agua	92
6.3	Balance hídrico	101
6.4	Caracterización del sistema socioecológico.....	107
6.4.1	Demografía del municipio de Banámichi.....	107
6.4.2	Característica de Banámichi	108
6.4.3	Actores.....	114
6.4.3.1	Percepción de la vulnerabilidad sociohídrica.....	118
6.4.3.2	Participación de los actores en el sistema	126
6.4.4	Gobernanza.....	131
6.4.4.1	Sistema político Institucional.....	131

7. Conclusiones.....	142
Referencia.....	152
Anexo 1 Cuestionario.....	163
Anexo 2 Entrevista.....	168
Anexo fotográfico.....	171

Índice de figuras

Figura 1. Sistemas termodinámicos.....	14
Figura 2. Sistemas socioecológicos.....	18
Figura 3. Principales subsistemas en el marco de análisis de los SSE.....	19
Figura 4. Principales subsistemas en el marco de análisis de los SSE aplicado a la microcuenca de Banámichi.....	20
Figura 5. Componentes del riesgo y relación con SSE.....	33
Figura 6. Modelo interdisciplinar con base en el enfoque de SSE de Ostrom.....	37
Figura 7. Modelo de decisiones y acción pública.....	39
Figura 8. Publicaciones en la base de datos Scopus sobre las áreas de estudio relacionadas con los SSE.....	42
Figura 9. Proceso cualitativo.....	60
Figura 10. Fases de la entrevista.....	75
Figura 11. Estructura jerárquica de la cuenca.....	79
Figura 12. Diagrama general del BH.....	80
Figura 13. Esquema general de la metodología del BH.....	81
Figura 14. Sitios característicos de Banámichi.....	111
Figura 15. Participación de actores en la microcuenca.....	127
Figura 16. Redes de código – autoridad responsable del agua 2.....	135
Figura 17. Redes de código – autoridad responsable del agua 1.....	140

Índice de tablas

Tabla 1. Variables por subsistema o dimensión de los SSE.....	22
---	----

Tabla 2. Dimensiones e indicadores considerados en este estudio.....	24
Tabla 3. Condiciones de los acuíferos de la cuenca del río Sonora.....	51
Tabla 4. DMA de los acuíferos de la cuenca del río Sonora 2010-2020.....	52
Tabla 5. Total de habitantes por cada municipio 2005-2020	53
Tabla 6. Contexto regional río Sonora	54
Tabla 7. Dimensión, indicadores y fuentes de información	64
Tabla 8. Característica del cauce principal de la microcuenca.....	87
Tabla 9. Uso de suelo y tipo de vegetación	88
Tabla 10. Estaciones climatológicas en operación de la microcuenca	92
Tabla 11. Uso del agua en la microcuenca	94
Tabla 12. Relación del porcentaje de volumen extraído por municipio de la microcuenca.....	97
Tabla 13. Concesiones de agua por metro cúbico anual de 1990 a 2022	98
Tabla 14. Porcentaje de agua destinado para la actividad minera	101
Tabla 15. Interpretación BH	103
Tabla 16. Clasificación del IA.....	104
Tabla 17. IA de la microcuenca de Banámichi.....	105
Tabla 18. IEH	106
Tabla 19. IEH de la microcuenca	106
Tabla 20. Población general de la microcuenca	108
Tabla 21. Población con derecho a servicio médico	113

Índice de mapas

Mapa 1. Subcuencas pertenecientes a la cuenca del río Sonora.....	48
Mapa 2. Acuíferos de la cuenca del río Sonora.....	50
Mapa 3. Elevación de la microcuenca	86
Mapa 4. Vegetación y uso de suelo de la microcuenca	89
Mapa 5. Ubicación de los municipios dentro de la microcuenca	96
Mapa 6. Ubicación de la infraestructura del agua	99
Mapa 7. BH de la microcuenca	102

Mapa 8. Ubicación del municipio de Banámichi	109
--	-----

Índice de gráficas

Gráfica 1. Precipitación anual de la microcuenca	91
Gráfica 2. Volumen de extracción a nivel de microcuenca	95
Gráfica 3. Pirámide poblacional de la localidad de Banámichi.....	112
Gráfica 4. Características de los encuestados	114
Gráfica 5. Percepción de los principales problemas en la comunidad	115
Gráfica 6. Principal fuente de consumo de agua	117
Gráfica 7. Abastecimiento de agua para bañarse.....	119
Gráfica 8. Porcentaje de personas que consideran muy importante el recurso para cada actividad.	121
Gráfica 9. Percepción del agua en la población de Banámichi	122
Gráfica 10. Percepción sobre la calidad del agua.....	123
Gráfica 11. Percepción de los agropecuarios a partir de los siguientes enunciados.....	124
Gráfica 12. Percepción sobre la principal fuente de contaminación del agua.....	126
Gráfica 13. Percepción sobre la participación de las diferentes dependencias en la comunidad	129
Gráfica 14. Percepción de la comunidad con el servicio y participación.....	130

Índice de fotografías

Fotografía 1. Equipo de trabajo	171
Fotografía 2. Levantamiento de datos	172
Fotografía 3. Canal de riego	173
Fotografía 4. Infraestructura eléctrica del pozo.....	173
Fotografía 5. Pozo de agua	174
Fotografía 6. Planta potabilizadora.....	175
Fotografía 7. Instalación de toma de agua.....	176
Fotografía 8. Toma de agua tipo garza	177

Introducción

Si bien es cierto, una gran parte del planeta está cubierta por agua, los recursos hídricos disponibles para el consumo humano son limitados y están distribuidos geográficamente de manera desigual, tanto en tiempo como en espacio; además, mucho del recurso es desperdiciado, contaminado y manejado de manera insostenible. En América Latina, la situación es alarmante, pues en algunas regiones está muy marcada la desigualdad de accesibilidad y esto contribuye a la falta de acceso al agua potable, debido a la falta de infraestructura necesaria para tomar agua de los ríos y acuíferos (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2019).

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019) indicó que la escasez de agua ocurre incluso en lugares donde existen mayores precipitaciones o se cuenta con mayores recursos de agua dulce, pero la forma en que se utiliza y distribuye no hace posible satisfacer las necesidades de consumo en el hogar, la industria, la agricultura, o las de la población en general. Asimismo, se predice un escenario desalentador, dado que, para el año 2050, se estima que alrededor del 25 % de la población podría vivir en países o zonas donde exista escasez absoluta de agua, sin acceso a la cantidad y la calidad necesaria para el consumo humano.

La escasez de agua es un fenómeno natural, pero también uno inducido por los seres humanos; por ello, la crisis de la escasez del agua no solo se estudia desde la dimensión natural, sino también desde la social. Mehta (2007) mencionó que los elementos socioculturales influyen en la configuración de la escasez del recurso hídrico. El agua

constituye una necesidad primordial para el desarrollo integral de las poblaciones humanas; sin embargo, ya no es un recurso abundante y disponible en cantidad y calidad (ONU, 2019).

En México, la mayor demanda de agua es para uso agrícola (76 %), seguido del abastecimiento público (14.4 %), la energía eléctrica –excepto la hidroeléctrica– (4.7 %), y la industria (5 %). Esto ha ocasionado la sobreexplotación y la contaminación de los recursos hídricos, y tal panorama ha llevado a que las personas utilicen fuentes contaminadas para beber, lo que perjudica directamente su salud (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2018). Los Gobiernos locales y usuarios enfrentan un enorme reto para diseñar e implementar nuevos modelos de gestión integral de cuencas que aseguren la calidad y el abasto de agua necesarios para sus comunidades y generaciones futuras (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco], 2018).

El estado de Sonora presenta una gran diversidad de ecosistemas, debido a su ubicación geográfica y extensión territorial. Dicha diversidad alberga distintos tipos de flora que va desde la vegetación costera hasta los bosques. La escasa precipitación del estado de Sonora y el aumento en la demanda de agua de sus distintas comunidades se han reflejado en una excesiva extracción de agua subterránea. La disponibilidad de agua en el Estado se ha visto afectada de forma decreciente en las últimas décadas. Otro problema derivado de la escasez de agua se presenta en la zona costera, donde una de las actividades importantes es la agricultura; en este contexto de estrés hídrico, los acuíferos son sobreexplotados, lo que provoca la intrusión salina (Romo et al., 2014).

La demanda de agua es un problema frecuente con características particulares, depende mucho de la ubicación en el estado de Sonora, para identificar el principal problema del recurso hídrico. A manera de ejemplo, la zona costera del Estado (Costa de Hermosillo). Presenta el problema de la sobreexplotación de los acuíferos, y esto provoca a su vez otro problema como la intrusión salina, que afecta los campos agrícolas ocasionando la desertificación y abandono de los campos agrícolas derivados de la intrusión salina (Romo et al., 2014). Ahora, si nos vamos a la parte sureste del Estado se encuentra la cuenca del río Yaqui, donde encontramos otro problema relacionado con el agua, como es la contaminación por metales pesados y la utilización de pesticidas y fertilizantes químicos utilizados en la agricultura, desechos que van sin ningún tratamiento a los escurrimientos superficiales.

Uno de los problemas en el área de estudio, es la contaminación del río Sonora derivado de las actividades industriales como la minería. En el año 2014 la mina Buenavista del Cobre filial a Grupo México derramó 40,000 metros cúbicos de sulfato de cobre acidulado a los ríos Bacanuchi, afluente principal del río Sonora. Este trágico acontecimiento ocasionó gran impacto en la salud de los pobladores, al medio ambiente, daños en la flora y fauna y afectaciones a la economía local por la desconfianza de los productos regionales (Díaz-Caravantes, R., Duarte-Tagles y Durazo-Gálvez, 2016; Durazo, 2020; Elizalde., Díaz-Caravantes y Moreno Vázquez, 2021).

Las comunidades que forman parte de la cuenca del río Sonora comparten una necesidad en común, que es el abastecimiento de agua en calidad y cantidad. Este común denominador se debe a los acontecimientos ambientales y sociales a los que ha estado expuesta la cuenca, como las actividades antrópicas (ganadería, agricultura, minería), que extraen en exceso el recurso hídrico para su actividad económica y son fuente de contaminación de las aguas (Díaz et al., 2021).

En ese orden de ideas, en este trabajo se analiza la dinámica socioambiental de la microcuenca de Banámichi, perteneciente a la cuenca del río Sonora, la microcuenca de Banámichi se considera importante para la región del río Sonora por la actividad agropecuaria y por ser una región económica importante para el sector minero; por otro lado, la microcuenca de Banámichi tiene características particulares, ya que ha sido expuesta a eventos antrópicos que han modificado la dinámica social y ambiental de la región.

Este trabajo contiene seis capítulos con los cuales se pretende abordar aspectos teóricos y conceptuales necesarios para la comprensión de la dinámica del área de estudio. En el primer capítulo se abordan los aspectos acerca de la investigación, se describen algunos aspectos introductorios, se plantea el problema de estudio y se plasman los objetivos y justificación. En el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico-conceptual. En este capítulo se describen los conceptos importantes que intervienen en este estudio, los cuales permitirán comprender de manera más amplia la perspectiva de los SSE. Este apartado inicia con la definición del sistema socioecológicos, también se define de algunos conceptos, como riesgo, desastre, vulnerabilidad y se termina con el enfoque interdisciplinar de los SSE.

El tercer capítulo está dedicado al estado del arte. Se describen diferentes investigaciones que han desarrollado el tema de los SSE, también se realiza un análisis de *Scopus* donde se identifica la cantidad de trabajos que abordan los SSE en las diferentes disciplinas. El capítulo cuarto señala la parte contextual, donde se describen el área de estudio, se abordan de manera general las características sociales y ambientales de la cuenca del río Sonora, lo que permitiría comprender el contexto socioambiental. Primero, se mencionan las características ambientales. Luego, se abordan las características sociales, como los datos sociodemográficos y el tipo de actividad económica

En el capítulo quinto se desarrolla el marco metodológico. En este apartado se explica la metodología implementada para cumplir con los objetivos de la investigación. El estudio es de carácter cuantitativo y cualitativo, para el estudio cualitativo se utilizan dos instrumentos: la aplicación de encuestas a los habitantes de la comunidad de Banámichi; la aplicación de entrevistas semiestructuradas a las autoridades municipales; e informantes clave, como es el caso de los integrantes del comité de agua. El sexto capítulo presenta los resultados, el cual se describe en dos subapartados, el primero aborda los resultados de la unidad de recurso (microcuenca), describiendo principalmente el aspecto ecológico; el segundo expone la caracterización del sistema socioecológico, donde se aborda el sistema social y la vinculación con el sistema ecológico. Por último, se cierra el documento con las conclusiones finales.

Capítulo 1. Acerca de la investigación

La disponibilidad de los servicios ambientales y ecosistémicos que brindan las cuencas, los humedales y otros ecosistemas desde la perspectiva del ser humano los considera inagotables; y solo cuando dichos servicios son afectados o tienden a desaparecer, la sociedad toma consciencia de su importancia y comienza la discusión sobre su valor (South American Institute for Resilience and Sustainability Studies [SARAS] y Centro Universitario de la Región Este [CURE], 2014). Con esto, se reconocen otras dimensiones en la biodiversidad: políticas, culturales, sociales, etc.

En este sentido, el funcionamiento de los procesos naturales presenta algunas características particulares que generan una incompatibilidad entre la percepción humana y el funcionamiento de estos; esta diferencia se expresa en dos errores: “Asumir que los sistemas humanos y naturales pueden ser tratados en forma independiente; y asumir que la respuesta de los ecosistemas al uso humano es lineal, predecible y controlable” (SARAS y CURE, 2014, p. 15).

Por lo anterior, es importante concebir la microcuenca de Banámichi como un conjunto de sistemas complejos que permite analizar la relación entre los problemas ambientales y la participación comunitaria que se establece en el marco de las estrategias de gestión del recurso hídrico.

1.1 Descripción del problema

Actualmente la tendencia para la conservación de bienes y servicios ambientales se centra principalmente en la necesidad de garantizar el abastecimiento de estos servicios para el mantenimiento de los sistemas sociales. La importancia de un servicio ecosistémico se estructura a partir de los beneficios potenciales asociados a las funciones de los ecosistemas, que se concretan en servicios; estos son demandados, usados o disfrutados, es decir, en cuanto la sociedad les asigna un valor instrumental (Corredor et al., 2012).

Los ecosistemas brindan diferentes tipos de servicios: soporte, provisión, regulación y cultura. Cuando estos se sobreexplotan, sin darles la oportunidad de regenerarse o encontrar su equilibrio, se genera un impacto ambiental negativo. Por lo que, al demandar este tipo de bienes y servicios sin limitaciones claras y sin regulación de las actividades antrópicas conlleva a grandes presiones en los ecosistemas naturales, lo que ocasiona alteraciones en su estructura, funcionamiento, propiedad de resiliencia y capacidad para ofertar servicios a la sociedad.

México tiene problemas graves de degradación y deterioro ambiental, en particular en cuanto a disponibilidad y calidad del agua; ello generalmente se relaciona con el crecimiento poblacional, pues incrementa la demanda de los recursos naturales por los sectores sociales y económicos. Esta directriz afecta la disponibilidad natural que brinda el ciclo hidrológico (Perevochtchikova, 2010).

El sector agrícola es el principal consumidor de recurso hídrico, por lo tanto, se considera que este podría tener un impacto adverso en el sector, a causa de la escasez del recurso. Estos efectos en el sector agrícola se pueden observar en las pérdidas de productividad, debido al déficit de volumen para regar el área sembrada, y ello ocasiona pérdidas económicas y limita el crecimiento del desarrollo de la región.

Debido al grado de importancia del agua, la escasez de este recurso propicia que ocurra una tensión entre los usuarios, dado que este vital líquido es de suma importancia para diversas actividades económicas y para el consumo humano. La escasez de agua se puede analizar a escala de cuenca, pero este análisis no permite ubicar a detalle las condiciones de los sitios, puesto que los resultados son generales; por eso es importante analizar desde la microcuenca, donde este ecosistema delimitado a escala de detalle permite analizar variables sociales, ecológicas y geográficas que ayudan a comprenderlo de mejor manera.

En la microcuenca de Banámichi, las actividades económicas principales (ganadería, agricultura, industria minera) requieren la mayor extracción de agua. A las comunidades locales se les suma la presencia de otros actores e intereses públicos y privados. Esto se debe a la falta de escenarios equitativos y sustentables, por lo que las consecuencias se manifiestan en la perturbación del potencial hídrico de estas comunidades. En suma, este estudio se centra en analizar la microcuenca al poner atención en las dinámicas sociales y ambientales relacionadas con el recurso en la comunidad de Banámichi.

1.2 Objetivo de la investigación

Objetivo general: Analizar las formas en que los sistemas socioecológicos responden a la escasez del recurso hídrico en la microcuenca de Banámichi.

1.2.1 Objetivos específicos

1.2.1.1 Realizar un balance hidrológico de la microcuenca de Banámichi para identificar la disponibilidad del recurso hídrico.

1.2.1.2 Identificar los factores sociales y ambientales que han contribuido a la escasez de agua potable en la comunidad de Banámichi.

1.2.1.3 Analizar la respuesta de la población de la microcuenca de Banámichi ante escenarios de estrés hídrico.

1.2.1.4 Describir la capacidad de gobernanza en la microcuenca de Banámichi para responder a escenarios donde exista mayor estrés hídrico.

1.3 Preguntas de investigación

1.3.1 Pregunta general: ¿Cómo los sistemas socioecológicos de la microcuenca de Banámichi responden al déficit hídrico?

1.3.2 Preguntas específicas:

1.3.2.1 ¿Cuál es la condición hidrológica de la microcuenca de Banámichi?

1.3.2.2 ¿Cuáles son los factores socioecológicos que producen la escasez del recurso hídrico?

1.3.2.3 ¿Cómo ha respondido la población de la microcuenca de Banámichi al déficit del recurso hídrico?

1.3.2.4 ¿Cuál ha sido la capacidad de gobernanza en la microcuenca de Banámichi para enfrentar el déficit o escasez del recurso hídrico?

1.4 Hipótesis

La condición hidrológica de la microcuenca de Banámichi presenta un escenario de escasez de recurso hídrico, este escenario se debe a los factores ambientales y antrópicos. Las disminuciones de las precipitaciones en años recientes han afectado en la recarga de los acuíferos y la microcuenca. Además, en los años 2015-2020 se ha incrementado las concesiones de pozos para las actividades antrópicas como la agricultura, la ganadería y la industria minera, lo cual han acaparado el mayor porcentaje de uso de agua en la microcuenca; lo que ha conllevado a la escasez del recurso hídrico para el uso público urbano. Ante este escenario y considerando los factores ambientales y sociales de la microcuenca, el gobierno o la autoridad competente no ha logrado gestionar de manera equitativa la distribución del recurso hídrico para garantizar el derecho al agua en cantidad y calidad para el consumo humano.

1.5 Justificación

Las razones que justifican el estudio se deben a la condición de escasez del recurso hídrico en la microcuenca de Banámichi; esta es de gran importancia para el desarrollo de la región, donde se involucran tres localidades: Arizpe, Sinoquipe y Banámichi, las cuales tienen actividades económicas como la agricultura, la ganadería y la industria minera.

Asimismo, los sistemas socioecológicos (SSE), propuestos por Ostrom, son un enfoque que permite estudiar a nivel de microcuenca, dado que a esta se la considera como unidad de recurso dentro del marco de los SSE (Challenger et al., 2014). Se reconoce en este trabajo que la unidad de análisis establecida para hablar del SSE es el resultado de la combinación de variables administrativas, geográficas, ecológicas y sociales. De esta forma, se pretende realizar un ejercicio analítico para comprender el uso y la protección del recurso hídrico.

Por otro lado, en la región de la cuenca del río Sonora existen diversos estudios relacionados con el tema del agua; muchos de estos se enfocan en la contaminación del río o el derrame minero ocurrido en 2014. Estos estudios permiten tener una visión contextual de la región. La presente investigación sirve de ejercicio para analizar la microcuenca desde los SSE, es decir, al considerar la parte ecológica y social, sugiere diversas variables a seleccionar para realizar el análisis.

Finalmente, la importancia de la investigación se fundamenta en la integración de los sistemas sociales y sistemas ecológicos. Estos sistemas permiten comprender el uso y el manejo de los recursos naturales; en este caso, del agua. Al considerar las condiciones sociales y ambientales, se pueden identificar los problemas y conflictos de la población por el vital líquido.

1.6 Delimitación de estudio

El trabajo pretende analizar el recurso hídrico de la microcuenca de Banámichi, la cual cuenta con una extensión de 1 602 km². Esta microcuenca forma parte de la cuenca del río Sonora, la cual tiene una superficie aproximada de 38 782 km². La microcuenca ofrece servicios ambientales en dos municipios: Arizpe y Banámichi. La atención se centra en Banámichi, puesto que es el municipio donde se ha de llevar a cabo el trabajo de campo. Así, se contempla una encuesta para los habitantes y una entrevista a las autoridades locales encargadas del agua. Se eligió esta comunidad porque tiene características particulares sobre el tema del agua; por ejemplo: en ella se instaló una planta potabilizadora para la eliminación de metales pesados, es una región con actividad agrícola, y existe un proyecto minero en exploración y una unidad minera en operación.

1.7 Limitaciones de estudio

Las limitaciones de la presente investigación son tres: la pandemia, el tiempo y el equipo para levantar datos. El contexto de la pandemia por COVID-19 limitó el contacto cercano con los habitantes de Banámichi y las actividades a desarrollar, pues al inicio se había

considerado la elaboración de talleres participativos para identificar y seleccionar las variables de los SSE, pero por las condiciones de salubridad no fue posible desarrollar esta actividad, por lo que se optó por encuestas y entrevistas. En cuanto al tiempo para la obtención de datos, se realizaron estancias de dos días en la comunidad para optimizar el tiempo de traslado; sin embargo, los tiempos fueron limitados porque fue hasta el segundo semestre cuando las condiciones de la pandemia permitieron el acceso a las comunidad del río Sonora, ya que durante la pandemia se limitaron las actividades priorizando solo los servicios esenciales, por otra parte y para hacer más eficiente la obtención de datos se consideró un equipo de trabajo (amigos y condiscípulos) que apoyaron en las encuestas. La principal limitante en el equipo fue la cantidad de personas que apoyarían en el trabajo de campo, ya que aunando el tiempo límite era necesario contar con un equipo amplio para poder obtener más rápidas las encuestas; sin embargo, en el trabajo solo apoyaron tres personas.

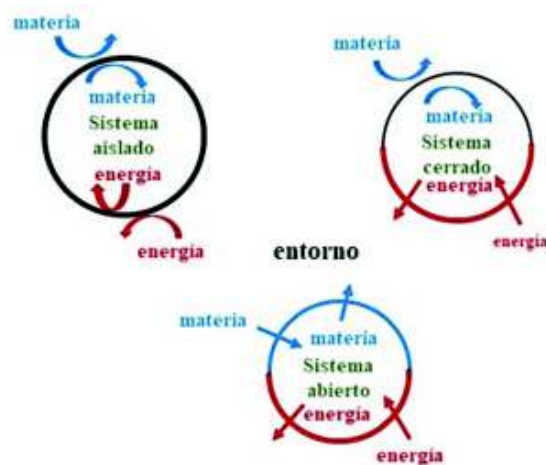
Al estudiar una microcuenca desde el marco de los SSE surgen muchos temas interesantes que influyen de manera directa e indirecta, por lo que es imposible abordar todos los temas que emanan. Por esta razón, solo se aborda el tema del recurso hídrico ante el abastecimiento del agua potable en la comunidad de Banámichi; además, este ejercicio de investigación fue corto. Lo que compete en este trabajo es la escasez de agua en la comunidad de Banámichi, al estudiar su microcuenca.

Capítulo 2. Marco teórico-conceptual

En este capítulo se define los sistemas socioecológicos (SSE) y su marco de análisis y algunos conceptos importantes que intervienen en este estudio, los cuales permitirán comprender de manera más amplia la perspectiva de los SSE. Además, se integran algunos conceptos dentro de la perspectiva de los SSE como es la resiliencia, amenaza y vulnerabilidad.

Para explicar la importancia de los conceptos mencionados, y para ejemplificar y definir qué es un sistema, es necesario referirse a la termodinámica. De manera sencilla, un sistema en termodinámica se describe como una parte del universo que es estudiado, así las cosas, un sistema termodinámico puede ser una célula, una persona, un motor, la atmósfera, los ecosistemas, etc. Este sistema termodinámico puede estar separado del resto del universo, denominado entorno, y este límite puede ser real o imaginario. Al seguir con la analogía de los sistemas de termodinámica, se definen tres tipos de sistemas: aislado, cerrado y abierto (Figura 1).

Figura 1. Sistemas termodinámicos



Fuente: Elaboración propia

Un sistema abierto es el que permite el intercambio de energía y materia con su entorno, es decir, el flujo es bidireccional y por eso puede adquirir y perder energía y materia. Ahora bien, si los SSE se consideran sistemas abiertos, se entiende que están expuestos a agentes externos e internos que pueden contribuir o generar un impacto negativo en todo el sistema.

Un sistema interacciona con agentes externos e internos en esta dinámica de flujo de energía al presentarse eventos o agentes que generan amenazas o desastres en el sistema. Por eso, los agentes dentro del sistema han de responder ante esta amenaza según su capacidad de resiliencia. Un sistema con mayor vulnerabilidad difícilmente será capaz de adaptarse o mejorar las condiciones del sistema y su entorno. Con esta dinámica, se pretende explicar la importancia de los conceptos para el estudio de los SSE; y, al definir lo anterior, es posible analizar de manera integral el problema del recurso hídrico en la microcuenca de Banámichi, donde se ven afectados el sistema ecológico y el sistema social.

2.1 Sistemas socioecológicos

Los SSE tienen sus raíces en el surgimiento de lo que algunos autores han llamado la “nueva ecología” (Zimmerer, 2011). Este término se ha utilizado desde la década de 1980 para describir un gran cambio teórico en el campo de la ecología que enfatiza la inestabilidad, el desequilibrio y las fluctuaciones caóticas de los sistemas ecológicos, los cuales se alejan de las visiones de equilibrio, estabilidad y homeostasis sobre las que se ha basado la ecología de sistemas. Esta nueva ecología utiliza una ecología de sistemas basada en la complejidad de un diseño más fluido y enfatiza explícitamente su adaptabilidad (Bell, 2005). Así, analizar

la complejidad también significa reconocer que las propiedades emergentes se manifiestan en diferentes niveles jerárquicos de aquellos sistemas que no existen en los niveles inferiores. Por lo tanto, los socioecosistemas son sistemas adaptativos complejos en los que interactúan los sistemas sociales y naturales. La dimensión social es, en ese sentido, un componente coevolutivo integral inseparable del SSE (Glaser, 2006).

Los SSE comprenden vínculos complejos entre un sistema ecológico y la interacción dinámica de uno o más sistemas sociales, los cuales propician, con el tiempo, una adaptación intrínseca a partir de distintas escalas genéricas por medio del aprovechamiento de sus recursos y la autorregulación de sus ecosistemas. El enfoque de los SSE ha emergido con más fuerza en los últimos años debido a su enfoque específico en la complejidad (Berkes et al., 1998), lo que influye en programas internacionales de sostenibilidad, como el caso de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) o los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

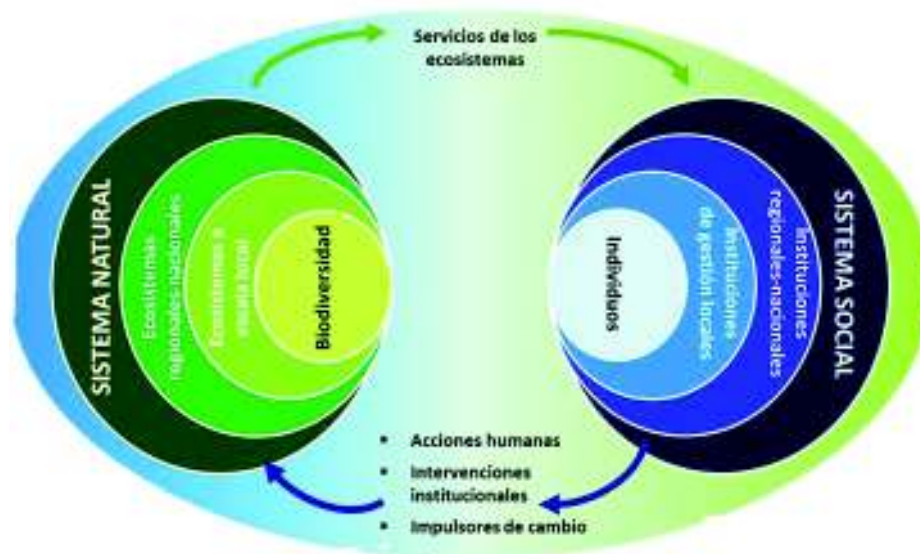
Según Chapin et al. (2009), un SSE es aquel en el cual las relaciones entre naturaleza y sociedad se expresan no solo como procesos biofísicos o sociales que se pueden hacer evidentes por separado, sino especialmente a través de la interdependencia que denota la emergencia de procesos de desarrollo y sostenibilidad, al plantear el reconocimiento de las dinámicas entre las interacciones culturales que establecen los seres humanos y sistemas naturales para comprender los conflictos de acceso, uso y distribución de los recursos que estos últimos proporcionan para el desarrollo.

En los SSE, los actores sociales interactúan con los ecosistemas a través de complejas relaciones que involucran procesos físicos sobre el territorio, como es el caso del uso del suelo, la delimitación de predios, etc. Esta relación compleja también se da en los procesos sociales, económicos y culturales; por ejemplo, en la apropiación, la identidad y las reglas locales. Cada relación actor-ambiente forma un SSE que cuenta con estructuras y funciones, las cuales están relacionadas a través de escalas, con base en las interacciones que establecen.

Estas interacciones pueden ser caracterizadas según el régimen de las relaciones jerárquicas, las cuales sugieren que de arriba hacia abajo, y de manera viceversa (Gunderson y Holling, 2002). En conclusión, en la dinámica de los SSE surgen tres atributos: la resiliencia, la adaptación y la transformación; estos determinan trayectorias futuras o su permanencia en el espacio y el tiempo ante los cambios y la complejidad.

Un SSE es una compleja estructura que puede ser analizada al considerar los subsistemas social y ecológico. El primero está conformado por comportamientos e ideas, donde los primeros incluyen a las instituciones políticas, económicas, sociales y tecnológicas. Mientras tanto, el subsistema ecológico incluye todos los ecosistemas minerales, la hidrología, el clima y los procesos físicos, químicos y biológicos de la biosfera (Raskin, 2006). Bajo este enfoque, el SSE global se integra de redes a escala regional y estas, a su vez, de SSE locales, que conforman una estructura anidada de subsistemas, donde las interrelaciones quedan tanto verticalmente entre escalas como horizontalmente entre las dos esferas (ecológica y social).

Figura 2. Sistemas socioecológicos



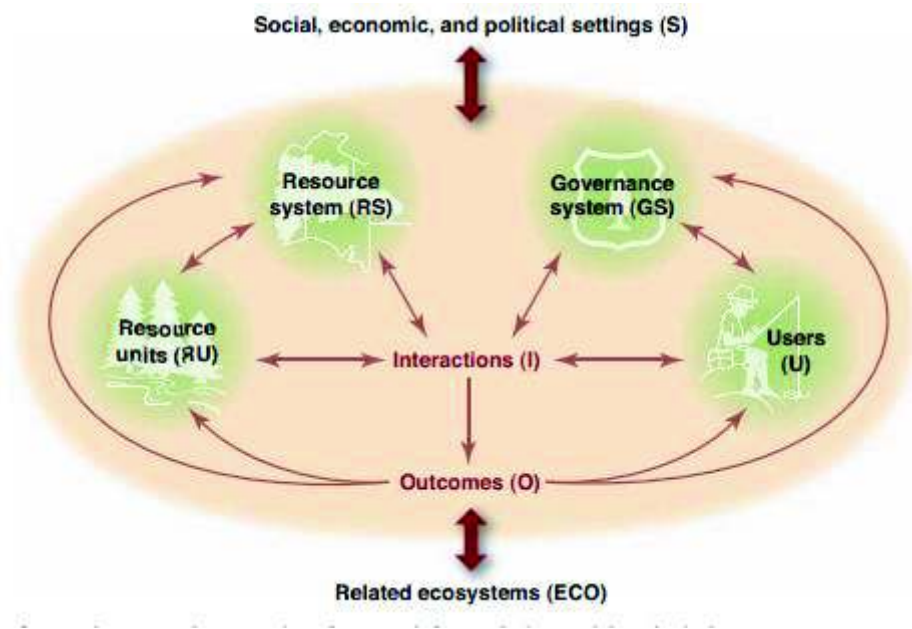
Fuente: Martín B., et al., 2009.

Por consiguiente, un SSE es una herramienta de análisis que parte de la combinación del conjunto de los factores sociales y ecológicos para comprender las reacciones de los factores ecológicos a cambio de los sociales o viceversa (Castillo y Velázquez, 2015).

2.1.1 Marco de análisis de los SSE

Con base en lo propuesto por Ostrom sobre el enfoque de los SSE, se presenta un marco que consiste en cuatro subsistemas principales: sistemas de recursos, unidades de recursos, sistema de gobernanza y usuarios (Figura 3).

Figura 3. Principales subsistemas en el marco de análisis de los SSE



Fuente: Ostrom, 2009.

A partir de este marco se pueden identificar las variables relevantes en el estudio de un SSE en concreto. Dentro de los cuatro subsistemas se consideran diferentes variables:

Ostrom (2009) enlistó 33 de estas, correspondientes a los cuatro subsistemas principales; y consideró 14 más, al revisar las interacciones y los resultados del sistema social y ecológico.

Figura 4. Principales subsistemas en el marco de análisis de los SSE aplicado a la microcuenca de Banámichi



Fuente: Elaboración propia basado en Ostrom, 2009.

Partiendo del esquema anterior, aplicado al presente trabajo (figuras 3 y 4), se considera como unidad de recurso a la microcuenca, la cual permite un análisis social y ecológico de las condiciones biofísicas y sociológicas. Dentro del sistema de unidades de recurso se pueden identificar diferentes características de la microcuenca: ríos, arroyos, vegetación, fauna, etc. Estas son las unidades que forman parte del sistema, y dentro de ellas se puede identificar el cauce principal, el río Sonora. Estas unidades de recurso ofrecen al municipio de Banámichi servicios ecosistémicos, provisión de agua, regulación, soporte y

cultura (recreación); y los dos subsistemas forman parte del sistema ecológico. Ahora bien, dentro del sistema social se tienen dos subsistemas importantes, cada uno con sus variables: el sistema de gobernanza, donde se encuentran las autoridades municipales y gubernamentales, los actores externos gubernamentales y no gubernamentales, y los usuarios de la microcuenca que participan o intervienen de alguna manera en las decisiones sobre el recurso hídrico.

En el subsistema de usuarios se pueden identificar diferentes actores que contribuyen desde su sector de participación, propiamente son las personas que hacen uso del recurso, en el sistema de usuarios se excluye a los actores externos; es decir, para el caso del municipio de Banámichi, se identifican los usuarios del agua, el sector agropecuario, la industria, los grupos no gubernamentales y las autoridades locales. Este sistema de usuarios está vinculado al sistema de gobernanza. En la Tabla 1 se muestran las variables propuestas por Ostrom al considerar las tres dimensiones S (social-económica-política), GS (sistema de gobernanza) y A (actores).

Tabla 1. Variables por subsistema o dimensión de los SSE

ENTORNOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y POLÍTICOS (S)			
S1 Desarrollo económico, S2 Crecimiento demográfico, S3 Estabilidad política, S4 Políticas de recursos gubernamentales, S5 Incentivos de mercado, S6 Organización de medios			
<i>Sistema de Recursos (RS)</i>		<i>Sistema de Gobernanza (GS)</i>	
RS1	Sector (ej. agua, fauna, flora)	GS1	Organizaciones Gubernamentales
RS2	Claridad del límite del sistema	GS2	Organizaciones no gubernamentales
RS3	Tamaño del sistema de recurso	GS3	Estructura de red
RS4	Instalaciones construidas	GS4	Sistemas de derechos de propiedad
RS5	Productividad del sistema	GS5	Normas de funcionamiento
RS6	Propiedades de equilibrio	GS6	Reglas colectivas (normas informales)
RS7	Previsibilidad de la dinámica del sistema	GS7	Normas formales
RS8	características de almacenamiento	GS8	Control y sanciones
RS9	Localización		
<i>Unidades de Recursos (RU)</i>		<i>Usuarios (U)</i>	
RU1	Movilidad de la unidad del recurso	U1	Número de usuarios
RU2	Tasa de crecimiento o reemplazo	U2	Atributos socioeconómicos de los usuarios
RU3	Interacción entre unidades de recurso	U3	Historia de uso
RU4	Valor económico	U4	Localización
RU5	Número de unidades	U5	Liderazgo/ iniciativa privada
RU6	Marcas distintivas	U6	Normas/ capital social
RU7	Distribución espacial y temporal	U7	Conocimiento de SSE
		U8	Importancia del recurso
		U9	Uso de tecnología
<i>Interacciones (I) -Resultados (O)</i>			
O1	Medidas de rendimiento social (eficiencia, equidad, sustentabilidad)	I1	Niveles de participación de los usuarios
O2	Medidas de rendimiento ecológico (sobreexplotación, resiliencia, sustentabilidad)	I2	Intercambio de información entre usuarios
O3	Relación con otros SSE	I3	Procesos de liberación
		I4	Conflictos entre usuarios
		I5	Actividades de colaboración
		I6	Actividades de presión política
		I7	Actividades de autoorganización
		I8	Conexión de redes
<i>Ecosistemas relacionados</i>			
ECO1	Patrones climáticos		
ECO2	Patrones de contaminación		
ECO3	Flejos de entradas y salidas SSE		

Fuente: Basado en Ostrom, 2009.

