



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL



“VULNERABILIDAD HÍDRICA EN AMANALCO DE BECERRA Y COMUNIDADES
RURALES DE SAN JUAN AMANALCO Y SAN LUCAS AMANALCO, ESTADO DE
MÉXICO”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A:
PAMELA LIGREGNI AGUILERA

DIRECTORA DE TESIS:
DRA. MARÍA ESTELA OROZCO HERNÁNDEZ

Toluca de Lerdo, Estado de México, Abril de 2019

| | |
|---|-----------|
| <i>Resumen</i> | 1 |
| <i>Abstract</i> | 2 |
| <i>Introducción</i> | 3 |
| Capítulo 1. Marco teórico metodológico | 6 |
| 1.1 <i>Antecedentes</i> | 6 |
| 1.1.1 Vulnerabilidad | 7 |
| 1.1.2 Vulnerabilidad hídrica | 8 |
| 1.2 <i>Enfoques de investigación</i> | 10 |
| 1.2.1 Ciencias ambientales | 10 |
| 1.2.2 Ciencias naturales e ingeniería | 11 |
| 1.2.3 Ciencias económicas..... | 11 |
| 1.2.4 Ciencias sociales | 11 |
| 1.3 <i>Casos de estudio</i> | 12 |
| 1.4 <i>Diseño de la investigación</i> | 30 |
| 1.4.1 Justificación..... | 31 |
| 1.4.2 Planteamiento del problema..... | 33 |
| 1.4.3 Objetivos..... | 35 |
| 1.4.4 Hipótesis | 35 |
| 1.4.5 Metodología..... | 35 |
| Capítulo 2. Caracterización de la zona de estudio | 41 |
| 2.1 <i>Geología</i> | 42 |
| 2.2 <i>Edafología</i> | 43 |
| 2.3 <i>Hidrología</i> | 45 |
| 2.4 <i>Clima</i> | 47 |
| 2.5 <i>Uso de suelo y vegetación</i> | 49 |
| 2.6 <i>Dinámica demográfica</i> | 50 |
| 2.7 <i>Índice de desarrollo humano (IDH)</i> | 51 |
| 2.8 <i>Pobreza</i> | 52 |
| 2.9 <i>Amanalco de Becerra</i> | 60 |
| 2.10 <i>San Lucas Amanalco</i> | 61 |
| 2.11 <i>San Juan Amanalco</i> | 61 |
| Capítulo 3. Modelo PER, Indicadores de vulnerabilidad hídrica y la muestra.... | 64 |
| 3.1 <i>Determinación de la muestra</i> | 67 |
| 3.1.1 <i>La muestra</i> | 67 |
| 3.2 <i>Cálculo del tamaño de la muestra, conociendo el tamaño de la población</i> | 68 |
| Capítulo 4. Resultados | 70 |
| 4.1 <i>Resultados Amanalco de Becerra</i> | 70 |
| 4.1.1. <i>Componente socio-económico</i> | 70 |

| | |
|---|------------|
| 4.1.2 Componente de Abastecimiento..... | 73 |
| 4.1.3 Componente de abastecimiento no municipal | 77 |
| 4.1.4 Componente zona de recarga | 78 |
| 4.1.5 Componente de saneamiento..... | 81 |
| 4.1.6 Componente de gobernaza..... | 85 |
| 4.1.7 Componente de cuidado del agua..... | 96 |
| 4.2 <i>Conclusión</i> | 99 |
| 4.3 <i>Resultados San Juan Amanalco</i> | 100 |
| 4.3.1 Componente socio- económico..... | 100 |
| 4.3.2 Componente de abastecimiento | 103 |
| 4.3.3 Componente de abastecimiento no municipal | 108 |
| 4.3.4 Componente de zona de recarga..... | 109 |
| 4.3.5 Componente de saneamiento..... | 111 |
| 4.3.6 Componente de gobernanza..... | 115 |
| 4.3.7 Componente del cuidado del agua..... | 125 |
| 4.3.8 <i>Conclusión</i> | 128 |
| 4.4 <i>Resultados San Lucas Amanalco</i> | 130 |
| 4.4.1 Componente socio-económico..... | 130 |
| 4.4.2 Componente de abastecimiento | 133 |
| 4.4.3 Componente de abastecimiento no municipal | 137 |
| 4.4.4 Componente de zona de recarga..... | 139 |
| 4.4.5 Componente de saneamiento..... | 140 |
| 4.4.6 Componente de gobernanza..... | 144 |
| 4.4.7 Componente del cuidado del agua..... | 155 |
| 4.4.8 <i>Conclusión</i> | 158 |
| Capitulo 5. Discusión y recomendaciones | 159 |
| 5.1. <i>Componente socio-económico</i> | 159 |
| 5.2. <i>Componente de Abastecimiento</i> | 161 |
| 5.3. <i>Componente de abastecimiento no municipal</i> | 162 |
| 5.4. <i>Componente de Zona de Recarga</i> | 163 |
| 5.5. <i>Componente de Saneamiento</i> | 164 |
| 5.6. <i>Componente de Gobernanza</i> | 165 |
| 5.7. <i>Componente de cuidado del agua</i> | 167 |
| 5.8 <i>Recomendaciones</i> | 168 |
| Conclusiones | 172 |
| Bibliografía | 173 |
| Anexos..... | 180 |

Resumen

El agua en la actualidad es valorada como un bien ambiental amenazado, que depende de la buena gestión de las zonas de recarga a nivel de cuencas hidrográficas, como es el caso de los manantiales, los cuales son de vital importancia para las comunidades rurales de Amanalco de Becerra, en donde se han registrado aproximadamente 539 que son administrados por comités de agua (IEECC, 2017). La mayoría de las comunidades rurales es dispersa, se desconoce la operatividad que tienen sobre sus recursos hídricos, lo que puede ocasionar vulnerabilidad hídrica en dichas comunidades.

Esta investigación comprende el desarrollo progresivo de diferentes etapas para la determinación de la vulnerabilidad hídrica en las comunidades rurales de Amanalco de Becerra, a partir del modelo Presión-Estado-Respuesta (indicadores) que está basado en una lógica de causalidad: las actividades humanas ejercen presiones sobre el ambiente y cambian la calidad y cantidad de los recursos naturales (estado). Asimismo, la sociedad responde a estos cambios a través de políticas ambientales, económicas y sectoriales (respuestas) (OCDE, 1993).

Con base en este modelo y sustentado con visitas de campo, se identificaron los problemas actuales de las fuentes de abastecimiento como: factores de infraestructura, ambientales y socio-administrativos etc, pero al mismo tiempo, denotaron fortalezas al trabajar comunitariamente. Sin embargo; las localidades no quedan exentas de un panorama de vulnerabilidad hídrica por las fallas que presentan en su sistema organizativo.

Abstract

Water is currently valued as a threatened environmental asset, which depends on the good management of recharge zones at the level of watersheds, as is the case of springs, which are of vital importance for the rural communities of Amanalco of Becerra, where approximately 539 bodies of water have been registered that are administered by water committees (IEECC, 2017). The majority of the rural communities is dispersed, the operability that they have over their water resources is unknown, which can cause water vulnerability in said communities.

This research includes the progressive development of different stages for the determination of water vulnerability in the rural communities of Amanalco de Becerra, based on the Pressure-State-Response model (indicators) that is based on a logic of causality: human activities exercise pressures on the environment and change the quality and quantity of natural resources (state). Likewise, society responds to these changes through environmental, economic and sectoral policies (responses) (OCDE, 1993).

Based on this model and supported by field visits, the current problems of sources of supply were identified as: infrastructure, environmental and socio-administrative factors, etc., but at the same time, they showed strengths when working in community. But nevertheless; The localities are not exempt from a panorama of water vulnerability due to the faults they present in their organizational system.

Introducción

El clima mundial impone una nueva adversidad a sistemas biológicos y ecosistemas del planeta. La limitación hídrica y la irregularidad (impredecible) de las precipitaciones que afectan directamente el ciclo del agua, declaran consecuencias que se verán intensificadas por el cambio climático. Vulnerabilidad, estrés, escasez hídricos son términos a los que tendremos que acostumbrarnos y adaptarnos si no se realizan medidas para prevenirlos.