Por otra parte, dentro de los cuatro subsistemas se contemplan dos escalas: una individual, donde hay unidades de recursos y usuarios; y una grupal, donde están los usuarios. También se puede identificar el sistema social, donde estarían los usuarios y el sistema de gobernanza; y, por otro lado, se tiene el sistema ecológico, donde se encuentran las unidades y el sistema de recurso. Asimismo, si se consideran los subsistemas de Ostrom (2009), se identifica el conjunto de variables relacionadas con las dimensiones social, de actores,

ecológica, y de gobernanza e infraestructura; estas se tienen en cuenta para el estudio del abastecimiento de agua de la unidad de recurso, que es la microcuenca.

En la Tabla 2 se enuncian las dimensiones y los indicadores implicados en este estudio, y las variables se seleccionaron con base en lo propuesto por Ostrom. En esta parte de las variables, otras investigaciones consultadas proponen seleccionar las variables de la Tabla 1, que se seleccionan con base en los talleres de participación comunitario, donde los habitantes van asignando un grado de influencia e importancia a través de diferentes actividades con su comunidad. Como ya se señaló, estas actividades no fueron posibles debido a las condiciones por la pandemia COVID-19, por lo que, con el análisis de los datos y la bibliografía y la poca experiencia previa, se tuvieron en consideración las variables que se muestran a continuación.

Tabla 2. Dimensiones e indicadores considerados en este estudio

Dimensión	Indicador
Sistema Ecológico	Disponibilidad de agua Condiciones de los acuíferos Características de la subcuenca y microcuenca Condiciones meteorológicas Uso del agua
Sistema Social	Acceso al agua Concesiones de agua Servicio de saneamiento Cuotas del servicio de agua Actividades económicas
Sistema de Gobernanza	Funcionamiento municipal para el abastecimiento de agua Organismo de agua (municipal/comunitario) Recursos económicos Gestión
Actores	Participación de las autoridades locales Vinculación con actores externos (gubernamental, ONG y privado) Participación de la comunidad en las consultas/ reuniones Planes/ programas preventivos en tiempo de sequía o escases
Infraestructura	Equipos para la extracción de agua Pozos Plantas potabilizadoras

Fuente: Elaboración propia

2.1.2 SSE y resiliencia

La discusión sobre la resiliencia comienza en la década de los 70 con la propuesta de Holling (1973), quien propuso que, a partir de este concepto, se observara el mantenimiento de un sistema, su capacidad de absorber las perturbaciones de su entorno, incluida su capacidad de cambio, y el mantenimiento de las relaciones entre sus componentes. Posteriormente, Holling realizó algunos ajustes al concepto, y especificó que la resiliencia se refiere a la capacidad del sistema para absorber perturbaciones sin que cambie su estructura básica, pero con la posibilidad de modificar los elementos (Gunderson y Holling, 2002).

De acuerdo con las perspectivas sistémicas que se pretenden unir, la resiliencia puede verse como una propiedad inherente del sistema. Para hablar de resiliencia ambiental, cabe referirse a la resiliencia del “sistema social” y el “sistema ecológico”, o a la relación que surge entre los dos como SSE. Dicha resiliencia está relacionada con su sensibilidad e indica en qué medida un sistema desencadena influencias o modificaciones provocadas por perturbaciones externas o internas (Gallopín, 2006); es decir, el resultado de su conexión estructural. Esta definición hace la distinción entre las propiedades del sistema y la exposición a una amenaza externa, aunque empíricamente es posible relacionar la resiliencia con las amenazas y su adaptabilidad.

El concepto de resiliencia hace visible la relación entre un sistema y un entorno específico en función de su capacidad para responder a las amenazas identificadas en él. Para los SSE, puede describirse como una amenaza para las perturbaciones sociales y ambientales, dado que libera cambios en alguno de los subsistemas. De esta manera, la resiliencia es un

esquema de observación de acoplamiento estructural entre un sistema y su entorno que enfatiza la capacidad de un sistema para reaccionar de forma adaptativa a diversas perturbaciones ambientales.

La resiliencia de un sistema depende, por tanto, de las variables que se tienen en cuenta y las propiedades estructurales que se pueden observar en un sistema. La resiliencia no es mero ajuste, sino una disponibilidad general en el sistema operativo de cambios estructurales en diversas áreas internas con el fin de mantener su viabilidad. Todos los sistemas que se mantienen en el tiempo se adaptan de alguna manera, como señaló Rappaport (1977); y todos tienen un acoplamiento estructural con el entorno. La resiliencia se observa en un sistema basado en su historia, en los diversos cambios estructurales en el pasado y en su disponibilidad general para aceptar cambios en su estructura. En la actualidad, el desencadenante externo puede ser el cambio climático, el incremento de temperatura o la disminución de las precipitaciones sobre la disponibilidad de agua en una cuenca, como puede ser el caso de la microcuenca de Banámichi.

En lo que concierne a la gobernanza de los cambios sistemáticos y la capacidad para modificar las estructuras, esta característica es importante para un sistema resiliente, el cual se refiere a la capacidad de autoorganización y modificación de sus propias estructuras. Este aspecto está relacionado con la capacidad de mantener la identidad original del sistema cuando se desea ese estado o viceversa, y también se refiere a la capacidad de promover las transformaciones necesarias para lograr estados más

deseables, ante una amenaza o cuando en el sistema original las condiciones no son las esperadas (Engle, 2011; Folke, 2006).

En el ámbito social, esta capacidad de autoorganización y gobernanza es fundamental para cambiar las instituciones y organizaciones que marcan las reglas de la relación con los recursos naturales; para estar mejor preparados al enfrentar sorpresas, crisis o incertidumbres en general; y para hacer frente a los conflictos asociados a estos cambios (Folke et al., 2005). Esta calidad de los sistemas resiliente es crucial para desarrollar la capacidad del sistema para adaptarse a las perturbaciones que encuentra.

De acuerdo con lo expuesto, existen diferentes definiciones de resiliencia que se comprenden en tres categorías: la estabilidad, que se entiende como la resistencia ante un evento o capacidad de permanecer igual; la recuperación, que se refiere a la capacidad para volver al estado original después de haber sufrido una alteración o un daño; y la transformación, que es la capacidad de resistir, proteger y ser fortalecido (Uriarte, 2010).

Es interesante ver las diferentes definiciones de *resiliencia*. Como mencionó Evans (2016), la resiliencia implica demostrar las capacidades para vivir con el peligro; una pregunta que hace el autor es: “¿cómo llegamos a pensar que los individuos y las sociedades deben de aceptar la catástrofe como punto de partida para adecuarse al futuro?” (p.26).

Esto permite reflexionar sobre el trayecto de la historia individual o como sociedad: cada vez que se avanza, se retrocede dos pasos; es decir, los diferentes acontecimientos de amenaza, riesgo o peligro se asimilan como parte de la propia vida. La inseguridad, la

violencia, el robo, la contaminación del agua y la deforestación ya no son acontecimientos aislados o raros, pues se han hecho comunes. Se ha llegado al punto en el que se asimilan estos hechos, y solo se reacciona cuando algo modifica las condiciones del entorno, o cuando resulta un acontecimiento más grave; entonces se desea volver al estado “original”, donde se vive en peligro y no se procura transformar el estado de amenaza. Las condiciones han cambiado, pero el ser humano se ha acostumbrado a convivir con el peligro.

2.2 Desastre y riesgo

De acuerdo con Berkes y Folke (1998), un SSE se define como un concepto, sistemático, holístico e integrado entre la persona y medio ambiente. Desde un enfoque determinista, la capacidad regenerativa de los sistemas socioecológicos tiene un cierto grado de pérdida o recuperación ante la ocurrencia de un evento imprevisto, lo cual puede producir cambios rápidos y abruptos que conducen a la pérdida de la integridad estructural del sistema. En otras condiciones, puede absorber reduciendo la capacidad del propio sistema.

Turner y colegas (2003), relacionan los conceptos de riesgo-vulnerabilidad desde la comprensión del ser humano y el medio ambiente, destacan que la vulnerabilidad de los sistemas humanos-ambientales acoplados es uno de los elementos centrales del diálogo de la investigación de las ciencias de la sustentabilidad. En la figura 5 se integran los conceptos de vulnerabilidad-amenaza en los SSE.

El concepto de riesgo en las ciencias sociales es reciente, sus orígenes se pueden ubicar en Beck (1992) y Luhmann (1998), quienes definieron el riesgo como una manera de

tratar con los peligros inducidos por la modernización. Estos autores afirmaron que, al transformar el medio natural a través de métodos industriales con el fin de satisfacer las necesidades de la modernidad, no se consideran las consecuencias y los impactos sociales y ambientales que generan estos procesos.

Por lo tanto, el riesgo se entiende como “el valor relativo probable de pérdidas de toda índole en un sitio específico vulnerable a una amenaza particular, en el momento del impacto de esta y durante todo el periodo de recuperación y reconstrucción que le sigue” (Chardon y González, 2002, p. 35). En cambio, para Luhmann (1998), el riesgo se refiere a la posibilidad de daños futuros debido a decisiones particulares; estas se toman en el presente y así condicionan lo que sucederá en el futuro.

Se entiende que el riesgo es un proceso cambiante y dinámico en el que cohabitan el peligro y la susceptibilidad de que algo potencial suceda; por lo tanto, este posee un carácter diferenciado, es decir, no afecta de la misma forma a los distintos integrantes o elementos del SSE. No obstante, este proceso es de carácter social mediado por las condiciones políticas y económicas, dado que se origina de la interacción entre la sociedad y su entorno (Lavell, 2000; Wilches-Chaux, 1993). Esta relación también procede del hecho de que no todos los integrantes de la sociedad tienen la misma percepción del riesgo (Douglas, 1996; Maskrey, 1993).

2.3 Amenaza y vulnerabilidad

La vulnerabilidad es el grado en que es probable que un sistema, subsistema o un componente sufra daños debido a la exposición del peligro, ya sea una perturbación o estrés. Es la predisposición o susceptibilidad física, política, social o económica que tiene una comunidad de sufrir un daño o ser afectada cuando un fenómeno desestabilizador se presente. Una comunidad o un grupo es vulnerable por el hecho de que su condición social, económica o política se encuentra expuesta a un fenómeno externo; esto puede ser natural o antropogénico, y dicho evento puede generar el desequilibrio en la comunidad o el grupo (Cardona, 2001, p. 11).

Por otro lado, la vulnerabilidad no solo conlleva a la susceptibilidad o a un daño, sino que también involucra la capacidad que tiene un sistema para reponerse. Wilches-Chaux (1993) definió la vulnerabilidad como la incapacidad para recuperarse, absorber o adaptarse a un cambio producido por un riesgo; es decir, para que se manifieste la vulnerabilidad en son necesarias tres condiciones: a) un acontecimiento adverso, ya sea un riesgo endógeno o exógeno; b) la incapacidad de respuesta frente a la contingencia; y c) la inhabilidad para adaptarse al nuevo escenario generado por la materialización del riesgo. La vulnerabilidad política se entiende como la capacidad que tienen las comunidades para tomar sus propias decisiones; en otras palabras, una comunidad con vulnerabilidad política carece de autonomía para generar acciones que contribuyen a atender los problemas que le conciernen.

En cuanto a la vulnerabilidad ecológica, esta señala la destrucción de los recursos naturales, lo que genera un impacto negativo en los ecosistemas; de igual forma, esta es el

resultado de la pobreza y la desigualdad, lo que se representa en el desempleo, los bajos ingresos, la inestabilidad laboral y la falta de acceso a los servicios sociales básicos. En cambio, la vulnerabilidad social se refiere a la cohesión propia de una comunidad determinada; por lo tanto, una comunidad sería vulnerable socialmente si las relaciones entre sus integrantes no tienen sentimientos compartidos de pertenencia y propósitos colectivos, o si se carece de formas de organización de la sociedad civil (Elizalde, 2017).

Igualmente, Díaz-Caravantes (2018) mencionó que “es fundamental, definir la amenaza a partir de la cual se examinará la vulnerabilidad” (p. 12). Por lo tanto, el concepto de amenaza se puede definir como un fenómeno, una actividad humana o una condición peligrosa que provoca un impacto negativo, por lo que se ven afectados la salud, la propiedad, los trastornos sociales y ambientales, entre otros (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2012). En consecuencia, la amenaza corresponde “a un fenómeno de origen natural, socionatural, tecnológico o antrópico en general, definido por su naturaleza, ubicación, recurrencia, probabilidad de ocurrencia, magnitud y capacidad destructora (intensidad)” (Chardon y González, 2002, p. 33).

Una definición paralela de amenaza es el potencial de daño que existe solo ante la presencia de una comunidad vulnerable (Hewitt, 1997); así, existen dos categorías de amenaza: las naturales y las antropogénicas. Las primeras hacen referencia a lo relacionado con la naturaleza, como los fenómenos geológicos, hidrometeorológicos o biológicos. Por otro lado, las amenazas antropogénicas señalan los procesos humanos producidos o

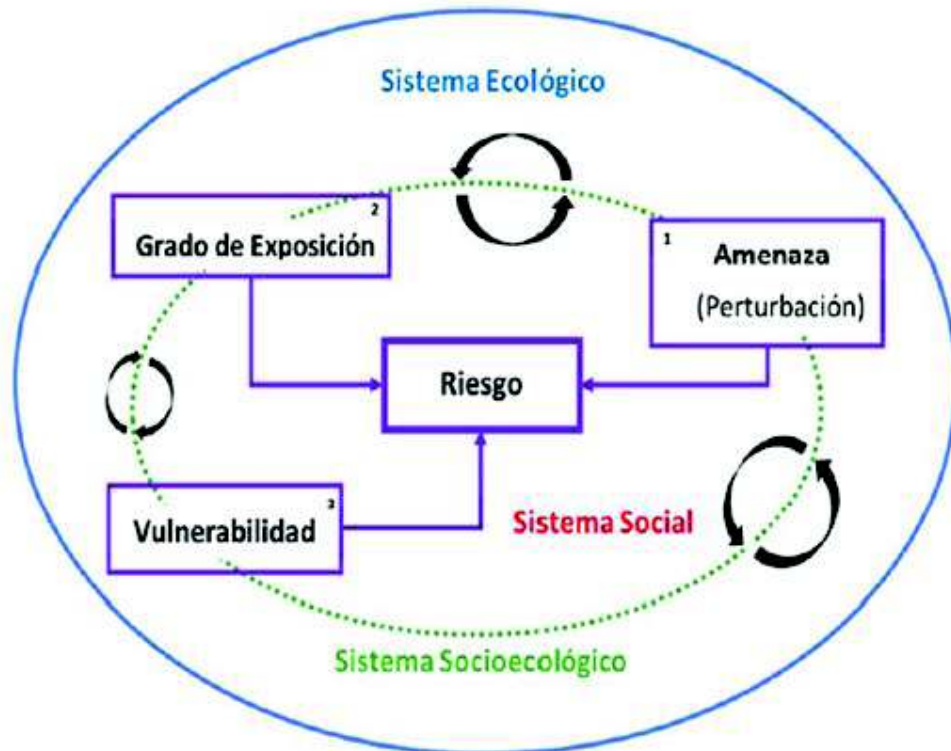
inducidos, como los incendios, la actividad minera, la degradación del suelo, entre otros casos (FAO, 2012).

Las amenazas socionaturales que se suscitan supuestamente se manifiestan como producto de las dinámicas naturales; pero, en el trasfondo, su ocurrencia e intensidad son consecuencias de las actividades antrópicas desarrolladas sobre el sistema ecológico (Wilches-Chaux, 1993). Un ejemplo de estas amenazas son las inundaciones y la contaminación de los ríos. En el trasfondo de las inundaciones interviene la actividad del ser humano, y las inundaciones son causadas por el manejo inadecuado de los suelos, la deforestación y la desecación de zonas inundables. En el caso de la contaminación de los ríos, esta se debe principalmente a las actividades económicas de la región, como la agricultura, la ganadería y los desechos de las empresas al río (Salas et al., 2012).

Ahora, con respecto a la manera en que se relacionan estos conceptos con el trabajo desde el enfoque de los SSE, ya se han señalado la relación y la importancia para el análisis de los SSE, con base en la gestión del riesgo, donde se apunta que existen tres factores importantes inmersos en los SSE (Figura 5).

El primer factor es la amenaza o el peligro, que es un fenómeno detonador de carácter natural o provocado por el ser humano; y estos tienen una duración, una intensidad, una frecuencia y una magnitud (Hewitt, 1997; Lavell, 2000). Estas amenazas provocadas por tales fenómenos van desde las condiciones meteorológicas, que afectan el comportamiento y el funcionamiento de los ecosistemas, hasta los cambios en las formas de gobierno (Munive, 2019).

Figura 5. Componentes del riesgo y relación con SSE



Fuente: Munive, 2019.

El segundo factor corresponde a la exposición, que implica el grado de propensión ante la amenaza y depende de las áreas de potencial impacto, es decir, de la ubicación geográfica de cada elemento (Cardona, 1993). Por lo tanto, cuando se realice el análisis de las interacciones de un SSE, es necesario recordar que no se pueden perder de vista la historia y la geografía, que son muy importantes, pues dichas características son propias de los territorios y conforman la cultura.

Finalmente, el tercer factor es la vulnerabilidad, que hace referencia a la condición o capacidad del sistema o subsistema de sufrir algún daño, por lo cual se deben analizar las condiciones históricas, sociales, económicas y políticas de cada comunidad. Como bien se

entiende, la vulnerabilidad es un concepto dialéctico que alude a la susceptibilidad al daño y a las capacidades sociales de reponerse. Wilches-Chaux (1993) consideró la vulnerabilidad como una oportunidad para mejorar la capacidad de respuesta y recuperarse de los efectos de un riesgo. A partir de esta consideración, se indica que la vulnerabilidad de los SSE puede desglosarse en tres componentes: grado de exposición; sensibilidad o irritabilidad, que es la reacción o respuesta de un elemento o subsistema ante una amenaza para ajustarse; y resiliencia, que puede ser vista como una propiedad intrínseca del acoplamiento estructural entre un sistema y su entorno (Urquiza y Cárdenas, 2015).

Para Díaz y colaboradores (2021) integra el concepto de vulnerabilidad sociohídrica, como la condición interna de las poblaciones humanas y ecosistemas que les impide tener una disponibilidad de agua aceptable en cantidad y calidad, como consecuencia de la conjunción de diversas dimensiones que limitan su capacidad para responder de manera adecuada.

2.4 Enfoque interdisciplinar

El concepto de SSE se propone como un marco integrador para el estudio de la realidad. Ciertamente, el paradigma de complejidad ha sido muy útil para interrelacionar varias disciplinas de ciencias socioecológicas, y actualmente se reconoce como el marco de los SSE. El enfoque interdisciplinar hace que se den varias aproximaciones a los socioecosistemas. Esta riqueza del marco también puede considerarse como uno de sus retos; por lo tanto, este requiere un mayor debate y un diálogo entre las distintas perspectivas de integración para

alcanzar una base común (Farhad, 2012). Para terminar, el marco de los SSE y el problema de estudio se consideran un problema interdisciplinar por su naturaleza.

Por otra parte, la investigación interdisciplinar aplicada en las ciencias sociales da lugar a la integración de fundamentos epistemológicos, teóricos y metodológicos que surgen de diferentes disciplinas, las cuales tienen relación con el objeto de estudio a investigar. Igualmente, el enfoque interdisciplinar tiene como finalidad señalar diferentes percepciones teóricas profundas entre las disciplinas e integrarlas para comprender de manera holística la explicación de los problemas y fenómenos sociales complejos. Esta integración se da en el terreno común (Newell, 2001).

En consecuencia, Szostak (2007) señaló que los investigadores interdisciplinarios no solo deben integrar las diferentes disciplinas, sino desarrollar nuevas concepciones de la realidad. A la interdisciplina se la relaciona con el posmodernismo por el intercambio de similitudes, por lo que la interdisciplina y el posmodernismo pueden confundirse entre sí, en tanto que ambos guardan un escepticismo ante la estructura que mantienen las disciplinas y ambos sostienen que el conocimiento académico puede mejorar. El autor definió la organización y la integración de los aportes o núcleos teóricos disciplinares en un modelo interdisciplinar; así, la interdisciplinariedad tiene como objetivo la integración de los núcleos teóricos de las disciplinas. Szostak (2007) identificó cinco tipologías de integración:

1. Teorías generalizables y particulares.
2. Teorías que resalten la causalidad a nivel individual y social.

3. Teorías que requieran la toma racional de decisiones y que versen con la no radicalización.
4. Teorías centradas en acciones y enfocadas en actitudes.
5. Teorías que enfatizan el cambio y la estabilidad.

De esta manera, Szostak (2007) indicó un elemento fundamental referente a la interdisciplinariedad, la cual “refleja la creencia de que el aumento de la comprensión de problemas, cuestiones y temas particulares son posibles mediante la integración de ideas desde diferentes perspectivas” (p. 74). Por lo tanto, la interdisciplina es un proceso que contribuye a encontrar soluciones para problemas complejos, de forma que estos sean abordados por una sola disciplina o profesión. De lo anterior, se espera desarrollar el enfoque interdisciplinar, en tanto que los problemas socioambientales requieren la intervención integral de diferentes disciplinas.

2.4.1 Modelo interdisciplinar

Por investigación interdisciplinar se entiende la:

Integración de enfoques de diversas ciencias para el estudio de un mismo objetivo, partiendo de conocimientos y métodos seleccionados en cada disciplina y que, manteniendo su lógica científica y sus características propias, resultan los más adecuados, necesarios y suficientes para resolver problemas cuyo alcance supera los límites de un área o campo de conocimiento científico determinado. Estos enfoques están condicionados por las características del objeto o tema de investigación, por las

dimensiones y alcances del problema y por los objetivos que se pretenden alcanzar.
(Bernal, 2010, p. 287)

Asimismo, el modelo interdisciplinar que se propone para conocer, describir y analizar el problema de estudio de este trabajo requiere de la interrelación de las siguientes disciplinas o los campos del conocimiento (Figura 6).

Figura 6. Modelo interdisciplinar con base en el enfoque de SSE de Ostrom



Fuente: Elaboración propia

Dentro de los SSE, pueden intervenir más de las disciplinas que se señalan a continuación, pero, para este estudio, solo se consideran tres. A partir del enfoque de Ostrom (2009), se consideran la ecología, la sociología y las políticas públicas (PP).

- Ecología: es un campo de estudio experimental o de ciencias naturales que estudia la relación de los seres vivos, incluidos los microorganismos,

humanos, flora y fauna que se encuentran en un determinado sitio o ecosistema. Este campo de conocimiento contribuye con estudios técnicos para analizar la microcuenca, y comprende la relación del ser humano con la naturaleza; es decir, a medida que el ser humano enfrenta dificultades para la producción, el consumo y la sobrevivencia, y carece de los servicios ambientales que ofrece el ecosistema, surge la necesidad de encontrar un sentido de sustentabilidad para buscar y aplicar métodos menos degradantes del entorno (Vásquez, 1993)

- Sociología: este es un campo de las ciencias sociales, puesto que el objeto de estudio es un problema donde participan actores sociales que desempeñan distintos papeles. Esta disciplina es básica para los SSE de Ostrom, pues estudia la relación de las redes de actores, analiza los usuarios del sistema de recurso y el papel que juegan dentro del sistema completo (social y ecológico), y estudia a los actores institucionales del ámbito local, estatal y externos al SSE (Pérez, 2014).
- PP: Aguilar (2010) definió la PP como “las acciones de gobierno, que tienen como propósito realizar objetivos de interés público y que los alcanza con eficacia y aun con eficiencia, son lo que en términos genéricos puede llamarse política pública” (p. 5). En otras palabras, se trata de las acciones emitidas por el Gobierno que buscan dar respuestas a las diversas demandas de la sociedad, como lo señalaron Chandler y Plano; y estas se pueden entender como parte del uso estratégico de recursos para aliviar los problemas sociales.

Por otro lado, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) lo definió como:

Una política pública de excelencia corresponde a aquellos cursos de acción y flujos de información relacionados con un objetivo políticos definido en forma democrática; los que son desarrollados por el sector público y, frecuentemente, con la participación de la comunidad y el sector privado. Una política pública de calidad incluirá orientaciones o contenidos, instrumentos o mecanismos, definiciones o modificaciones institucionales, y la previsión de sus resultados. (Lahera, 2004, p. 8)

Figura 7. Modelo de decisiones y acción pública



Fuente: Elaboración propia basado en Pineda N, 2013.

En ese sentido, Pineda (2013) describió de forma sencilla la base del modelo de las PP (Figura 7). El análisis de estas intenta ubicar los elementos clave que ayudan a operar sobre los procesos de decisión y acción de los asuntos públicos para alcanzar mejores resultados. De esta base, surgen diversos modelos de PP más desarrollados, y los elementos claves en la Figura 7 se ven reflejados en el enfoque de los SSE de Ostrom.

Capítulo 3. Estado del arte

Los estudios sobre el manejo y la conservación del agua se deben abordar desde las dimensiones natural y social; estas interrelaciones deben ser analizadas desde una mirada interdisciplinar que responda a la complejidad de las relaciones ambiente-sociedad, donde se considere la interdependencia entre las condiciones biofísicas y socioculturales (Urquiza y Cárdenas, 2015). Al respecto, se tiene que la disponibilidad de agua para el consumo humano es reducida y, por eso, se espera un escenario con alto estrés hídrico para el 2050, a lo que se le suman las actividades mineras, agrícolas, industriales, climáticas, de gestión y de construcción de políticas ineficientes, las cuales han ocasionado el deterioro de los ecosistemas hídricos y problemas socioambientales (Mauser, 2010).

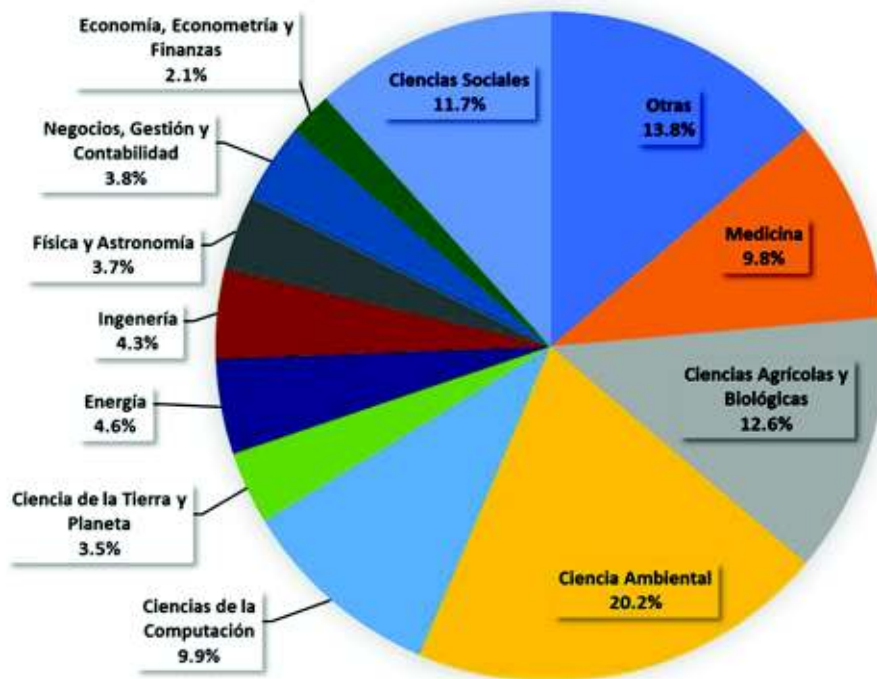
La compleja relación entre ambiente y sociedad ha sido abordada desde múltiples perspectivas, y se consideran de mayor representatividad las que se originan en las tradiciones sistemáticas. Así, en el marco del enfoque de los sistemas complejos adaptativos, se destacan teóricos como Buckley (1968) y Holland (1992); y dentro de la perspectiva de los SSE se encuentran Holling (1973), Norberg y Cumming (2008) y Ostrom (2009). Si se considera que los SSE se conciben como sistemas complejos adaptativos, se entiende que la gestión de los recursos naturales requiere de la incorporación de la complejidad que conllevan los sistemas sociales y ecológicos. Esto es fundamental para la integración de PP integradoras que contribuyan a resolver los desafíos ambientales, como el abastecimiento de agua potable (Maya, 2019).

Esta búsqueda permitió comprender las interrelaciones entre el sistema social y el entorno ecológico, puesto que el entorno ecológico se convierte en la base fundamental para el soporte de los sistemas sociales. Esta dinámica tiene como consecuencia las modificaciones en el funcionamiento o la estructura del sistema social, debido a los cambios en los entornos ecológicos (Urquiza y Cárdenas, 2015).

Para Ostrom (2009), los SSE se convierten en una estructura de interrelaciones generadas por los recursos necesarios para el ser humano, donde juegan un papel importante las variables sociales y ambientales. Por esa razón, no solo se abordan problemáticas ecológicas, sino también la interacción de sistemas sociales en un espacio determinado. Dado lo anterior, en una búsqueda en la base de datos de Scopus, se ingresó el término SSE (en inglés, *socialecological systems*), y se obtuvieron 19 979 publicaciones entre libros y revistas. Esta búsqueda correspondió al periodo comprendido entre los años 2000 y 2020, y con ella se encontró que los SSE han sido abordados por distintas áreas de investigación: ciencia medioambiental, ciencias sociales, ciencias agrícolas y biológicas, ciencias de la tierra y planeta, economía, etc.

En la Figura 8 se observa un gráfico de las áreas de investigación que abordan el tema de los SSE, donde la ciencia medioambiental ocupa el primer lugar con 4026 publicaciones, lo cual corresponde al 20.2 % del total; a esta le siguen las ciencias agrícolas y biológicas, con 2,512 publicaciones, que representan el 12.6 %; y las ciencias sociales, con 2,341 publicaciones, que corresponden al 11.7 % del resultado. En la categoría “otras”, se encuentran las áreas de medicina, neurociencia, bioquímica, física, matemáticas, etc.; y estas representan un 13.8 %.

Figura 8. Publicaciones en la base de datos Scopus sobre las áreas de estudio relacionadas con los SSE



Fuente: Elaboración propia basado en Scopus by Elsevier B.V, 2021.

Lo anterior parte del postulado de la teoría general de los sistemas (Von Bertalanffy, 1976), bajo el concepto de los “sistemas abiertos”, donde la viabilidad de un sistema depende del flujo continuo de materia y energía provenientes del entorno. Esto permite generar una entropía negativa, lo que le admite al sistema mantener un orden temporal en un entorno que posee una tendencia desordenada. Al retomar la analogía de los sistemas de la termodinámica, los SSE se interpretan como sistemas abiertos, donde el flujo de la materia y la energía es continuo; así, al ser sistemas abiertos, pueden entrar o salir materia y energía. Este concepto de entropía en física es utilizado para describir el grado de desorden en un sistema: a mayor entropía, mayor desorden o caos; y a menor entropía, mayor orden. Para Luhmann (1998), los sistemas sociales se conciben como “sistemas cerrados” con respecto a la comunicación, lo cual implica que sean independientes de flujos de materia y energía, pero se excluye que la información sea algo que esté “dado” en el entorno y que el sistema deba introducirlo.

Por otra parte, en el marco de los estudios desarrollados a nivel internacional, según Cox (2014) cómo se citó en Maya (2019), un hallazgo relevante dentro de los SSE es que, al abordar cierto tipo de problemáticas ambientales desde una mirada compleja, se genera una posición en contra de los enfoques altamente simplificados. La aplicación de los SSE propuesto por Ostrom se ha convertido en una herramienta útil que permite analizar diferentes variables en categorías que acordes con la realidad de los territorios.

De acuerdo con lo anterior, Torres et al. (2016) cómo se citaron en Maya (2019) afirmaron que muchos problemas de acción colectiva relacionados con la gestión de los recursos naturales se deben a causa de conductores contextuales fuera del SSE; por ejemplo, las políticas regionales. Asimismo, en el estudio realizado por Torres et al. (2016), denominado *Acción colectiva en una laguna estuarina tropical: adaptación del marco del sistema socioecológico de Ostrom*, los autores encontraron que los actores sociales, económicos y políticos de la configuración de Ostrom parecen haber influido de manera negativa en todas las demás variables del SSE, por lo tanto, tuvieron implicación en la falta de acción colectiva en esa determinada comunidad.

Por otro lado, se tiene el trabajo realizado por Guerrero et al. (2010) en la microcuenca El Cangrejo, en Jalisco, México, quienes analizaron los procesos sociales y ecológicos desde la perspectiva de los SSE. Ellos analizaron los procesos de gobernanza para el manejo del agua en el ámbito local, al identificar los principales conflictos por el uso del recurso y el desarrollo de técnicas para la toma de decisiones y acuerdos que respondieran a la problemática para la articulación de políticas hídricas que incluyeran la promoción de programas de educación ambiental, cultura del agua y manejo de la transformación del territorio; ello, para mantener las condiciones ambientales óptimas para la provisión del recurso.

En cuanto a la gobernanza y la presencia institucional en el territorio, Ramos (2014) afirmó que es importante fortalecer los procesos de gestión de los recursos naturales basados en la percepción que tienen las comunidades sobre las interacciones locales que se generan a partir de problemas y procesos de planificación. Asimismo, el autor afirmó que el enfoque de los SSE podría ser útil para el fortalecimiento de la participación política de las comunidades locales al mostrarles cómo es posible abordar la complejidad y mantener un enfoque de sostenibilidad. Finalmente, para el caso del recurso hídrico, es posible realizar el análisis de un SSE a partir de la relación que se genera entre un territorio específico y el recurso hídrico. Por ejemplo, en una cuenca o microcuenca hidrográfica determinada, es posible observar el acoplamiento estructural entre elementos sociales y ecológicos (Maya, 2019).

En el trabajo realizado por Jiménez y colaboradores (2022), sobre la gestión adaptativa en los SSE reconocen que los recursos naturales no se encuentran aislados, sino entrelazados en sus ecosistemas desde las diferentes dimensiones sociales, institucionales, económicas y políticas. En el trabajo aborda la gestión del recurso natural en cuanto a las palmas camedor. Estas palmas son consideradas como un producto forestal no maderable y es más aprovechado por comunidades rurales e indígenas. La contribución que realizaron estos investigadores va más allá del aspecto ecológico, resalta sobre todo los sistemas socioecológicos. La metodología utilizada en el proyecto es cualitativa, realizaron entrevistas semiestructuradas a actores claves y taller participativo a productores de palmas. En los resultados se puede identificar tres etapas que se representan en los ciclos adaptativos; primera etapa, una explotación no regulada de poblaciones silvestres de palmas en el período

de 1960 a 2004; segunda etapa, regulación y participación local en el manejo y conservación de las palmas durante el periodo 2005-2014; y tercera reorganización comunitaria para el aprovechamiento sustentable de las palmas.

Continuando con la gestión de los SSE un estudio realizado por Barragán y García (2020) en la Bahía de Cádiz, España, la cual es una región costera de Andalucía, ubicada en el suroeste de la península Ibérica. Esta región cuenta aproximadamente con 456 000 habitantes, y se identifican cinco sistemas relativamente bien definidos: costeros marinos, intermareales, agroforestales, urbanos-rurales o mixtos u urbanos-industriales. El propósito del trabajo es analizar la gestión e instrumentos de las PP. El trabajo concluye que los instrumentos de la gestión pública no son eficientes para proteger y conservar los sistemas socioecológicos, ya que los cambios de estos SSE han sido muy significativos en las últimas seis décadas (Barragán y García, 2020).

De esta forma, el presente trabajo pretende analizar los factores sociales y ambientales que han contribuido a la escasez de agua potable. Esta área de estudio pertenece a la cuenca del río Sonora, donde, a lo largo de la cuenca desde Cananea hasta Hermosillo, se han suscitado diferentes eventos antrópicos y naturales que han llegado a comprometer el abastecimiento de agua de calidad. A manera de ejemplo, se tiene que en la cuenca se han presentado sequías y lluvias extremas, lo que ha provocado la pérdida de cultivos; por el lado antrópico, el evento que ha dejado consecuencias hasta la fecha en los pobladores y el ecosistema es el derrame minero, evento que contaminó el cauce principal de la cuenca y, a su vez, los pozos de agua que abastecen a las comunidades.

Capítulo 4. Contextual

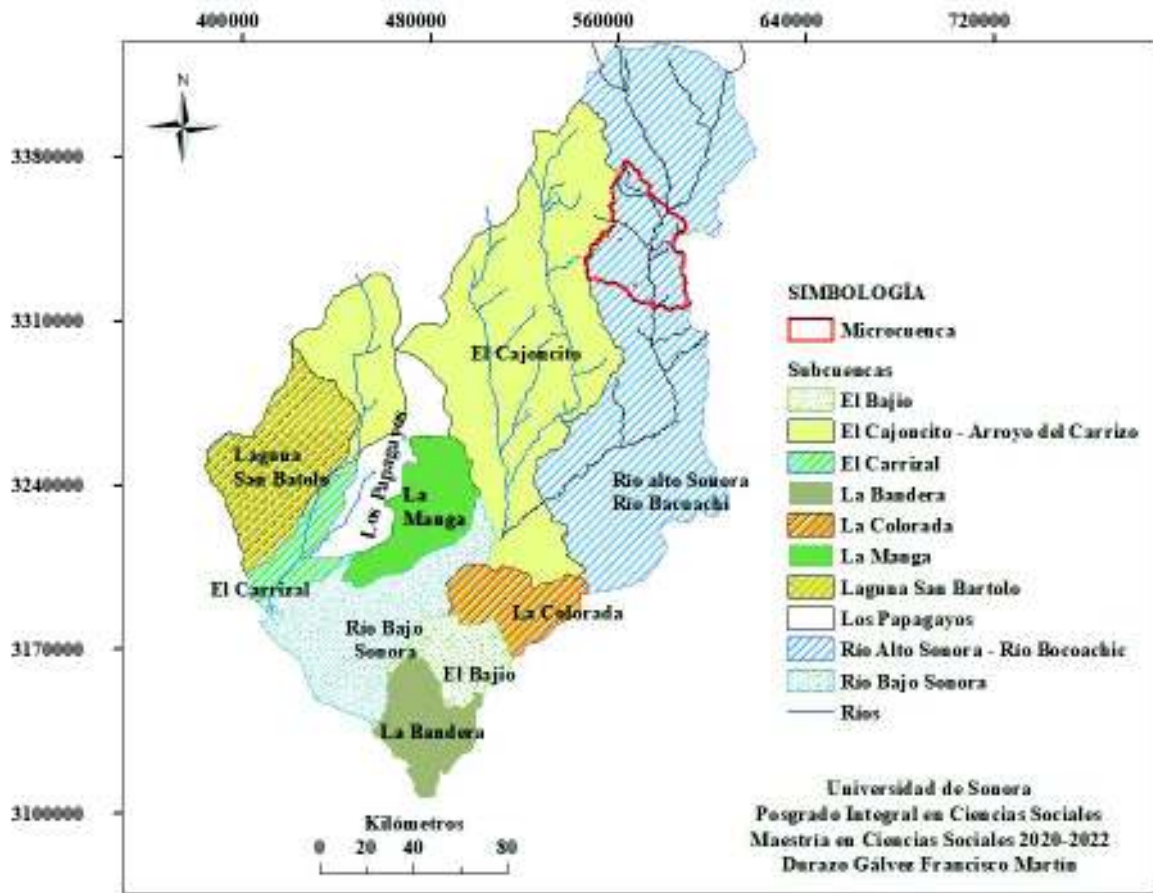
En este apartado se abordan de manera general las características sociales y ambientales de la cuenca del río Sonora, lo que permitiría comprender el contexto socioambiental. Primero, se mencionan las características ambientales y el tipo de vegetación, uso de suelo, hidrología y condiciones climáticas. Luego, se abordan las características sociales, como los datos sociodemográficos y el tipo de actividad económica.

4.1 Característica de la cuenca del río Sonora

La cuenca alta del río Sonora se extiende desde el suroeste de los Estados Unidos de Norteamérica hasta el noroeste de México; en ella, se encuentra ubicada Cananea, una región con vocación minera desde hace 300 años, la cual es considerada uno de los más grandes yacimientos minerales de cobre (Rangel, 2019).

Esta cuenca (mapa 1) colinda por el norte con la del río San Pedro, que se origina en el territorio mexicano y fluye hacia el norte, y pasa por las inmediaciones de Benson, Arizona; al nororiente limita con las cuencas de los ríos Bavispe y Moctezuma, afluentes del río Yaqui; al suroriente se choca con el río Mátape y el arroyo de La Bandera; al norponiente se une a la cuenca del río Asunción; y al surponiente, limita con la cuenca del río Bacoachi. Esta tiene una extensión aproximada de 38 782 km² y está conformada por las subcuencas de La Colorada, La Bandera, El Bajío, El Cajoncito y río Sonora alto.

Mapa 1. Subcuencas pertenecientes a la cuenca del río Sonora



Fuente: Elaboración propia basado en CONAGUA.

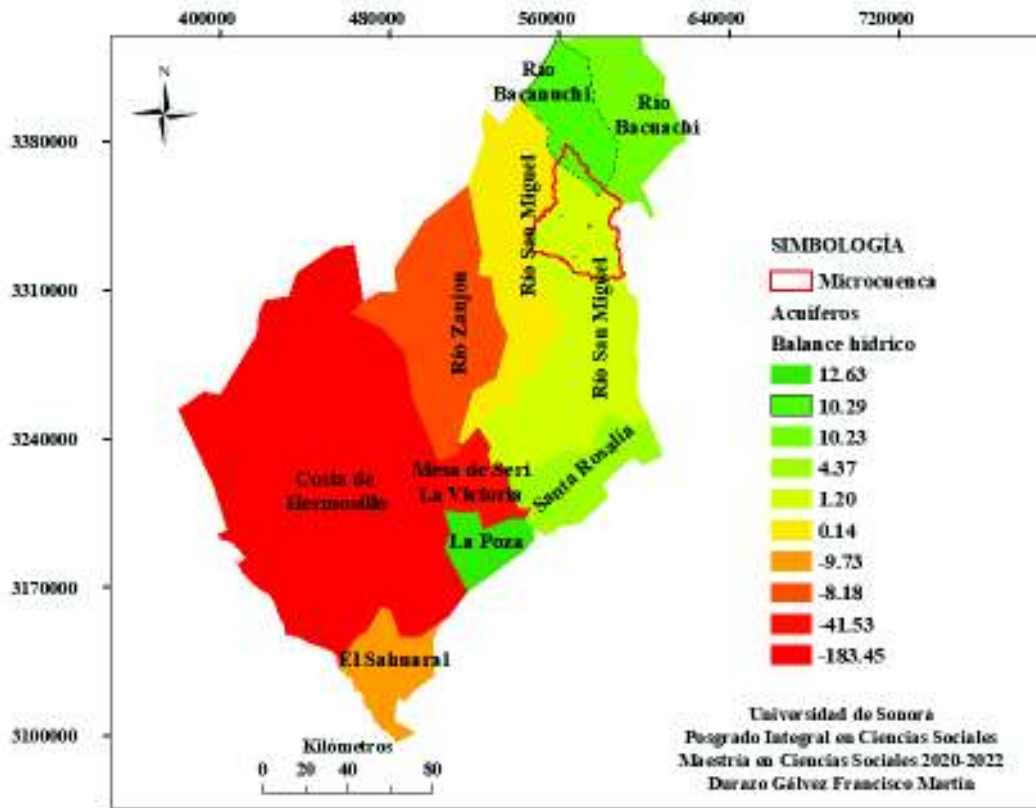
4.1.1 Acuíferos de la cuenca del río Sonora

Diferentes investigaciones sobre conflictos ambientales referentes al tema del agua señalan que el problema reside en cuanto a la disponibilidad y el acceso al agua. De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales (1992), la disponibilidad de aguas subterráneas en un acuífero tiene que ver con “el valor que resulta de la diferencia entre el volumen medio anual de recarga y el volumen anual comprometido” (art. 3, núm. 23); esta es la disponibilidad de agua legal, es

decir, es el agua que se puede extraer y de la que puede disponer la población en general (Luque et al., 2019).

Entre otros aspectos, en México se estima que 105 de 653 acuíferos se encuentran sobreexplotados. La cuenca del río Sonora está conformada por 10 acuíferos: la Costa de Hermosillo, La Poza, Mesa del Seri, el río Bacanuchi, el río Bacoachi, el río San Miguel, el río Sonora, el río Zanjón, Sahuaral y Santa Rosalía. Lo cual presenta un panorama preocupante, pues tan solo en la cuenca del río Sonora, 6 de 10 se encuentran sobreexplotado; por lo tanto, el reto corresponde a reducir la extracción de agua subterránea sin afectar las necesidades económicas y sociales de la población.

Mapa 2. Acuíferos de la cuenca del río Sonora



Fuente: Elaboración propia basado en CONAGUA, 2020.

Para calcular la disponibilidad de aguas subterráneas, se aplica la Norma Oficial Mexicana o NOM-011-CONAGUA-2015, que establece el procedimiento y las especificaciones para determinar la disponibilidad media anual (DMA) de las aguas nacionales, y se determina por medio de la siguiente expresión:

$$DMA = R - DNC - VEAS$$

Donde:

DMA: disponibilidad media anual

R: recarga total media anual

DNC: descarga natural comprometida

VEAS: extracción de aguas subterráneas

En la tabla 3 se tienen los datos de los diez acuíferos que forman parte de la cuenca del río Sonora, con los informes de CONAGUA (2020) se identifican seis acuíferos: río Bacoachi, río Bacanuchi, río Zanjón, Costa de Hermosillo, Sahuaral y Mesa del Seri, estos acuíferos presentan un déficit o estrés hídrico, lo que significa que la extracción del agua subterránea es mayor a la recarga total y descargas naturales.

Tabla 3. Condiciones de los acuíferos de la cuenca del río Sonora

Nombre del Acuífero	Clave	Recarga total media anual (R) (m³)	Descarga natural comprometida (DNC)	Extracción de aguas subterráneas (VEAS) (m³)	Disponibilidad media anual (DMA) (m³) 2020
Río Bacoachi	2627	31 700 000	7 600 000	28 282 680	-4 182 680
Río Bacanuchi	2628	19 000 000	6 100 000	12 938 900	-38 900
Río Sonora	2624	66 700 000	0	63 815 044	2 884 956
Río San Miguel	2625	68 700 000	2 200 000	64 202 370	2 297 630
Río Zanjón	2626	94 800 000	7 800 000	101 168 000	-14 168 000
Costa de Hermosillo	2619	250 000 000	0	346 952 000	-96 952 000
Sahuaral	2620	58 600 000	0	69 294 400	-10 694 400
La Poza	2622	33 800 000	10 000 000	21 853 800	1 946 200
Mesa del Seri	2621	73 000 000	16 000 000	104 626 000	-47 626 000
Santa Rosalía	2623	11 800 000	0	11 501 424	298 576

Fuente: CONAGUA, 2020.

En la tabla 4 se presenta la evolución de la DMA de los acuíferos durante el periodo de 2010, 2015 y 2020. Se puede identificar cuatro acuíferos que durante este periodo se han mantenido en un estrés hídrico (río Zanjón, Costa de Hermosillo, Sahuaral y Mesa del Seri).

Tabla 4. DMA de los acuíferos de la cuenca del río Sonora 2010-2020

Nombre del Acuífero	Clave	DMA (2010) m ³	DMA (2015) m ³	DMA (2020) m ³
Río Bacoachi	2627	543 985	-4 194 134	-4 182 680
Río Bacanuchi	2628	-34 514	32 151	-38 900
Río Sonora	2624	5 288 815	5468 428	2 884 956
Río San Miguel	2625	149 352	18 457 787	2 297 630
Río Zanjón	2626	-8 189 376	-13 115 218	-14 168 000
Costa de Hermosillo	2619	-18 345 315	-97 628 420	-96 952 000
Sahuaral	2620	-4 847 635	-5 057 635	-10 694 400
La Poza	2622	1 677 354	160 682	1 946 200
Mesa del Seri	2621	-41 537 054	-45 501 753	-47 626 000
Santa Rosalía	2623	1 553 122	1 165 497	298 576

Fuente: CONAGUA, 2020.

Por otro lado, también se observa el comportamiento de los acuíferos que contaban con disponibilidad y que actualmente se encuentran en un estrés hídrico, o bien el volumen disponible disminuyó considerablemente. Para el primer ejemplo se señala el río Bacoachi, el cual, para el 2010, contaba con una disponibilidad de 543 985 m³, y recientemente se encuentra con un balance hídrico (BH) negativo. Por último, para el segundo ejemplo, se observa el volumen disponible de extracción del acuífero Santa Rosalía. Con estos datos de CONAGUA (2015), se observa que tres acuíferos (San Miguel, La Poza y río Sonora) cuentan con volumen disponible para la extracción de agua; sin embargo, en el caso del río Sonora, el volumen actual disponible presenta un decremento notable, si se compara la disponibilidad del año 2010.

4.1.2 Demografía de la cuenca del río Sonora

La cuenca río Sonora está conformada por ocho municipios (Bacoachi, Arizpe, Banámichi, Huépac, San Felipe de Jesús, Aconchi, Baviácora, Ures). Exceptuando dos cabeceras urbanas importantes como es Cananea y Hermosillo, solo se muestran los datos de los municipios rurales. En la Tabla 5 se presenta el total de habitantes por cada municipio perteneciente a la cuenca del río Sonora, se puede observar de manera global (2005-2020), que el 1 % de los habitantes dejó su comunidad.

Tabla 5. Total de habitantes por cada municipio 2005-2020

Habitantes por municipio	2005	2010	2015	2020	% 05-10	% 10-15	% 15-20	% Global
Bacoachi	1 456	1 646	1 554	1 036	13 %	-6 %	-33 %	-29 %
Arizpe	2 959	3 037	2 677	2 788	3 %	-12 %	4 %	-6 %
Banámichi	1 464	1 646	1 612	1 825	12 %	-2 %	13 %	25 %
Huépac	1 032	1 154	927	943	12 %	-20 %	2 %	-9 %
San Felipe de Jesús	312	396	407	369	26 %	3 %	-9 %	18 %
Aconchi	2 452	2 637	2 756	2 563	8 %	5 %	-7 %	5 %
Baviácora	3 404	3 560	3 312	3 191	5 %	-7 %	-4 %	-6 %
Ures	8 420	9 185	8 704	8 548	9 %	-5 %	-2 %	2 %
Total	21 499	23 261	21 949	21 263	9.8 %	-6 %	-3 %	-1 %

Fuente: INEGI, 2020.

Solo en los años 2005 a 2010 se observa un incremento de casi del 10 % de habitantes en la cuenca del río Sonora. Los municipios donde se observa un incremento demográfico de manera global son: Banámichi, San Felipe de Jesús, Aconchi, y Ures; mientras el resto ha disminuido su población.

4.1.3 Economía regional

La economía regional es variada en función de los recursos naturales. La actividad minera es la fuente de ingreso más importante en la región, seguido de la agricultura y ganadería. En la actividad agropecuaria destacan los municipios de Arizpe y Ures.

Tabla 6. Contexto regional río Sonora

Municipio	Bacoachi	Arizpe	Banámichi	Huépac	San Felipe de Jesús	Aconchi	Baviácora	Ures
Sup. Territorial (km ²)	1 231	3,073.17	807.7	421	151	367.9	841.9	3,087
Salud	74 %	79 %	89 %	94 %	91 %	90 %	89 %	74 %
Educación básica	42 %	75 %	68 %	69 %	66 %	49 %	69 %	42 %
Educación media	18 %	14 %	18 %	17 %	17 %	24 %	21 %	18 %
Educación superior	3.7 %	5.3 %	9 %	10 %	14 %	21 %	6 %	4 %
Agua potable	96 %	94 %	98 %	99 %	98 %	97 %	98 %	96 %
Electricidad	95.7 %	99 %	99 %	100 %	100 %	99 %	99 %	95 %
Comerciantes	18.5 %	36 %	36 %	31 %	38 %	36 %	41 %	18 %
Trabajadores industriales	8 %	17 %	26 %	19 %	20 %	27 %	26 %	8 %
Trabajadores agrícolas	30 %	30 %	17 %	20 %	24 %	16 %	15 %	30 %
Profesionistas/técnicos	11 %	17 %	17 %	26 %	17 %	17 %	16 %	11 %

Fuente: INEGI, 2020.

En la Tabla 6 se presenta la información general de los municipios que forman parte de la cuenca del río Sonora, en cuanto a la superficie total el municipio más pequeño es San Felipe de Jesús con 151 km², seguido de Aconchi y Huépac con 367 y 421 km² respectivamente, los municipios con una superficie media corresponden a Banámichi, Baviácora y Bacoachi; finalmente los municipios con una extensión mayor en cuanto a superficie total es Arizpe y Ures.

Referente a la cobertura de salud todos los municipios cuentan con una cobertura arriba de la mitad de la población del 74 al 94 %. Además, la población que cuenta con educación básica, son tres municipios que se encuentran por debajo de la mitad de la población (Bacoachi, Ures y Aconchi). En cuanto a la educación superior el porcentaje de la población que accede a este nivel educativo es mucho menor, solamente tres municipios cuentan con un porcentaje por arriba del 10 % (Huépac, San Felipe de Jesús y Aconchi).

Capítulo 5. Metodología

En este apartado se explica la metodología implementada para cumplir con los objetivos de la investigación. El estudio es principalmente de carácter cualitativo. Sin embargo, en un primer apartado se describe la metodología del balance hídrico, esta metodología es de carácter cuantitativo. Al estudiar el BH de manera cuantitativa, la presente investigación no se convierte en estudio mixto, se mantiene el enfoque cualitativo el cual se apoya de instrumentos complementarios cuantitativos, como es este caso, más adelante se precisa este punto. En un segundo apartado se describe la metodología cualitativa en la cual se utilizan dos instrumentos: la aplicación de encuestas a los habitantes de la comunidad de Banámichi; y la aplicación de entrevistas semiestructuradas a las autoridades municipales; e informantes claves.

5.1 Paradigma de estudio

Antes de explicar la ruta metodológica, cabe definir qué se entiende por paradigma cualitativo. Pérez (1998) mencionó que:

El conocimiento de la realidad consiste en acercarse a ella, desvelarla y conocerla, con el fin de mejorarla, pues la realidad es algo que nos viene dado, lo que existe [...]. Implica el saber dónde se está, a dónde se quiere ir y cómo hacerlo. (p. 15)

Por otro lado, Vasilachis (2006) señaló que existen algunos tipos de paradigmas que acercan a la realidad social: el materialista-histórico, el positivista e interpretativo. Vasilachis (2006) definió el paradigma como “los marcos teóricos-metodológicos utilizados por el

investigador para interpretar los fenómenos sociales en el contexto de una determinada sociedad” (p. 46).

El paradigma se identifica como una estructura conceptual que posibilita el desarrollo de investigaciones en diferentes áreas del conocimiento y que busca soluciones a problemas específicos a través de técnicas o métodos (Miranda y Ortiz, 2020). En este caso, se considera el paradigma interpretativo-descriptivo, puesto que es una perspectiva o modo de concebir la realidad, con base en el enfoque sistémico, el cual describe los componentes que forman parte del sistema.

5.2 Enfoque de estudio

Para este trabajo se considera principalmente el enfoque cualitativo, dado a los instrumentos implementados como, las entrevistas semiestructuradas y estancias de fines de semana en la comunidad para observar la dinámica social, comprender la relación de los habitantes con el recurso hídrico desde el lugar, observar la disponibilidad de agua y las condiciones ecológicas del lugar, y contribuir como herramienta complementaria para aplicar las encuestas a usuarios del agua de los sectores hogar y agropecuario.

El objetivo de la investigación es adquirir conocimientos e información, y la elección del método más adecuado para conocer la realidad; este es un punto fundamental en el proceso de la investigación. Con respecto a los métodos de investigación, estos están muy relacionados con los instrumentos de recolección de datos. En las ciencias sociales, los investigadores expresan una disyuntiva entre usar métodos cuantitativos o cualitativos. Sin

embargo, según Orozco (1997), lo cuantificable no tiene por qué oponerse a lo cualitativo en un estudio; en cambio, los métodos cuantitativos y cualitativos pueden ser complementarios.

Por su parte, Taylor y Bogdan (1996) señalaron que la metodología cualitativa, a diferencia de la cuantitativa, consiste en más que un conjunto de técnicas para recoger datos. Para ello, se mencionaron al menos 10 características de los métodos cualitativos y técnicas en comparación con las cuantitativas:

1. La investigación cualitativa es inductiva y sigue un diseño de investigación flexible.
2. El investigador en la metodología cualitativa ve el escenario y personas en perspectiva integradora.
3. El investigador trata de comprender a las personas dentro de su propio marco de referencia.
4. El investigador cualitativo suspende o aparta sus propias creencias, perspectivas y predisposiciones.
5. Todas las perspectivas son valiosas.
6. Los métodos cualitativos son humanistas.
7. Para el investigador cualitativo todos los escenarios son dignos de estudio.
8. La investigación es un arte.
9. Los investigadores cualitativos dan énfasis a la validez en la investigación.
10. Los métodos sirven al investigador, por lo que este nunca es el esclavo de un procedimiento o una técnica.

Los métodos cualitativo y cuantitativo son perspectivas necesarias y pueden funcionar en conjunto y complementariamente; es decir, puede ser que la investigación sea de carácter cualitativo y, complementariamente, se emplee una técnica cuantitativa, como en este caso (Álvarez, 1986).

5.3 Enfoque sistémico

Los problemas socioambientales por naturaleza tienen un enfoque sistémico, dado que se consideran el sistema social y el ecológico como parte de un todo integrado y conformado por elementos sociales y ambientales que se encuentran interrelacionados. Este enfoque sistémico posibilita la integración de la herramienta cuantitativa, como lo fue el Balance Hídrico (BH). Para analizar el BH de la microcuenca, se hace uso de herramientas y técnicas con enfoque cuantitativo, aunque esto no quiere decir que sea mixto, como ya se señaló. Por el contrario, estos componentes están integrados en el medio físico, biótico, social, económico y sociocultural (Covas, 2004).

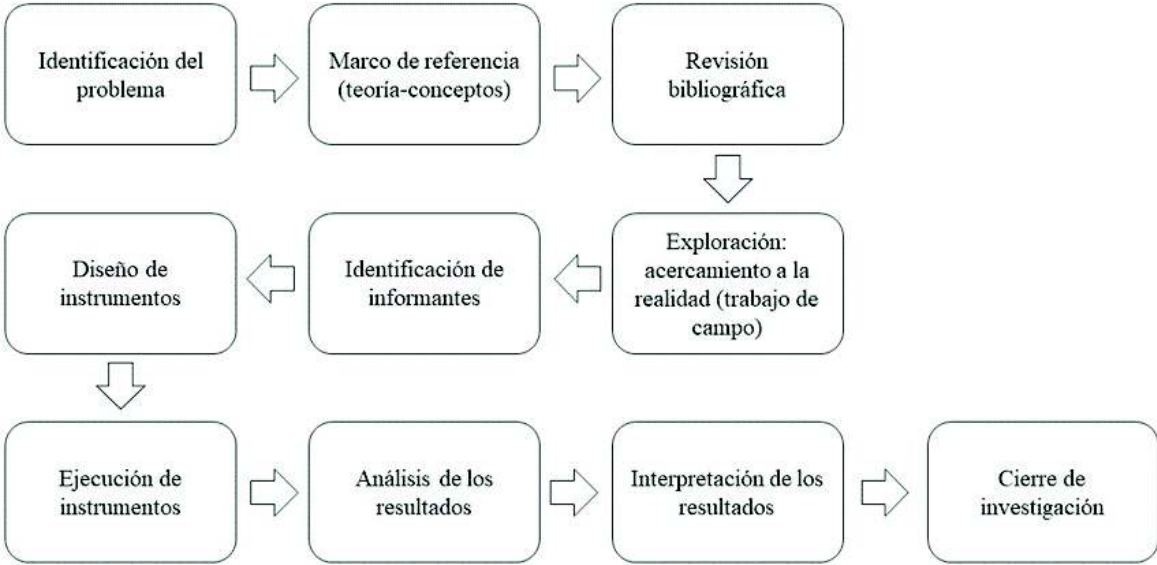
Si se retoma lo señalado al inicio del documento, se entiende como sistema al conjunto de elementos que se relacionan entre sí y con el entorno; y, de igual modo, se entiende el enfoque sistémico como un paradigma de carácter cualitativo en tanto representa un completo panorama de creencias, valores, técnicas y visión del mundo, compartidos por unos miembros de una determinada comunidad (Covas, 2004). El enfoque sistémico sustenta la base teórica de los elementos que integran los SSE, en tanto que este enfoque permite identificar los factores sociales y ambientales y analizarlos de manera conjunta y no de forma

aislada. Los temas socioambientales tienen esta característica en particular, al integrar en el análisis los componentes sociales, políticos y ecológicos.

5.4 Proceso de investigación

En cuanto a la investigación, esta es de tipo descriptivo-interpretativo, porque el proceso de investigación sigue el esquema (Figura 9) de manera general. La investigación cualitativa es flexible y se va construyendo de acuerdo con el avance del proyecto, por cuanto el proceso no es tan estricto como en el enfoque cuantitativo.

Figura 9. Proceso cualitativo



Fuente: Basado en Hernández, R., y Mendoza, P., 2018.

Fase 1: se comienza el proyecto de investigación a partir de una idea, se problematiza, se delimita el espacio geográfico, se ubica en el tiempo y se enuncia el problema. Esta primera parte es una guía para dar inicio al proceso de investigación, que posteriormente se va adecuando y contextualizando con el fenómeno a estudiar.

Fase 2: con base en la bibliografía consultada se construye el marco teórico-conceptual, que funciona como punto de partida para estudiar el fenómeno de interés.

Fase 3: esta revisión de la literatura se realiza durante todo el proceso y puede complementarse en cualquier fase de estudio.

Fase 4: las ideas, las teorías y los conceptos se confrontan con la realidad; se hace un primer acercamiento con la comunidad para cuestionar que lo planteado sea semejante al interés de la población, y a partir de este primer acercamiento se ajusta el marco teórico-conceptual.

Fase 5: en el primer acercamiento se identifica a los informantes clave con la técnica bola de nieve; estas son personas con una relación con el tema que se está estudiando.

Fase 6: una vez identificados los informantes, se confrontan las ideas con lo observado en la comunidad y con lo ajustado en el proyecto de investigación; y, para eso, se comienzan a elaborar los indicadores desde las dimensiones identificadas.

Fase 7: Cuando se definen los indicadores, se elabora la herramienta para la recolección de datos (encuesta y entrevista); esta fase se divide en dos. La primera, en que se

aplican los instrumentos pilotos y se hacen adecuaciones y, una vez terminadas estas últimas, se ejecutan los instrumentos. En este caso, se aplicaron dos tipos de herramientas: la encuesta y la entrevista semiestructurada. Por último, para la recolección de datos, se aplicó la técnica bola de nieve, dado que, previamente, se habían identificado algunos informantes clave.

Fase 8: después de obtener los datos en campo (entrevistas y encuestas), se procedió a su análisis, con el apoyo de los programas ATLAS.ti para las entrevistas y Minitab para las encuestas.

Fase 9: después de estudiar los datos en los programas computarizados, se interpretan los resultados.

Fase 10: se procede al cierre de la investigación con el informe final que presenta este documento.

5.5 Problema

Debido al grado de importancia del agua, la escasez de este recurso propicia que ocurra una tensión entre los usuarios, debido a que es de suma importancia para diversas actividades económicas y para el consumo humano. La escasez de agua se puede analizar a escala de cuenca, pero este análisis no permite ubicar a detalle las condiciones de los sitios, dado que los resultados son generales. Por eso es importante analizar a escala de microcuenca, porque se considera que esta unidad base permite analizar a mayor detalle variables sociales, ecológicas y geográficas que ayudan a comprender de mejor manera la escasez del recurso hídrico.

En la microcuenca de Banámichi, las actividades económicas principales (ganadería, agricultura, industria minera) requieren la mayor extracción de agua, al igual que en las comunidades locales, a las que se les suma la presencia de otros actores e intereses públicos y privados. Esto se debe a la falta de escenarios equitativos y sustentables, por lo que las consecuencias se muestran en la perturbación del potencial hídrico de estas comunidades. El estudio se centra en analizar la microcuenca y poner atención en las dinámicas sociales y ambientales relacionadas con el recurso hídrico en la comunidad de Banámichi.

5.6 Indicadores y fuentes de información

En la Tabla 7 se enuncian las dimensiones y los indicadores que se consideraron para este estudio, y dichas variables se seleccionaron con base en lo propuesto por Ostrom.

Tabla 7. Dimensión, indicadores y fuentes de información

Dimensión	Indicador	Fuente
Sistema Ecológico	Disponibilidad de agua Condiciones de los acuíferos Características de la subcuenca y microcuenca Condiciones meteorológicas Uso del agua	CONAGUA CONAGUA CONAGUA CONAGUA INEGI, Entrevista
Sistema Social	Acceso al agua Concesiones de agua Servicio de saneamiento Cuotas del servicio de agua Actividades económicas	CONAGUA INEGI, CONAGUA INEGI Entrevista-Encuesta INEGI
Sistema de Gobernanza	Funcionamiento municipal para el abastecimiento de agua Organismo de agua (municipal/comunitario) Recursos económicos Gestión	Entrevista-Encuesta Entrevista Entrevista Entrevista
Actores	Participación de las autoridades locales Vinculación con actores externos (gubernamental, ONG y privado) Participación de la comunidad en las consultas/reuniones Planes/ programas preventivos en tiempo de sequía o escases	Entrevista-Encuesta Entrevista-Encuesta Entrevista-Encuesta Entrevista-Encuesta
Infraestructura	Equipos para la extracción de agua Pozos Plantas potabilizadoras	Entrevista CONAGUA, Entrevista CONAGUA, Entrevista

Fuente: Elaboración propia

5.6.1.1 Indicadores-Dimensión del Sistema Ecológico

Con respecto a la dimensión del sistema ecológico, Holling (1973) la definió como la capacidad que tiene un ecosistema para mantener sus funciones y procesos claves frente a tensiones o presiones, resistiendo y luego adaptándose al cambio. En esta dimensión se analizaron las condiciones de la microcuenca y la disponibilidad de agua con base en estudios técnicos. La condición ambiental de la microcuenca es fundamental para conocer el estado de disponibilidad de agua, pues ello permitiría evitar estrés hídrico o generar planes preventivos para el abastecimiento de agua. Estos indicadores se analizaron con la información disponible de CONAGUA y se realizó el estudio de BH.

- Características de la subcuenca y microcuenca: este indicador permite analizar de manera general las condiciones de la subcuenca y microcuenca, tomando en cuenta los datos estadísticos meteorológicos de los años 2015-2020. Esto permite identificar la capacidad de resiliencia o vulnerabilidad.
- Condición del acuífero: este indicador analiza la condición del acuífero y permite determinar la disponibilidad de agua con base en estudios técnicos. Para esto se consideran diferentes variables ecológicas, como el tipo de vegetación, el suelo, la precipitación y la extracción de agua.
- Disponibilidad de agua: este indicador analiza la disponibilidad de agua de la microcuenca, al analizar los factores climáticos, la condición del acuífero y la extracción de agua por las principales actividades.

- Uso de agua: este indicador analiza el uso de agua y su distribución, a fin de identificar los sectores que mayor consumen agua; y, a su vez, está vinculado con el sistema de gobernanza, la gestión del recurso hídrico y la disponibilidad del agua.

5.6.1.2 Indicadores-Dimensión Sistema Social

Con respecto a la dimensión del sistema social, Adger (2000) la definió como la capacidad de una comunidad humana para hacer frente y adaptarse a amenazas tales como cambios sociales, políticos, ambientales o económicos. Las comunidades resilientes están mejor equipadas para hacer frente al cambio y a la incertidumbre. En este sentido, depende de la capacidad de la comunidad para adaptarse y afrontar el cambio socioambiental. En esta dimensión, se consideraron algunos indicadores en torno al recurso del agua. Para determinar la resiliencia social en contraste con el recurso hídrico, se analizaron indicadores de CONAGUA e INEGI, y esta información se complementó con las encuestas.

- Acceso al agua: en este indicador se analiza el acceso al agua que tienen los habitantes del municipio de Banámichi según la Unesco (2020), la cual señaló que se debe contar con cantidad y calidad de agua para el consumo humano. Así, se analizó la base de datos de INEGI de los habitantes que tienen el servicio de alcantarillado y saneamiento y el acceso al agua; sin embargo, al comparar la información oficial, los habitantes expresaron que no cuentan con servicios de agua de calidad.

- Concesiones de agua: este indicador analiza la disponibilidad de agua y la manera en que se distribuye con los usuarios que consumen este recurso. Se observa un mayor acaparamiento por parte de las actividades económicas (agricultura y minería), lo cual puede causar conflictos de interés por el recurso hídrico en un futuro.
- Cuotas de agua: este indicador está relacionado con la gestión de las autoridades municipales, la capacidad financiera para resolver problemas, el abastecimiento de agua y la gestión del recurso y la infraestructura.
- Actividades económicas: este indicador señala la capacidad económica de los habitantes y la capacidad de buscar otras fuentes de abastecimiento en caso de sequía. La mayoría de los habitantes ha optado por consumir agua de garrafón, lo que representa un gasto extra, y se han adaptado a esta necesidad.

5.6.1.3 Indicadores-Dimensión Sistema de Gobernanza

En la dimensión sistema de gobernanza, diferentes autores (Cotler et al., 2006) hablaron sobre la gobernanza del agua e hicieron referencia al trabajo de Ostrom. Este se usó de manera contextual para establecer que la situación del recurso hídrico era crítica, dado que se tenía acceso irrestricto en condiciones de recurso de propiedad común o de uso colectivo; es decir, el agua era extraída por diferentes sectores sin límites, por cuanto se la consideraba como inagotable. Por esta razón, interviene el sistema de gobernanza para identificar a los actores o usuarios del agua y, posteriormente, la autoridad competente debe regular y gestionar los recursos para garantizar el abastecimiento (Pacheco, 2014).

- Estructura municipal del agua: este indicador identifica la manera como está organizado el municipio para atender el tema del agua, es decir, si cuenta con un organismo independiente, si existe un comité de agua o si la responsabilidad es propia del municipio.
- Gestión de la autoridad municipal: este indicador identifica la manera en que la autoridad local gestiona los recursos financieros y la infraestructura para garantizar el abastecimiento de agua a la comunidad. El indicador está relacionado con los actores y la estructura de red que menciona los SSE.
- Organismo de agua: el indicador está vinculado con el anterior, lo que depende del actor cuya responsabilidad corresponde a la gestión. Si no se cuenta con un organismo independiente o comité de agua, la responsabilidad de administrar el recurso recae en la autoridad municipal.
- Recursos económicos: este indicador está relacionado con las tarifas del agua y la gestión por parte de la autoridad local.
- Planes-programas preventivos: este indicador analiza si la autoridad local cuenta con programas o planes preventivos ante la sequía o el desabastecimiento de agua. Además, se vincula con el sistema de gobernanza, social y ecológico. Indicadores

Dimensión Actores

Por su parte, Ostrom consideró la dimensión actores como básica para los SSE, en tanto que estos desempeñan diferentes roles dentro de la comunidad. Así, se estudia la relación de las redes de actores, se analizan los usuarios del sistema de recurso y el papel que

juegan dentro del sistema completo (social y ecológico), y se estudian los actores institucionales del ámbito local y estatal y los actores externos al SSE (Torres et al., 2016).

- Participación de las autoridades locales: este indicador está relacionado con el sistema de gobernanza y trata de identificar la participación o el compromiso de la autoridad local para garantizar el abastecimiento de agua, mediante la gestión y la relación con actores externos.
- Vinculación con los actores externos: este indicador está relacionado con el sistema de gobernanza y trata de identificar a los actores externos que contribuyen al abastecimiento de agua mediante recursos financieros, infraestructura o monitoreo de calidad del agua.
- Participación de la comunidad: este indicador está relacionado con el sistema de gobernanza para identificar la participación de la comunidad por medio de asambleas y reuniones.

5.6.1.4 Indicadores-Dimensión Infraestructura

La dimensión infraestructura se define como el conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones necesarios para el desarrollo y el abastecimiento de agua potable dentro de los SSE (Ostrom, 2009).

- Equipos para la extracción de agua: este indicador determina la infraestructura del equipo de bombeo con la que cuenta el municipio para la extracción de agua y las condiciones de la red pública.

- Pozos: este indicador establece el número de pozos destinados para el uso público urbano y designa la cantidad de pozos utilizados para otros usos. Además, se considera si, en caso de abatimiento de un pozo, el municipio cuenta con otro alternativo para el abastecimiento.
- Plantas potabilizadoras: este indicador señala la cantidad de plantas potabilizadoras con las que cuenta el municipio y si este se encuentra en condiciones óptimas para su funcionamiento.

5.7 Instrumentos

A continuación, se presentan los instrumentos aplicados para la obtención de datos. En cuanto a la encuesta, esta se llevó a cabo con los usuarios del agua, para lo cual se consideraron las personas del hogar y los agropecuarios. El cuestionario está conformado por cinco partes: en primer lugar, se consideran los datos generales del encuestado; en segundo lugar, está el uso del agua en el hogar; en tercer lugar, se tienen los actores importantes en el tema del agua; en cuarto lugar, se posiciona la estructura de red; para terminar, en quinto lugar, se resalta la importancia del recurso hídrico.