El agua puede considerarse como el recurso más importante que tiene la humanidad. Todos los días se utilizan millones de litros de agua en irrigación de cultivos, procesos industriales y consumo humano (Tejada, Cerrato, & Hernández, 2000). El crecimiento de la población, el incremento en la actividad económica y la búsqueda de una mejor calidad de vida, conducen a conflictos y a una creciente competencia por el recurso. La combinación de desigualdad social, marginalidad económica y carencia de programas de superación de la pobreza, obligan a las personas que viven en la extrema pobreza a sobreexplotar las tierras y los recursos forestales; estas acciones sumadas a la falta de medidas de control de la contaminación, influyen en la degradación de los recursos hídricos (GWP, 2000).

Existe un plan de transición en materia política, social, económica y ambiental sobre los riesgos hídricos que, de forma paralela, se desarrolla en un contexto marcado por la complejidad y la incertidumbre, así como por la implicación de distintas escalas espaciales y temporales. Por lo tanto, uno de los mayores desafíos en México se debe centrar en controlar la sobreexplotación de los recursos a nivel de cuencas hidrográficas.

En México, especialmente el Estado de México, es una región privilegiada en cuanto a agua. El estado cuenta con alrededor de 12,872 manantiales, siendo 2017 la última caracterización; estas representan las fuentes de agua con mejor calidad; ya que antes de emerger, ha viajado por diversos tipos de rocas y suelos; los cuales le sirven como filtros naturales; además constituyen la fuente de abastecimiento de

agua para las comunidades más marginadas y que no tienen acceso a agua potable (IEECC, 2016)

Amanalco de Becerra cuenta con alrededor de 539 manantiales, de los cuales se extrae un gasto aproximado de 2146,680 l/s y un volumen anual de 67,697.700 m³, abasteciendo en un 96% a todo el municipio. Cabe destacar que es el segundo municipio que más extrae agua de los manantiales (IEECC op. Cit.). Gracias a que la región es estratégica para la sostenibilidad ecológica, el potencial turístico, la producción y la economía de sus comunidades, la producción de agua para consumo humano y riego, el suelo para la producción agropecuaria actual y de futuras generaciones, Amanalco es un municipio valioso para el crecimiento y, a su vez, explotación desmedida de recursos, por ello se seleccionaron 3 localidades con sus respectivos cuerpos de agua que abren el campo de investigación para mejorar el desarrollo sustentable del lugar.

Las tres localidades comprenden la cabecera municipal, San Juan Amanalco y San Lucas Amanalco, donde las fuentes presentan diferentes tipos de aprovechamiento, tenencia y características socio-económicas que son importantes para determinar la existencia de vulnerabilidad hídrica.

De acuerdo a este panorama, se puede intuir que el recurso hídrico es muy vulnerable. La vulnerabilidad es definida como grado hasta donde un sistema es susceptible o incapaz de responder de forma adecuada a factores adversos (Ibarra Martínez, 2016), sin embargo, para reducir la vulnerabilidad es importante tomar en cuenta las medidas de adaptación. El conocimiento de la vulnerabilidad es necesario para el proceso de planificación y toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo, para implementar las acciones necesarias para su reducción y/o prevención, así como priorizar las áreas más críticas en donde actuar; la asignación y uso de recursos organizativos, humanos, económicos y finalmente, para reducir y evitar conflictos por el agua.

Con base en lo anterior, este estudio contiene cuatro capítulos: la primer etapa de esta investigación, es la revisión documental para identificar que se ha hecho referente al tema de vulnerabilidad hídrica a nivel nacional como internacional, así como la recopilación de la información útil disponible.

En el segundo apartado se caracteriza la zona de estudio, y se filtran y acomodan los datos indispensables para este trabajo. Se expone al lector el panorama general en que se encuentran las comunidades y sus fuentes de abastecimiento.

En el tercer capítulo se hace la selección de los indicadores con base en el modelo PER y diversos estudios que guían las variables más importantes a considerar para determinar la vulnerabilidad hídrica, así como el cálculo del tamaño de la muestra para proceder a realizar el trabajo de campo por medio de encuestas, mostrada en el apartado de anexos.

Una vez aplicando las encuestas en campo, el capítulo cuarto consiste en extraer la información haciendo un análisis estadístico y posteriormente aplicando el esquema Presión-Estado-Respuesta que arroja las conclusiones finales y la presencia de vulnerabilidad hídrica en las comunidades.

Capítulo 1. Marco teórico metodológico

1.1 Antecedentes

Los cambios en el sistema climático global han ocurrido durante la historia del planeta, dichas modificaciones se han presentado por causas naturales que incluyen: cambios en la órbita terrestre, alteraciones en la excentricidad del planeta, actividad volcánica intensa e impactos de meteoritos (Rivera Ávila, 1999).

Según la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos de América (NOAA, por sus siglas en inglés) en 2015 la temperatura promedio de la superficie de la Tierra se ha incrementado en cerca de 0,85°C en los últimos 100 años. Trece de los 14 años más cálidos fueron registrados en el siglo XXI. Esto supone una tendencia de altas temperaturas en los próximos años con un aumento progresivo.

Las investigaciones confirman que las actividades humanas alteran de manera directa o indirecta la composición de la atmósfera, agregado a la variabilidad climática natural, han provocado que el clima global se altere significativamente en este siglo, como resultado del aumento de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI), tales como el bióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), los óxidos de nitrógeno (N₂O) y los clorofluorocarbonos (CFCs) (IPCC, 2001a); (Monterroso, 2007).

La importancia del cambio climático a nivel global ha aumentado significativamente, al menos durante las últimas tres décadas. Los cambios en los patrones de precipitación y temperatura impactarán a los ecosistemas terrestres, costeros y marinos.

Los cambios en variables climatológicas, la precipitación y la temperatura, colocan en riesgo la disponibilidad del recurso hídrico, específicamente a las poblaciones de escasos recursos de los países en vías de desarrollo, como en el caso de México.

El agua es uno de los elementos más importantes de la naturaleza y necesario para el desarrollo humano; sin embargo, también es uno de los bienes más afectados por patrones de agotamiento y degradación a nivel mundial. El agotamiento del líquido se ve asociado a los agentes perturbadores que están ejerciendo presión sobre el recurso y que, será un problema de disponibilidad del mismo en los siguientes años.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2009) México posee un grado de presión hídrica moderado, es decir que el aprovechamiento del agua supera la capacidad de recarga del sistema hídrico.

El ciclo hidrológico no responde solamente a los cambios climáticos, sino también a las actividades humanas. Para asegurar que las políticas y los programas de desarrollo reduzcan la vulnerabilidad de la población, es necesario comenzar por identificar, quienes son, en donde están y por qué son vulnerables (Magaña R. , 2012).

1.1.1 Vulnerabilidad

El riesgo o probabilidad de que una comunidad o grupo de población sea afectado por la indisponibilidad de agua, está relacionado directamente con el concepto de vulnerabilidad, el cual se comprende genéricamente, como la propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación (IPCC, 2014).

La alteración de la naturaleza tiene una estrecha relación con el bienestar social, es decir la extracción, modificación o explotación de los recursos naturales son utilizadas para la productividad de las actividades humanas. En otro sentido, si la naturaleza manifiesta un evento catastrófico también se asigna como daños al confort y desarrollo social.

La capacidad de un sistema para absorber y disipar las tensiones provocadas por un evento externo, se relacionan con la magnitud del disturbio y el tiempo de duración de las alteraciones provocadas, así como con el tipo de afectación a los elementos esenciales del sistema. En tal sentido, a la capacidad de resistencia de un sistema sin la pérdida de atributos internos ante impactos externos se le denomina resiliencia. (Moser, 2008).

1.1.2 Vulnerabilidad hídrica

“La vulnerabilidad hídrica se puede medir de acuerdo con el estado del balance entre abasto y demanda de agua; puede verse en cuatro niveles: la capacidad de mantener las actividades socioeconómicas, la limitación en la disponibilidad de agua, el abasto del agua y la escasez de agua, en la que interviene una serie de variables, físicas, climáticas, ecológicas, sociales, políticas, demográficas y económicas” (Ávila García, 2002).

Desde esa perspectiva, de acuerdo con UNESCO-IHE (2004) citado por Ávila García (2008) define la vulnerabilidad hídrica como el proceso que conlleva a situaciones críticas e irreversibles en torno a la calidad y cantidad del agua que ponen en riesgo el desarrollo humano y el funcionamiento de los ecosistemas. Para que haya daño debe ocurrir: a) un evento potencialmente adverso (un riesgo endógeno o exógeno); b) una incapacidad de respuesta frente a esa contingencia; y c) una inhabilidad para adaptarse al nuevo escenario generado por la materialización del riesgo.