5.7.1 Población de estudio

La población de estudio corresponde a los habitantes de la comunicad de Banámichi, y se seleccionó esta por sus características particulares para analizar la disponibilidad de agua y las posibles actividades que contribuyen a la escasez de este recurso. En consecuencia, para determinar el tamaño de la muestra a la que se le ha de aplicar la encuesta, se utilizó la

fórmula de muestra finita, donde se considera la población mayor de 18 años. Para concluir, se obtuvo como resultado un tamaño de 80 participantes para la comunidad de Banámichi.

Así las cosas, se tiene la fórmula para obtener de tamaño de muestra finita:

$$n = \frac{N * z^2 * \rho * q}{e^2 * (N - 1) + z^2 * \rho * q}$$

n = tamaño de muestra buscado.

N = tamaño de la población o el universo.

Z = parámetro estadístico que depende del nivel de confianza (NC).

e = error de estimación máximo aceptado.

p = probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito).

$q = (1 - p)$ = probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

5.7.2 Validación de los instrumentos

La validación de los instrumentos en esta investigación se realizó mediante el juicio de expertos. Este es un método cada vez es más utilizado en la investigación. Consiste principalmente en solicitar a un equipo de investigadores expertos en el tema que se está desarrollando y solicitar su juicio sobre el instrumento (Cabero et al., 2013, p. 14), pueden ser solamente dos expertos, a lo que se conoce como revisión por pares, o bien se puede considerar un equipo interdisciplinar donde evalúan el instrumento. Este equipo interdisciplinar realiza la evaluación en pares. Se trata básicamente de una técnica cuya realización adecuada desde el punto de vista metodológico constituye a veces el único indicador de validez de contenido del instrumento de recogida de datos o de información (Escobar-Pérez et al., 2008).

La validez y fiabilidad son dos criterios de calidad que debe de cumplir todo instrumento de medición, una vez sometido a la consulta y al juicio de expertos con el objeto de que los investigadores puedan utilizarlo en sus estudios. Arribas (2004) define la validez como “el grado en que un instrumento mide aquello que realmente pretende medir o sirve para el propósito para el que ha sido construido”. En este sentido, la validación de los expertos es de manera cualitativa, pues deben de juzgar la capacidad del mismo para evaluar las dimensiones que se desea medir. La validación de dichos instrumentos implementados en la presente tesis de maestría fue mediante la validación de juicio de expertos o por pares.

5.7.3 Entrevista semiestructurada

La entrevista es una técnica de gran utilidad en la investigación cualitativa para la obtención de datos; se define como un diálogo que propone un determinado fin, distinto al simple hecho de conversar. La entrevista es más eficaz que el cuestionario, porque se obtiene información más profunda y completa, y resulta ventajosa en los estudios descriptivos y exploratorios. Algunas características importantes de cualquier tipo de entrevistas son las siguientes:

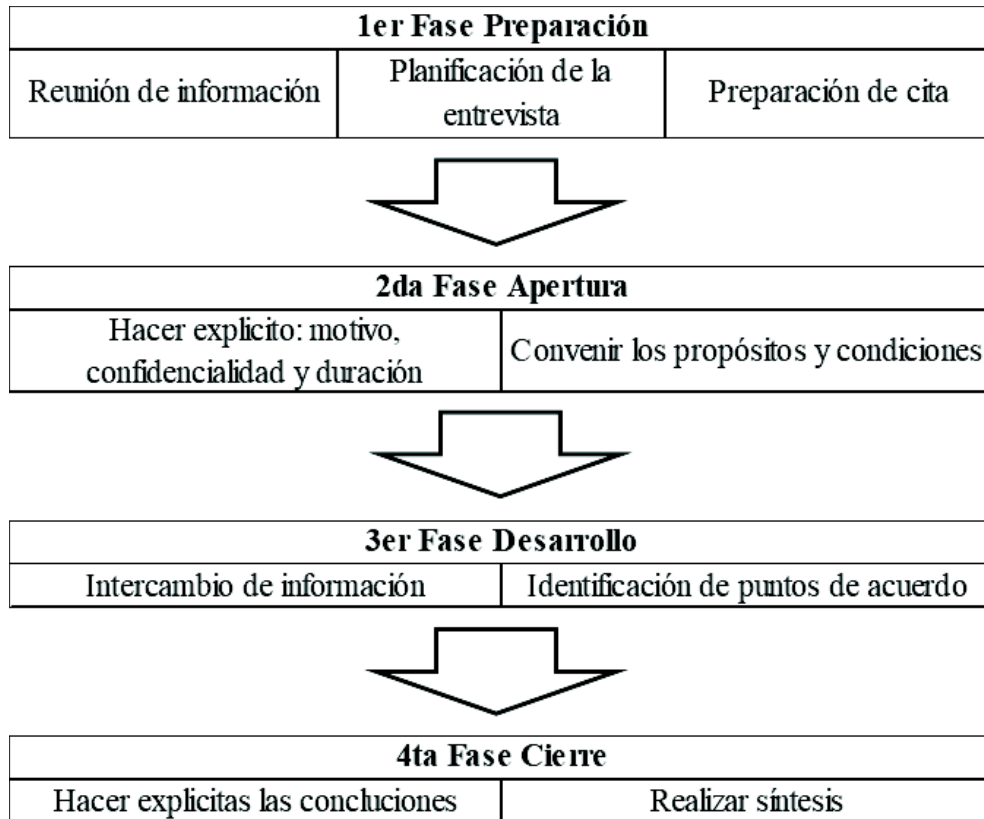
1. Tiene como propósito obtener información en relación con un tema determinado.
2. Se busca que la información obtenida sea lo más precisa posible.
3. Se pretenden conseguir los significados que los informantes atribuyen a los temas tratados.
4. El entrevistador debe mantener una actitud activa durante el proceso de la entrevista.

La entrevista semiestructurada es más flexible que la entrevista estructurada, esto se debe a que parten de preguntas planteadas que pueden ajustarse a los entrevistados. Su ventaja es la posibilidad de adaptarse a las personas y animar al interlocutor, así como aclarar dudas y reducir el formalismo. Se considera que estas entrevistas ofrecen un grado de flexibilidad aceptable. Algunas de las recomendaciones para llevar a cabo entrevistas semiestructuradas son las siguientes (Martínez, 1998):

1. Contar con una guía de entrevista con preguntas agrupadas por temas o categorías.
2. Elegir un lugar agradable que favorezca un diálogo profundo con el entrevistado y sin ruidos que dificulten la entrevista y la grabación.
3. Explicar al entrevistado el propósito y solicitar autorización para grabarla.
4. La actitud general del entrevistador debe ser receptiva y sensible.
5. Seguir la guía de preguntas de manera que el entrevistado hable libre y espontáneamente. Si se considera necesario, se puede ajustar el orden y el contenido de las preguntas de acuerdo con el proceso de la entrevista.
6. No interrumpir el curso del pensamiento del entrevistado y dar la libertad de tratar otros temas que el entrevistado considere relacionados con el tema de la pregunta.
7. Con prudencia y sin presión, se debe invitar a la persona entrevistada a explicar, profundizar o aclarar aspectos relevantes para el propósito del estudio.

El desarrollo de una entrevista se puede interpretar en cuatro momentos o fases que van marcando la pauta, como se observa en la Figura 10.

Figura 10. Fases de la entrevista



Fuente: Martínez, M., 1998.

El primer momento es la preparación, la fase previa a la entrevista, dado que se planifican los aspectos organizativos de la entrevista, como la redacción de preguntas guía. El segundo momento es la apertura, cuando se está con el entrevistado en el lugar de la cita y se comentan los objetivos que se pretenden con esta conversación y el tiempo de duración; además, es importante solicitar el consentimiento de grabar. El tercer momento es el desarrollo, cuando se constituye el núcleo de la entrevista, y este es el momento donde se

intercambia la información y se sigue la guía de preguntas flexibles. Por último, se tiene el momento de cierre, cuando conviene anticipar el final de la entrevista para que el entrevistado recapitule mentalmente lo que ha dicho y tenga la oportunidad de profundizar o expresar ideas no mencionadas. Si es posible, se hace una síntesis de la conversación y, finalmente, se agradece al entrevistado por su participación en el estudio (Anexo 2).

5.7.4 Encuesta

En el cuestionario inicial se había considerado una serie de preguntas dirigidas a los usuarios del agua, y estas estaban enfocadas en la estructura de red y participación. Posteriormente, se consideró dividir la encuesta para tener en cuenta el sector agropecuario. Las dos guías de encuestas contenían preguntas similares que buscaban medir los rasgos, centradas en cada sector. El número de preguntas para el sector agropecuario fue de 17; y para el hogar, 20.

Por otro lado, la obtención de los datos fue de manera presencial, es decir, se realizó el trabajo de campo para encuestar a las personas, en tanto que la conversación con cada una era importante para comprender sus respuestas. Asimismo, el diálogo directo permitió escuchar más ampliamente el contexto de la respuesta.

Para el cuestionario se utilizó la escala Likert, ubicada dentro de los diferentes tipos de instrumentos de medición en la investigación cuantitativa. Se trata de un tipo de escala aditiva que corresponde a un nivel de medición ordinal, y está conformada por una serie de ítems o perfiles a modo de afirmación, ante los cuales se solicita el juicio de la persona encuestada. Los ítems representan la propiedad que el investigador está interesado en medir

y las respuestas son solicitadas en grado de acuerdo o desacuerdo; y se tiene la escala de valores de la que el encuestado elige cinco opciones, que van del 1 a 5, donde el valor mínimo es el grado de desacuerdo o negativo y el valor máximo es el grado de acuerdo (Anexo 1).

5.7.5 Trabajo de campo

Se realizaron tres estancias en la comunidad de Banámichi: la primera fue entre los días 14 y 15 de noviembre de 2021, y en esta se exploró la comunidad y se levantaron encuestas. La segunda fue entre los días 8 y 9 de diciembre de 2021, el objetivo principal de la visita fue realizar la entrevista las autoridades responsables del manejo y gestión del agua, y a su vez levantar las encuestas que hicieron falta. La última visita fue el 18 de marzo de 2022, el fin de esta visita fue cerrar la obtención de los datos requeridos en campo. Durante las primeras dos visitas, el investigador se quedó en Banámichi, caso contrario en la última visita que fue de un día.

5.8 Metodología Balance Hídrico

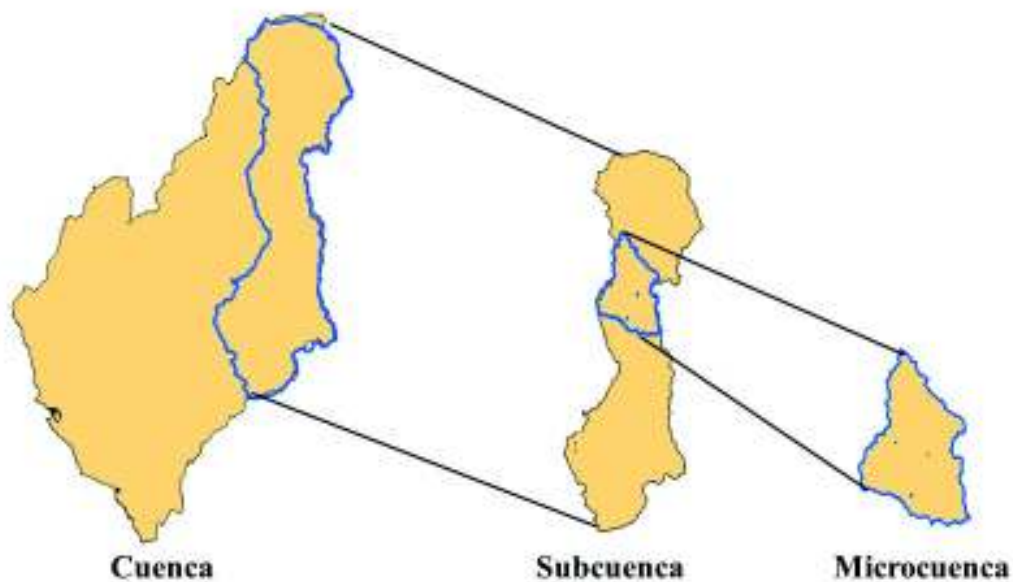
Debido a su gran tamaño, la cuenca se suele dividir con los escurrimientos de los ríos tributarios, lo que permite agrupar el territorio por subcuencas, y estas se pueden subdividir en microcuencas (Ley de Aguas Nacionales, 1992). La cuenca proporciona una visión general que permite la planeación y la identificación de zonas prioritarias, y la subcuenca permite la definición de estrategias para la planeación y la gestión. La microcuenca es la de menor escala, menor tamaño y mayor detalle; y ello facilita la identificación de los usuarios e intereses involucrados, así como la vinculación de la calidad ambiental con las problemáticas locales, por lo que es una unidad importante para la gestión (Cotler y Caire, 2009).

Para delimitar la microcuenca de Banámichi se utilizó el programa ArcMap, primero se procedió a dividir la subcuenca delimitando áreas comunes de escurrimientos identificando las elevaciones máximas, mínimas, pendientes y las líneas divisorias. Con este primer acercamiento se obtuvo un área de menor tamaño a la subcuenca; esta área delimitada fue útil para obtener un Modelo de Elevación Digital (MED), el cual es fundamental para el proceso y obtener una microcuenca bien definida. Posteriormente se ubicó el punto bajo, del área digitalizada, donde confluye los escurrimientos de los tributarios.

Se inició el proceso utilizando las elevaciones del área digitalizada en formato de *ráster*. Una vez identificado el punto bajo donde confluye los escurrimientos, se procesó el formato MED, junto con las líneas que representan los tributarios para determinar la dirección del flujo mediante la pendiente (elevación). Con este proceso realizado se utilizaron

diferentes herramientas como el flujo de dirección, el flujo de acumulación, punto de desaje. Estas son las herramientas y procesos ejecutados en el programa; finalmente se interpolan el formato de elevaciones (MED), punto bajo, líneas tributarias, dirección de flujo y acumulación del flujo, para así obtener como resultado el polígono de la microcuenca de Banámichi.

Figura 11. Estructura jerárquica de la cuenca



Fuente: Elaboración propia

El BH permite conocer la estructura y el funcionamiento de las cuencas, subcuencas o microcuencas, según la escala o el nivel de estudio. Esta información debe ser útil, principalmente para los habitantes del área estudiada, y puede tomarse en cuenta en diferentes contextos, como las PP, la gestión de recursos hídricos, los análisis ambientales, etc. el BH se define como:

El estudio de la estructura y funcionamiento de las cuencas superficiales y subterráneas, cuerpos de agua y ríos; es fundamental para la gestión de agua en el espacio y tiempo. A partir del BH es posible hacer una evolución cuantitativa de los recursos de agua y sus modificaciones por influencia de las actividades del ser humano (Rosales, 2012, p. 10).

El estudio del BH se basa en la aplicación del principio de conservación de la masa, conocida también como ecuación de continuidad; esto determina que, para cualquier masa y en cualquier momento, la diferencia entre la entrada y la salida se da con el cambio del volumen de agua almacenada. En general, el método del BH mide tanto el almacenamiento como el drenaje del agua; sin embargo, se omiten algunas medidas debido al volumen y al periodo de tiempo utilizado para calcular el balance (Unesco, 1971).

Figura 12. Diagrama general del BH



Fuente: Elaboración propia

Estado T+1: nueva estimación del BH.

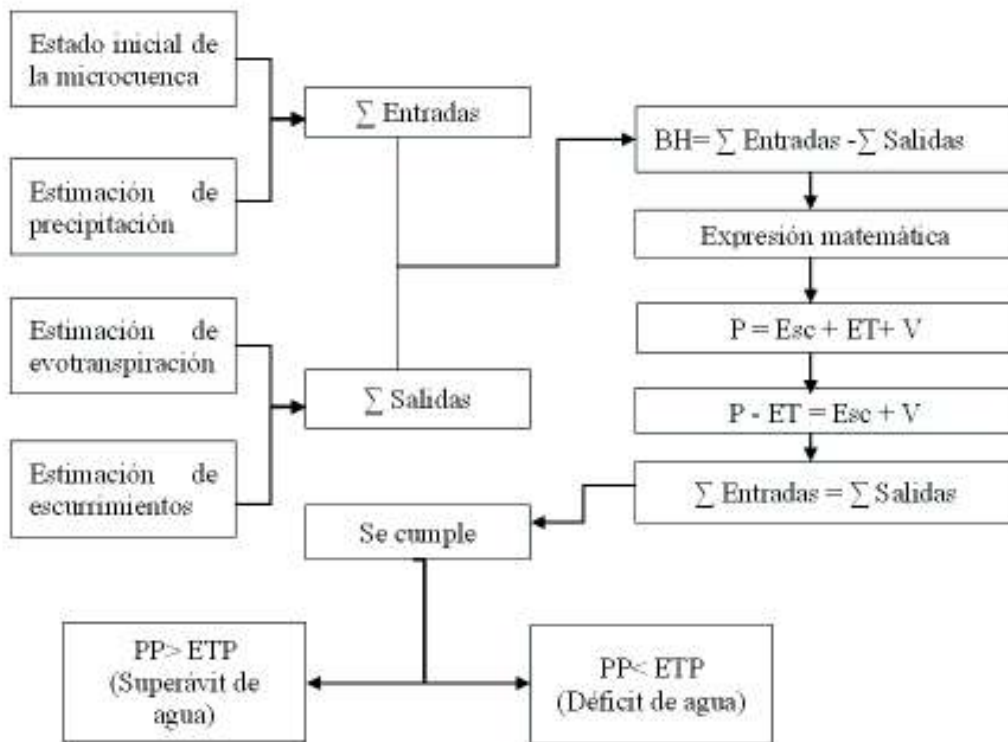
Estado T: BH de la cuenca antes de iniciar el análisis.

Entradas: son todas las entradas de agua a la microcuenca (aporte del agua almacenada en el suelo, precipitaciones, etc.)

Salidas: son todas las salidas del agua (evotranspiración, escurrimientos).

Para este estudio se contó con la información de las estaciones meteorológicas, y el análisis se realizó para el BH del período 2015 al 2020. De igual forma, la información y las características de las variables meteorológicas se compartieron en el apartado de características de la microcuenca, donde la información que se analizó permitió obtener el BH.

Figura 13. Esquema general de la metodología del BH



Fuente: Elaboración propia

Thornthwaite (1948) definió el concepto de ETP: “es la cantidad de agua que perderá una superficie completamente cubierta de vegetación en crecimiento activo si en todo momento existe en el suelo humedad suficiente para su uso máximo por las plantas”; es decir, es la cantidad de agua que regresa a la atmósfera por medio de la transpiración de la vegetación como por la evaporación del suelo (Cornejo, 2017).

Para proceder a los cálculos de la evapotranspiración y los escurrimientos y para determinar el grado de disponibilidad de agua en la microcuenca durante el periodo 2015-2020, se analizaron los datos de las estaciones climatológicas de Arizpe, Sinoquipe y Banámichi. En el apartado de las características de la microcuenca, se encuentra la información general de las condiciones meteorológicas y el tipo de suelo y vegetación. Con base en estos datos, se realizó el BH de la microcuenca.

Por otro lado, el cálculo de la evapotranspiración se realizó utilizando el programa ArcMap, donde se procesaron los datos de las precipitaciones anuales y temperaturas medias anuales. De acuerdo con esta información, se calculó la evapotranspiración a través del método de Thornthwaite y Turc (1948). El método de Thornthwaite es el más aplicado en los estudios de hidrología para el cálculo de la infiltración, y toma un índice de calor (i) a partir de las temperaturas medias mensuales.

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1.514}$$

Una vez calculado el índice de calor por mes (i), se obtuvo el índice de calor anual (I); ello, al sumar los índices de calor mensual. Posteriormente, se procedió a medir la evotranspiración potencial (ETP) mediante la siguiente fórmula:

$$ETP = 1.6 \left(\frac{10t}{I} \right)^a$$

Donde:

ETP: evotranspiración mensual.

t: temperatura media mensual.

I: índice de calor anual.

a: función compleja ($675 \times 10^{-9} * I^3 - 771 \times 10^{-7} * I^2 + 1,972 \times 10^{-5} * I + 0,49239$).

6 Resultados

En este apartado se describen los resultados obtenidos a partir de las entrevistas y encuestas realizadas, así como por el análisis técnico del BH de la microcuenca. Primero se comenzó con los resultados del BH. A esta sección se le denominó unidad de recurso la cual hace referencia a la microcuenca y los resultados expuesto en la sección hacen énfasis al sistema ambiental.

En un segundo momento se expone los resultados cualitativos obtenidos de las entrevistas y encuestas realizadas. Después de realizar el análisis de los instrumentos en cada programa señalado anteriormente, se describen los resultados y se interpretan con base a la percepción propia y del encuestado o entrevistado.

6.1 Caracterización de la unidad de recurso

En este apartado de los resultados se aborda desde la perspectiva ecológica, considerando la unidad de recurso la microcuenca, dado que a esta se la considera como unidad base de recurso dentro del marco de los SSE. Asumiendo lo anterior, se analiza las características principales de la microcuenca y se estudia el recurso hídrico.

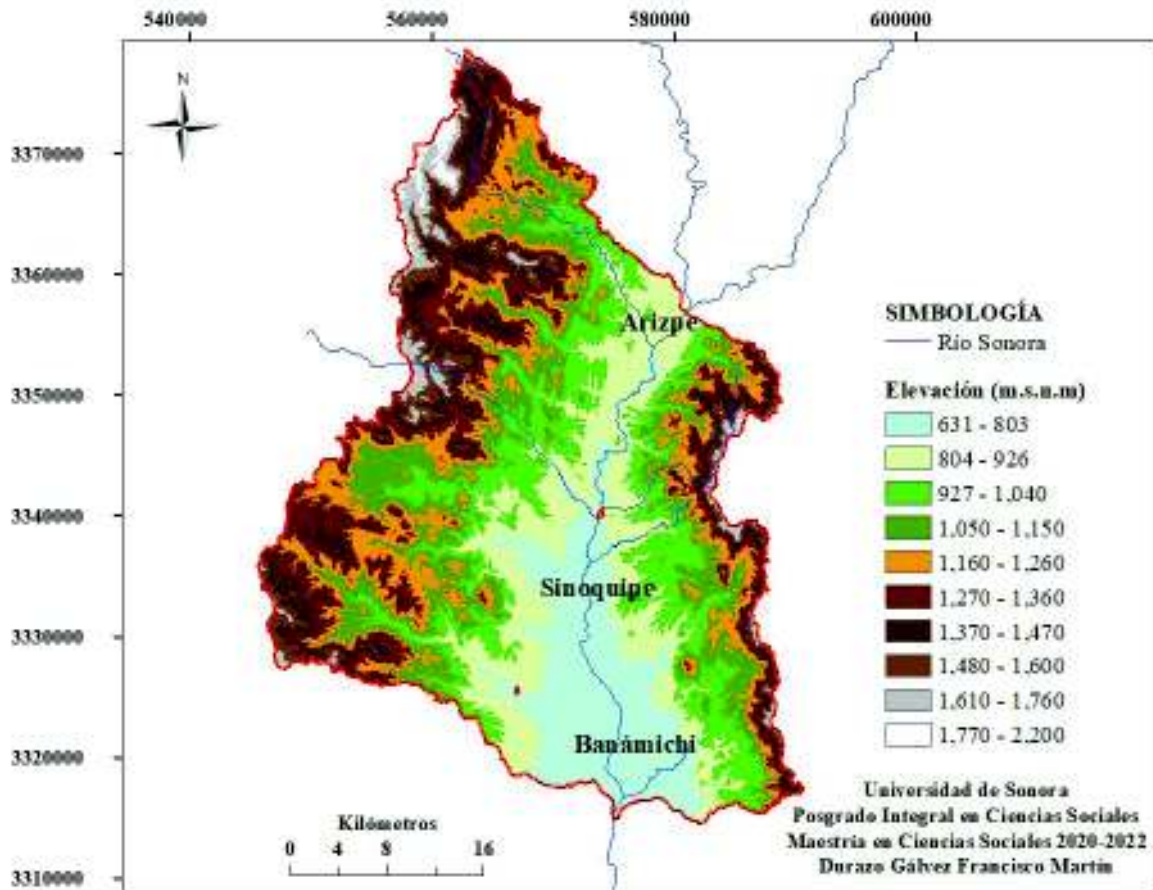
6.1.1 Característica de la microcuenca

Para definir la microcuenca, se describe la jerarquía de la cuenca hidrográfica, la cual se define como la unidad del territorio cuya característica topográfica hace que el agua drene hacia un punto común en su parte más baja. Por otro lado, el concepto de cuenca hidrológica

considera la dinámica del agua en el subsuelo, por lo que se consideran aspectos geológicos que contribuyen a identificar la ubicación de acuíferos y sus zonas de recarga. Desde la perspectiva socioecosistémicas, la cuenca es un sistema complejo biofísico-humano integrado.

La microcuenca de Banámichi se ubica en la parte central del estado de Sonora, en las coordenadas $30^{\circ} 31' 48''$ norte y $110^{\circ} 20' 67''$ oeste, límite superior; y el límite inferior en las coordenadas $29^{\circ} 57' 49''$ norte y $110^{\circ} 8' 58''$ oeste. La microcuenca tiene una superficie de $1\,603\text{ km}^2$ y su afluente principal es el río Sonora. En el área, el cauce tiene una longitud de 93.37 km ; sin embargo, en esta microcuenca se encuentran ubicados dos municipios, Arizpe y Banámichi, donde este último se centra en el estudio realizado.

Mapa 3. Elevación de la microcuenca



Fuente: Elaboración propia.

La elevación máxima de la microcuenca es de 2 192 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) y tiene una elevación mínima de 631 m.s.n.m. De igual forma, su superficie es de 1 603 km² (mapa 3), y el cauce principal es el río Sonora. Existen algunos arroyos con caudal solo en épocas de lluvias, como La Cañada de la Mora, El Oro, Onofre, El Salmón, Guitonchi, Los Tatos, La Cruz y Los Vallecitos; estos se localizan en la parte oeste del río Sonora, y en la parte este del río se ubican Las Delicias, Opodepe y El Chinal. Para terminar, la superficie territorial de la microcuenca representa tres formas de relieve: zonas accidentadas que

abarcen más de la mitad de la superficie, zonas semiplanas que cubren el 10 % de la superficie aproximadamente, y zonas planas que abarcan al menos el 5 % (mapa 3).

Tabla 8. Característica del cauce principal de la microcuenca

Características de la microcuenca	
Elevación máxima	1 989 m
Elevación medida	1 314 m
Elevación mínima	640 m
Longitud	93.4 km
Pendiente media	1.44 %
Tiempo de concentración	11.11 hora
Área drenada	1 603.34 m ²

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8 se señalan las características del cauce principal, pues el río Sonora tiene una longitud en la microcuenca de 93.4 km. Este cauce, en la parte alta de la microcuenca, con una elevación máxima de 1 989 m; y en la parte baja tiene una elevación de 640 m, y su pendiente es de 0.0144. Estos datos permiten calcular el tiempo de concentración al aplicar la fórmula de Kirpch (1997), lo que da como resultado un tiempo de concentración de 11.11 horas. Este dato representa el tiempo que tarda el flujo de agua en llegar de la parte alta de la microcuenca a la parte baja.

6.1.2 Vegetación

De acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2013) sobre el tipo de vegetación de la microcuenca, la superficie total es de 1 603 km², y el 2.34 % corresponde a la agricultura de riego, mientras que el 0.04 % representa a la agricultura de temporal; e, igualmente, el suelo desnudo y la zona urbana corresponden al

0.44 % y 0.05 % respectivamente. El resto de la superficie está ocupado por un bosque de encino con 19.22 %, un bosque de mezquite con 2.5 %, un pastizal natural con 5.38 %, y un pastizal inducido con 2.73 % (Tabla 9).

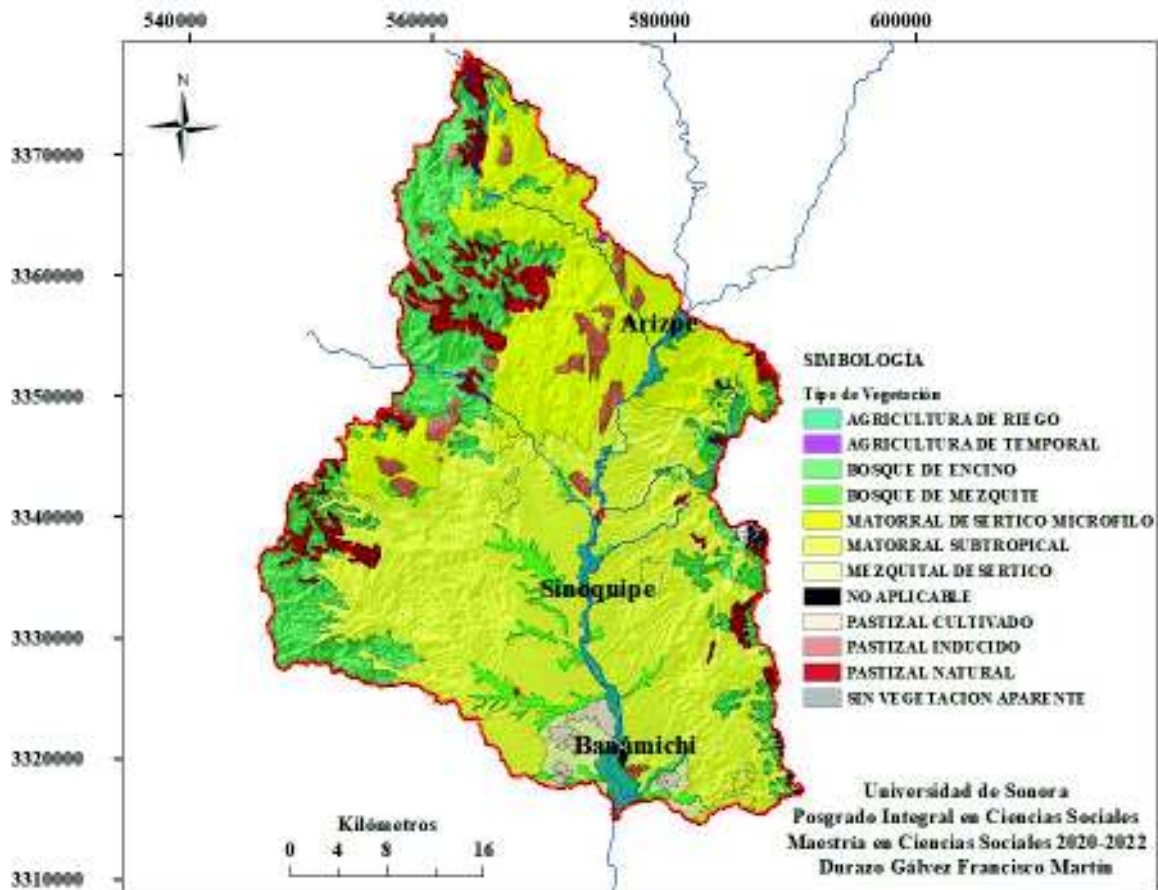
Tabla 9. Uso de suelo y tipo de vegetación

Tipo	Descripción	Superficie (Km²)	%
Uso de Suelo	Agricultura de riego	37.53	2.34 %
	Agricultura de temporal	0.59	0.04 %
	Cuerpo de agua	0.93	0.06 %
	Áreas sin vegetación	7.01	0.44 %
	Urbano	0.79	0.05 %
Vegetación	Bosque de encino	308.1	19.22 %
	Bosque de mezquite	40.82	2.55 %
	Matorral desértico microfilo	321.41	20.05 %
	Matorral subtropical	714.75	44.59 %
	Matorral desértico	28.41	1.77 %
	Pastizal cultivado	12.61	0.79 %
	Pastizal inducido	43.82	2.73 %
Pastizal natural	86.2	5.38 %	
Total		1 603	100 %

Fuente: INEGI, 2013.

El río Sonora se encuentra en los límites de distribución de especies de afinidades boreales y neotropicales, lo que lleva a una alta diversidad florística en términos relativos a la disponibilidad de humedad, que es limitante clave para el desarrollo de las plantas.

Mapa 4. Vegetación y uso de suelo de la microcuenca



Fuente: Basado en INEGI, 2013.

En la mayoría del territorio de la microcuenca de Banámichi predomina la vegetación de pastizales, bosques de encino y selva subtropical con plantas de uña de gato, nopales, garambullo y tepame; y, en menor porción, se puede encontrar mezquital de diferentes variedades: palo fierro, brea, huizache, etc. En el mapa 4 se puede identificar el tipo de vegetación y el uso de suelo, donde la agricultura es la principal actividad (INEGI, 2016).

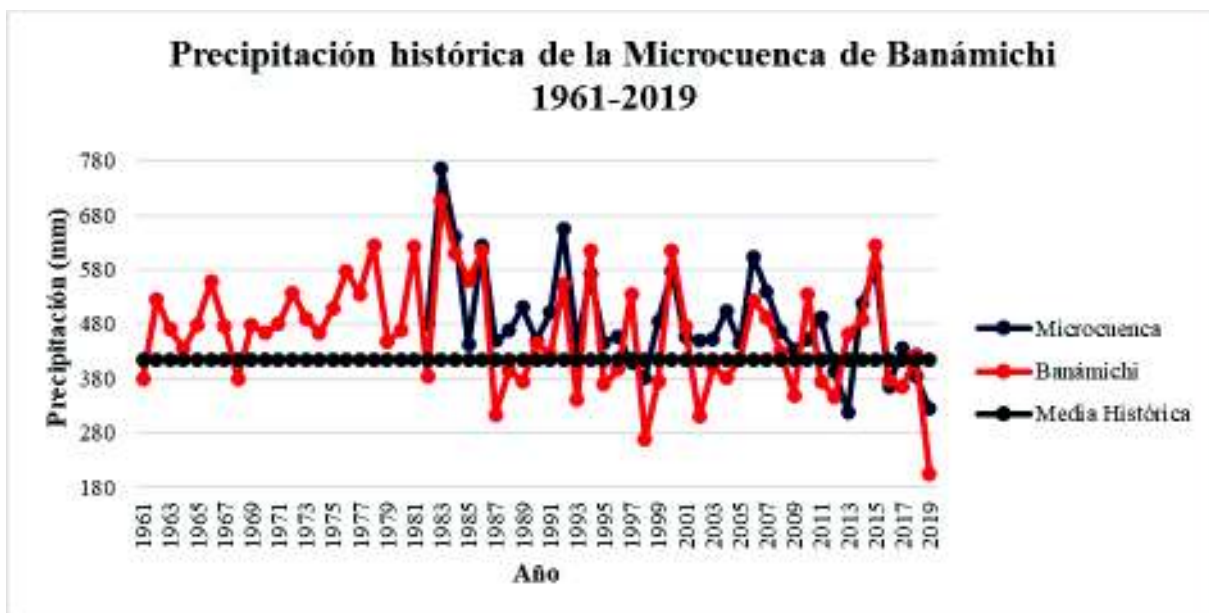
6.1.3 Precipitación y temperatura

La temperatura más alta se presenta en los meses de junio a septiembre, con registros de hasta 42° C. Tanto la precipitación como la temperatura influyen directamente en el equilibrio del agua y provocan cambios en el régimen de humedad del suelo que, al mismo tiempo, incide en el crecimiento de las plantas y afecta la fenología de la vegetación (Romo-León, van Leeuwen, et al., 2014). De ese modo, las mayores precipitaciones en la microcuenca se presentan en los meses de julio a septiembre, y ello es denominado el monzón norteamericano o monzón mexicano; se le llama así al cambio estacional en la dirección de los vientos entre el continente y el océano (CONAGUA, 2016).

Ahora bien, el monzón mexicano inicia a finales de junio y va hasta septiembre, y es generado por los vientos cálidos y húmedos que provienen del océano Atlántico y del Golfo de México por el este; y del océano Pacífico y el Golfo de California por el oeste. Estos dos aportes convergen en el noroeste del territorio nacional y se caracterizan por causar precipitaciones breves, pero torrenciales, aunque no continuas. Estas precipitaciones se observan en extensa áreas del Suroeste de Estados Unidos de América y Noroeste de México, sobre todo en las montañas de la Sierra Madre Occidental y sus alrededores, donde se ven comprendidos Sonora, Chihuahua, Sinaloa y Durango (CONAGUA, 2016).

En este contexto, los valores de precipitación promedio anual para la microcuenca varía de los 368 mm a los 624 mm, según datos de las estaciones climatológicas. El promedio anual de la microcuenca es de 430.3 mm y, para este análisis se consideraron tres estaciones climatológicas al analizar los datos entre los años 2010 y 2018.

Gráfica 1. Precipitación anual de la microcuena



Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica 1 se observa el comportamiento de la precipitación anual de la microcuena, analizado desde el periodo 1982 hasta el 2019. La línea de color rojo representa los datos disponibles del municipio de Banámichi, mientras que la línea de color azul señala los datos de la microcuena. Este análisis se basa en las tres estaciones climatológicas que se encuentran en operación dentro de la microcuena: Arizpe, Sinoquipe y Banámichi (Tabla 10), y el periodo comprende 37 años (1982-2019). Por consiguiente, el análisis de la precipitación de la microcuena se basó en los datos disponibles de las estaciones climatológicas (Tabla 10) y se consideró que en la estación de Sinoquipe solo hay información a partir del año 1982. Por otro lado, en la estación climatológica de Banámichi existe información desde el año 1961; por ello, con los datos de esta estación, se analizó un periodo de 57 años (1961-2019).

Tabla 10. Estaciones climatológicas en operación de la microcuenca

Estación	Clave	Municipio	Altitud (m)	Coordenadas
Arizpe	26005	Arizpe	836	30°09'20''N, 110°10'03''O
Sinoquipe	26271	Arizpe	740	30°09'20''N, 110°14'42'' O
Banámichi	26008	Banámichi	675	30°00'13''N, 110°12'54'' O

Fuente: Elaboración propia

La media histórica de precipitación es de 415 mm, y en Banámichi se observa que, durante el periodo comprendido entre 1961 y 1991, hay cinco años por debajo de la media histórica; mientras tanto, en el periodo entre 1991 y 2019, se observan 13 años por debajo de la media. Por otro lado, según los datos estadísticos de la microcuenca en el periodo de 1982 a 2000, se identifican dos años por debajo; mientras que el periodo de 2000 a 2019 se presentan cinco años por debajo de la media histórica. Con estos datos estadísticos se identificó, de manera general, que en los años anteriores a 1990 llovía una cuarta parte más que los años recientes.

6.2 Usos del agua

La preocupación por el abastecimiento de agua para las zonas urbanas y rurales es un tema de interés para el sector público y gubernamental. El problema de la escasez en México se debe al conjunto de diversos factores a escala temporal-territorial, donde se incorporan aspectos sociales, económicos y ambientales que han llevado al aumento de la sobreexplotación de aguas subterráneas y superficiales. Así, de acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales, el agua se considera un asunto de seguridad nacional, y su importancia se debe a los conflictos que podrían generar rivalidad por sus usos alternativos (Luque et al., 2019).

Por otra parte, la Constitución Mexicana, en el artículo 27, manifiesta que el agua pertenece a la nación; no obstante, los usuarios deben pagar por el líquido. En el artículo 4 de la misma Constitución, se destaca el derecho al acceso, la disposición y el saneamiento del agua, y se establece que el Estado es el que tiene la responsabilidad de garantizar la distribución equitativa y sustentable a través de la participación de los tres niveles de Gobierno y ciudadanía.

Art. 27 La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares [...].

Art. 4 [...] Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar [...]. Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía [...].

La microcuenca de Banámichi tiene una extracción de 28 974 504 m³ que se destinan para los diferentes usos (Tabla 11), principalmente para la agricultura (63.4 %), seguida del sector industrial (26.5 %) y el uso doméstico (0.06 %). En estas cifras se consideran los municipios que se ubican en la microcuenca (Arizpe y Banámichi). Por último, el número de concesiones de títulos de agua en la microcuenca es de 448.

Tabla 11. Uso del agua en la microcuenca

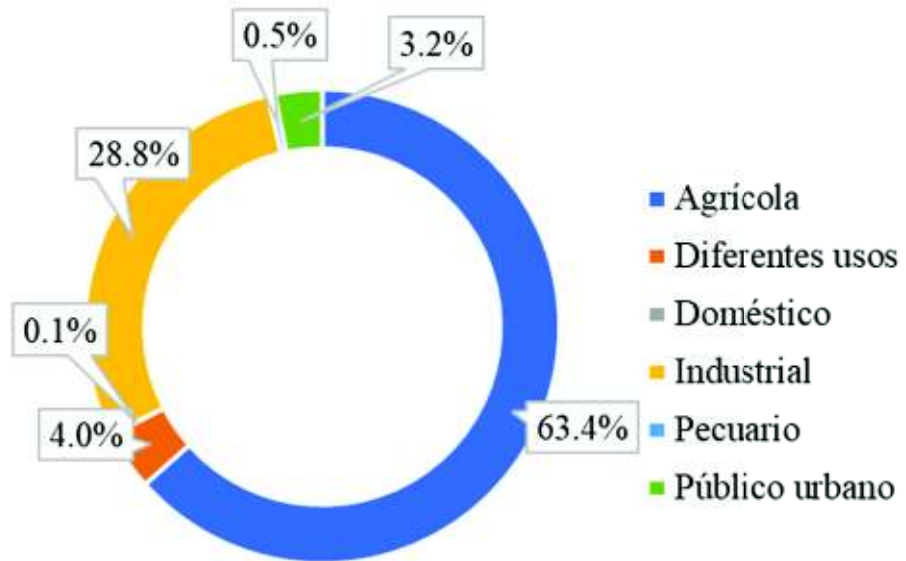
	Uso del agua	% de Uso	Volumen de extracción de aguas nacionales (m ³ /año)	Volumen de aguas superficiales (m ³ /año):	Volumen de aguas subterráneas (m ³ /año):
Microcuenca	Agrícola	63.4 %	18 378 558	8 193 200	10 185 358
	Diferentes usos	6.3 %	1 838 709	0	1 838 709
	Doméstico	0.06 %	16 776	0	16 776
	Industrial	26.5 %	7 668 420	1 000	7 667 420
	Pecuario	0.5 %	139 154	0	139 154
	Público urbano	3.2 %	932 887	0	932 887

Fuente: INEGI, 2020.

En la Gráfica 2 se observan los principales usos del agua a nivel de microcuenca por porcentaje. Así las cosas, el 63.4 % (18 378 558 m³/año) de extracción de agua es destinado para el uso de la agricultura; el 26.5 % es destinado para el uso industrial, principalmente para el sector minero; y solo el 3.2 % es para uso público urbano. Con los datos anteriores de extracción del volumen de agua, se tiene un total de 448 concesiones otorgadas a nivel de microcuenca.

Gráfica 2. Volumen de extracción a nivel de microcuenca

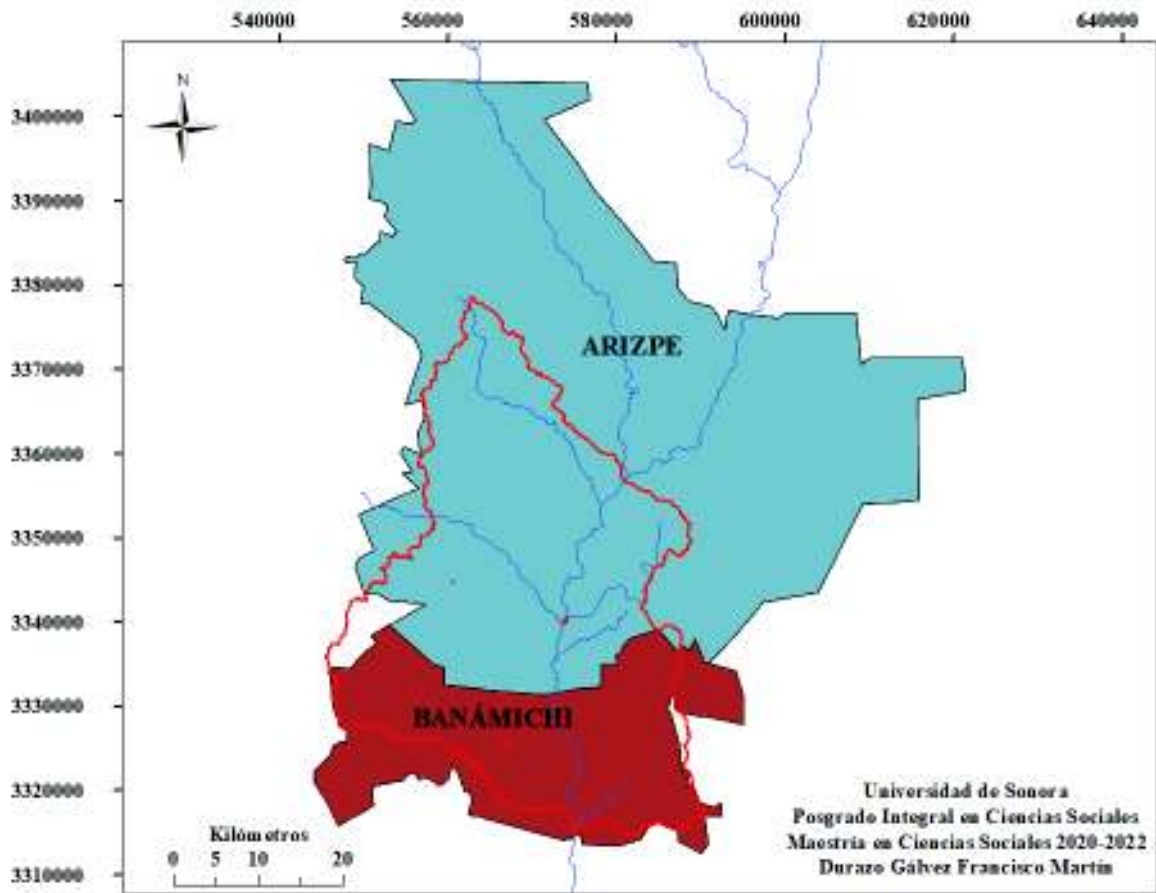
Volumen de extracción de agua de la microcuenca (m³/año)



Fuente: Elaboración propia

El área de esta microcuenca está contenida dentro de los municipios de Banámichi y Arizpe, como ya se ha señalado anteriormente. La microcuenca tiene una superficie de 1 603 km² de los cuales 1 013 km² comprenden al municipio de Arizpe y 590 km² forman parte de Banámichi, así como se puede ver en el Mapa 5, el contorno de color rojo representa la microcuenca.

Mapa 5. Ubicación de los municipios dentro de la microcuenca



Fuente: Elaboración propia

Retomando el total del volumen extraído a nivel de microcuenca, el cual corresponde a 28 974 504 m³/año, destinado para los diferentes usos. De esta cantidad, el 35 % se extrae por el municipio de Banámichi y el 65 % corresponde al volumen utilizado por el municipio de Arizpe, como se puede observar en la Tabla 12.

Tabla 12. Relación del porcentaje de volumen extraído por municipio de la microcuenca

Municipio	Volumen de extracción (m ³ /año)	Superficie (km ²)	Superficie agrícola (km ²)	Población %	% de volumen extraído	Concesiones de agua
Microcuenca	28 974 504	1 603	38.12	-	-	448
Banámichi	10 116 971	590	19.11	47 %	35 %	96
Arizpe	18 857 533	1 013	19.01	53 %	65 %	352

Fuente: Elaboración propia

De esta manera la mayor extracción de agua corresponde a la actividad agropecuaria. En la microcuenca se tiene una superficie de 38.12 km² para la actividad agrícola. En el caso de Arizpe, se destina una superficie de 19.01 km² (esta superficie es dentro de la microcuenca); de igual manera Banámichi, tiene una superficie de agricultura de 19.11 km². De la superficie total dentro de la microcuenca, Arizpe destina del 2 al 3 % para la actividad agrícola; de igual manera Banámichi destina del 3 al 4 % para esta misma actividad.

En cuanto a las concesiones que se han otorgado en la microcuenca desde el año 1990 a la fecha representa un total de 447 derechos de agua para los diferentes usos, como se puede observar en la Tabla 13, donde se observa el total de volumen por metro cúbico anual (m³/año) por usos del agua y por período.

Tabla 13. Concesiones de agua por metro cúbico anual de 1990 a 2022

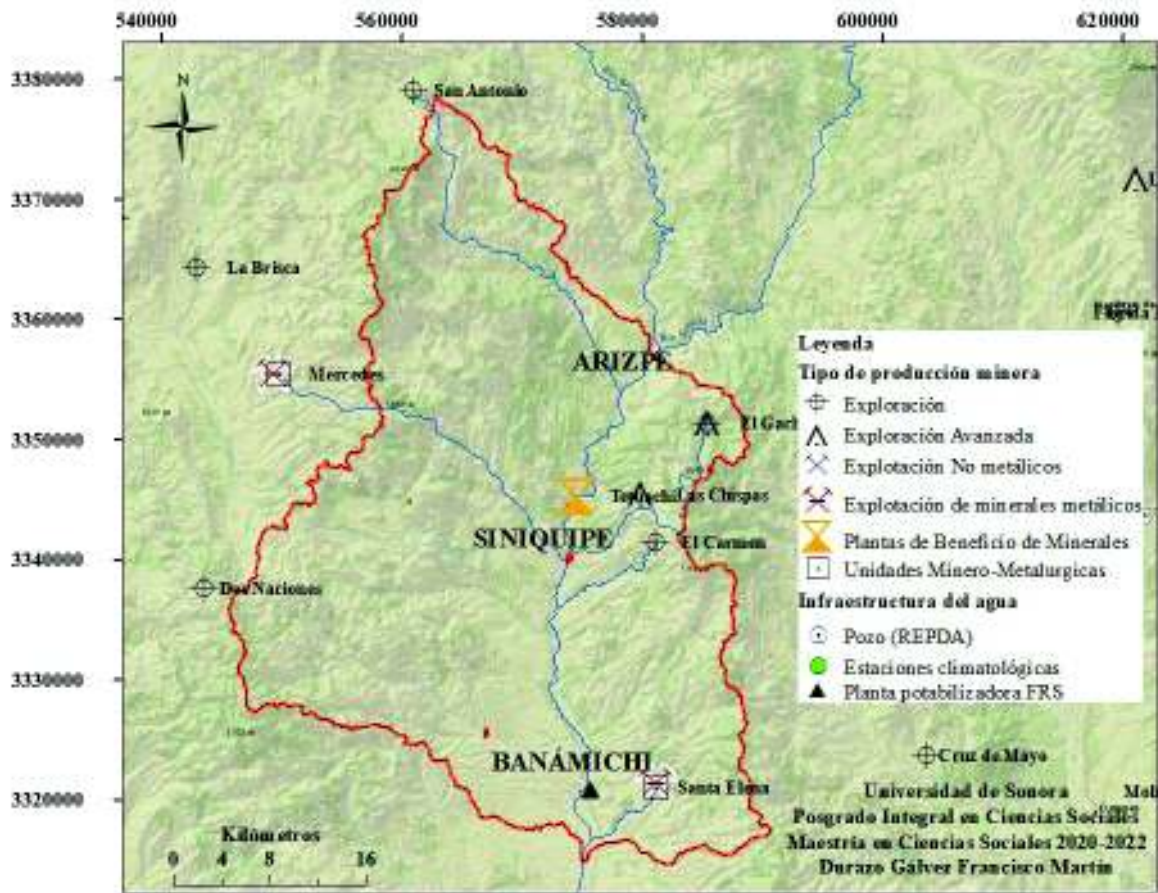
Microcuenca (m³/año)					
Subterránea	Año	Agropecuario	Industrial	Público urbano	Total
	1990-1999	4 277 669	1 060 572	742 073	6 080 313
	2000-2009	2 342 575	465 416	197 831	3 005 822
	2010-2014	3 096 082	7 410 708	933	10 507 723
	2015-2019	138 067	179 785	438	318 290
	2020	397 390	453 825	0	851 214
	Total	10 251 783	9 570 306	941 275	20 763 361
Superficial	Año				
	1990-1999	6 896 400	1 000	0	6 897 400
	2000-2009	500 000	0	0	500 000
	2010-2014	0	0	0	0
	2015-2019	796 800	0	0	796 800
	2020	0	0		
	Total	8 193 200	1 000		8 194 200
Total					28 957 561

Fuente: Elaboración propia

Con base a la información de la Tabla 13 se observa que el volumen total de extracción de agua anual es de 28 957 561 m³. Como se señaló anteriormente la actividad agropecuaria ocupa el primer lugar en demanda de agua, seguido del sector industrial (minero).

En el mapa se ubican las tres estaciones climatológicas de la microcuenca, que permiten monitorear las condiciones meteorológicas. Por otro lado, se muestra la infraestructura de agua con la que cuenta, al igual que los pozos. Para finalizar, en el municipio de Banámichi hay una planta potabilizadora construida por el Fideicomiso río Sonora (FRS) (mapa 6).

Mapa 6. Ubicación de la infraestructura del agua



Fuente: Basado en SGM, 2020; CONAGUA, 2015.

En este mapa también se ubican los principales tipos de actividad del sector minero en un área con ocho tipos de proyectos, donde cinco corresponden a exploración y prospección de minerales (El Gachi, Gachi, El Carmen, Las Chispas, Ermitaño) y uno es de explotación (Santa Elena). Con respecto a esta última, se incluyen una planta de beneficio (Tetuachi) y una de unidad minero-metalúrgica y transformación (Santa Elena). En suma, la actividad minera representa la segunda de mayor extracción de volumen de agua a nivel de microcuenca y municipal.

La mina Las Chispas hace uso de un tipo de explotación subterránea. Esta se ubica en el municipio de Arizpe y comprende 28 concesiones aproximadamente de 1400 ha. Es propiedad de *Silver Crest Metals*, a través de su subsidiaria mexicana, la Compañía Minera La Lllamarada. Esta mina extrae oro y plata y se estima que la vida útil es de aproximadamente de 9 años (Servicio Geológico Mexicano [SGM], 2018).

Por otro lado, la mina Santa Elena se ubica en el municipio de Banámichi y comprende 17 concesiones de 100.57 ha aproximadamente. En un inicio, la mina era de cielo abierto, pero cuando fue comprada por la compañía canadiense First Majestic Silver, comenzó a funcionar como unidad de molienda y explotación subterránea, al igual que la mina Las Chispas, donde se extraía oro y plata. Según datos de la Cámara Minera de México (CAMIMEX), la mina Santa Elena tuvo una evolución de producción del periodo 2010-2017, con lo que pasó del lugar 60 al 19 como productor de plata y del 39 al 25 como productor de oro (CAMIMEX, 2017).

De acuerdo con los datos de volumen de extracción de las aguas subterráneas, la actividad minera ocupa el segundo lugar a nivel de microcuenca y municipal, como ya se señaló. En la Tabla 14 se compara el uso de agua para esta actividad por municipios; y se observa que, a nivel municipal, Banámichi destina el 9 % para la actividad minera, mientras que Arizpe destina el 46 % del volumen total de extracción. A nivel de microcuenca, Banámichi representa un 3 % y Arizpe un 30 % para el sector minero. Esta diferencia se debe a que la mina Las Chispas es aproximadamente 10 veces más grande que Santa Elena, de

acuerdo con las concesiones y superficie que comprende cada una. Además, se encuentran varios proyectos en exploración en ambos municipios.

Tabla 14. Porcentaje de agua destinado para la actividad minera

Municipio	Volumen de extracción (m³/año)	Volumen destinado para la actividad minera	% nivel microcuenca
Microcuenca	28 974 504	9 507 129	33 %
Banámichi	10 116 971	919,930	3 %
Arizpe	18 857 533	8 587 199	30 %

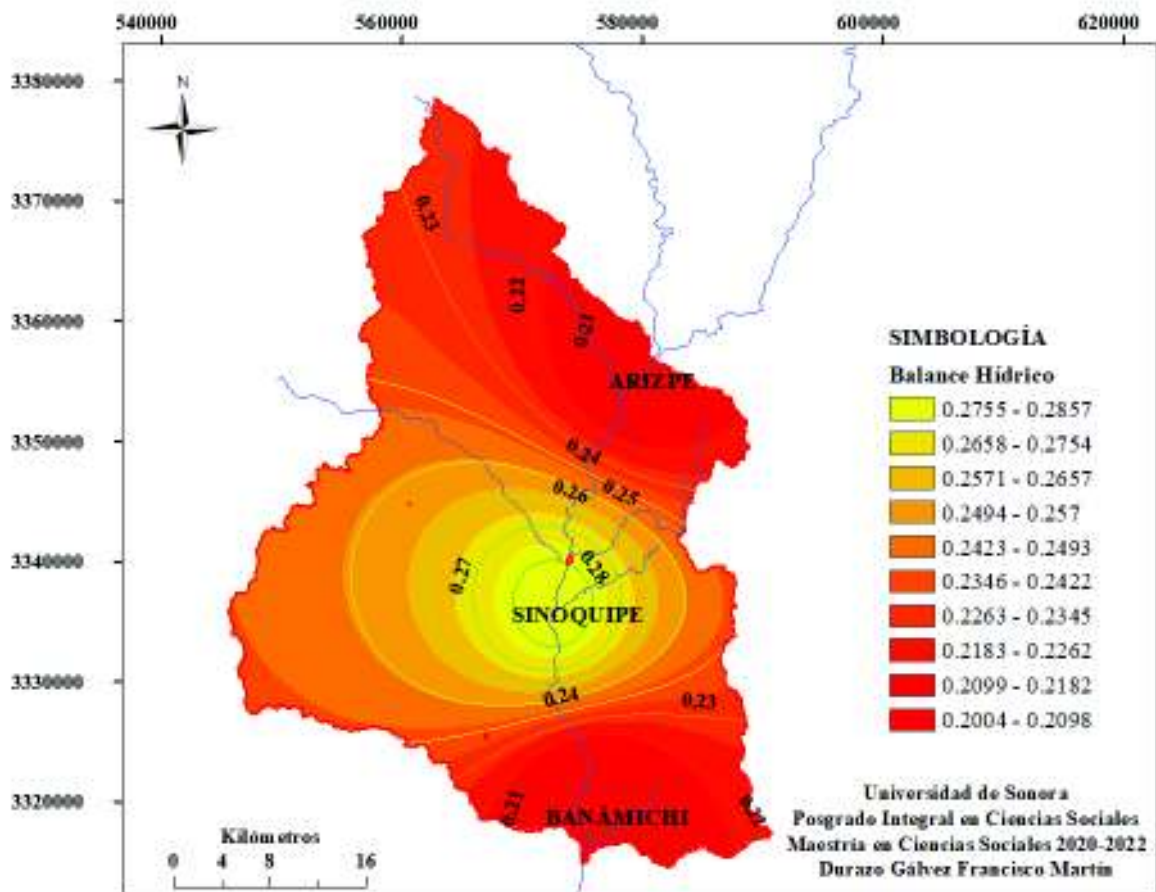
Fuente: Elaboración propia

6.3 Balance hídrico

El BH constituye una herramienta básica para estimar la disponibilidad de agua en una cuenca. Este análisis explica el comportamiento de las dimensiones importantes de la cuenca, como es el caso de la disponibilidad natural del agua y la explotación de los acuíferos; dicho cálculo consiste en cuantificar y sumar los flujos de entrada y salida de la cuenca. Para este estudio, se incorporan diferentes variables: elevación, precipitación, temperatura, evapotranspiración, evaporación y tipo de vegetación. Para estudiar el BH de la microcuenca, se consideraron los datos de las estaciones meteorológicas de Arizpe (26005), Sinoquipe (26271) y Banámichi (26008). Para el cálculo de la evapotranspiración, se utilizó el método de Thornthwaite, que consiste en una serie de ecuaciones donde se integran las diferentes variables para la obtención del BH.

Para obtener el BH se utilizó el programa de ArcMap, con el que se obtuvo el resultado del mapa 7. Este balance corresponde a los años 2015-2020. Asimismo, al interpretar el resultado, se deben considerar los parámetros propuestos por Budyko (1958), como se puede ver en la Tabla 15.

Mapa 7. BH de la microcuenca



Fuente: Elaboración propia.

El resultado de la microcuenca, como se observa en el mapa 7, indica que los datos obtenidos del BH oscilan entre 0.20 a 0.28; por lo tanto, y de acuerdo con la escala de interpretación, la región presenta un déficit hídrico de forma natural, aún sin tomar en cuenta

la extracciones y usos del agua. Es decir, por medio de este estudio del balance hídrico, podemos determinar que en la microcuenca de Banámichi, nos encontramos que el agua es un recurso de ecológicamente escaso.

Para constatar estos resultados, se realizaron otros cálculos complementarios como lo son el índice de aridez (IA) y el índice de estrés hídrico (IEH). Para cada uno, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) clasifica el nivel o la disponibilidad de agua de manera cualitativa.

Tabla 15. Interpretación BH

Criterio	Valor	Interpretación
Mayor a	1.20	Exceso hídrico
Entre	0.80-1.2	Estabilidad
Menor a	0.80	Déficit hídrico

Fuente: Budyko, M., 1958.

Del mismo modo se estimó el Índice de Aridez (IA), el cual es una característica del clima y permite medir el nivel de insuficiencia o suficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas en determinada región. Para ello, se considera la ETP y la evotranspiración real (ETR), y se aplica la siguiente fórmula:

$$IA = \frac{ETP - ETR}{ETP}$$

Tabla 16. Clasificación del IA

Valores	Índice de aridez
<0.15	Altos excedentes
0.15-0.19	Excedentes
0.20-0.29	Moderado y excedente
0.30-0.39	Moderado
0.40-0.49	Bajo
0.50-0.59	Deficitario
>0.60	Altamente deficitario

Fuente: Budyko, M., 1958

Al momento de obtener el resultado con base a la fórmula señalada, se clasifica dependiendo del criterio de la Tabla 16, el cual con base a la evotranspiración potencial y real se obtiene el IA y esto permite estimar en qué condiciones se encuentra una determinada región. Con base en la fórmula, se estimó el IA para la microcuenca de Banámichi, y se obtuvo el siguiente resultado por año de 2015 a 2020.

El resultado con base en los cálculos de la ETR y la ETP apuntan a que la microcuenca tiene un nivel altamente deficitario a deficitario; además, este IA coincide con el resultado del BH. En la Tabla 17 se encuentra los resultados correspondientes a la microcuenca, se muestran los resultados por año de 2015 a 2020 asignado a cada año la clasificación correspondiente de acuerdo al criterio del IA.

Tabla 17. IA de la microcuenca de Banámichi

Año	IA	Clasificación
2015	0.76	Altamente deficitario
2016	0.76	Altamente deficitario
2017	0.73	Altamente deficitario
2018	0.61	Altamente deficitario
2019	0.63	Altamente deficitario
2020	0.53	Deficitario

Fuente: Elaboración propia

Por último, también se calculó el Índice de Estrés Hídrico (IEH). Para ello, se consideró la siguiente fórmula:

$$IEH = \frac{D + I + A}{Q}$$

Donde:

D: demanda de agua por uso doméstico.

I: demanda de agua por uso industrial.

A: demanda de agua por uso agrícola.

Q: recarga de agua en la microcuenca.

De igual manera para la clasificación del IEH se cuenta con rango de valores el cual clasifica el Índice de Alto estrés hídrico a Bajo estrés hídrico, así como se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18. IEH

Valores	Índice de estrés hídrico
>0.40	Alto
0.2-0.4	Medio
0.1-0.2	Moderado
<0.1	Bajo

Fuente: Elaboración propia

Con la información disponible en CONAGUA, se estimó el IEH y se obtuvo como resultado al realizar el cálculo correspondiente un valor de 0.90 (ver Tabla 19). De acuerdo al criterio del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), la microcuenca se encuentra con alto estrés hídrico, debido a que el resultado es mayor a 0.40.

Tabla 19. IEH de la microcuenca

IEH	Total (Q)	Agricultura (A)	Industrial (I)	Doméstico (D)	Sumatoria (A+I+D)	Valor (A+I+D)/Q
Microcuenca	28 974 504.3	18 378 558.3	7 668 419.8	16 776.0	26 063 754.1	0.90

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, estos dos cálculos complementarios, IA e IEH confirman los resultados del balance hídrico: el agua en la microcuenca de Banámichi es un recurso escaso, pues hay una mayor salida de la microcuenca en forma de escurrimientos y evapotranspiración que lo que entra al territorio por medio de precipitaciones.

De tal forma, que la principal fuente de abastecimiento es el agua subterránea disponible principalmente en el acuífero río Sonora, el cual como vimos en el capítulo contextual, cuenta con muy poca disponibilidad. De tal manera que los usos del agua ejercen y ejercerán presión principalmente sobre el acuífero.

6.4 Caracterización del sistema socioecológico

En esta sección se desarrollan las diferentes dimensiones que se consideraron en el análisis de los sistemas socioecológicos. En este primer apartado de los resultados, se aborda desde la perspectiva del sistema social y la relación con la unidad de recurso. Partiendo de lo propuesto por Ostrom, los sistemas socioecológicos, son un enfoque que permite estudiar a nivel de microcuenca, dado que a esta se la considera como unidad de recurso dentro del marco de los SSE (Challenger et al., 2014). Se reconoce en este trabajo que la unidad de análisis establecida para hablar del SSE es el resultado de la combinación de variables administrativas, geográficas, ecológicas y sociales.

6.4.1 Demografía del municipio de Banámichi

Como se estableció en la metodología, el trabajo de campo de esta tesis se centró en el municipio de Banámichi, principalmente en su cabecera. Por esta razón a continuación, presentamos el contexto de este municipio.

En relación a la población de la microcuenca corresponde a 3 881 habitantes, mientras que la población correspondiente a Banámichi es de 1 825 según datos de INEGI, (2020).

Tabla 20. Población general de la microcuenca

Localidad	Población total	Población masculina	Población femenina	Mayor de 18 años	Mayor de 18 años masculina	Mayor de 18 años femenina
Arizpe	1 666	844	822	1,189	610	579
Sinoquipe	390	201	189	278	143	135
Banámichi	1 825	924	901	992	487	505
Total	3 881	1 969	1 912	2 459	1 240	1 219

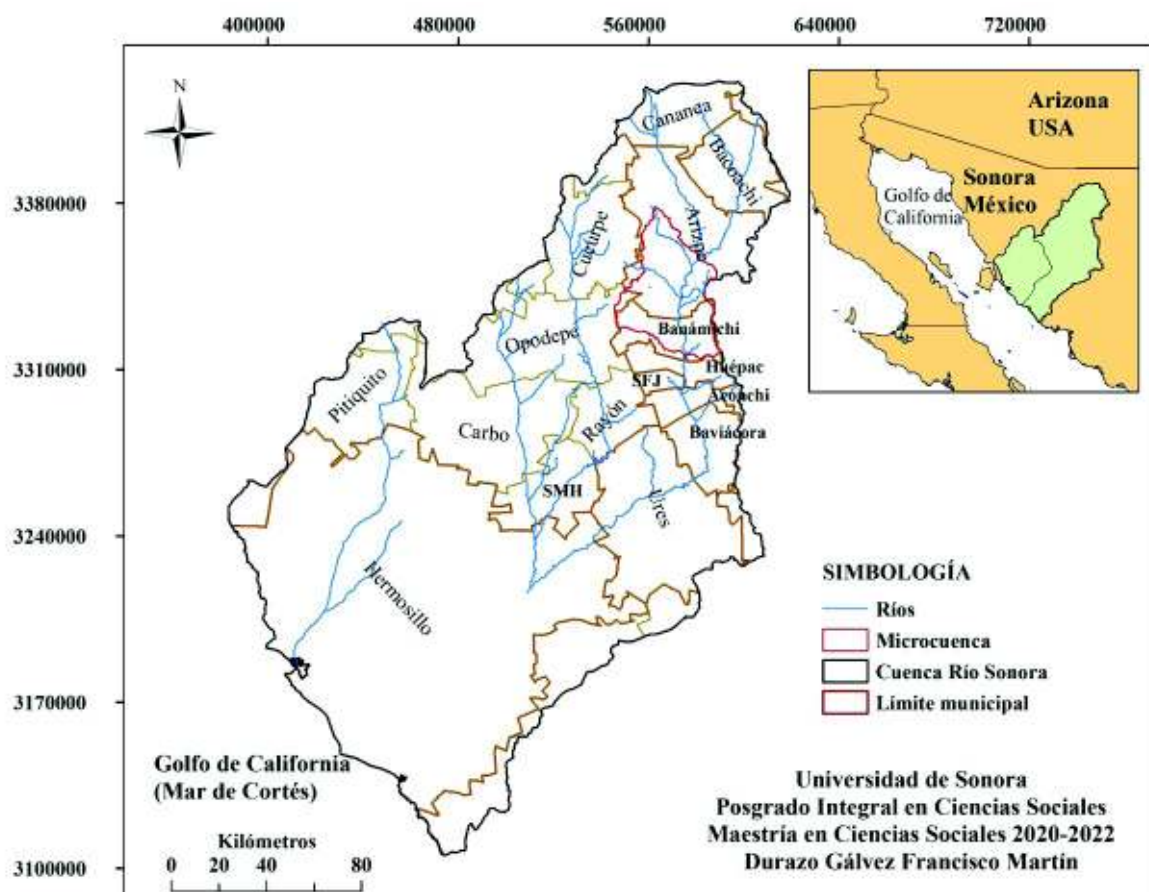
Fuente: INEGI, 2020.

En la microcuenca, la población masculina representa un 50.7 % y la femenina corresponde al 49.3 %; de este porcentaje, la población masculina mayor de edad representa el 32 %, mientras que la población femenina mayor de 18 años corresponde al 31.4 %.

6.4.2 Característica de Banámichi

El municipio de Banámichi se ubica en las coordenadas 30° 00' 34'' norte y 110° 12' 48'' oeste, y colinda al norte con Arizpe; al sur, con Huépac; al este, con Cumpas; al suroeste, con San Felipe de Jesús; y al oeste, con Opodepe (Mapa 8).

Mapa 8. Ubicación del municipio de Banámichi



Fuente: Elaboración propia

Las localidades más importantes, además de la cabecera municipal, son Las Delicias y Las Moras. Por otra parte, dicho municipio estuvo ocupado principalmente por los ópatas, para el año 1639, se fundó esta localidad por el misionero jesuita Bartolomé Castaños, por lo que el nombre completo de la localidad es Nuestra Señora de los Remedios de Banámichi.

El nombre de Banámichi se deriva del vocablo *ópata-pima* o *banamitzi*, que significa “donde da vuelta el agua” o “arriados por el agua”. La cabecera municipal, del mismo nombre, cuenta con edificios de origen colonial, y uno de ellos es el templo de Nuestra Señora

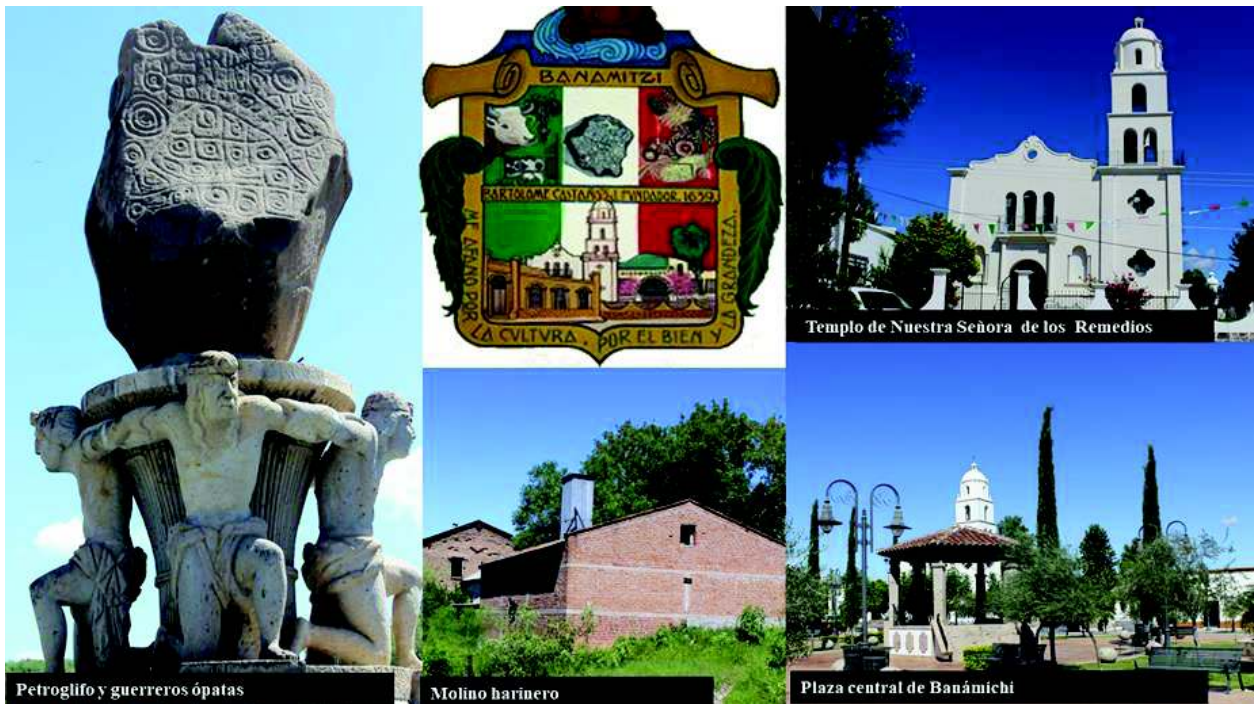
de los Remedios, el cual se ubica frente a la plaza central; el templo data de 1646, y fue construido por el misionero jesuita y el sacerdote Pedro Pantoja; en suma, el templo es catalogado como un monumento histórico por el Instituto Nacional de Antropología e Historia – INAH (Vázquez, 2016).

Otro edificio histórico es el molino harinero, una reliquia estructural, dado que fue el primero de la región, construido en 1764, y se dejó a mediados del siglo XX (Vázquez, 2016). Además, en la plaza que está sobre el camino principal se observa un petroglifo sostenido por estatuas de guerreros ópatas, labrado en una piedra de la región, y cuyo origen es desconocido, aunque algunos investigadores mencionan que fue detallado por los ópatas.

El escudo oficial del municipio de Banámichi está compuesto por un rectángulo vertical, en cuya parte superior se encuentran dos pergaminos enrollados, uno a cada lado, al igual que un dibujo que explica la etimología de *banamitzi*. Asimismo, en la parte inferior está la clásica punta que sustenta el escudo del estado de Sonora. Finalmente, en la mitad inferior, se ve adornada en oro la leyenda “me afano por la cultura, por el bien y la grandeza”, el lema municipal (Vázquez-Ohlmaier, 2016).