Al mismo tiempo, esto da como resultado una vulnerabilidad social, que parte de la inseguridad e indefensión que experimentan las comunidades, familias e individuos en sus condiciones de vida a consecuencia del impacto negativo provocado por las actividades antropogénicas. Lo que conlleva al manejo del agua y las estrategias que utilizan las comunidades, familias y personas para dar frente a esos impactos.

Por tal motivo, la vulnerabilidad hídrica depende estrechamente de la seguridad hídrica, es decir, la capacidad de la sociedad para garantizar una adecuada cantidad y calidad de agua para el funcionamiento de los ecosistemas; la producción y

autosuficiencia alimentaria, la satisfacción de las necesidades básicas de la población y la reducción y manejo adecuado de los conflictos y disputas por el agua (Pizarro, 2001).

“La vulnerabilidad hídrica no debería ser la carencia de agua; ésta debe ser llamada como tal: carencia de agua, ya que se piensa que son grupos vulnerables aquellos que cuentan con mayor dificultad o están en desventaja para acceder al agua” (Rubio, 2010).

“La vulnerabilidad hídrica emerge como una construcción social, en la que la dinámica de la vida actual devela la escasez del agua dulce disponible, escasez que no afecta de igual forma a todas las personas o a todos los grupos, en relación con sus necesidades humanas y productivas, ya que la falta de agua fluctúa en tiempo y espacio” (Hérmendez Rodríguez, 2010).

Así, influyen condiciones físicas y sociales que subyacen y subsisten a la problemática de sobreexplotación y sobreasignación del recurso hídrico; fenómeno que se conoce como vulnerabilidad hídrica (Campos Aranda, 1992); (Maganda, 2005); (PNUD, 2006).

Cabe resaltar que no existe una metodología lineal para el estudio de vulnerabilidad hídrica, sin embargo, los indicadores son herramientas potenciales que se utilizan para identificar y monitorear la vulnerabilidad a través del tiempo y el espacio, además, permiten desarrollar y priorizar estrategias para reducirla y para determinar la efectividad de éstas. La tarea importante en la valoración de la vulnerabilidad es la identificación de los indicadores más convenientes y la construcción de un índice de vulnerabilidad global (Rygel, O’Sullivan, & Yarnal, 2006).

Después de una breve revisión, algunas observaciones preliminares indican que el concepto de vulnerabilidad sigue causando controversia entre las diferentes disciplinas que la estudian; sin embargo, existe cierta similitud entre las variables, el contexto y el tipo de amenaza que asecha a la sociedad.

La vulnerabilidad y la capacidad adaptativa son multidimensionales, complejas y no son fenómenos de observación directa (Downing, y otros, 2001) de ahí surge la dificultad en su evaluación. Sin embargo, algunos estudios abordan esta problemática desde diferentes enfoques.

1.2 Enfoques de investigación

1.2.1 Ciencias ambientales

La vulnerabilidad surge como un concepto analítico en las ciencias ambientales para el estudio de la población afectada por los riesgos naturales (Prowse, 2003) No obstante, enfoques más recientes (Hilhorst & Bankoff, 2004) han destacado la importancia de las dimensiones estructurales de la vulnerabilidad sociodemográfica y ambiental como producto de una construcción social generada a partir de desigualdades sociales, falta de oportunidades de empoderamiento y de acceso a la protección social.

El enfoque transdisciplinario de estudio de las Ciencias Ambientales permite una visión holística de la problemáticas ambientales, sociales y económicas dentro de la dinámica de las actividades antropogénicas, que comprende una de ellas, la vulnerabilidad hídrica. Los agentes tensores que desencadenan el problema, sus afectaciones en magnitud y frecuencia, y sus posibles soluciones de manera integral; la vulnerabilidad se entiende como la exposición a un riesgo, evento, fenómeno que causa afectaciones a un sector en particular dadas sus condiciones, lo cual arroja tomar en cuenta las capacidades resolutorias propias de cada sociedad, conforme a los recursos disponibles y las características del medio físico donde se encuentran, derivado de un estudio multidisciplinario competente de esta rama de la ciencia. El agua, siendo un recurso indispensable para la vida, requiere total atención de diversos estudios que divulguen información para salvaguardar la seguridad hídrica de las futuras generaciones.

1.2.2 Ciencias naturales e ingeniería

Desde esta visión se pone el acento en los procesos naturales (y también en los tecnológicos). Se ocupa de los factores desencadenantes, las interrelaciones, la periodicidad y probabilidad de ocurrencia de un evento determinado, la cantidad de masa movilizada, avalanchas, inundaciones, tormentas, etc. Interesa el estudio de los modelos de movimiento y de su predictibilidad, lo que es de importancia significativa para la mejora de los sistemas de aviso temprano. Se ocupa de las posibilidades de modelación de las complejas estructuras causa-consecuencia y finalmente del desarrollo de medidas adecuadas de protección. Al mismo tiempo, también desde esta perspectiva es indispensable la incorporación de la dimensión social, ya que los procesos naturales (o tecnológicos) se transforman en fuente de peligro y se consideran riesgo sólo cuando el hombre, o los valores materiales contruidos por él, se ven directamente afectadas (Coy, 2010).

1.2.3 Ciencias económicas

En este caso se trata básicamente de calcular, cuantificar y monetizar los efectos económicos relevantes de los eventos. La vulnerabilidad para el cálculo de riesgos de todo tipo, hoy día es un atractivo para muchos empresarios, que sugieren rentabilizar este tipo de eventos para fines meramente económicos; por lo cual la relación entre la probabilidad de ocurrencia, la magnitud del evento, y el daño potencial se consideran los factores básicos para la estimación de vulnerabilidad en diferentes sectores. Esta perspectiva también está caracterizada por una visión objetiva y rinde cuentas de las inversiones que podrían producirse a futuro, así como el financiamiento internacional de proyectos.

1.2.4 Ciencias sociales

En complemento a las dos perspectivas precedentes, las ciencias sociales no se basan generalmente en las fuentes de peligro o en aspectos de la cuantificación o modelación de la magnitud de los daños, etc., sino más bien en la "inclusión" social de los peligros y en el manejo de los riesgos. ¿Quién (individuo, hogar, grupo) está particularmente expuesto y de qué forma a qué peligros? ¿Cómo influyen las

condiciones contextuales y las decisiones (individuales) sobre la exposición a riesgos y la predisposición para enfrentarse a ellos? ¿Cómo son las estrategias de superación de riesgos de diferentes actores? Este tipo de preguntas dominan la perspectiva de las ciencias sociales (sociología, politología, psicología), estas generalmente, tiene un abordaje cualitativo. (Coy, 2010).

La vulnerabilidad se considera un concepto de estudio mixto para todas las áreas de la ciencia, además de ser un tema de prioridad internacional, dadas las condiciones que se están presentando en los asentamientos humanos y planeta en general.

1.3 Casos de estudio

En el estudio sobre la vulnerabilidad del agua subterránea en la cuenca del Arroyo Feliciano, Argentina. Se plantea la problemática el uso acentuado de los recursos hídricos demandado por la agricultura, la cuenca tiene una población urbana de aproximadamente 11.600 habitantes y un escaso número de pobladores rurales, está experimentando cambio en el uso del suelo, pasando de una ganadería extensiva y bajo monte natural, a un uso arrocero (sojero).

El objetivo del estudio es la estimación de la vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos destinados a suministrar agua para consumo humano a las localidades en el interior de la cuenca, abastecimiento para riego y abrevado de ganado bovino.

Se aplicaron dos métodos estándares para establecer la capacidad de atenuación de los contaminantes por eliminación, retardación y dilución, para cargas impuestas en la superficie, DRASTIC y GOD.

Los resultados indican que las áreas de mayor vulnerabilidad a la contaminación se limitan a las cercanías de los cauces menores y el curso principal del Arroyo Feliciano, donde la profundidad al acuífero es mínima. En el resto de la cuenca el efecto de protección que brinda el espesor de los limos y arcillas actúa como una protección al mismo (Díaz, Romero, Boschetti, & Duarte, 2009) .

Otro estudio similar evalúa de la vulnerabilidad social asociada al consumo de agua subterránea en la cuenca del río Quequén Grande, provincia de Buenos Aires (Grondona, Sagua, Massone, & Miglioranza, 2015). Esta provincia se caracteriza por el predominio de la agricultura extensiva y por el uso del agua subterránea como fuente principal de abastecimiento para todos los usos, lo que pone de manifiesto la necesidad de lograr un uso sustentable de este recurso.

El objetivo del trabajo fue evaluar la vulnerabilidad social por el consumo de agua proveniente de acuíferos en peligro de contaminación por plaguicidas. Este concepto hace referencia a "la exposición a riesgos que involucra una incapacidad para enfrentarlos y una inhabilidad para adaptarse activamente a dicha situación. Se construyó un Índice de Calidad de Vida (ICV) a partir de indicadores cuantitativos vinculados al fenómeno en estudio y definidos en tres dimensiones (salud, educación y medios de sustento).

El resultado final fue un mapa en el que se observa un predominio de la categoría "moderada vulnerabilidad social". Se determinó que las variables porcentaje de población en actividad primaria, porcentaje de población en la fracción considerada y porcentaje de población sin obra social, contribuyen en mayor medida al valor final del índice calculado.

El mapa puede utilizarse para realizar la gestión del agua subterránea mediante la consideración de zonas donde la población es más susceptible a sufrir impactos negativos en caso de contaminación del acuífero por plaguicidas.

Otra metodología para el análisis de vulnerabilidad en cuencas abastecedoras de agua ante la variabilidad climática en Medellín, Colombia (Valencia Rojas, 2015) . Presenta el análisis de vulnerabilidad de fuentes abastecedoras de agua con resultados regionales (Popayán y Cajibío), considerando los siguientes elementos:

- 1) Incorporación de indicadores pertinentes para fuentes abastecedoras de acueductos municipales,

- 2) Saberes locales sobre percepción, clima e identificación de problemáticas relacionadas,
- 3) Procedimientos matemáticos y ajuste del algoritmo para calcular la vulnerabilidad y
- 4) Articulación con instrumentos de planificación territorial.

Como resultado, la vulnerabilidad en el escenario actual de la subcuenca río Las Piedras (Popayán) es medio baja (0,42), producto de la capacidad adaptativa generada por procesos sinérgicos desarrollados entre los actores locales; en contraste, la subcuenca del río Michicao (Cajibío) presenta una vulnerabilidad media alta (0,54), debido a la desarticulación social, baja presencia institucional y nula inversión ambiental.

Rueda & Bentacur (2006) realizaron la evaluación de la vulnerabilidad del agua subterránea en el bajo cauca antioqueño, Medellín, Colombia. Señalan que los mapas de vulnerabilidad de acuíferos constituyen una de las herramientas principales para la toma de decisiones en relación con la protección y manejo del recurso hídrico subterráneo.

Para la región del Bajo Cauca Antioqueño, zona en la que el agua subterránea representa casi la única fuente segura de abastecimiento para la comunidad, se aplicaron diez metodologías de evaluación de la vulnerabilidad, seis intrínsecas y cuatro específicas.

La validación de las metodologías se hizo mediante la confrontación de resultados con las condiciones de calidad del agua subterránea, de esta manera se estableció que el grupo de metodologías DRASTIC, Ekv, AVI y DRASTICP reflejan de manera adecuada la susceptibilidad del sistema a ser impactado natural o antrópico, entre ellas el DRASTICP sería la de mejor ajuste.

En un estudio realizado por la Universidad Nacional de Colombia (2008) aplicó el modelo de causa-efecto y como herramienta la modelación dinámica, los métodos numéricos y los criterios estadísticos e informativos. Se evaluó la vulnerabilidad

hídrica, la capacidad de los sistemas hídricos para conservar y mantener su régimen hidrológico actual ante posibles alteraciones climáticas y la vulnerabilidad de los sectores usuarios del recurso.

A modo de resultados se obtuvieron datos hidrológicos como norma, coeficiente de variación, coeficiente de asimetría, porcentajes de afectación de la escorrentía y mapas sobre el régimen hidrológico actual, la afectación de la escorrentía multianual y la vulnerabilidad del régimen hidrológico.

Mendoza (2008) propone una interesante metodología para el análisis de la vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano, así como determinar las medidas de adaptación en la subcuenca del río Copán, Honduras en todo el sistema, desde la zona de recarga de nacientes o fuentes, hasta la gestión administrativa de los acueductos. A través de la revisión de literatura, recorridos de campo y consulta a expertos se elaboró la metodología, que integra aspectos cualitativos y cuantitativos, bajo un enfoque sistémico, interdependiente. El estándar consta de 10 componentes y 63 indicadores.

Los componentes considerados fueron: zona de recarga hídrica, fuente de abastecimiento de agua, toma de agua y obra de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento, red de distribución, tratamiento del agua, uso y manejo del agua en el hogar, manejo de aguas post-uso y gestión administrativa. La metodología permitió evaluar la vulnerabilidad de cada indicador, de cada componente del sistema y del sistema en conjunto.

Un artículo de Stevens Vázquez (2012) sugiere que no hay ninguna metodología específica para estimar la vulnerabilidad hídrica en una región en específico, ya que ésta puede ser abordada desde un enfoque integral, que incluya una caracterización del espacio, tanto física como social, así como el estado actual de la gestión local del agua. Por medio del análisis espacial es posible entender las relaciones espaciales de la vulnerabilidad hídrica, al auxiliarse de herramientas como un sistema de información geográfica, con el que se determinen las zonas más vulnerables en la ciudad mediante la identificación de patrones y de relaciones espaciales.

Pérez & Ortiz (2013) discuten la importancia de un cambio en cómo se define, maneja y valora el recurso hídrico, integrando la participación ciudadana como herramienta importante para la sustentabilidad del recurso. Contextualizamos la situación de Puerto Rico que, por décadas, ha tenido problemas de manejo del agua y proponemos atender el problema social, considerando un modelo que integre a la ciudadanía en los procesos de su manejo.

Mora Alvarado (2003) describe las evaluaciones de cobertura y calidad del agua para consumo humano (ACH) y la disposición adecuada de excretas (DAE) o saneamiento, y su ubicación en el contexto de las Américas en el periodo 1960-2011. Para cumplir con los objetivos planteados se realizó un estudio descriptivo retrospectivo, analizando los datos de los informes de la OMS/OPS, UNICEF y el Laboratorio Nacional de Aguas, entre otros documentos históricos, en el periodo de 1960-2011. Los organismos internacionales como el Banco Mundial, OMS/OPS y los propios gobiernos de los países a nivel mundial, utilizan el indicador de cobertura con agua potable sin tomar en cuenta la calidad físico-química y microbiológico de esta, lo que refleja una ambigüedad dentro de los términos que podrían generar vulnerabilidad por el consumo del líquido.

Los resultados del estudio se presentan en dos etapas; la primera es la evaluación de cobertura y calidad del ACH en Costa Rica, antes y después de la creación del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) en 1961, y la comparación con los avances en las coberturas en las Américas; la segunda, aborda los avances en la DAE en el país y su ubicación en el contexto americano.

El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados es el ente encargado de brindar el servicio público de agua potable, teniendo la facultad de delegar ese servicio en organizaciones comunales denominadas Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales. De esta forma, las ASADAS son las organizaciones autorizadas por ley como medio de organización comunal para la prestación del servicio público de agua potable a las comunidades, en caso de que otros entes, como, por ejemplo, el Instituto Costarricense de

Acueductos y Alcantarillados, no se encuentre en capacidad de brindar este servicio a la comunidad respectiva (Cerdas, 2011).

La metodología utilizada se basa en una investigación documental, analizando textos y documentos como fuentes primarias. Asimismo, se utiliza un método deductivo para obtener conclusiones específicas de los temas estudiados. Dicha metodología es complementada con un trabajo de campo, basado en el estudio de dos ASADAS en la zona de Guanacaste para analizar la aplicación del marco jurídico que las regula en la práctica.

Se puede concluir que la figura de las ASADAS en Costa Rica es necesaria como medio para abastecer el agua potable lo cual es un derecho fundamental, y además, es congruente con una gestión integrada del recurso hídrico permitiendo un desarrollo y manejo coordinado del agua, de una manera integrada, descentralizada y participativa.