Para terminar, cabe señalar que las festividades de la localidad se celebran del 15 al 20 de septiembre, en honor a Nuestra Señora de los Remedios; por tanto, se llevan a cabo carreras de caballo y bailes, y también se celebra la coronación de la reina. El 92 % de la población profesa la fe católica, el 3.5 % pertenece a alguna denominación cristiana y el 4.5 % no pertenece a ninguna religión o se considera ateo (INEGI, 2020).

Figura 14. Sitios característicos de Banámichi

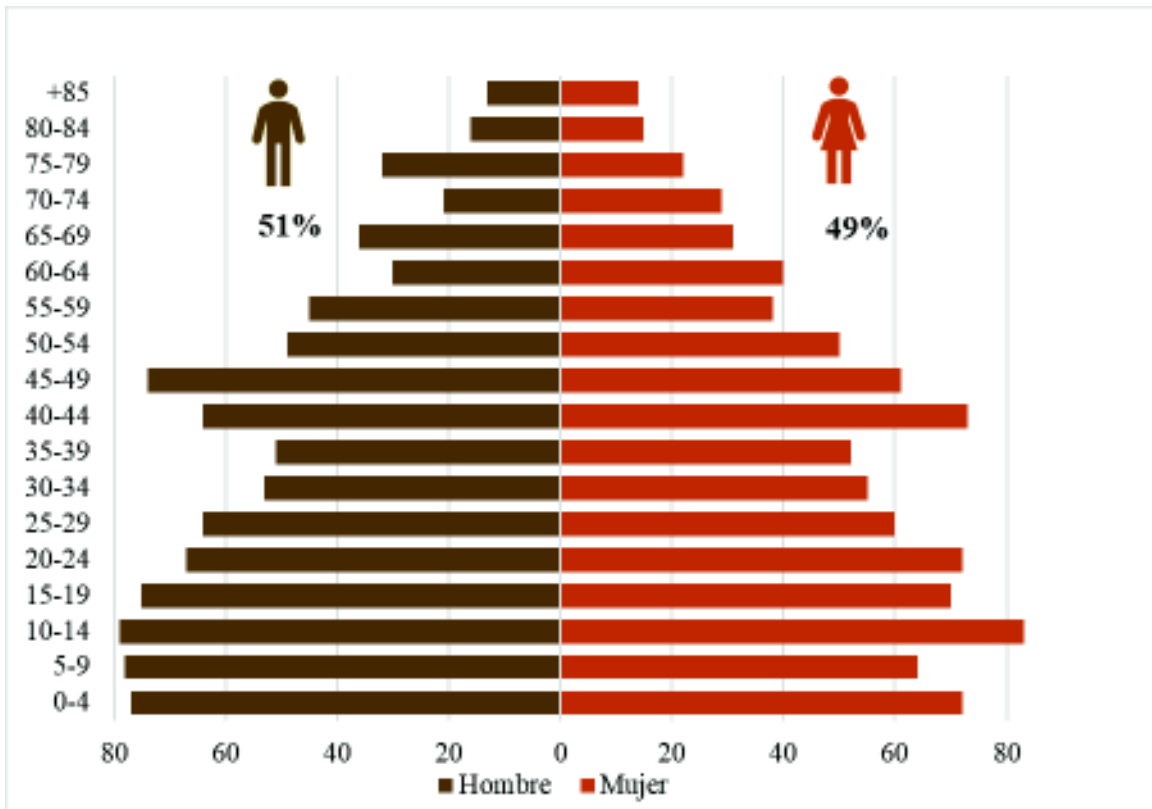


Fuente: Elaboración propia

Banámichi, la cabecera municipal, cuenta con una población total de 1 825 habitantes, donde el 50.6 % de estos son hombres; y el 49.4 %, mujeres (Gráfica 3).

La población de Banámichi creció un 10.9 % en comparación a 2010; e igualmente, se tiene que el 70 % de la población está compuesto de personas mayores de edad. Esta localidad cuenta con 626 viviendas; de estas, el 98 % tienen drenaje, el 99 % tienen electricidad, y el 98 % cuentan con un sanitario.

Gráfica 3. Pirámide poblacional de la localidad de Banámichi



Fuente: INEGI, 2020.

En la Gráfica 3 se observa que los rangos de edad iniciales se mantienen proporcionalmente hasta llegar a los 20-39 años, donde se distingue una ligera disminución; de la misma forma, el rango con mayor predominancia para el caso de los hombres es de 45-49 años, mientras que para las mujeres es de 40-44 años. De manera general, del total de la población, el 68 % cuenta con servicio médico; y, de acuerdo con el censo 2020, el 4.5 % tiene alguna discapacidad o límite motriz para realizar actividades diarias (INEGI, 2020).

Con respecto al servicio de salud, el 68 % de la población de Banámichi cuenta con atención médica, mientras que el 32 % no tiene ningún servicio de salud, y las principales

instituciones con las que cuenta la población es el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y el Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI), como se señala en la Tabla 21

Tabla 21. Población con derecho a servicio médico

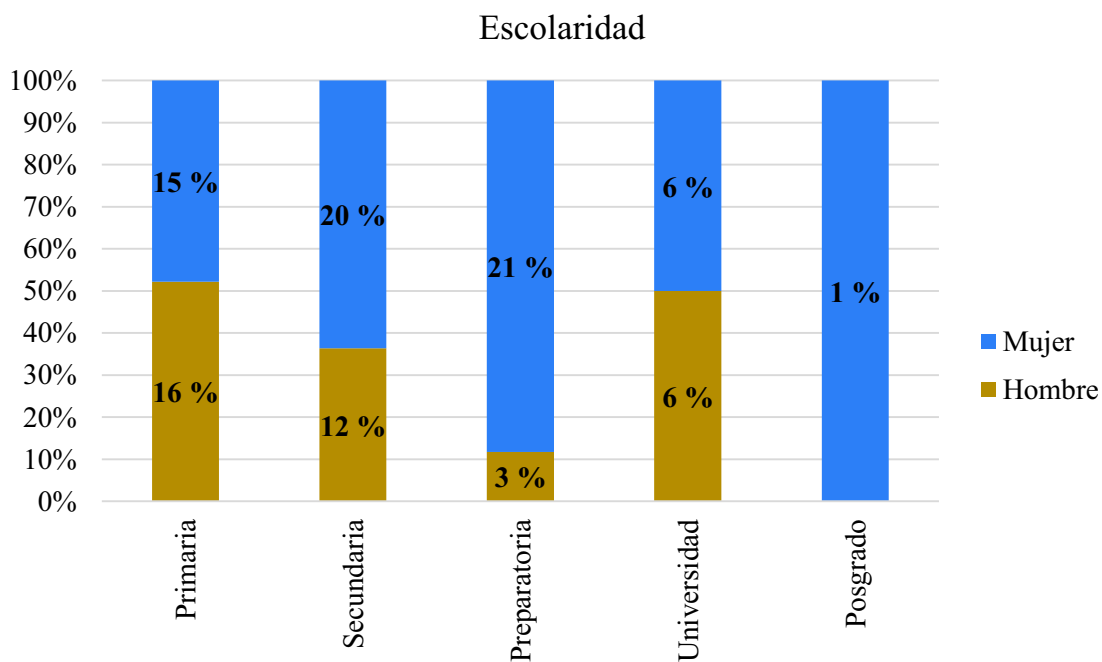
Municipio de Banámichi	Número de personas
Población sin afiliación a servicios de salud	585
Población afiliada a servicios de salud	1 240
Población afiliada a servicios de salud en el IMSS	572
Población afiliada a servicios de salud en el ISSSTE	34
Población afiliada a servicios de salud en el ISSSTE estatal	69
Población afiliada a servicios de salud en el Instituto de Salud para el Bienestar	531
Población afiliada a servicios de salud en una institución privada	44
Población afiliada a servicios de salud en otra institución	46

Fuente: INEGI, 2020.

6.4.3 Actores

Se encuestaron 71 personas, donde un 36 % eran hombres y un 64 % eran mujeres. De acuerdo con el grado escolar, el 16 % de los hombres encuestados había estado en la primaria; el 12 %, en la secundaria; el 3 %, en la preparatoria; y el 6 %, en la universidad. Entre las mujeres encuestadas, el 15 % se había graduado de primaria; el 20 %, de secundaria; el 21 %, de preparatoria; el 6 %, de la universidad; y el 1 % (una persona) de algún posgrado. La edad de los encuestados oscilaba entre los 23 y 84 años.

Gráfica 4. Características de los encuestados

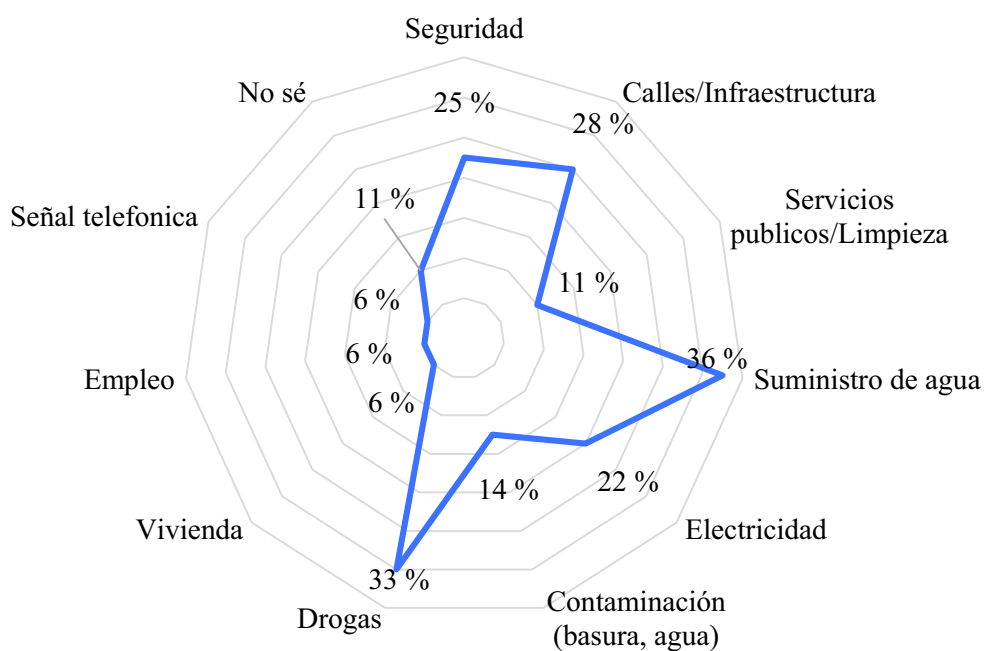


Fuente: Elaboración propia

Los principales problemas identificados por los habitantes son el suministro del agua, con un 36 %; las drogas, con un 33 %; las calles y la infraestructura, con un 28 %; la inseguridad, con un 25 %; y la electricidad, con un 22 %. Como se puede ver en la gráfica 6.

Gráfica 5. Percepción de los principales problemas en la comunidad

Percepción de los principales problemas en la comunidad



Fuente: Elaboración propia

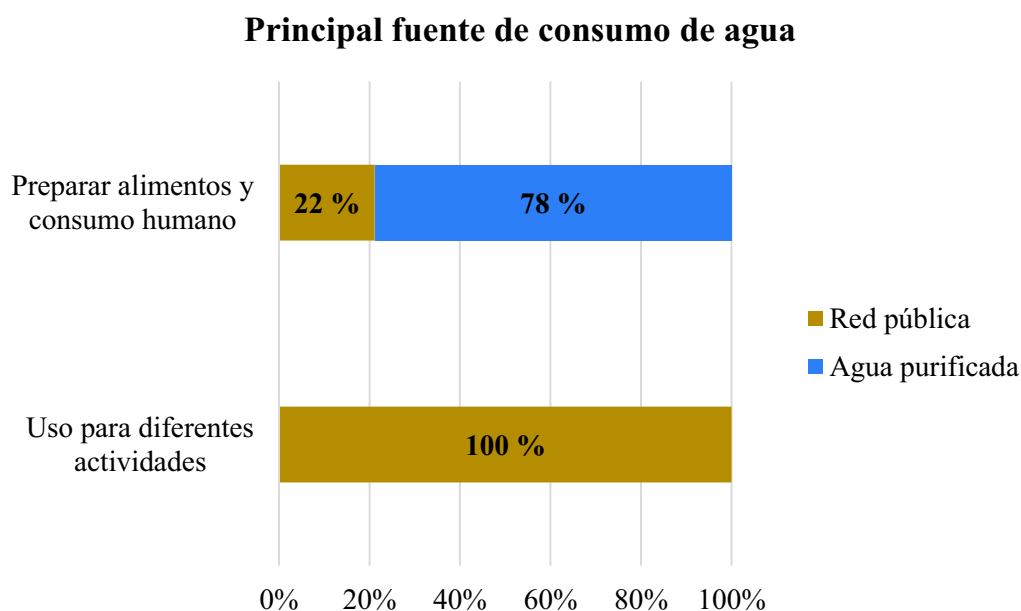
Igualmente, estas respuestas pueden ser agrupadas por rangos de edad de la siguiente manera:

- De 23 a 39 años: son personas que no son originarias de Banámichi y que llevan más de un año viviendo en la localidad; para este rango de edad, los principales problemas son la señal telefónica y el empleo.
- De 40 a 59 años: son personas que llevan más de 10 años viviendo en la comunidad; para este grupo de edad, los principales problemas son las drogas y la infraestructura.
- Mayores de 60 años: los principales problemas que identifican son el suministro de agua y la contaminación del aire.

En este punto, cabe señalar que, cuando se preguntó por los mejores tiempos para el recurso hídrico, cuando este era abundante, las personas menores de 59 años señalaron que había sido antes del 2014, mientras que los mayores de 60 años dijeron que había sido durante la década de los 80 o antes.

También se les preguntó acerca de la fuente de abastecimiento que utilizan de acuerdo a las actividades que realizan en el hogar. De los encuestados, el 78 % señaló que la principal fuente de abastecimiento de agua para consumo personal y preparación de alimentos es el agua purificada, lo cual conlleva a un gasto adicional: “Antes del derrame, tomábamos agua de la llave, ahora pues ya no se puede, porque dicen que está contaminada” (encuestado, noviembre 2021).

Gráfica 6. Principal fuente de consumo de agua



Fuente: Elaboración propia

Otra persona encuestada señaló “A veces que no tenemos dinero para pagar un garrafón y pues tomamos agua de la llave... pues tomamos agua de la llave, dicen que está contaminada y otros dicen que está limpia, que no tiene nada, y pues no tenemos dinero para comprar garrafón, usamos el agua de la llave” (encuestado, noviembre 2021). Estas mismas

personas han mencionado que antes del derrame de 2014 no era necesario comprar garrafones, dado que el agua de la red estaba limpia; sin embargo, a partir del acontecimiento, optaron por comprar agua purificada.

6.4.3.1 Percepción de la vulnerabilidad sociohídrica

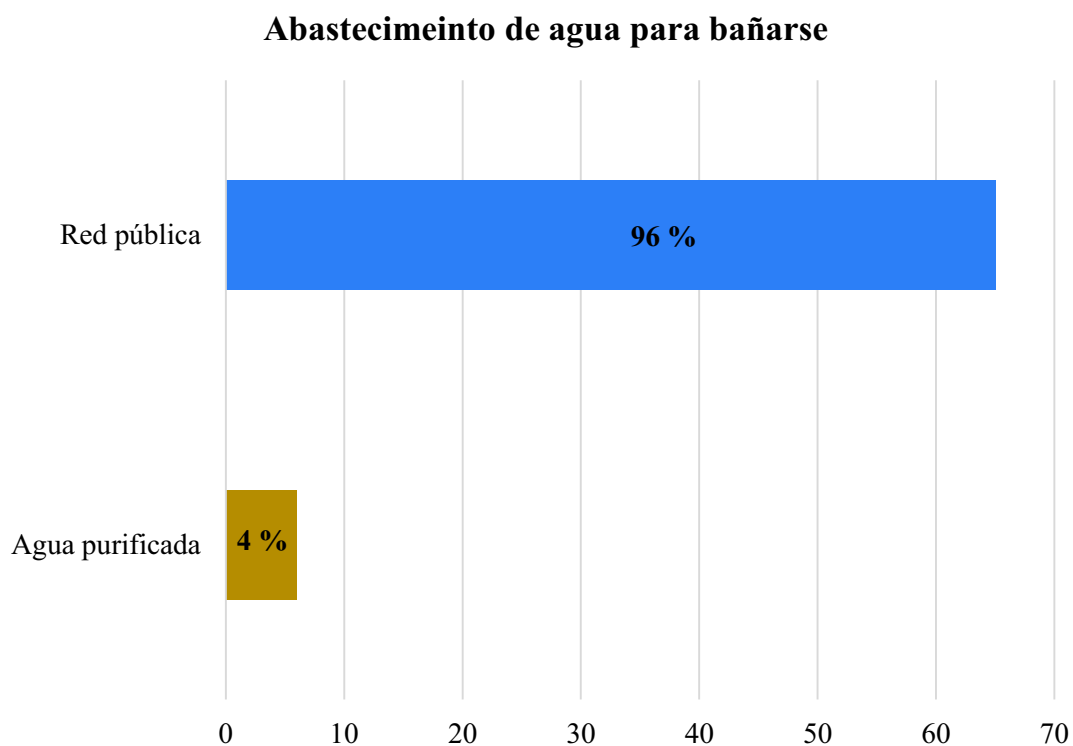
Los habitantes han ido adaptándose al uso del recurso hídrico. Consideran que el agua de la red es para uso de limpieza y quehaceres del hogar. También son conscientes de la importancia del agua, ya que algunas personas señalaron que reciclan y reutilizan el agua en su casa. También expresaron un ligero conflicto con el sector agropecuario, pues señalan que deben de buscar otras fuentes de abastecimiento y ceder algunos pozos para el uso público. Cabe mencionar que los habitantes no expresaron ninguna opinión respecto a los proyectos mineros cercanos a la localidad.

Los habitantes de Banámichi se preocupan por beber agua de calidad. Se han adaptado a los cambios provocados por los eventos externos (como el derrame). La manera de adaptación en un primer paso es buscar fuentes alternas de abastecimiento de agua para el consumo humano, por lo tanto, consumen agua purificada. El agua de la red pública la destinan principalmente para los quehaceres del hogar, limpieza, aseo y baño.

Gran parte de la población del municipio opta por comprar agua de garrafón, son pocas las personas que consumen agua de la llave. El motivo de las personas que consumen agua de la llave, es principalmente por el mejor sabor del agua de la llave y según su percepción menciona que no existe dicha contaminación.

Otra de las preguntas que se realizó fue, qué tipo de fuente de abastecimiento de agua utilizan para bañarse, solo el 4 % respondió que utiliza agua de garrafón para este uso. Además, antes de cambiar la costumbre de consumir agua de la llave, pocas personas han decidido utilizar el agua purificada para bañarse. Una característica común de las personas que señalaron utilizar agua de garrafón para bañarse es que, llevan poco tiempo viviendo en la comunidad y se encuentran en el rango de 30-45 años.

Gráfica 7. Abastecimiento de agua para bañarse



Fuente: Elaboración propia

Los habitantes, como medida de resistencia, han dejado de pagar el servicio del agua potable desde que ocurrió el derrame minero en 2014, por lo tanto, el ayuntamiento ha dejado

de recibir ingreso el cuál de cierta manera ha sido sustituido por el apoyo que reciben los municipios de la Zona Económica Especial del río Sonora (ZEERS), según lo señalado por la autoridad responsable del agua (1). Sin embargo, este recurso apenas cubre el 30 % del servicio y mantenimiento del agua potable, el principal gasto es la electricidad que requieren los equipos para extraer agua.

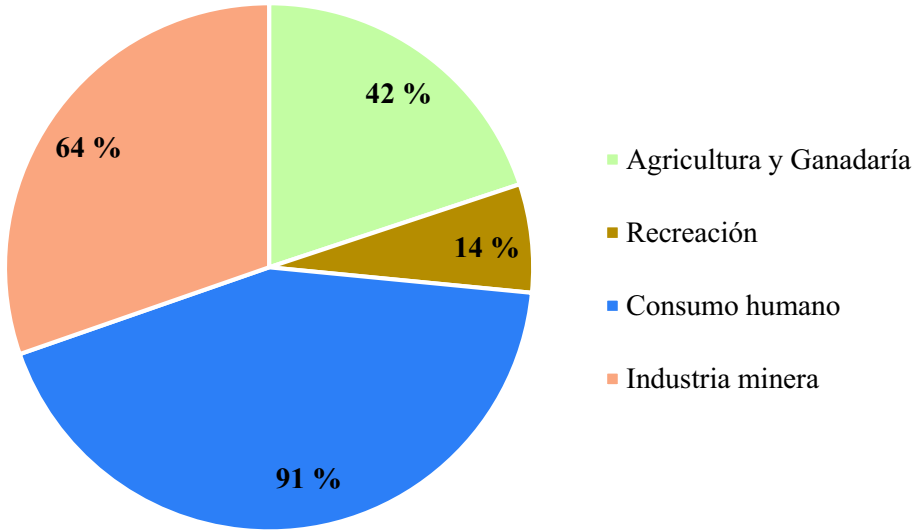
La mayoría del pueblo ha optado por no pagar la tarifa del agua potable, ya que afirman que los encargados de solventar los costos de operación es la empresa responsable del derrame (Grupo México). Esta ausencia de ingreso al municipio para el mantenimiento y operación del sistema de agua potable, podría tener consecuencias en cuanto al soporte e infraestructura y complicar el abastecimiento de agua a la población. Uno de los principales gastos fuertes de operación es el costo de la electricidad que requiere el equipo de bombeo. Este panorama de gasto eléctrico de operación se ve reflejado en otras comunidades del río Sonora (Elizalde, 2020).

A los habitantes se les preguntó sobre la importancia del agua para las diferentes actividades utilizando la escala de Likert, es decir en la que señalaran el nivel de importancia para cada uso. En la gráfica 8 se observan las respuestas del total de los encuestados. El 90% considera el agua importante para el consumo humano; mientras que el 64 % manifiesta que el agua es importante para el sector minero. En este punto se observaron dos tipos de respuestas diferentes al referirse a la industria minera. Por un lado, los que expresaron la importancia del agua para este sector consideraban también la necesidad del trabajo, “es importante el agua para realizar el trabajo en la mina, sin agua no tenemos trabajo, ni comida”

(Encuestado, diciembre 2021); mientras que otros expresaban que no debe de destinarse mucha agua a la minería “si es necesaria en la mina el agua para realizar diferentes procesos, pero no deben de dejar sin agua a la gente, hay veces en que no tenemos agua por la sequía” (encuestado, diciembre 2021).

Gráfica 8. Porcentaje de personas que consideran muy importante el recurso para cada actividad.

Importancia del agua (recurso hídrico), para la siguiente lista de actividades



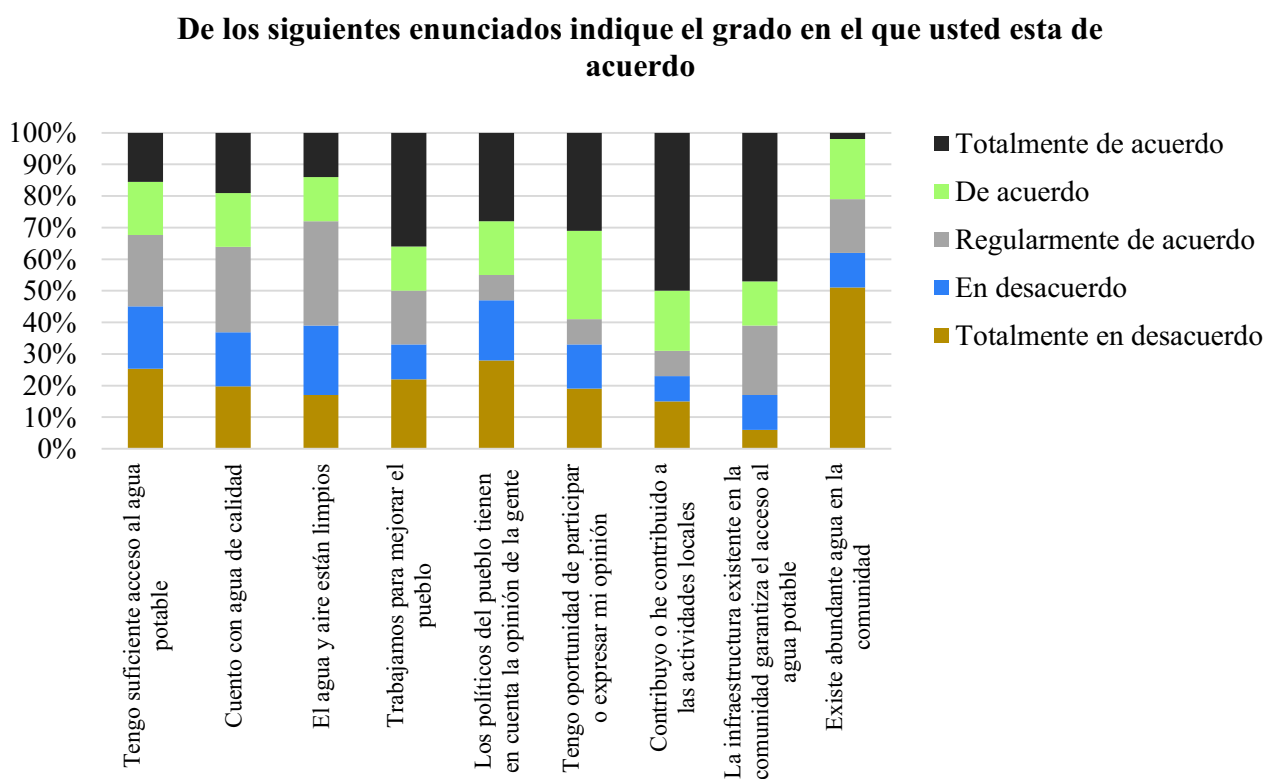
Fuente: Elaboración propia

En las respuestas manifestadas por los encuestados también se puede observar una diferencia de opinión con el sector agropecuario y minero, ya que el 42 % considera importante el agua para la agricultura y ganadería, sin embargo, manifiestan un descontento

con este sector. “los pozos de agua que son de la agricultura deberían de ser para consumo humano, ya que la agricultura cuenta con canales de agua”.

Continuando con la escala Likert se les mencionó algunas oraciones para responder el grado de acuerdo que están con la frase mencionada. Como se puede ver en la Gráfica 9

Gráfica 9. Percepción del agua en la población de Banámichi



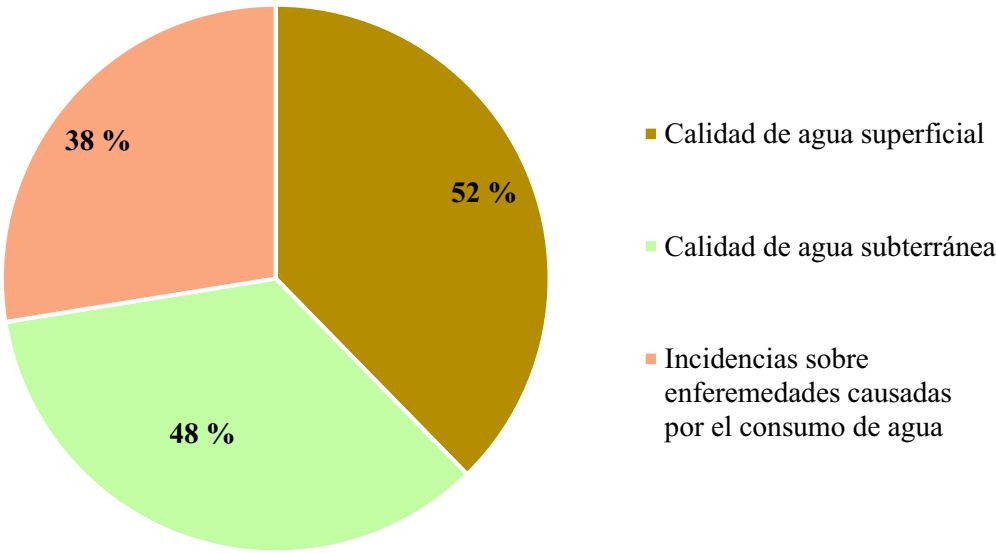
Fuente: Elaboración propia

En la percepción de los habitantes al preguntarles sobre la calidad del agua, un 19 % manifestó estar en total desacuerdo en que cuenta con agua de calidad, de la misma manera el 19 % respondió estar totalmente de acuerdo, mientras que el 27 % expresó regularmente

de acuerdo. Al preguntar sobre si consideran que tienen suficiente acceso al agua potable un 28 % respondió totalmente en desacuerdo. Por último, unos de los enunciados mencionaban si existe abundante agua en la comunidad, lo cual el 44 % respondió de manera negativa.

En la gráfica 10 se observa la percepción de los habitantes sobre la calidad de agua superficial y subterránea, el cual el 52 % manifiesta que el agua superficial es de mala calidad, el 48 % considera el agua subterránea de mala calidad y el 38 % relaciona algunas enfermedades por el consumo de agua.

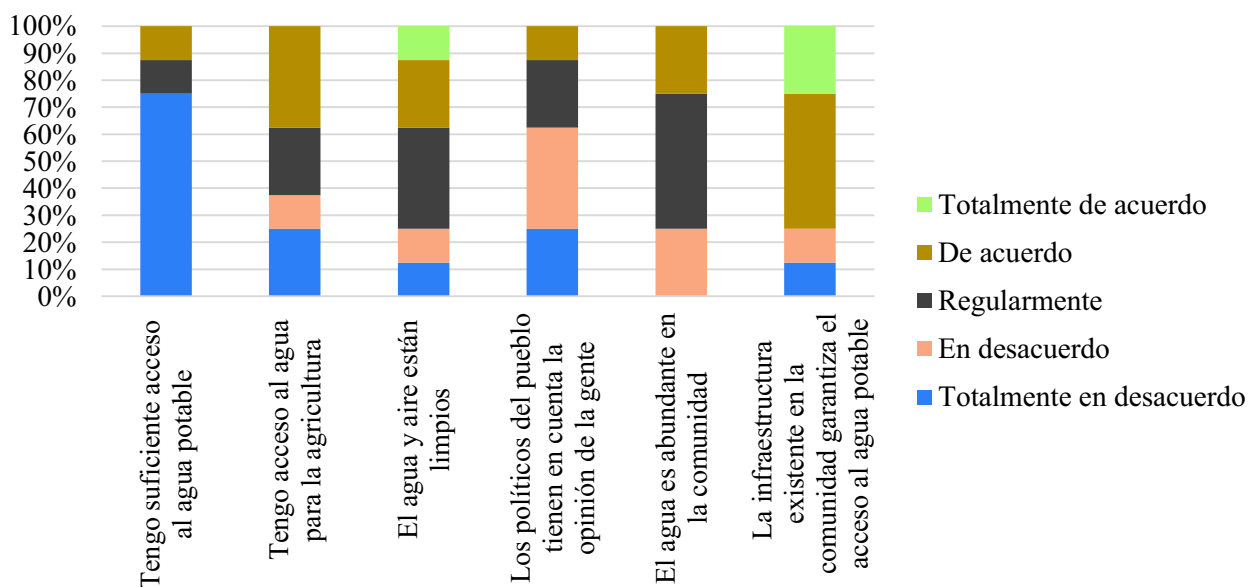
Gráfica 10. Percepción sobre la calidad del agua



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, solamente se les preguntó a ocho personas del sector agropecuario, sobre su percepción de vulnerabilidad, se les mencionó seis frases y ellos expresaron el nivel en que estaban de acuerdo según la escala, como se puede ver en la Gráfica 11.

Gráfica 11. Percepción de los agropecuarios a partir de los siguientes enunciados



Fuente: Elaboración propia

Referente a si cuentan con agua en abundancia, algunos encuestados manifestaron que antes no sufrían sequías como lo han estado viviendo recientemente. Expresaron que cuando llueve no tienen problema, “se nos complica cuando no es tiempo de lluvia, como le hacemos... de donde sacamos agua”, “ya los tiempos no son como antes, podemos decir que tenemos agua en abundancia, pero si nos preguntas en tiempo de sequía te vamos a dar otra respuesta” (encuestado, 2021).

El 40 % expresa que el aire y agua regularmente se encuentran limpios; el 62 % de los encuestados manifestaron que los políticos del pueblo no toman en cuenta la opinión ni necesidades de los habitantes; en cuanto al enunciado la infraestructura en la comunidad garantiza el acceso al agua, la mayoría expreso una opinión neutra.

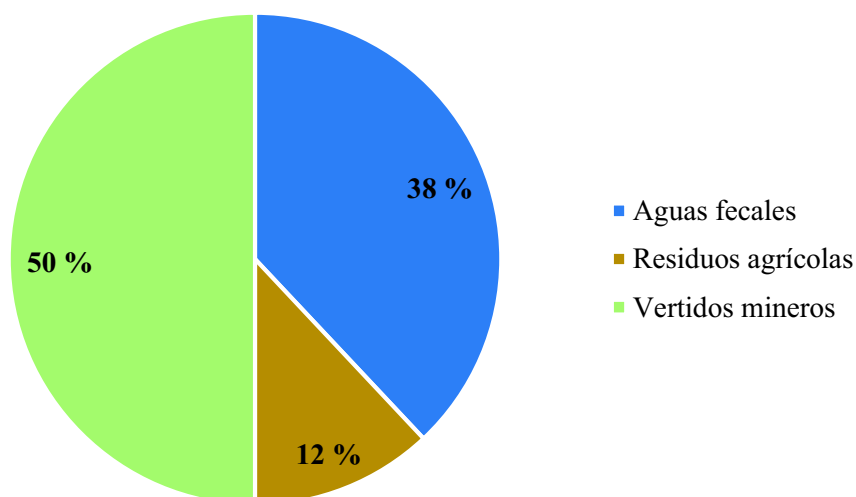
Del cual el 75 % respondieron que están totalmente en desacuerdo con el enunciado de tengo suficiente acceso al agua para la actividad agropecuaria “aquí nos organizamos, existe un rol... a ciertas horas del día le toca a un sector, otro día le toca a otro, y así. A veces que nos roban el día asignado y andamos batallando con el agua” (encuestado, noviembre 2021). Otra persona referente al tema comento que “los que tienen dinero es más fácil conseguir el agua con pipas” (encuestado, diciembre 2021).

La respuesta obtenida deja entrever que las decisiones del sector agropecuario están sujetas a las condiciones del día, es decir, falta considerar los cambios que se han ido manifestando a través del tiempo, considerando estos cambios y los escenarios presentes se pudiera prever diferentes acciones a escenarios futuros.

Ahora, en la Grafica 12, se les pregunto sobre cual consideran que es la principal fuente de contaminación del agua, el 50 % respondió que la mina es la principal fuente de contaminación del agua “pues allí echan los desechos, se van pal río, y eso afecta al ganado y a la siembra... ha venido gente del gobierno a estudiar el suelo y han encontrado metales pesados en los cultivos... mi terreno está a orillas del río, cuando llueve pues corre el agua y se riega la siembra, antes ese mismo pedazo de tierra producía más toneladas, ahora ha ido

disminuyendo, no sé si tenga que ver con lo del derrame o la contaminación” (encuestado, diciembre 2021).

Gráfica 12. Percepción sobre la principal fuente de contaminación del agua



Fuente: Elaboración propia

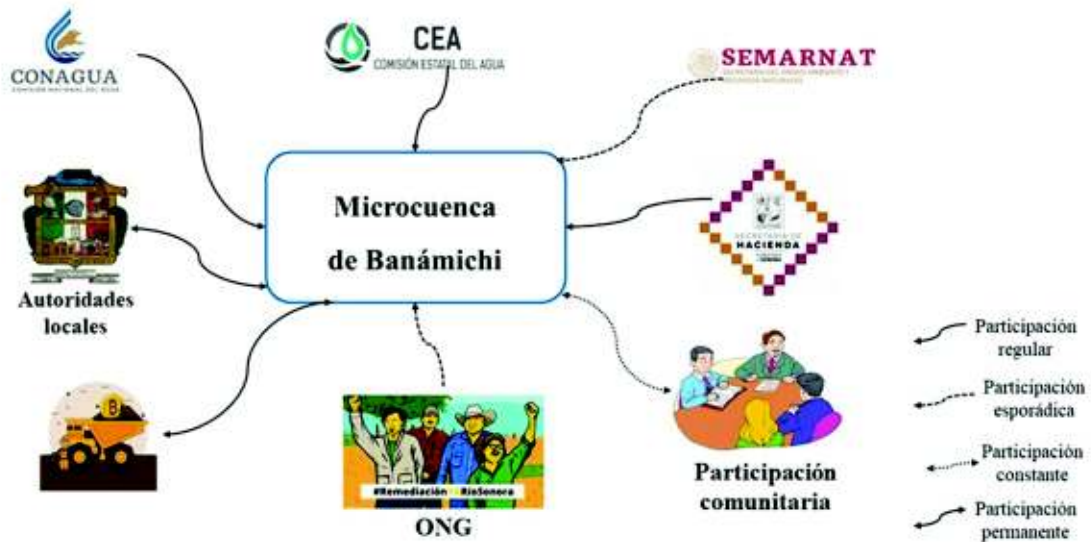
El 38 % de los encuestados respondió que una de las principales fuentes de contaminación se debe a la mala infraestructura del drenaje “ahí el drenaje se desahoga terminando el pueblo, corren los desechos para el río... y luego también con las fugas que hay, todo eso afecta” (encuestado, noviembre 2021).