Tagliavini (s.f.) brinda una aproximación al análisis de los procesos de reestatización de los servicios de agua potable y saneamiento en Argentina desde la perspectiva de la participación ciudadana. A nivel mundial, tanto en los modelos de gobernabilidad privatista del agua como los de gobernabilidad estatal centralizada, ha prevalecido la noción de que la gestión del recurso debe ser llevada a cabo por los especialistas.

Sin embargo, el fracaso del modelo neoliberal privatizador sumado a la crisis de representatividad política, han generado las condiciones para replantear la importancia de la participación de los usuarios como parte fundamental de la gobernabilidad de los servicios. Desde una perspectiva histórica, la participación social en el ámbito público ha sido una lucha constante por la ampliación de derechos (civiles, sociales, ambientales).

La tesis de este trabajo es que, si bien la propiedad estatal de los servicios públicos es una condición necesaria para la democratización de los mismos, ya que significa un freno al proceso de mercantilización, la misma no es suficiente si no incorpora mecanismos de participación sustantiva de los usuarios en la gestión. Para explorar

la problemática realizaron un breve recorrido histórico distinguiendo las formas de gobernabilidad del sector y su relación con los ámbitos de participación, exponiendo ejemplos nacionales e internacionales, para luego analizar el caso de las audiencias públicas realizadas en la provincia de Santa Fe.

García, Carbajal, & Jiménez (2007) realizan un estudio sobre la gestión integrada de los recursos hídricos como estrategia de adaptación al cambio climático. La variabilidad climática (VC) y el cambio climático (CC) han sido asociados a cambios globales o a cambios en el régimen climático y han mostrado notables efectos en el ciclo hidrológico. La escasez de agua, los cambios en la intensidad de la precipitación y la variabilidad de eventos extremos están cobrando una importancia significativa.

Como consecuencia del aumento de la temperatura del aire y cambios en la precipitación, el CC está incrementando la competencia por el agua dulce y está afectando los procesos y regímenes hidrológicos, generando en algunos casos un mayor flujo de contaminantes y sedimentos en lagos y ríos, degradación de la calidad del agua, alteración de la velocidad de los procesos biogeoquímicos y reducción de la concentración de oxígeno disuelto.

La necesidad de adaptarse al CC aparece cuando se están produciendo grandes cambios económicos y sociales, que influyen en la utilización de los recursos hídricos (RH). El CC está aumentando la vulnerabilidad en sistemas hídricos mal administrados, haciendo urgente la necesidad de construir una nueva visión de gestión de los RH. En este artículo, se presenta el concepto de gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) que está ganando aceptación como una estrategia de adaptación al CC.

McDowell (2010) en el estudio sobre cambio climático: vulnerabilidad Social y Escasez de Agua en Comunidades Indígenas Campesinas de Bolivia. Señala que la discriminación histórica y actual contra los indígenas y campesinos de Bolivia caracteriza a los habitantes de la cuenca del Río Choquecota con un nivel de vulnerabilidad social notable. Su pobreza económica y la falta de acceso a tierra,

educación formal, e información pone ciertos límites sobre su capacidad de adaptación.

La ausencia o incapacidad de las instituciones formales y estatales deja a las comunidades sin infraestructura suficiente y sin apoyo productivo. Sin embargo, la organización social, propia de las comunidades, fortalece su capacidad adaptativa y disminuye su sensibilidad a las amenazas climáticas y de otro tipo. Choquecota, geográficamente situada en una latitud subtropical, en una altitud extrema y en la base del glaciar del Mururata, las comunidades de la cuenca del Río Choquecota enfrentan eventos y variaciones climáticas intensas.

La variación en el clima en términos de temperatura y lluvias siempre ha sido parte de su calendario productivo, pero ahora, los habitantes notan un incremento en la temperatura y un corte en la temporada de lluvia. Estas observaciones han sido corroboradas por la información de Servicio Nacional de Meteorología e Hidráulica del país; además, de advertirse un incremento importante de la radiación solar. Estos cambios probablemente han contribuido al aumento de plagas en los cultivos y a un proceso de desglaciación del Mururata con efectos futuros sobre la demanda de agua, que podría generar conflictos de uso del recurso agua ante una disminución de la oferta generada por el glacial.

Segura (2011) plantea que la crisis de gobernabilidad de los recursos hídricos es clara en Costa Rica. Estos recursos están en proceso de deterioro y peligrosamente amenazados. En tan solo cinco décadas se pasó de la riqueza y abundancia de agua, a la vulnerabilidad y escasez de ésta. Un conjunto de realidades ha originado la mencionada crisis: la ausencia de políticas hídricas integrales, claras y estables, un marco legal desactualizado, estático y de mínimo cumplimiento, que ha permitido el uso ineficiente y la contaminación de los cuerpos de agua y desde luego la cultura dominante de poca o ninguna valoración del agua como recurso vital para el desarrollo presente y futuro de todas las especies que poblamos el país.

La Agenda Ambiental del Agua en Costa Rica ha sido elaborada mediante un proceso participativo, donde diversos actores sociales en diferentes regiones: Limón,

Liberia y la Gran Área Metropolitana (GAM) priorizaron los 10 principales problemas y sus potenciales soluciones.

La Agenda Ambiental del Agua en Costa Rica aproxima los costos para la solución de los problemas apuntados anteriormente. Se necesita invertir alrededor de USD 500 millones para abordar la gestión integrada de los recursos hídricos en el país.

Por ejemplo, se ha evaluado la vulnerabilidad a un determinado estresor, como en evaluación de impactos del cambio climático (Barr, Frankhauser, & Hamilton, 2010). En este enfoque tradicional, se analiza el estresor y su correspondiente impacto, para examinar el sistema que es estresado y su capacidad de respuesta (Luers, 2003).

Por lo tanto, para determinar la vulnerabilidad, considerando los factores que componen la vulnerabilidad (dependiendo del objeto de estudio), se determina una función lineal, en donde los valores obtenidos de exposición y sensibilidad se adicionan, y luego se resta la capacidad de adaptación, obteniéndose como resultado el valor final de vulnerabilidad. Entendiéndose por exposición al tipo y grado (o naturaleza), a la que un sistema está expuesto (o es afectado) por variaciones; la sensibilidad es el grado en que un sistema puede resultar afectado, positiva o negativamente, por variabilidad en el medio; los efectos pueden ser directos (por ejemplo, un cambio en el rendimiento de los cultivos en respuesta a una variación de la temperatura media, de los intervalos de temperaturas o de la variabilidad de la temperatura) o indirectos (por ejemplo, daños causados por una mayor frecuencia de inundaciones costeras por haber aumentado el nivel del mar). La Capacidad adaptativa es un conjunto de capacidades, recursos e instituciones de un país o región que permitirían implementar medidas de adaptación eficaces (INECC, 2016).

Existen diferentes formas para aproximarse al análisis de las capacidades de resistencia, una ruta es la aproximación a partir de la vulnerabilidad. En el caso de indicadores específicos para los eventos relacionados con las variaciones o sucesos asociados al cambio climático, se han desarrollado una diversidad de instrumentos

que tratan de aproximar el impacto y la sensibilidad ante la presencia de manifestaciones climáticas y meteorológicas (Teutsch, 2006).

A pesar de las diferencias en el tipo de indicadores y los estándares de medición, un objeto de estudio en común a ellos es el establecimiento de la vulnerabilidad mediante la población o territorio afectado, seguido de la resiliencia que poseen para enfrentar los problemas ambientales, sociales y económicos futuros.

En la exploración de la vulnerabilidad de un sistema resultan significativas no sólo las condiciones de resistencia, reacción y eventual recuperación de las propiedades que garantizan la persistencia de éste; es también igualmente importante la identificación del origen, la magnitud y la duración de los eventos que comprometen la estabilidad de las funciones de dicho sistema. (Perrings, 2006).

La literatura sobre los estudios de la evaluación de la vulnerabilidad, están asociados a los desastres y presentados en estudios de caso para sociedades particulares y para un sector en específico (Ibarrarán, Malone, & Brenkert, 2010).

En el caso de México los estudios de vulnerabilidad son recientes. Algunos trabajos apuntan a revisar algunos de los desarrollos teóricos y aplicaciones prácticas del enfoque de vulnerabilidad en los que éste aparece vinculado a cuestiones medioambientales.