6.4.3.2 Participación de los actores en el sistema

En la Figura 15, se observa la participación de las dependencias o los sectores involucrados en la microcuenca de Banámichi. Dicha participación se da de manera aislada; es decir, en

ocasiones no existe la vinculación o la coordinación para implementar acciones o proyectos en la comunidad.

Figura 15. Participación de actores en la microcuenca



Fuente: Elaboración propia

Referente a las categorías: permanente, constante, regular, esporádica; estas hacen referencia a la frecuencia de intervención de los diferentes sectores. La participación permanente se refiere a la presencia diaria o por lo menos se participa dos veces por semana; la participación constante hace alusión a la intervención de por lo menos una vez a la semana o reuniones quincenales; en cuanto a la participación regular se refiere a la presencia de por lo menos una vez al mes; y la intervención esporádica se entiende de que el sector interviene solo en eventos o acontecimientos externos a la comunidad.

Con base en la entrevista, se identifica que las dependencias de CONAGUA, CEA y SHCP tienen una participación de manera regular, dado que su vinculación con la microcuenca es a través del seguimiento del monitoreo de agua que se realiza cada mes (CONAGUA y CEA) y el apoyo económico de la ZEERS mediante la SHCP, también realizado cada mes. Hay una participación permanente de las autoridades, se comprende que la participación permanente corresponde principalmente a las autoridades municipales, ya que esta es la principal encargada de abastecer agua a las comunidades, de acuerdo a lo establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (art. 27).

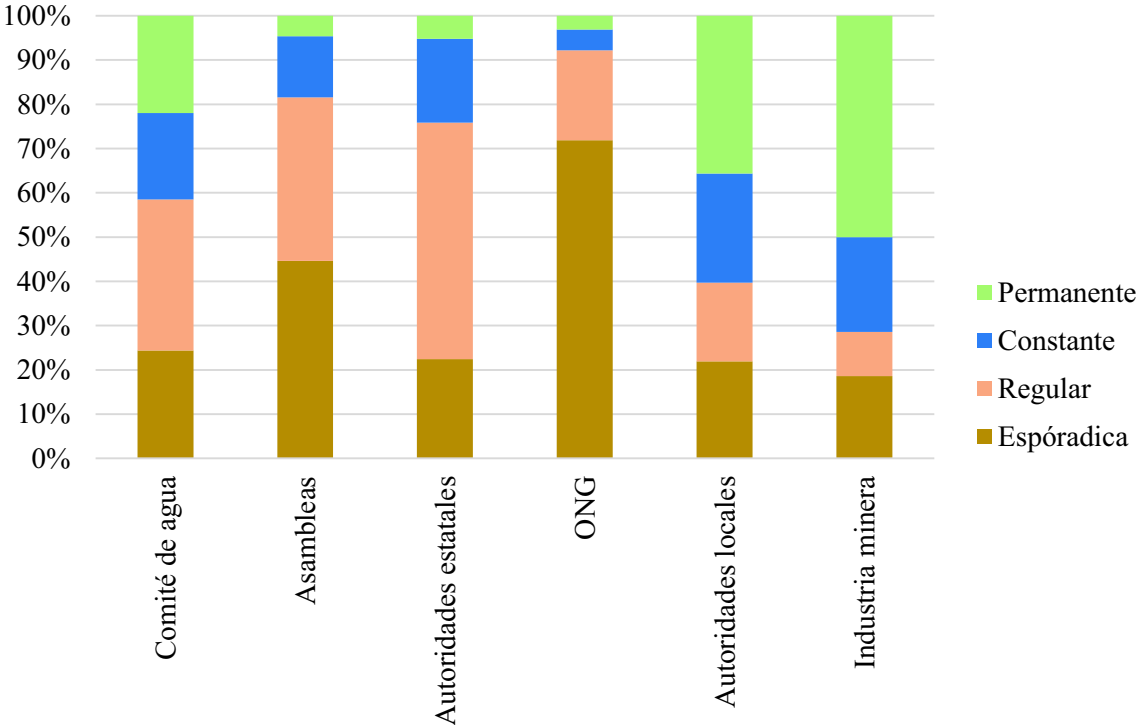
Por otra parte, los entrevistados también señalaron al personal de la mina Santa Elena, aunque no existe una coordinación entre ambos (municipio y minero), en tanto que cada sector trabaja de manera independiente. Aquí se considera necesaria la integración de los diferentes sectores: industria, Gobierno, ONG, etc.

Los encuestados identificaron al personal de la mina con la participación permanente ya que las personas señalaron que intervienen en diferentes actividades en beneficio para las comunidades del municipio de Banámichi. En la localidad de las Moras una persona mencionó que el apoyo que reciben de la mina es de manera general, ya que apoyan en campañas de salud, deporte y educación. Referente al agua mencionó que en tiempo de sequía el pozo que abastece de agua no funciona, por lo que utilizan el pozo auxiliar, y comentó que cuando ninguno de los dos pozos cuenta con la condición para abastecer de agua a la comunidad la mina Santa Elena ha apoyado a esta comunidad con pipas de agua.

Respecto a las asambleas, comentaron que debido a la pandemia no se han podido reunir. “antes de la pandemia las reuniones eran mensuales, allí nos reuníamos en la plaza o en el patio del ayuntamiento” (encuestado, diciembre 2021).

En la gráfica 13 se muestran la opinión de los habitantes respecto a las diferentes dependencias u organizaciones sobre la participación en la comunidad. La respuesta se tomó en una escala de Likert 1 al 5 (siendo el 1 nula y el 5 permanente).

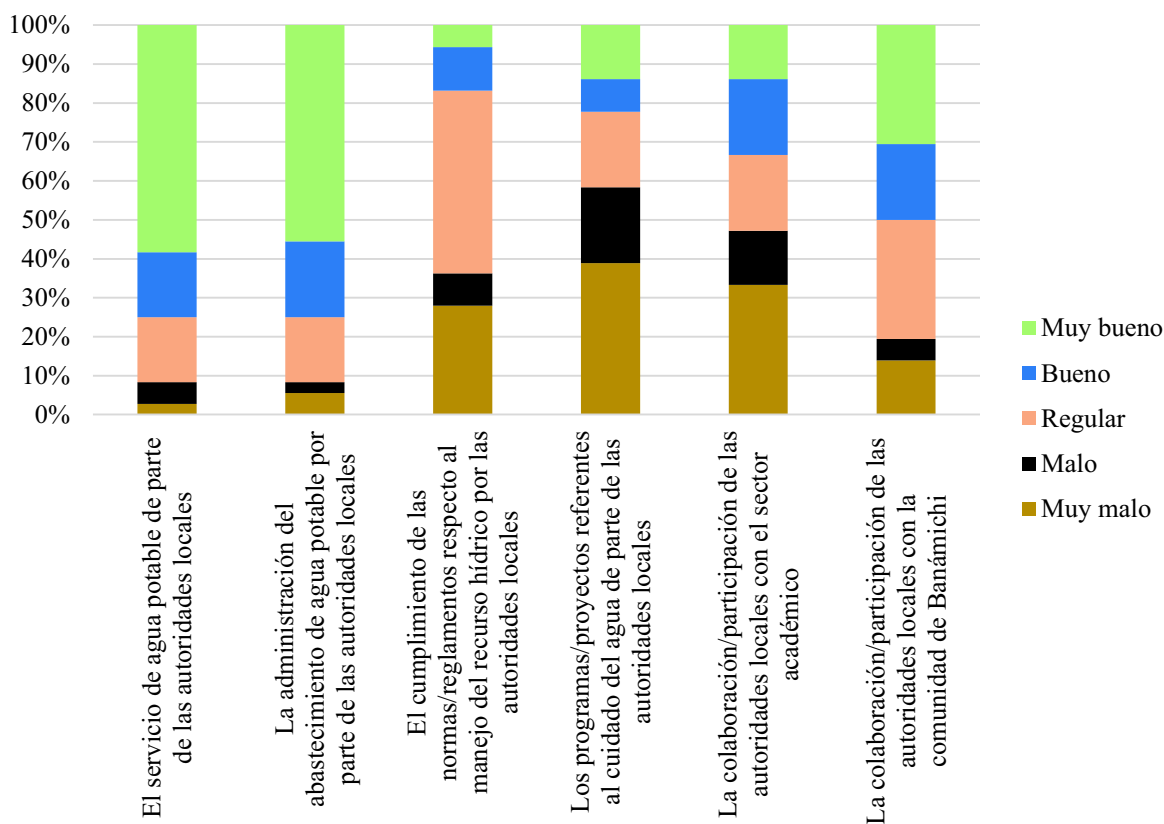
Gráfica 13. Percepción sobre la participación de las diferentes dependencias en la comunidad



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 14 se presentan seis características sobre el servicio y la participación en cuanto al recurso hídrico dentro de la comunidad. Sobre el tema, se les preguntó a los habitantes como consideran el servicio y el desempeño de ciertas actividades.

Gráfica 14. Percepción de la comunidad con el servicio y participación



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la gráfica, los habitantes consideran como “Muy malo” los programas/proyectos referentes al cuidado del agua de parte de las autoridades locales. Esto debido a que comentan que no existe campañas de concientización sobre el cuidado del agua y que además no hay sanciones cuando se está desperdiciando el vital líquido. También califican de “Muy malo” la participación-colaboración el sector académico en la comunidad, señalan que en efecto si han observado que acuden a la comunidad maestros-estudiantes: “si vemos que llegan maestros a preguntar sobre el derrame que ocurrió, llegan preguntan, se están un rato y se van, no sabemos ya nada” (encuestado, 2021). Señalan que, si saben a qué van, pero desconocen los resultados.

6.4.4 Gobernanza

6.4.4.1 Sistema político Institucional

Las acciones que considera el departamento del agua del ayuntamiento para la temporada de sequía son medidas o acciones que se consideran sin planeación; es decir, se toman en el momento, como sucede con el tema de los tandeos. A continuación, se exponen las entrevistas realizadas a las autoridades responsables del agua, para efecto de la confiabilidad se mencionarán como autoridades responsables del agua enumerando a cada uno, solo el investigador conoce la identidad de los respondientes:

Sí, empezamos con la deuda, es que tiene que ser con la deuda. Es que la gente se confundió mucho con la cuestión del derrame, decía que Grupo México iba a pagar el agua y eso es mentira. El Grupo México en ningún momento hizo un acuerdo con

ayuntamientos para pagar el agua. Sí, entonces, de que nunca se entregaron los recibos de hace mucho tiempo. Eso sí, eso sí es cierto, porque la administración de esta que entró para acá, nosotros hemos entregado recibos. Entonces la gente se sorprende porque trae cuenta atrasada y lo que pasa que la gente quiere que le tumbes lo atrasado y lo pongas de nuevo el recibo. Y lo de atrás, ¿dónde va a quedar? Es parte del organismo, porque ya esa agua ya se usó, esa energía eléctrica ya se usó, ¿quién va a recuperar eso? Nadie, sino que nosotros tenemos que ajustar al usuario para que nos llegue el recurso, para ir dándole adelante al mantenimiento del agua potable (autoridad responsable 2).

La autoridad responsable del agua 2, de Banámichi manifestó una resistencia de parte de los usuarios sobre el tema del agua. Esta inconformidad de los usuarios se basa en el derrame ocurrido en 2014, pues desde esa fecha la mayoría de las personas ha dejado de pagar el consumo de agua potable. La tarifa que aplica el ayuntamiento es fija, y el cobro es de 55 pesos mensuales. Por consiguiente, la autoridad responsable 2, expresó que los pozos y equipos de bombeo requieren constante mantenimiento para garantizar el abastecimiento; y, a causa de la deuda de una gran parte de la población, es difícil costear dichos servicios. Por lo tanto, el ayuntamiento está considerando un ajuste a la tarifa del agua, por lo que se prevé un aumento: “Hablarle a la gente y decirle que va a subir el agua y pues si de por sí no se arriman y subiéndole pues menos. Pues nosotros lo vamos a subir entrando el año” (autoridad responsable del agua 2).

Por otro lado, la autoridad a cargo del monitoreo de la calidad del agua es la Comisión Estatal del Agua (CEA). Este proceso se lleva a cabo cada mes y se le notifica al ayuntamiento el resultado. Así, de no cumplir el monitoreo con los parámetros permitidos, y considerando la NOM-127-SSA1-1994, se le cuestionó a la autoridad responsable del agua 2, sobre las medidas que había considerado el ayuntamiento para garantizar el agua de calidad:

Pues ahorita la verdad, como le digo. Pero sí me ha dado cuenta de que, así cada, casi seis meses, no sé la verdad, hasta ahorita no sé, como yo voy entrando, no sé cómo qué tanto tiempo tienen y monitorearlo, a lo mejor ya lo monitorearon el año pasado. (autoridad responsable del agua 2).

La respuesta de la autoridad responsable del agua 3, deja un vacío en las acciones de parte de las autoridades locales para garantizar el abastecimiento de agua de calidad; es decir, de forma que se cumpla con las normas oficiales para el consumo humano. Por el momento, el entrevistado desconoce la existencia de algún plan o una acción para tomar en estas circunstancias.

La autoridad responsable del agua 2, solo tenía tres meses en el puesto cuando fue entrevistado, y anteriormente colaboraba en el tema del agua dentro de la comunidad. Varias personas encuestadas comentaron que, con el cambio de administración municipal, lo habían invitado a trabajar directamente con el municipio. La duración de la entrevista fue de aproximadamente 40 minutos, y la entrevista se realizó en la oficina de la persona encargada. Al realizar las preguntas, la respuesta más frecuente era referente a la administración pasada,

por lo que era conveniente entrevistar al encargado anterior. Al preguntar: “¿existe campaña para la conservación del agua en tiempo de sequía o de qué manera interviene el ayuntamiento?”, él respondió:

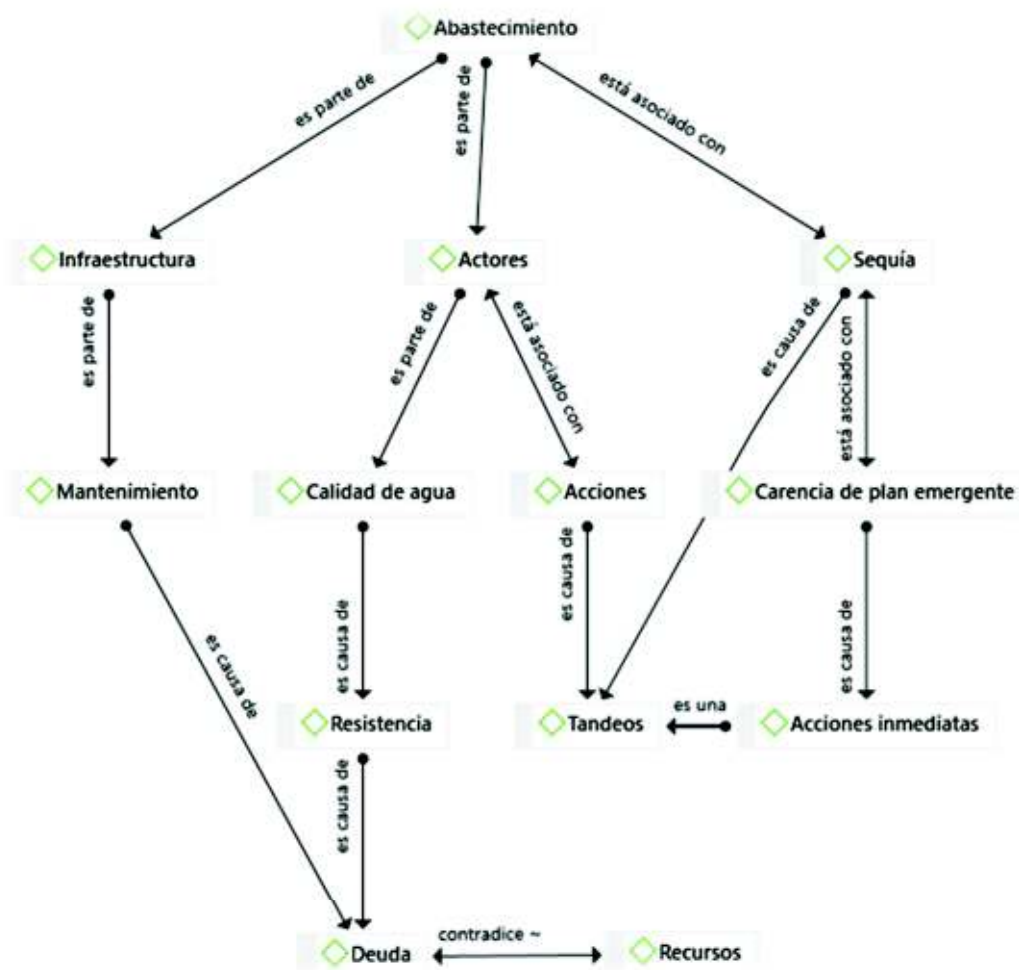
Pues nosotros hasta la fecha, ahorita hemos estado abasteciendo bien, en tiempo de sequía, en tiempo de que escasea un poco el agua. En la administración pasada no estuve, pero estaban haciendo como tandeos, pues porque supuestamente se bajaba el pozo. Eso sí, no, no tengo yo una... Sí es cierto o no es cierto, hasta. Yo soy nuevo voy entrando ahorita. (autoridad responsable del agua 2)

La respuesta es un poco preocupante, pues da la impresión de que la condición de los pozos depende de los escenarios políticos y no de las condiciones ambientales. Hacen falta acciones de prevención para los escenarios más desalentadores.

Pues ahorita no creo que se vaya a escasear esta temporada, mucho, porque siempre llovió, estuvo corriendo el río bien. No creo que escasee el agua tanto como en años pasados. A lo mejor ya se abastece más el agua, se sostiene más. No sabemos, ya que llegue el momento de calor, entonces se va a saber. (autoridad responsable del agua 2).

El análisis de la entrevista con las autoridades responsables del agua se analizó en ATLAS.ti, donde se obtuvo un diagrama de redes de los factores que intervienen en el abastecimiento de agua, como se puede observar en la Figura 16.

Figura 16. Redes de código – autoridad responsable del agua 2



Fuente: Elaboración propia

El tema se centra en el abastecimiento del agua potable, con respecto al cual la autoridad responsable 2, expresó tres elementos claves: infraestructura, actores y sequía. La infraestructura está a cargo del ayuntamiento, que debe garantizar el funcionamiento del equipo necesario para ello; el problema es que el municipio no alcanza a cubrir el costo del mantenimiento y el funcionamiento en tiempos de sequía y, por lo tanto, algunas medidas que ellos toman son los tandeos. La administración 2021-2024 aún no ha gobernado en

tiempos de sequía y muy probablemente opte por las acciones que se han venido considerando.

En cuanto a los actores, la autoridad responsable 2, mencionó que han participado el Gobierno estatal y las dependencias de CONAGUA y CEA, que monitorean los pozos y le hacen seguimiento a la calidad del agua; además, la autoridad responsable expresó que el Gobierno apoya con recursos económicos para el abastecimiento de agua, pero dice desconocer el asunto, puesto que él solo ha estado a cargo de la operación y el mantenimiento.

La entrevista con la autoridad responsable del agua 1, se llevó a cabo el 9 de diciembre de 2021. Al preguntar a dicha autoridad responsable, qué dependencias o instituciones intervenían para el abastecimiento del agua, respondió que solo se hacía responsable el municipio y, en ocasiones el Estado, que acudía solo para monitorear los pozos y hacer seguimiento de la calidad del agua. Además, mencionó que, mediante el programa de Zona Económica Especial del río Sonora (ZEERS), se recibe un apoyo para compensar el gasto de operación del abastecimiento del agua.

Bueno, se suministra... es una dependencia municipal la que opera la red. No es un organismo independiente, depende del municipio. Y contamos, tenemos, bueno en las tres localidades hay tres pozos. Y contamos aparte, no en la cabecera, pero en Las Moras y Las Delicias tenemos unos pozos alternos, para cuando hay problemas de sequía, se echan a andar otros pozos, que tienen un pozo más de reserva de agua para poder suministrarlo. Y contamos ahí, por parte, bueno. Hay un decreto de Zona Económica Especial del río Sonora. Entonces ahí por gestión del Congreso del

Estado, se nos asigna un apoyo, un recurso extra para solventar un poco los gastos de la operación, eso sí, se da mes con mes los 12 meses del año. Pero si bien es un apoyo, no es la totalidad del costo que se genera, sobre todo energía eléctrica y mantenimiento. A través de la zona económica especial se nos asigna un recurso a los ocho municipios afectados por la contaminación de Cananea, hace siete años (autoridad responsable del agua 1).

El Congreso del Estado de Sonora aprobó en febrero de 2017 la Ley 178, que creó la ZEERS como respuesta al derrame minero ocurrido en 2014. Dicha zona está integrada por los ocho municipios: Bacoachi, Arizpe, Banámichi, Huépac, San Felipe de Jesús, Aconchi, Baviácora y Ures. Asimismo, el programa de ZEERS tiene una vigencia de 15 años (2017-2032) y, de acuerdo con lo que expresó la autoridad responsable del agua 1, los ocho municipios reciben un apoyo económico mediante este decreto; el municipio de Banámichi, por ejemplo, lo utiliza para costear el gasto de operación del agua:

Comúnmente así se le llama, OOMAPAS u organismo operador municipal. Pero aquí es una dependencia municipal, el organismo operador es cuando este cierto modo independiente, aquí es una dependencia municipal que es, es la dependencia de agua potable y alcantarillado (autoridad responsable del agua 1).

En comparación con otros municipios, como Baviácora o Ures, la operación y el funcionamiento del agua están a cargo del Organismo Operador Municipal de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento (OOMAPAS); el cual es un organismo autónomo e independiente del municipio. Caso contrario con Banámichi, la operación de agua potable

está a cargo del propio municipio, donde no existe la independencia de funciones como sucede con OOMAPAS.

Por otro lado, se le preguntó al entrevistado sobre la tarifa del agua, en tanto que los habitantes comentaban que era extraño que, al cambiar de administración municipal, se comenzara a cobrar el agua. Uno de los habitantes comentó: “No hemos pagado el agua desde que sucedió el derrame, ese fue el acuerdo, la empresa se haría cargo de los costos de agua. ¿Cómo vamos a pagar algo que está contaminado, que no se encuentra en buen estado?” (encuestado, noviembre 2021). Al cuestionamiento, la autoridad respondió:

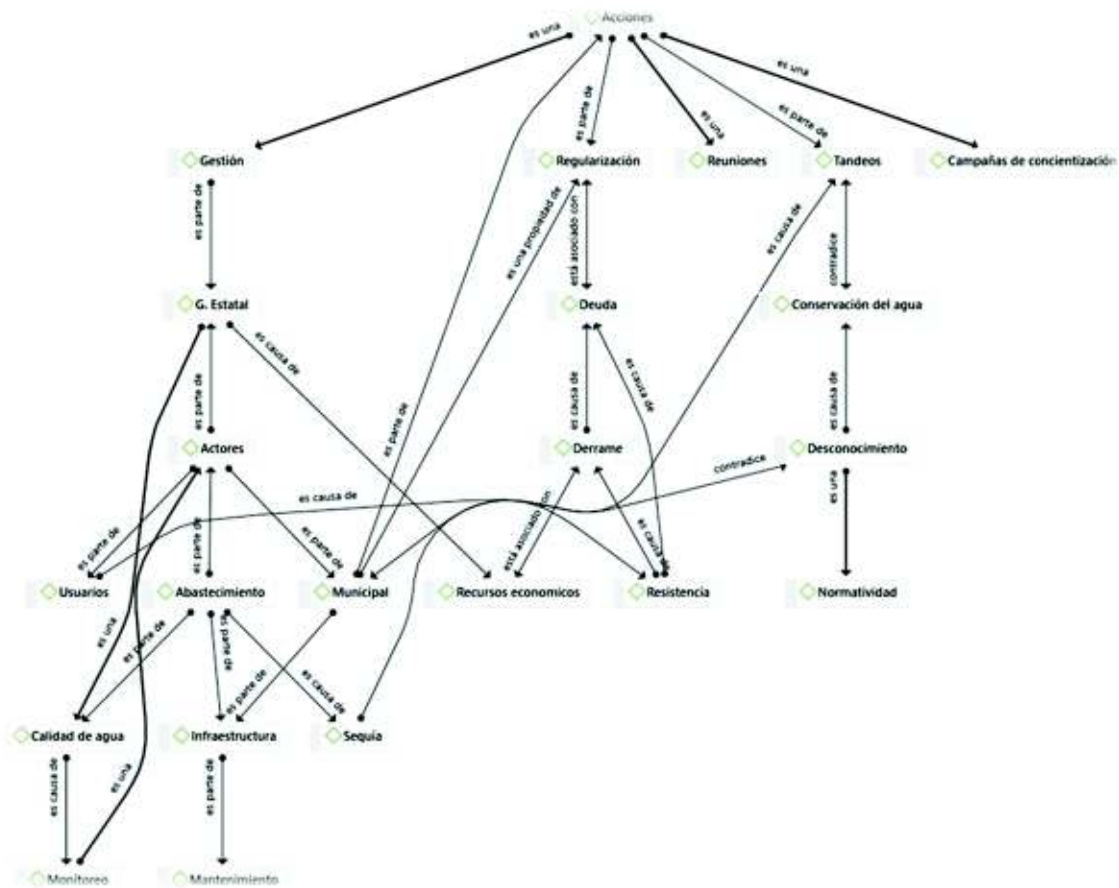
Grupo México no paga un centavo por el apoyo para el suministro de agua. La gente tiene esa creencia y sí hemos, sí hemos tenido, pues comentarios, por no decirle de otra manera de que no, o sea, “yo no pago el agua porque el Grupo México la paga”. No es cierto, eso sí no. Lo que sí sé es que el apoyo que se da es el que ya les mencioné del de la zona económica especial, que fue la gestión de los diputados para que el Gobierno del Estado nos dé un apoyo, como lo repito, no es el 100 % del costo. Si bien andamos ahí, alrededor del 30 % lo que nos apoya el Gobierno del Estado a través de la zona económica especial, pero Grupo México no paga, no paga el agua. (autoridad responsable del agua 1).

La única participación de Grupo México con el municipio fue en la construcción de la planta potabilizadora, la cual no opera debido al aumento del costo de la conducción; esto se debe a que el pozo está muy retirado de la red pública, por lo tanto, aumenta el costo de la operación y no hay capacidad para suministrar agua a toda la población.

Si bien cuando pasó eso del derrame se hicieron ciertas obras en ese tiempo, sí se construyeron pozos de que estuviera fuera de los rangos contaminados. Ahí que el que se hizo aquí para Banámichi es un pozo que no, no dio el gasto requerido, y aparte sale mucho más cara la conducción porque estaba muy retirado. Pero, o sea, fue lo que apoyó Grupo México en aquel tiempo, pero después de eso Grupo México no paga electricidad, no paga mantenimiento, no paga nada para suministro del agua. Pero la gente se quedó con esa creencia que Grupo México iba a estar pagándonos el agua por toda la vida y no es así, y sí se dejó de cobrar, yo me acuerdo de que en ese año 2014-2015, sí, un año no se pagó agua, pero después ya le empezaron a cobrar, y pues sí hay muchos rezagos. Así, se debe mucho, mucho de agua, pero es porque la gente cree que Grupo México la paga, pero no es así (autoridad responsable del agua 3).

En el diagrama de redes (Figura 17), se observa la línea de los actores que participan en la comunidad, las dependencias del Gobierno estatal y municipal, y los usuarios del agua. La intervención del Gobierno estatal es en cuanto a proveedor del recurso económico mediante la ZEERS y el seguimiento del monitoreo de la calidad de agua. Asimismo, las principales acciones que considera el ayuntamiento referente al tema del agua son cinco: la regularización de los usuarios deudores, la campaña de concientización sobre el cuidado del agua, las reuniones con diferentes autoridades estatales, la gestión del recurso económico, y los tandeos en temporada de sequía.

Figura 17. Redes de código – autoridad responsable del agua 1



Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, el ayuntamiento expresa un desconocimiento sobre la normatividad del agua y el plan preventivo o las acciones en temporada de sequía, pues solo se consideran medidas inmediatas y a corto plazo, como los tandeos. De igual forma, si bien es cierto que Grupo México no interviene en el municipio, el sector minero participa de manera aislada en las comunidades de Las Delicias, Las Moras y Banámichi. En las dos primeras, la industria minera es reconocida por el apoyo que se brinda en temas de salud y deporte: “Aquí no vienen las autoridades, solo en tiempos de campaña se ven los políticos... Gracias a la minera

tenemos centro de salud, si no fuera por ellos, aquí estuviéramos” (persona encuestada, Las Moras, 2021).

En cuanto, a la infraestructura y plan de acción por parte de las autoridades locales, no se tiene un plan a mediano ni largo plazo. Las acciones que toma el ayuntamiento están limitadas y responden de manera ineficiente, por ejemplo, en tiempo de sequía no se prevé las acciones de emergencia, más bien se esperan al momento de la temporada para tomar acciones inmediatas como los tandeos. Además, la comunidad cuenta con una planta potabilizadora en condiciones para operar, sin embargo, la ubicación de ésta y la ubicación del pozo, aumenta el gasto de electricidad y combustible. Además, que, al momento de operar la planta potabilizadora, por la baja presión no abastece a la población por completo.

7. Conclusiones

Al inicio de este documento se describe algunas características y condiciones generales del agua en Sonora, donde la crisis del agua o estrés hídrico es provocada por la sobreexplotación, la cual además de generar problemas de disponibilidad de agua provoca otros como la calidad del agua. Otro problema relacionado con el agua en Sonora es que las principales fuentes de abastecimiento, en la mayoría de los casos se encuentran contaminadas por las principales actividades económicas (ganadería, agricultura y minería).

La OMS (2019) indica que la escasez de agua ocurre incluso en lugares donde existe mayores precipitaciones o cuentan con mayores recursos de agua dulce, pero la forma en que se utiliza y distribuye, no hace posible satisfacer las necesidades de consumo de agua en el hogar, industria, agricultura, o de la población en general. Además, se predice un escenario desalentador, ya que para el año 2050, se estima que alrededor del 25 % de la población podría vivir en países o zonas donde exista escasez absoluta de agua y sin el acceso a la cantidad y calidad.

La escasez de agua es en parte un fenómeno natural, pero también un fenómeno inducido por los seres humanos; es por esto, que la crisis de la escasez del agua no solamente se estudia como fenómeno natural, sino también desde la dimensión social. Mehta (2007) menciona que los elementos socioculturales influyen en la configuración de la escasez del recurso hídrico. El agua constituye una necesidad primordial para el desarrollo integral de las poblaciones humanas, sin embargo, ya no es un recurso abundante y disponible en cantidad y calidad (ONU, 2019).

Los gobiernos locales y los usuarios enfrentan un enorme reto para diseñar e implementar nuevos modelos de gestión integral de cuencas que aseguren la calidad y el abasto de agua necesario para sus comunidades y generaciones futuras (UNESCO, 2018).

Como revisamos en esta investigación, en cuanto a la dimensión ecológica, encontramos que la microcuenca de Banámichi tiene una extracción de agua de 28 974 504 m³ que se destinan para los diferentes usos, principalmente para la agricultura con un 63 %, seguido del sector industrial con el 26.5 % y para el uso doméstico con el 0.06 %. El número de concesiones de títulos de agua en la microcuenca es de 448. Considerando que Banámichi se encuentra en el punto bajo de la microcuenca las acciones y actividades que suceden en la parte alta de la microcuenca afecta todo el sistema de la unidad de recurso.

Al realizar el BH se identifica un déficit natural considerable, este indicador debe de considerarse en las políticas públicas para la gestión y manejo del recurso. Además del BH, se calculó dos indicadores (índice de aridez y índice de estrés hídrico) para estimar la condición de la microcuenca y comparar el resultado con el BH obtenido. Estos dos indicadores calculados se utilizaron de manera complementaria para constatar el resultado obtenido del BH. Por lo tanto, ambos resultados coinciden y catalogan la microcuenca en un escenario con déficit.

Los factores ambientales que han contribuido a la disminución de la disponibilidad del recurso hídrico, con base a los datos de CONAGUA y la estimación del BH. Se observa que en los años 2015-2020 las precipitaciones han ido disminuyendo, por lo tanto, esto ocasiona menor recarga hídrica en la cuenca y acuífero contra el aumento de la demanda del agua por los sectores antes mencionados.

La media histórica de precipitación corresponde a 415 mm, y se observa en Banámichi que durante el periodo de 1961 a 1991 se encuentran cinco años por debajo de la media histórica, mientras que en el periodo de 1991 a 2019 se observan 13 años por debajo de la media. Con estos datos estadísticos se identifica de manera general que en los años anteriores a 1990 llovía una cuarta parte más que los años recientes.

Debido a la escasez de agua superficial, la principal fuente de abastecimiento es el agua subterránea, por ello es importante administrar el agua disponible de los acuíferos, para evitar problemas complejos como sucede en la Costa de Hermosillo. Para este caso, el acuífero del río Sonora aun cuenta con disponibilidad, sin embargo, esta disponibilidad es muy poca, considerando las demandas para los diferentes usos. Recordemos que en la cuenca del río Sonora cuenta con 10 acuíferos, de los cuales 6 presentan estrés hídrico. Del 2015 al 2020 la disponibilidad de agua disminuyó considerablemente para los acuíferos, si se continua con la extracción de agua sin regularse adecuadamente estaremos hablando de una crisis severa de agua. El problema además de la disponibilidad de agua, se debe a la distribución adecuada del recurso hídrico.

El análisis estadístico del uso de agua, en los años 2015 al 2020 ha aumentado el uso en el sector industrial y agropecuario. A pesar de que la condición del acuífero cuenta con disponibilidad, ésta ha ido disminuyendo por el aumento en la demanda de agua. Las principales causas son las actividades económicas de la región como la agricultura y minería.

El segundo actor principal de extracción de agua es el sector industrial, en este caso la minería. Esto debido a los proyectos que se encuentran en la microcuenca, unos proyectos son de exploración y otros se encuentran activos, es decir en explotación. Bajo el contexto de disponibilidad de agua en los acuíferos, si no se regula adecuadamente, tomaran control los principales actores económicos y esto se contribuye a generar mayor estrés hídrico.

En cuanto sistema socioecológico, es decir, uniendo las características hidrológicas de la microcuenca con dimensiones como actores sociales y gobernanza del recurso, un primer aspecto que encontramos fue que los habitantes han ido adaptándose al uso del recurso hídrico conforme se presentan diversos escenarios de escasez de agua. Consideran que el agua de la red es para uso de limpieza y quehaceres del hogar, más no tan segura para beberla, pues desconfían de la calidad del agua a partir de la contaminación de origen minero de 2014. También son conscientes de la importancia del agua, ya que algunas personas señalaron que reciclan y reutilizan el agua en su casa. También expresaron una cierta tensión con el sector agropecuario, pues señalan que los ganaderos deberían de buscar otras fuentes de abastecimiento y ceder algunos pozos para el uso público. Cabe señalar que ninguna persona entrevistada expresó algún malestar respecto a los proyectos mineros, como fue hacia el sector agropecuario.

Por parte de los factores sociales que afectan la escasez del agua en la comunidad, se identificó la falta de infraestructura y plan de acciones por parte de las autoridades municipales, además el acaparamiento del agua por los sectores económicos. Por esta razón, consideramos que es necesario que el ayuntamiento genere un plan preventivo y de acciones concretas en conjunto con la sociedad, el sector público y privado para atender este problema, es una crisis de agua que si no se atiende de manera integral y colaborativa lo escenarios futuros serán complicados y desencadenará conflictos por el recurso hídrico y territoriales, ya que toda esta región es principalmente minera.

La participación de las dependencias o sectores involucrados en la microcuenca de Banámichi, se puede expresar que es ciertamente pasiva, es decir, solamente responden con lo que toca hacer. Con lo anterior me refiero que no están respondiendo a las necesidades de prevenir escenarios críticos de escasez de agua. La intervención de estos sectores responde con acciones a corto plazo, un ejemplo los tandeos. Pero no hay una respuesta o un proyecto que trate de responder a largo plazo el problema de fondo.

Además, las acciones son de manera aislada, es decir, en ocasiones no existe la vinculación o coordinación para implementar acciones o proyectos en el municipio. Con base a la entrevista se identificó que la dependencia de CONAGUA, CEA y SHCP, tienen una participación de manera regular, su vinculación con la microcuenca es a través del seguimiento del monitoreo de agua que se realiza cada mes (CONAGUA y CEA) y el apoyo económico de la ZEERS mediante la SHCP, también realizado cada mes. Y solo se queda en

estas acciones que ya están establecidas. Es necesario que los diversos sectores se involucren e integren para generar una respuesta integral a este problema.