Un estudio de la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL), menciona que el concepto de vulnerabilidad, se refiere a que un grupo humano (o entidad) puede sufrir cambios que afecten su bienestar, el riesgo de cambio que constituye el centro de atención es el cambio ambiental.

Los cambios que afectan al bienestar de la sociedad, son dos: i) los cambios en el medio ambiente y ii) los eventos naturales que generan desastres. La separación es artificial puesto que los desastres naturales se pueden incluir dentro de la categoría de cambios ambientales. Sin embargo, por su importancia en relación con el concepto de vulnerabilidad, los desastres se han considerado aparte y en la

categoría de cambios en el medio ambiente se incluyen otros cambios que, sin alcanzar la categoría de desastre, afectan a los sistemas humano y ecológico (por ejemplo, un cambio negativo en la calidad del aire o del agua a causa de la contaminación) (Gómez, 2001).

El Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México, precisa que la vulnerabilidad social está fuertemente ligada con los impactos climáticos que se presentarán; en el trabajo se realiza una selección de indicadores para hacer la evaluación, debido a la limitante en la disponibilidad de información. Utilizan solo 15 indicadores, presentan los resultados por municipio indicando cinco diferentes niveles de vulnerabilidad. Algo interesante de los resultados es que sostienen que una región socialmente vulnerable no lo será en términos hidrológicos y viceversa. (Martínez & Patiño, 2010).

Salazar (2014) Reconoce la delegación con mayor porcentaje de hogares altamente vulnerables a la reducción del suministro de agua y los daños en el ingreso y salud, a causa de dicha disminución hídrica en la Ciudad de México donde se arrojaron pronósticos para el año 2030 que estiman con un 95% de confianza que, si se sigue con tales trayectorias, se intensificarán dichos efectos adversos para la siguiente generación. La relación cultura y medioambiente se identifica en los pueblos que rinden homenaje a los manantiales, por considerarlos elementos básicos de su cultura, un ejemplo simbólico fue el decreto en el año 1876 de la primer Área Natural Protegida en México, mejor conocida como el “Desierto de los Leones”, por la importancia de sus manantiales en el abastecimiento de agua a la Ciudad de México (CONANP, 2006).

Existen otros estudios enfocados a distintos tipos de vulnerabilidad, para ciertas regiones, como se muestra en la Tabla 1; los que se enfrentan con el problema de la falta de información o la deficiente calidad de ésta. Sin embargo, a partir de estos estudios se pueden tomar decisiones y crear políticas públicas mejor fundamentadas y con un enfoque más concreto, ya que casi todos éstos estudios concluyen que no existe un plan adecuado de adaptación y que más bien las instituciones correspondientes tienden a realizar acciones reactivas y no planificadas.

Tabla 1. Síntesis de los casos de estudio

| Caso de Estudio | Enfoque | Metodología | VARIABLES/INDICADORES |
|---|----------------|---|---|
| Vulnerabilidad del agua subterránea en la cuenca del Arroyo Feliciano. Entre Ríos. Argentina | Cuantitativo | A los efectos de determinar la vulnerabilidad de un sistema acuífero, se han desarrollado numerosas técnicas, siendo aplicados los métodos que se consideran estándar y buscan establecer la capacidad de atenuación de contaminantes por eliminación, retardación y dilución, para cargas impuestas en la superficie, DRASTIC (Aller et al., 1987) y GOD (Foster, 1987) | Método GOD a) Ocurrencia del agua subterránea, b) Substrato litológico, c) Distancia al agua subterránea Método DRASTIC Profundidad, recarga, medio del acuífero, suelo, topografía, zona vadosa, conductividad hidráulica. Estas son propiedades del acuífero que se integran en un SIG. |
| Evaluación de la vulnerabilidad social asociada al consumo de agua subterránea. Cuenca del río Quequén Grande, provincia de Buenos Aires, Argentina. | Cuantitativo | Se construyó un Índice de Calidad de Vida (ICV), para el cual se realizó la identificación y el análisis de indicadores cuantitativos vinculados al fenómeno en estudio y definidos en tres dimensiones (salud, educación y medios de sustento). Con los datos obtenidos y mediante el programa ArcGis 9.3 se realizaron mapas Z para las variables analizadas | La "capacidad de respuesta" y la "exposición" de los habitantes o poblaciones analizadas. Dentro del primer grupo se consideraron: Educación, Obra Social e Índice de Privación Material de Hogares y en el segundo grupo: Población en Actividades Primarias, Población Total, Acceso a Agua Corriente y Habitantes menores a 5 años. |
| Metodología para el análisis de vulnerabilidad en cuencas abastecedoras de agua ante la variabilidad climática. | Mixto | Se empleó el modelo de análisis DRSPI (fuerza motriz, presión, estado, impacto, respuestas) para establecer las relaciones entre los elementos de la UMA y la identificación de indicadores de vulnerabilidad. Aplicado al contexto de las fuentes abastecedoras, se evidencian las siguientes relaciones: i) direccionadores naturales y antropogénicos como el cambio y la variabilidad climática, y los patrones de uso del suelo, respectivamente; ii) de presión como alteración en la frecuencia e intensidad de las lluvias, la demanda de agua para los | Indicadores biofísicos: Índice de regulación hídrica, Coberturas Reguladoras del ciclo Hidrológico (unidad), Índice de Uso de Agua (unidad), Índice de fragmentación (unidad), Índice de calidad de agua (unidad), Precipitación (mm), Caudal (m/s), Temperatura (o C), Indicadores Político- institucional: Inversión del acueducto en gestión ambiental para la cuenca (%), Actores relacionados con el recurso hídrico en la cuenca (#) Indicadores económico-productiva: % Cobertura acueducto- rural, Cobertura acueducto - urbana (%) Indicadores socio-culturales: Densidad poblacional |

Tabla 1. Síntesis de los casos Continuación...

| | | | |
|---|--------------|--|--|
| | | diferentes usos y la contaminación de esta; iii) de estado, calidad y cantidad del agua; iv) de impacto, problemas de salud y desabasto de agua; y, v) de respuesta a partir de la regulación, generación y adopción de políticas de gestión del recurso y cambios en comportamientos humanos. | rural (unidad), Densidad poblacional urbana (unidad), Percepción de eficiencia del servicio de acueducto usuarios zona urbana (%), Percepción de eficiencia del recurso hídrico por usuarios zona rural (%). |
| Evaluación de la vulnerabilidad del agua subterránea en el bajo cauca antioqueño. | Cuantitativo | La evaluación de metodologías se hizo mediante la confrontación de resultados con las condiciones del agua subterránea, de esta manera se estableció que el grupo de metodologías DRASTIC, Ekv, AVI y DRASTICP reflejan la susceptibilidad del sistema a ser impactado natural o antrópicamente y el DRASTICP sería de mejor ajuste. | Indicadores de Profundidad del nivel freático, recarga, litología del medio acuífero, tipo de suelo, topografía, impacto de la zona no saturada, conductividad hidráulica, ocurrencia del agua subterránea, usos del suelo, fertilización con nitrógeno. |
| Amenazas, riesgos, vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático. Material de difusión y socialización sobre cambio climático | Cuantitativo | Este análisis se realizó usando el modelo de causa-efecto y como herramienta la modelación dinámica, los métodos numéricos y los criterios estadísticos e informativos. | Variables de Pobreza, sostenibilidad ambiental, planificación del desarrollo y esquematización de amenazas y riesgos. |
| Metodología para el análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano; aplicación y determinación de medidas de adaptación en la subcuenca del río Copán, Honduras. | Cuantitativo | La metodología permite evaluar la vulnerabilidad de cada indicador, de cada componente del sistema y del sistema en conjunto. La metodología se aplicó exitosamente en tres sistemas de acueductos de la subcuenca del río Copán en Honduras: | Los componentes considerados fueron: zona de recarga hídrica, fuente de abastecimiento de agua, toma de agua y obra de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento, red de distribución, tratamiento del agua, uso y manejo del agua en el hogar, manejo de aguas post-uso y estación administrativa. |
| Tabla 1. Síntesis de los casos Continuación... | | | |
| La vulnerabilidad hídrica en la ciudad de San Luis Potosí: Un análisis espacial. | Mixto | Se estimó la vulnerabilidad hídrica de San Luis Potosí desde un enfoque integral, incluyendo la caracterización del espacio, tanto física como social, así como el estado actual de la | Variable como: contexto físico, aguas subterráneas, contexto de San Luis Potosí, dinámica de la población, crecimiento espacial, disponibilidad y demanda de agua, volúmenes de extracción, |

Tabla 1. Síntesis de los casos Continuación...

| | | | |
|---|-------------|---|--|
| | | gestión local del agua. | profundidad y gasto promedio de pozos, infraestructura hidráulica y red de distribución. |
| Participación ciudadana en la transformación del manejo del agua en Puerto Rico. | Mixto | El enfoque que se promueve valora las propiedades físicas, su importancia socioeconómica y política e incluye el componente participativo entre diferentes sectores como uno indispensable para apoyar la sustentabilidad de los recursos hídricos y afectar positivamente la cadena de sectores dependientes del recurso. | Variables: Reto del acceso físico del agua, enfoque en el manejo del agua centrado en la oferta, enfoque en el manejo del agua centrado en la demanda, participación ciudadana, Ejemplos de participación ciudadana en Puerto Rico, Participación ciudadana (PCd) en un enfoque centrado en la demanda y el enfoque en Puerto Rico. |
| Participación en el sector de agua potable y saneamiento, Argentina. | Cualitativa | Para explorar esta problemática se realizó un breve recorrido histórico en la gobernabilidad de la región. | Las formas de gobernabilidad del sector y su relación con los ámbitos de participación, exponiendo ejemplos nacionales e internacionales, para luego analizar el caso de las audiencias públicas realizadas en la provincia de Santa Fe. |
| La gestión integrada de los recursos hídricos como estrategia de adaptación al cambio climático, Colombia. | Cualitativa | Revisión documental de las afectaciones del cambio climático en los recursos hídricos, apostando al concepto de gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) | Impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos, impactos sobre la cantidad, impactos sobre la calidad del agua, aumento de los eventos extremos y desastres naturales, implicaciones del cambio climático en los recursos hídricos e implicaciones políticas del cambio climático en los recursos hídricos. |
| Cambio Climático: Vulnerabilidad Social y Escasez de Agua en Comunidades Indígenas Campesinas de Bolivia. | Mixto | Se basa en casi un año de trabajo de campo, y recolección de datos secundarios sobre la zona de estudio, como parte de los proyectos de investigación en proceso. Se empezó cultivando una fuerte relación entre el equipo de investigación y las comunidades. Asistiendo a reuniones y promocionando la presencia institucional. | Se utilizó principalmente datos del Censo del Instituto Nacional de Estadísticas del 2011, del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, información del programa Nacional de Cambio Climático, informes realizados por consultores del equipo de investigación de Agua Sustentable y Planes municipales de Desarrollo de Palca. |
| Agenda Ambiental del agua en Costa Rica | Cualitativo | La Agenda Ambiental del Agua ha sido elaborada mediante un proceso participativo, donde diversos actores sociales en diferentes | 1) La educación formal e informal es muy débil respecto a cómo alcanzar el uso eficiente e inteligente de los recursos hídricos. Igualmente es |

Tabla 1. Síntesis de los casos Continuación...

| | | | |
|---|---------------------|--|---|
| | | <p>regiones -Limón, Liberia y la Gran Área Metropolitana (GAM)- priorizaron los 10 principales problemas y sus potenciales soluciones.</p> | <p>débil para revertir el patrón de manejo de vertidos sin responsabilidad social.</p> <p>2) La excesiva centralización de las decisiones. Muy poca participación ciudadana en la estructura organizativa y en la toma de decisiones.</p> <p>3) La inoperancia del marco institucional y legal — desconocimiento por parte de la sociedad civil de los procesos de denuncia y otros; la tramitología de denuncia es lenta e ineficiente, razón por la cual los denunciantes se cansan y desaniman—.</p> <p>4) La deficiente y casi nula valoración económica del agua, que tome en cuenta el manejo integral de las cuencas y la búsqueda de la permanencia del recurso en el futuro.</p> <p>5) La ausencia de planes hídricos de cuencas donde el plan regulador sea un componente básico.</p> <p>6) La desigual calidad del agua para los costarricenses según operador del servicio y región geográfica.</p> <p>7) La contaminación de aguas superficiales y subterráneas.</p> <p>8) La ausencia de conocimiento, socialización, sistematización y movilización en relación con el manejo del agua. Es necesario el aumento de las capacidades tanto técnicas y científicas como de cambio de cultura y conocimiento popular.</p> <p>9) Falta de información básica y mecanismos claros para poder utilizarla.</p> <p>10) La información en la actualidad se encuentra dispersa en diferentes organizaciones y en algunos investigadores, lo que impide su uso efectivo.</p> |
| <p>Agua para consumo y saneamiento: Situación de</p> | <p>Cuantitativo</p> | <p>Estudio descriptivo retrospectivo, analizando los datos de los informes de la OMS/OPS,</p> | <p>Las referencias fueron: La primera es la evaluación de cobertura y calidad del ACH en Costa Rica,</p> |

Tabla 1. Síntesis de los casos Continuación...

| | | | |
|--|--|---|---|
| <p>Costa Rica en el contexto de las Américas 1960-2011</p> | | <p>UNICEF y el Laboratorio Nacional de Aguas, entre otros documentos históricos, periodo de 1960-2011.</p> | <p>antes y después de la creación del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) en 1961, y la comparación con los avances en las coberturas en las Américas; la segunda, aborda los avances en la DAE en el país y su ubicación en el contexto americano.</p> |
| <p>Análisis del marco legal para la administración del agua de consumo humano por parte de las asociaciones administradoras de sistemas de acueductos y alcantarillados comunales, San José, Costa Rica</p> | <p>Mixto</p> <p>La metodología utilizada para el desarrollo del tema se basa en una investigación documental, analizando textos y documentos como fuentes primarias. Asimismo, se utiliza un método deductivo para obtener conclusiones específicas de los temas estudiados. Dicha metodología es complementada con un trabajo de campo, basado en el estudio de dos ASADAS en la zona de Guanacaste para analizar la aplicación del marco jurídico que las regula en la práctica.</p> | <p>Desarrollo histórico en los últimos cincuenta años de la legislación nacional que permite la administración y prestación del servicio público de agua para consumo humano por parte de ASADAS.</p> <p>Estudio del marco legal vigente que regula la administración y prestación del servicio público de agua potable por parte de Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales.</p> <p>Estudio de los proyectos de ley relacionados con la administración y prestación del servicio público de agua para consumo humano por parte de asociaciones administradoras de sistemas de acueductos y alcantarillados comunales</p> <p>Análisis crítico del marco legal vigente que regula la administración y prestación del servicio público de agua potable por medio de asociaciones administradoras de sistemas de acueductos y alcantarillados comunales</p> | |

Fuente: Elaboración propia.

Cadena & Salgado (2017) realizan un análisis sobre capacidades y falta de capacidades del Comité de Agua de San Felipe Tlalmimilolpan 2006-2009 y 2009, organización comunitaria responsable del control y distribución del líquido en esta localidad perteneciente al municipio de Toluca.

El Comité es considerado parte de una red de política pública con eventuales propósitos de gobernanza, entendido no como concepto normativo, sino como diversidad de configuraciones que surgen en espacios de conflicto de intereses. Con esta perspectiva se estudia el uso y manejo de los recursos de los actores. Mediante el uso de entrevistas a miembros de los Comités y funcionarios gubernamentales de agua se identificó la presencia y ausencia de capacidades necesarias para el manejo de la organización, lo que al final ocasionó que el tiempo, recursos y confianza invertidos se perdieran al destituir a los integrantes bajo un proceso de auditoría.

También se encontró en la cultura de la red características como aislamiento, hermetismo, desconfianza y falta de respeto a la autoridad, lo que ha propiciado ambientes que dificultan una adecuada gestión del recurso público. La principal conclusión es que a pesar de la falta de algunas capacidades, el Comité ha podido mantenerse y abastecer de agua a la comunidad, no obstante se presenta una fragilidad que podría poner en riesgo su estabilidad.