Para los encuestados, consideran importante la participación del sector minero local, ya que este; si bien no responden al tema del agua de acuerdo a lo preguntado. Responde otros temas que también son necesarios para la población de la microcuenca. Puede decirse que la respuesta y acciones de la mina Santa Elena se debe al programa de empresa socialmente responsable. Con estas acciones han respondido a temas como de salud, deporte, educación

Por otro lado, las principales acciones que considera el ayuntamiento referente al tema del agua son cinco: 1) regularización de los usuarios deudores, 2) campaña de concientización sobre el cuidado del agua, 3) reuniones con diferentes autoridades estatales, 4) gestión del recurso económico, y 5) tandeos en temporada de sequía.

Por otra parte, el ayuntamiento expresa un desconocimiento de la normatividad del agua, y de plan de preventivo o acciones en temporada de sequía, solamente consideran medidas inmediatas a corto plazo como son los tandeos. Si bien es cierto, Grupo México no interviene en el municipio, el sector minero participa de manera aislada en las comunidades de Las Delicias, Las Moras y Banámichi. En las dos primeras comunidades, la industria minera es reconocida por el apoyo que brindan en temas de salud y deporte.

Retomando las acciones que considera el ayuntamiento de Banámichi, que en realidad son acciones que no responden de manera integral y de fondo el problema de la crisis hídrica.

Una crisis hídrica que no solamente padece Banámichi, ni el estado de Sonora, ni algunos otros Estados de la República mexicana, sino que también este problema está presente de manera global y las proyecciones que señala la ONU o la OMS no son muy consoladoras; por lo que, las acciones y decisiones que comienzan a tomar los gobiernos deben de ser desde el enfoque integral de los sistemas. Esta crisis que comienzan o padecen diversos sectores no obedece solo a las condiciones ecológicas-ambientales, sino que también está relacionado con el modelo mercantil del agua.

Para superar esta crisis es necesario cambiar este enfoque mercantil que se le ha asignado al vital líquido, es fundamental un modelo social que tenga como eje principal el derecho humano al agua limpia, de calidad y en cantidad. Llama la atención que, para mitigar los efectos del estrés hídrico, los gobiernos estatales o municipales generalmente optan por el racionamiento del agua para el consumo humano, como es el caso de Banámichi con los tandeos. Pero, ¿Qué pasa con las actividades económicas? Las autoridades competentes no hacen nada para limitar el uso del agua a los sectores lucrativos, las actividades agropecuarias y el sector minero siguen contando con el recurso hídrico suficiente para seguir sus labores, a pesar de que a la población se le regula con tandeos u otras medidas similares.

Finalmente, es importante destacar las prácticas de resiliencia que ha tenido la comunidad de Banámichi, se mencionan las siguientes:

- 1) Los habitantes de Banámichi se preocupan por beber agua de calidad. Se han adaptado a los cambios provocados por los eventos externos (como el derrame). La manera de adaptación en un primer paso es buscar fuentes alternas de abastecimiento de agua para el consumo humano, por lo tanto, consumen agua purificada. Además, el agua de la red pública la destinan principalmente para los quehaceres del hogar, limpieza, aseo y baño.
- 2) Gran parte de la población del municipio opta por comprar agua de garrafón, son pocas las personas que consumen agua de la llave. El motivo de las personas al consumir agua de la llave, es principalmente por el sabor y señalan que no existe contaminación.
- 3) La mayoría del pueblo ha optado por no pagar la tarifa del agua potable, ya que afirman que los encargados de solventar los costos de operación es la empresa responsable del derrame (Grupo México). Esta ausencia de tarifa o de ingreso al municipio para el mantenimiento y operación del sistema de agua potable, podría tener consecuencias en cuanto al soporte e infraestructura y podría complicar en dado caso el abastecimiento de agua a la población. Uno de los principales gastos fuertes de operación es el costo de la electricidad que requiere el equipo de bombeo. Este panorama de gasto eléctrico de operación se ve reflejado en otras comunidades del río Sonora.

4) En cuanto, a la infraestructura y plan de acción por parte de las autoridades locales, no se tiene un plan a mediano ni largo plazo. Las acciones que toma el ayuntamiento están limitadas y responden de manera ineficiente, por ejemplo, en tiempo de sequía no se prevé las acciones de emergencia, más bien se esperan al momento de la temporada para tomar acciones inmediatas como los tandeos. Además, la comunidad cuenta con una planta potabilizadora en condiciones para operar, sin embargo, la ubicación de ésta y la ubicación del pozo, aumenta el gasto de electricidad y combustible. Además, que, al momento de operar la planta potabilizadora, por la baja presión no abastece a la población por completo.

5) Los habitantes como medida de resistencia han dejado de pagar el servicio del agua potable desde que ocurrió el derrame minero en 2014, por lo tanto, el ayuntamiento ha dejado de recibir ingreso el cuál de cierta manera ha sido sustituido por el apoyo que reciben los municipios de la Zona Económica Especial del río Sonora (ZEERS), según lo señalado por la autoridad responsable del agua 1, este recurso apenas cubre el 30 % del servicio y mantenimiento del agua potable, el principal gasto es el electricidad que requieren los equipos para extraer agua.

6) El monitoreo de agua potable, se lleve un seguimiento en el análisis de agua para identificar la calidad. Este análisis está a cargo de la Comisión Estatal del Agua (CEA), según lo comentado por las autoridades responsables del agua 1, 2 y 3, las muestras las toman los primeros 15 días del mes. Y al cuestionar que sucede cuando no se cumple con los parámetros permisibles de consumo humano, el ayuntamiento

no dio una respuesta directa, justificando que acaba de tomar el cargo y que por el momento desconoce las acciones en estos casos particulares.

7) Respecto al proceso de sistemas participativos desde las comunidades se requiere de una actuación constante. Una vía para lograrlo es a partir de los comités de cuenca (instancias dirigidas por los propios individuos de las comunidades) para tener una gestión más sustentable de sus recursos. Se requiere transitar hacia nuevos esquemas de participación deliberativas, descentralizadas y de colaboración interinstitucional.

Referencia

- Adger, W. N. (2000). Resiliencia social y ecológica: ¿están relacionadas? *Progress in Human Geography*, 24(3), 347–364. <https://doi.org/10.1191/030913200701540465>.
- Aguilar, L. F. (2010). *Política pública. Una visión panorámica*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Álvarez, M. J. (1986). *La investigación cuantitativa/cualitativa, ¿una falsa disyuntiva? Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*. Editorial Morata.
- Ávila, P. (2008). Vulnerabilidad socioambiental, seguridad hídrica y escenarios de crisis por el agua en México. *Ciencias*, (20), 46-57.
- Barragán Muñoz, J.M., y Andres García, María de (2020), The management of the socio-ecological systems of the Bay of Cádiz: ¿new public policies with old instruments? *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 85, 2866,1-42. <https://doi.org/10.21138/bage.2866>.
- Beck, U. (1992). *Risk Society*. Sage Publications.
- Bell, M. M. (2005). The Vitality of Difference: Systems Theory, the Environment, and the Ghost of Parsons. *Society y Natural Resources*, 18(5), 471-478. <http://dx.doi.org/10.1080/08941920590924963>.
- Berkes, F., Folke, C., y Colding, J. (1998). *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University Press.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Pearson.
- Budyko, M. (1958). *The heat balance of the earth's surface. Translate from russian by N.A Stepanova*. U.S Department of Commerce.
- Cabero, J., y Llorente, M. (2013). La aplicación de juicio de expertos como técnica de evaluación de las tecnologías de la información. En *Revista de Tecnología de información y comunicación en educación*, 7(2) pp. 11-22.
- CAMIMEX. (2017). *Informe anual 2017*. <https://www.camimex.org.mx/index.php/publicaciones/informe-anual/informe/12>

- Cardona, O. D. (1993). Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo. En A. Maskrey (Ed.), *Los desastres no son naturales* (pp. 45–65). Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
- Cardona, O. D. (2001). *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: Una crítica y una revisión necesaria para la gestión*. International Work-Conference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice, Wageningen.
- Castillo, L., y Velázquez, D. (2015). Sistemas complejos adaptativos, sistemas socioecológicos y resiliencia. *Quivera*, 17, 11–32.
- Challenger, A., Bocco, B., Equihua, M., Maass, M., y Lazos, E. (2014). La aplicación del concepto del sistema socio-ecológico: Alcances, posibilidades y limitaciones en la gestión ambiental de México. *Investigación Ambiental*, 6(2), 1-10. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/67114>.
- Chapin, F. S., Carpenter, S. R., Kofinas, G. P., Folke, C., Abel, N., Clark, W. C., Olsson, P., Stafford, M., Walker, B., Young, O. R., Berkes, F., Biggs, R., Grove, M., Naylor, R. L., Pinkerton, E., Steffen, W., y Swanson, F. J. (2009). Ecosystem Stewardship: Sustainability Strategies for a Rapidly Changing Planet. *Trends in Ecology y Evolution*, 25(4), 241-249. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2009.10.008>.
- Chardon, A., y González, J. L. (2002). *Indicadores para la gestión de riesgos. Amenaza, vulnerabilidad, riesgo, desastre, mitigación, prevención*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2015). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Río Sonora (2624), Estado de Sonora*. CONAGUA.
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2016). *Inició el Monzón Norteamericano en el Noroeste de México*. <https://www.gob.mx/conagua/prensa/inicio-el-monzon-de-norteamerica-en-el-noroeste-de-mexico>.
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2018). *Estadísticas del agua en México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2020). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Río Sonora (2624), Estado de Sonora*. CONAGUA.
- Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (1992). *Ley de Aguas Nacionales. Comisión Nacional del Agua*. Diario Oficial de la Federación del 1º de diciembre de 1992. México, D. F.
- Cornejo, L. A. (2017). *Análisis de la estructura, composición y función de la vegetación ribereña de zonas áridas, y su relación con los principales usos de suelo en Sonora: El caso del río San Miguel*. [Tesis de Maestría]. Universidad de Sonora.
- Corredor, E. S., Fonseca, J. A., y Páez, E. M. (2012). Los servicios ecosistémicos de regulación: Tendencias e impacto en el bienestar humano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 3(1), 77-83. <https://doi.org/10.22490/21456453.936>.
- Cotler, H., y Caire, G. (2009). *Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México*. Instituto Nacional de Ecología.
- Cotler, H., Mazari, M., y de Anda, J. (2006). *Atlas de la Cuenca Lerma-Chapala. Construyendo una visión conjunta*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Instituto Nacional de Ecología - Universidad Nacional Autónoma de México - Instituto de Ecología.
- Covas, O. (2004). Educación ambiental a partir de tres enfoques: Comunitario, sistémico e interdisciplinario. *Revista Iberoamericana de Educación*, 35(1), 1-8. <https://doi.org/10.35362/rie3512941>.
- Cumming, G. (2011). *Spatial resilience in socio-ecological systems*. Springer.
- Díaz-Caravantes, R. E., Duarte-Tagles, H., y Durazo-Gálvez, F. M. (2016). Amenazas para la salud en el Río Sonora: análisis exploratorio de la calidad del agua reportada en la base de datos oficial de México. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, 48(1), 91-96.
- Díaz, R. E. (2018). Vulnerabilidad y riesgo como conceptos indisociables para el estudio del impacto del cambio climático en la salud. *Región y Sociedad*, 30(73), 1-33. <https://doi.org/10.22198/rys.2018.73.a968>.

- Díaz, R. E., Durazo, F. M., Moreno, J. L., Duarte, H., y Pineda, N. (2021). Las plantas potabilizadoras en el Río Sonora: Una revisión de la recuperación del desastre. *Región y Sociedad*, 33, 1-25. <https://doi.org/10.22198/rys2021/33/1416>.
- Douglas, M. (1996). *La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales*. Paidós.
- Durazo-Gálvez, (2020). Fotointerpretación satelital del cambio de uso del suelo en las márgenes del río Sonora, en el tramo Ures-Molino de Camou y el efecto social derivado de la actividad antrópica regional. Tesis de Licenciatura. Universidad de Sonora. Recuperado de <http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/handle/20.500.12984/6971>
- Elizalde, F. (2017). *Acción colectiva en los ejidos de Santiago de Ures y San Pedro de Ures, Sonora en torno al uso del agua y el impacto social de la contaminación del Río Sonora en el 2014*. [Tesis de Licenciatura]. Universidad de Sonora.
- Elizalde Castillo, F., Díaz-Caravantes, R. E., y Moreno Vázquez, J. L. (2021). Resiliencia en el agua doméstica en comunidades del río Sonora ante el derrame de 2014. *Economía, sociedad y territorio*, 21(66), 569-598
- Engle, N. L. (2011). Capacidad de adaptación y su evaluación. *Global Environmental Change*, 21(2), 647–656. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.019>
- Escobar-Pérez, M., y Cuervo-Martínez, A. (2008). Validación de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. En *Avances en medición*, 6, pp. 27-36
- Evans, B., y Reid, J. (2016). Una vida en resiliencia: El arte de vivir en peligro. Fondo de Cultura Económica.
- Farhad, S. (2012). *Los sistemas socio-ecológicos: Una aproximación conceptual y metodológica*. XIII Jornadas de Economía Crítica.
- Folke, C. (2006). Resiliencia: La aparición de una perspectiva para el análisis de los sistemas socioecológicos. *Global Environmental Change*, 16(3), 253–267.
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., y Norberg, J. (2005). Adaptive Governance of Social-Ecological Systems. *Annual Review of Environment and Resource*, 15(30), 441–473. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144511>.

- Gallopín, G. C. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 16(3), 293–303. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.004>.
- Glaser, M. (2006). La dimensión social en la gestión de los ecosistemas: Puntos fuertes y débiles de los mapas mentales hombre-naturaleza. *Human Ecology Review*, 122–142.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático [IPCC]. (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, y L. L. White, Eds.). Cambridge University Press.
- Guerrero, A. A., Gerritsen, P. R. W., Martínez, L. M., Salcido, S., Meza, D., y Bustos, H. R. (2010). Gobernanza y participación social en la gestión del agua en la microcuenca El Cangrejo, en el municipio de Autlán de Navarro, Jalisco, México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 10(33), 541–567.
- Gunderson, L., y Holling, C. (2002). Panarquía: Comprender las transformaciones en los sistemas humanos y naturales. *Island Press*.
- Hernández, R., y Mendoza, P. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas*. McGraw-Hill.
- Hewitt, K. (1997). *Regions of risk: A geographical introduction to disasters*. Addison Wesley Longman.
- Holling, C. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1–23.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2013). *Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000*. <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo>.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2016). *Anuario estadístico y geográfico de Sonora 2016*. Instituto Nacional de Geografía. México. <http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825083694>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2020). *Censo de población y vivienda 2020*. INEGI.
- Jiménez-Jiménez, V., Ortega-Argueta, A., Tejeda-Cruz, C., y Monzón-Alvarado, C. (2022). Gestión adaptativa en sistemas socioecológicos: Un estudio de caso de las palmas camedor (*Chamaedorea quezalteca*) en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas, México. *Revista De Ciencias Ambientales*, 56 (2), 81-103. <https://doi.org/10.153>.
- Lahera, E. (2004). *Política y políticas públicas*. Naciones Unidas.
- Lavell, A. (2000). Desastres y desarrollo: Hacia un entendimiento de las formas de construcción social de un desastre: El caso del huracán Mitch en Centroamérica. En N. Garita y J. Nowalski (Eds.), *Del Desastre al Desarrollo Sostenible: El Caso de Mitch en Centroamérica*. Banco Interamericano de Desarrollo y Centro Internacional para el Desarrollo Humano Sostenible.
- Luhmann, N. (1998). *Sociología del riesgo*. Universidad Iberoamericana.
- Luque, D., Murphy, A., Jones, E., Martínez Yrizar, A., Burquez, A., Manrique, T., y Esquer, D. (2019). *Río Sonora: El Derrame de la Mina Buenavista del Cobre-Cananea, 2014*.
- Martín, B., Gómez, E., González, J., Lomas, P., y Montes, C. (2009). The assessment of ecosystem services provided by biodiversity: re-thinking concepts and research needs. En J. Aronoff (ed), *Handbook of nature conservation: global, environmental and economic issues*, (pp. 261-282). Nova Science Publisher.
- Martín-Arribas, M. (2004). Diseño y validación de cuestionarios. En *Matronas Profesión*, 5(17). pp. 23-29.
- Martínez, M. (1998). *La investigación cualitativa etnográfica en educación*. Trillas.
- Maskrey, A. (1993). *Los desastres no son naturales*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

- Mausser, T. (2010). *¿Cuánto tiempo dura el recurso agua? De tratar con el oro azul*. Foro de Responsabilidad.
- Maya, J. (2019). *Conflictos ambientales en Sistemas Socio Ecológicos. Los dilemas de la gobernanza y la participación comunitaria en la gestión del recurso hídrico en las microcuencas Motilón y Carrizo, Laguna de la Concha, Nariño*. [Tesis de Maestría]. Pontificia Universidad Javeriana.
- Mehta, L. (2007). Whose scarcity? Whose property? The case of water in western India. *Land Use Policy*, 24(4), 654–663. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2006.05.009>.
- Miranda, S., y Ortiz, J. A. (2020). Los paradigmas de la investigación: Un acercamiento teórico para reflexionar desde el campo de la investigación educativa. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(21), 1-18. <https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.717>.
- Moser, C. (1996). *Confronting crisis, a comparative study of household responses to poverty and vulnerability in four poor urban communities*. World Bank.
- Munive, M. (2019). *La percepción pública de la lluvia en la Ciudad de México*. [Tesis de Maestría]. Universidad Autónoma Metropolitana. <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/22738>.
- Newell, W. H. (2001). A theory of interdisciplinary studies. *Issues in Integrative Studies*, 19, 1–26.
- Norberg, J., y Cumming, G. S. (2008). *Complexity theory for a sustainable future*. Columbia University Press.
- Nykvist, B. (2012). *Social learning in the Anthropocene: Governance of natural resources in human dominated systems*. [Tesis doctoral]. Stockholm University.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2019). *Escasez del agua*. https://www.who.int/features/factfiles/water/water_facts/es/.
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2019). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco]. (1971). *Scientific framework of world water balance*. Naciones Unidas.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2012). *Directrices voluntarias sobre la gobernanza responsable de la tenencia de la tierra, la pesca y los bosques en el contexto de la seguridad alimentaria nacional*. FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco]. (2018). *Abordar la escasez y la calidad del agua*. <https://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/escasez-calidad>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco]. (2020). *Informe del 2020: Agua y cambio climático*.
- Orozco, G. G. (1997). *La investigación en comunicación desde la perspectiva cualitativa*. Universidad Nacional de la Plata. Instituto Mexicano para el Desarrollo Comunitario, AC.
- Ostrom, E. (1990). *Gobernar los bienes comunes: La evolución de las instituciones para la acción colectiva*. Cambridge University Press.
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325(5939), 419-422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Pacheco, R. (2014). Ostrom y la gobernanza del agua en México. *Revista mexicana de sociología*, 76(spe), 137–166.
- Perevochtchikova, M. (2010). La problemática del agua: Revisión de la situación actual desde una perspectiva ambiental. En J. L. Lezama, *Los grandes problemas de México. IV. Medio ambiente*, (pp. 61-103). El Colegio de México.
- Pérez, G. (1998). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes. I Métodos*. La Muralla.
- Pérez, M. (2014). Perspectiva sobre la gobernanza de los bienes y la ciudadanía en la obra de Elinor Ostrom. *Revista mexicana de sociología*, 76(SPE). 77-104.
- Pineda, N. (2013). *El enfoque de políticas públicas y sus diversos modelos de análisis*. El Colegio de Sonora.
- Poder Ejecutivo de la Nación Mexicana. (1917). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917. México, D. F.

- Ramos, P. (2014). *Conflicto socio-ambiental y cambio institucional en la gestión del agua y la biodiversidad: Vinculación de sistemas sociales y ecológicos en tierras de propiedad común afrocolombiana*. Universidad de Erfurt.
- Rangel, M. (2019). *La contingencia por derrame de solución de cabeza en el Río Sonora y procesos geoquímicos ambientales en una cuenca hidrológica mineralizada*. <https://bit.ly/3yU69FX>.
- Rappaport, R. (1977). Maladaptation in social systems. *American Viewpoint*, 39–89.
- Raskin, P. (2006). *World Lines. Pathways, Pivots, and the Global Future*. Tellus Institute.
- Romo, J. R., Castellanos, A., y Méndez, R. (2014). *Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía—Consejo de Cuenca Alto Noroeste* [Reporte Técnico]. Comisión Nacional del Agua.
- Romo, J. R., van Leeuwen, W. J. D., y Castellanos, A. (2014). Using remote sensing tools to assess land use transitions in unsustainable arid agro-ecosystems. *Journal of Arid Environments*, 106, 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.03.002>.
- Rosales, E. (2012). *Metodología y estimación del balance hídrico de la cuenca del Usumacinta*. CentroGeo.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Social [SAGARPA] (2016). *Producción ganadera*. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>.
- Salas, W., Ríos, L., y Álvarez, J. (2012). Marco conceptual para entender la sustentabilidad de los sistemas socio-ecológicos. *Ecología Austral, Debate, Asociación Argentina de Ecología*, 22(1), 74–79.
- South American Institute for Resilience and Sustainability Studies [SARAS] y Centro Universitario de la Región Este [CURE]. (2014). *Sistemas socio-ecológicos: Comprensión y manejo de la multi-dimensionalidad y la incertidumbre*. SARA.
- Saterfiel, T., Gregory, R., Klain, S., Roberts, M., y Chan, K. M. (2013). Culture, intangibles and metrics in environmental management. *Journal of Environmental Management*, 117(15), 103–114. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.11.033>.
- Servicio Geológico Mexicano [SGM]. (2018). *Panorama Minero del Estado de Sonora*. Secretaría de Economía.

- Szostak, R. (2004). *Classifying science: Phenomena, data, theory, method, practice*. Springer, Dordrecht.
- Szostak, R. (2007). Modernism, postmodernism, and interdisciplinary. *Issues in Integrative Studies*, 25, 32–83.
- Taylor, S., y Bogdan, R. (1996). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación* (3a ed.). Ediciones Paidós Ibérica.
- Thornthwaite, C. W. (1948) An approach toward a rational classification of climate. *American Geographical Society*, 38(1), 55-94.
- Tompkins, E., y Adger, W. N. (2004). Does Adaptive Management of Natural Resources Enhance Resilience to Climate Change? *Ecology and Society*, 9(2). <https://doi.org/10.5751/ES-00667-090210>.
- Torres Guevara, L, Schlüter, A. y López, M. (2016). Acción colectiva en una laguna estuarina tropical: adaptando el marco Sistema socio-ecológico de Ostrom a la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Revista Internacional de los Comunes*, 10 (1), 334-362.
- Turner, B., Roger, E. Kasperson, Pamela A. Matson, James J. McCarthy, Robert W. Corell, Lindsey, Noelle Eckley, Jeanne X. Kasperson, Amy Luers, Marybeth. Martello, Colin Polsky, Alexander Pulsipher y Adrew Schiller. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 100 (14): 8074.8079
- Uriarte Arciniega, J. de D. (2010). La resiliencia comunitaria en situaciones catastróficas y de emergencia. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(1), 687-693.
- Urquiza, A., y Cárdenas, H. (2015). Sistemas socio-ecológicos: Elementos teóricos y conceptuales para la discusión en torno a vulnerabilidad hídrica. *L'Ordinaire des Amériques*, 218, 1-18. <http://dx.doi.org/10.4000/orde.1774>.
- Vasilachis, I. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Gedisa.
- Vásquez, G.A. (1993). *Ecología y formación ambiental*. Editorial McGraw Hill.
- Vázquez, M. Á. (2016). *Ruta turística del Río Sonora: Del desastre ecológico a la reconversión por un entorno sustentable. Un diagnóstico desde sus comunidades*.

[Tesis de Maestría]. Universidad de Sonora.
<http://148.225.114.121/jspui/handle/unison/265>.

- Von Bertalaffy, L. (1976). *Teoría general de los sistemas*. Fondo de Cultura Económica.
- Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. En A. Maskrey (Ed.), *Los desastres no son naturales* (pp. 11–44). Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
- Zimmerer, K. (2011). The landscape technology of sprinkler irrigation amid developmental changes: Assembling the linkages with resources, livelihoods and agrobiodiversity-food in the Bolivian Andes. *Global Environmental Change*, 21(3), 917–934.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.04.002>.

Anexo 1 Cuestionario

Consentimiento informado

Buen día, mi nombre es _____ estoy realizando una investigación sobre el tema del agua, soy estudiante de la maestría en Ciencias Sociales de la Universidad de Sonora. Lo invito a participar voluntariamente en este estudio, es solamente responder a unas preguntas, no llevará más de 10 minutos. Para nosotros es muy importante su opinión.

Los datos recabados serán para uso exclusivo del estudio, los datos personales son totalmente confidenciales, solo es para identificar al encuestado, su nombre y ningún dato confidencial no aparecerá en el documento escrito. Agradezco su disponibilidad.

Cuestionario para el sector del hogar

Relación del encuestado con el área de estudio

Nombre:

1. ¿Es originario de Banámichi?
2. ¿Cuánto tiempo lleva viviendo en Banámichi?
3. ¿Cuál es el nivel de educación?
4. ¿Cuántos años tiene?
5. ¿Sus padres/ abuelos eran originarios de Banámichi?
6. ¿Cuántas personas viven en su casa?

7. Mencione 5 problemas que existan en la comunidad que considere ser atendido de la siguiente manera:

1. Inmediato:

2. Muy urgente:

3. Urgente:

4. Normal:

5. No urgente:

Uso del agua en el hogar

8. Señale si en su casa cuenta con...	Si	No
a) Cuenta con conexión al drenaje		.
b) Su casa tiene conexión a agua entubada	.	.
c) Tinaco para almacenar agua potable	.	.
d) Cuenta con lavadora	.	.
e) Pozo de agua	.	.

9. Señale ¿Cuál es la principal fuente de agua que utiliza para beber y preparar alimentos?

- a) Pozo
- b) Represo
- c) Río
- d) Agua purificada (garrafón)
- e) Otro:

10. Señala ¿De dónde obtiene el agua para bañarse?

- a) Pozo
- b) Represo
- c) Río
- d) Agua purificada (garrafón)
- e) Otro

Actores

11. En su opinión, de la siguiente lista, indique la participación de la comunidad. Siendo (1= Nula; 2= Ocasional; 3= Regular; 4=Constante; 5=Permanente)

a) Comité de agua	1	2	3	4	5
b) Asambleas	1	2	3	4	5
c) Reuniones informativas	1	2	3	4	5
d) Actividades colectivas	1	2	3	4	5
e) Colaboración con ONG	1	2	3	4	5
f) Colaboración con las autoridades	1	2	3	4	5
g) Participación con industria minera	1	2	3	4	5

12. Cómo considera que es el servicio... (1= Muy malo; 2= Malo; 3= Regular; 4= Bueno; 5= Muy bueno)

a) El servicio de agua potable de parte de las autoridades locales	1	2	3	4	5
b) La administración del abastecimiento de agua potable por parte de las autoridades locales	1	2	3	4	5
c) El cumplimiento de las normas/reglamentos respecto al manejo del recurso hídrico por las autoridades locales	1	2	3	4	5
d) Los programas/proyectos referentes al cuidado del agua de parte de las autoridades locales	1	2	3	4	5
e) La colaboración/participación de las autoridades locales con el sector académico	1	2	3	4	5
f) La colaboración/participación de las autoridades locales con la comunidad de Banámichi	1	2	3	4	5

Estructura de red

13. La participación/ colaboración de las diferentes dependencias en la comunidad es de manera: (1= Nula; 2= Ocasional; 3= Regular; 4= Constante; 5= Permanente)

a) CONAGUA	1	2	3	4	5
b) SEMARNAT	1	2	3	4	5
c) Académicos	1	2	3	4	5
d) ONG	1	2	3	4	5
e) Comité de cuenca	1	2	3	4	5
f) Comité de agua	1	2	3	4	5

g) Ejidatarios	1	2	3	4	5
h) Organización comunitaria	1	2	3	4	5
i) Otro:	1	2	3	4	5

Importancia del recurso

14. Indique a su consideración la importancia del agua (recurso hídrico), para la siguiente lista de actividades. (1= Nada importante; 2=Poco importante; 3=Regular; 4= Importante; 5= Muy importante)

a) Agricultura	1	2	3	4	5
b) Ganadería	1	2	3	4	5
c) Recreación (turismo)	1	2	3	4	5
d) Consumo humano	1	2	3	4	5
e) Industria minera	1	2	3	4	5
f) Economía	1	2	3	4	5
g) Salud	1	2	3	4	5
h) Otro:	1	2	3	4	5

15. De los siguientes enunciados, indique el grado en el que usted está de acuerdo (1= Totalmente en desacuerdo; 2= En desacuerdo; 3= Regularmente de acuerdo 4= De acuerdo; 5= Totalmente de acuerdo)

a) Tengo suficiente acceso al agua potable	1	2	3	4	5
b) Cuento con agua de calidad	1	2	3	4	5
c) El agua y aire están limpios	1	2	3	4	5
d) Los vecinos se respetan mutuamente	1	2	3	4	5
e) Hay buenas relaciones entre los vecinos	1	2	3	4	5
f) Los vecinos toman iniciativas	1	2	3	4	5
g) Trabajamos/ colaboramos para mejorar el pueblo	1	2	3	4	5
h) Los políticos del pueblo tienen en cuenta la opinión de la gente	1	2	3	4	5
i) Tengo oportunidad de participar o expresar mi opinión en el proceso de toma de decisiones	1	2	3	4	5
j) Contribuyo o he contribuido a causas locales	1	2	3	4	5
k) La infraestructura existente en la comunidad garantiza el acceso al agua potable (saneamiento, uso agrícola, industrial)	1	2	3	4	5

1) Existe abundante agua en la comunidad 1 2 3 4 5
16. En su opinión, indique la condición de la siguiente lista. Siendo (1= Muy mala;
2=Mala; 3=Regular; 4= Buena; Muy buena)

a) Calidad de agua superficial	1	2	3	4	5
b) Calidad de agua subterránea	1	2	3	4	5
c) Incidencia sobre las enfermedades a causa del agua (hídricas) en su comunidad	1	2	3	4	5

17. Qué aspectos de la calidad del agua considera más preocupantes, de la siguiente lista seleccione tres opciones (siendo 1 el menos preocupante y el 3 el más preocupante).

- a) Aguas fecales
- b) Residuos agrícolas
- c) Vertidos mineros
- d) Vertidos industriales
- e) Otro (indique)

Por último

18. En su opinión, ¿cuáles fueron los mejores tiempos en donde el agua era abundante?

19. En su opinión, ¿cuáles fueron los tiempos difíciles en donde escaseaba el agua?

¡Gracias!

Anexo 2 Entrevista

Entrevista a las autoridades (GS1)

Consentimiento informado

Buen día, mi nombre es _____ soy estudiante de maestría de la Universidad de Sonora y me encuentro realizando un estudio sobre el tema del agua, agradecería mucho su colaboración respondiendo unas preguntas desde su experiencia.

Esta entrevista tendrá lugar en un sitio donde usted indique. Usted puede elegir no contestar alguna pregunta, durante la entrevista se tomará nota por escrito y si usted me lo permite se hará una grabación de audio, esto con el fin de ayudar en el proceso de análisis. Toda información que usted proporcione se conservará de manera segura y ética, su nombre no aparecerá en el trabajo que realice. Si tiene alguna duda en cualquier momento, hágamela saber para responder. Usted podrá finalizar la entrevista en cualquier momento que considere.

Participación

1. ¿Con qué programas-proyectos cuenta el ayuntamiento/ comité para garantizar el abastecimiento de agua potable a la comunidad?
2. Los programas con los que cuentan, ¿De qué forma se organizan con otras instituciones?

3. Con base a su experiencia ¿me puede mencionar de qué manera participa el gobierno Estatal? ¿Y el gobierno Federal cómo participa?

Recurso

4. ¿Qué prácticas han funcionado por parte del ayuntamiento para conservar el recurso hídrico?
5. ¿Cómo participa las ONG para atender el tema del agua en la comunidad?
6. ¿De los temas que tiene que resolver el ayuntamiento, que prioridad se merece el agua?
7. ¿La infraestructura con la que cuenta el ayuntamiento es suficiente y funcional para el abastecimiento del agua? ¿Por qué?
8. En caso de que la comunidad presente una escasez de agua ¿Qué hace el ayuntamiento para garantizar el abastecimiento de agua en cantidad y calidad?
9. ¿De qué forma el comité de agua participa con el ayuntamiento?
10. ¿Cuáles considera que son las fortalezas que tiene el ayuntamiento referente al tema del agua?

11. ¿Cuáles considera que son las debilidades que tiene el ayuntamiento referente al tema del agua?

Colaboración

12. ¿Las autoridades encargadas del agua consultan a expertos, académicos, para tomar decisiones sobre el agua?

13. ¿Las autoridades municipales realizan reuniones para informar a la comunidad de Banámichi sobre el tema del agua potable?

Normas

14. Existe reglamento interno del agua creado por la comunidad ¿en qué consiste? ¿Con base a que se creó el reglamento del agua?

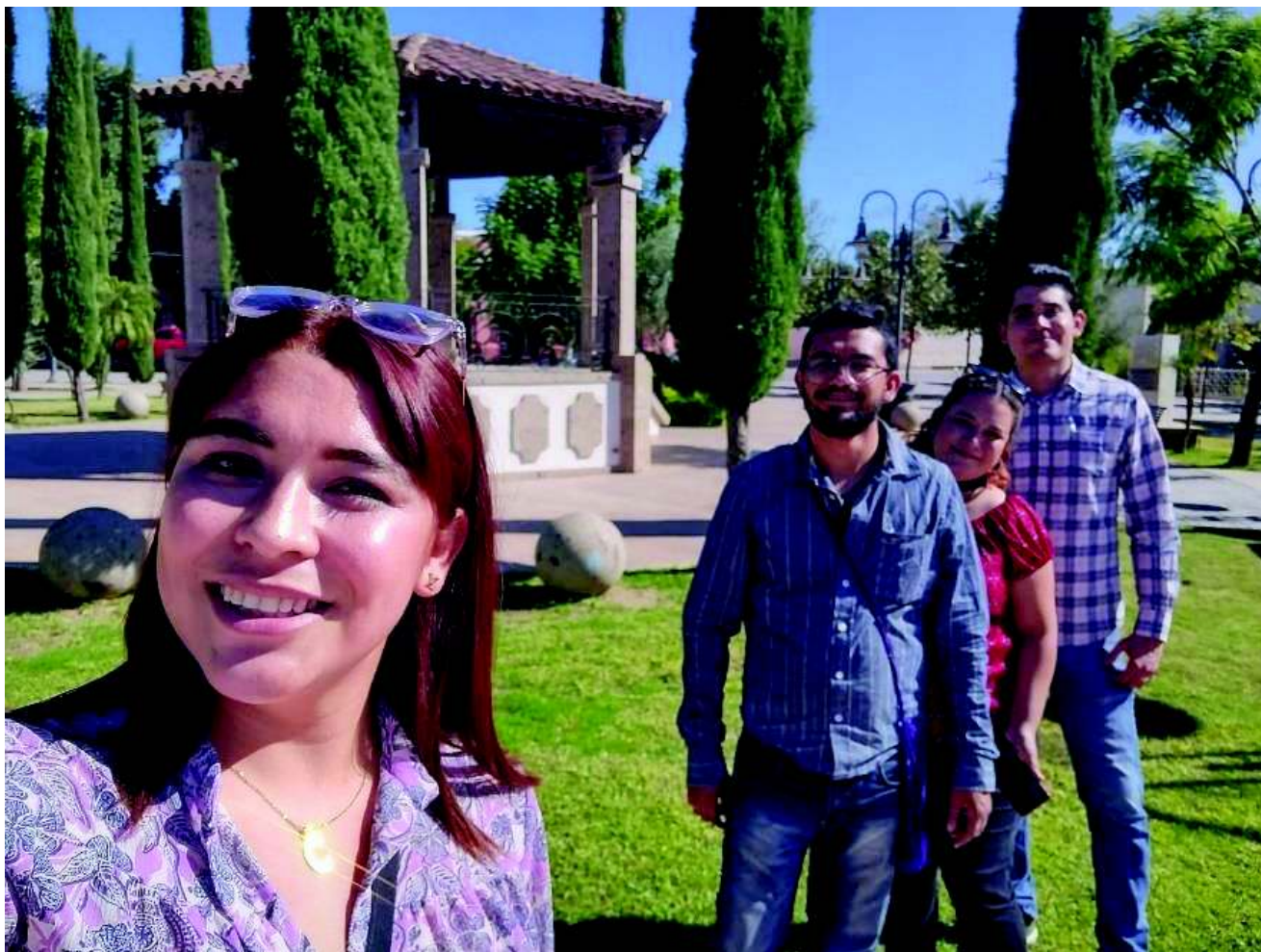
15. ¿Qué normas consideran las autoridades para conservar el recurso hídrico?

Algo que le gustaría agregar:

¡Gracias!

Anexo fotográfico

Fotografía 1. Equipo de trabajo



Fotografía 2. Levantamiento de datos



Fotografía 3. Canal de riego



Fotografía 4. Infraestructura eléctrica del pozo



Fotografía 5. Pozo de agua



Fotografía 6. Planta potabilizadora



Fotografía 7. Instalación de toma de agua



Fotografía 8. Toma de agua tipo garza