Gonzalo Hatch, Schmidt Nevdedovich & Carrillo Rivera (2017) mencionan que la reciente propuesta de Ley General de Aguas, publicada en la Gaceta Parlamentaria del 5 de marzo de 2015 (No. 4228-II), pretende remplazar a la actual Ley de Aguas Nacionales (LAN). La nueva ley, fundamentada a partir de conceptos como la escasez hídrica y la presión demográfica, busca, además, colocar al agua como un objeto mercantil sujeto a las leyes de la oferta y la demanda, contraviniendo la consideración universal del ser humano de poder exigir lo que la ley establece, y que parece estar enmarcado en el artículo 4º de la Carta Magna, donde se garantiza considerar al agua como un derecho humano. Este ensayo contribuye al debate en torno a los planteamientos que sustentan las modificaciones pretendidas a la LAN, señalando las implicaciones más importantes en el quehacer científico, docente y en la investigación en México, así

como a la urgencia de recuperar un sentido de soberanía nacional hídrica encaminada a garantizar la seguridad humana y la mejor calidad de vida para todos los habitantes de la nación mexicana.

La CONAGUA afirma que más de 20 por ciento de los 653 acuíferos definidos convencionalmente tienen carácter de “sobreeplotados”, lo que significa en términos de dicha dependencia, un panorama de escasez freática.

De igual forma la CONAGUA ha reconocido que no se tienen datos concretos sobre la cantidad de agua que existe en el país, tampoco posee información acerca de cómo se mueve el agua en el subsuelo, ni cuáles son las tasas de recarga o descarga.

Como corolario se puede concluir que mientras la CONAGUA no logre un cambio administrativo, jerárquico y de actualización metodológica con un ejemplar diseño de un programa de monitoreo de las variables hídricas involucradas, que involucre a las diversas universidades con los especialistas del caso, cualquier reforma legislativa tendrá una influencia negativa en un mejor ambiente para todos los mexicanos.

En suma, se observa que el Comité de Agua de San Felipe ha sido capaz de mantener una red de política pública brindando un servicio de distribución del agua local. Sin embargo, los usuarios no disponen de un organismo que maneje el recurso público de una forma eficiente, dada la falta de capacidades individuales y colectivas de tipo instrumental y socio-relacional. En este último aspecto destacan el aislamiento, hermetismo, desconfianza y falta de respeto a la autoridad, acciones conscientes que han internalizado y difundido a través del discurso y que permean la cultura de la red. Una posibilidad para superar la falta de capacidades implicaría sin duda, el apoyo de los actores gubernamentales que permitiera no sólo regularizar la existencia jurídica, sino impulsar políticas para el desarrollo de capacidades técnicas y administrativas. Los Comités de Agua han mostrado unas capacidades y habilidades para movilizar algunos recursos sociales, cognitivos y técnicos, por lo que su participación en el desempeño de la

política pública de distribución del agua con la concurrencia del actor gubernamental ayudaría a generar una red que contribuya a la gobernanza.

La cantidad de agua disponible en cada lugar depende principalmente de la precipitación y temperatura. En el territorio nacional se reciben 772 milímetros de lluvia en promedio anualmente, lo que se considera abundante (García Amaro de Miranda, 2003). Sin embargo, la cantidad de agua que se recibe como precipitación es variable año con año y de una región a otra del país.

La disponibilidad de agua comúnmente se expresa en términos del volumen de líquido disponible por habitante, aunque ese volumen debería ser suficiente para satisfacer las necesidades de las actividades agropecuarias, industriales y la necesaria para el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos dulceacuícolas, y no sólo las del consumo directo por la población.

El uso intensivo del agua subterránea es cada vez más común, especialmente en las zonas áridas y semiáridas, en las pequeñas islas y zonas costeras. La extracción excesiva de agua subterránea, su contaminación o manejo inadecuado puede privar a futuras generaciones del uso de ese recurso; también puede provocar el agotamiento de pozos y la subsidencia del suelo (WMO, 1998). El indicador extracción de agua subterránea muestra la presión que sufren los acuíferos del país por la demanda de este recurso. Esta información, junto con la referente a la recarga, permite evaluar la intensidad de la presión sobre los acuíferos.

1.4 Diseño de la investigación

La investigación se realizó bajo un enfoque “mixto” descrito por Hernandez-Sampieri (2011), debido a que se utilizaron fuentes cuantitativas y cualitativas, fue necesario la recopilación, análisis e interpretación de información documental contenida en libros, revistas, tesis, cartografía, bases de datos, documentos oficiales e información en línea, disponible en diversas instituciones. Adicionalmente se aplicaron entrevistas a los pobladores de las localidades, con

el fin de conocer experiencias particulares de problemas en cuanto al aprovechamiento, abastecimiento, organización y disponibilidad de agua en la región, y su percepción para valorar si están preparados para enfrentar diversas problemáticas: la escasez del recurso y el cambio climático.

El alcance del estudio exploratorio, entre sus características Hernandez-Sampieri (2011) mencionan que se considera una investigación de este tipo cuando:

- a) Se investigan problemas poco estudiados,
- b) Se indaga desde una perspectiva innovadora,
- c) Ayudan a identificar conceptos promisorios,
- d) Preparan el terreno para nuevos estudios.

En ese sentido la propuesta de evaluación de la vulnerabilidad hídrica en la zona de estudio, es una idea novedosa que aún no ha sido estudiada, por ello, este trabajo permitirá obtener información sobre el aprovechamiento, la gestión comunitaria, su concepción del recurso, y si son una población resiliente para adaptarse a nuevas problemáticas.

1.4.1 Justificación

En México existen importantes fuentes de abastecimiento de agua, entre ellas las aguas subterráneas, que ocupan un porcentaje importante para el consumo humano, con un 3% para el uso doméstico, 6% industrial, 20% publico-urbano y 71% para actividades agrícolas (CONAGUA, 2011).

Las aguas subterráneas forman grandes depósitos que en muchos lugares constituyen la única fuente de agua disponible. Están asociadas a los mantos acuíferos y a los manantiales.

Un manantial es un flujo natural de agua que surge del interior de la tierra desde un solo punto. Pueden aparecer en tierra firme o ir a dar a cursos de agua, favoreciendo el nacimiento de ríos, lagos, etc. Pueden ser permanentes o intermitentes; las precipitaciones fomentan la recarga del acuífero y el agua que

se filtra emana a la superficie. Estos también pueden tener un origen ígneo, dando lugar a manantiales de agua caliente (FCEA, 2015).

La composición del agua de los manantiales varía según la naturaleza del suelo o la roca de su lecho. El caudal de los manantiales depende de la estación del año y del volumen de las precipitaciones. Los manantiales de filtración se secan a menudo en periodos secos o de escasas precipitaciones; sin embargo, otros tienen un caudal copioso y constante que proporciona un importante suministro de agua local (Castillo Martín, 2008).

Su importancia se deriva, ya que sus aguas abastecen a núcleos de población; pueden considerarse lugar de recreo, ocio y esparcimiento en su entorno; dan origen a agua embotellada de calidad o uso con fines terapéuticos; son un indicador fundamental de la salud del acuífero al que están asociados; constituyen microecosistemas singulares con gran variedad de flora y fauna, entre otros (Morell Evangelista, 2008).

Algunos estudios en México parten de la generación de escenarios; coinciden en señalar que se presentaran diversas anomalías con distinta intensidad y frecuencia, que a su vez, aumentarían la vulnerabilidad hídrica en las comunidades con menor capacidad de adaptación a la escasez y disponibilidad del recurso, afectando en las necesidades básicas de la población, por ello, es importante generar información para identificar las zonas más vulnerables que harán frente a cualquier fenómeno (Martínez & Patiño, 2012).

En ese sentido, realizar estudios de vulnerabilidad hídrica en comunidades en las que los manantiales son la fuente básica de abastecimiento de agua, para determinar el estado y el aprovechamiento que se le da a este recurso, es indispensables para la correcta toma de decisiones en cuanto a las medidas de adaptación que se pueden generar, y saber de qué manera se debe reaccionar ante los escenarios futuros.

1.4.2 Planteamiento del problema

Ante los escenarios de cambio climático, uno de los mayores desafíos para el país, será garantizar la resiliencia de la población a través del uso racional sus recursos, en este caso, el agua.

Por un lado, el aumento de la temperatura podría provocar sequía hidrológica y, por otro, eventos extremos, como las lluvias intensas que disminuirían la calidad y cantidad del agua y ocasionarían problemas en la infraestructura hidráulica en los asentamientos humanos.

La problemática de abastecimiento en diversas regiones del país se debe a una serie de factores, donde interviene en la mayoría de los casos, el hombre. Las acciones de adaptación podrían cambiar este escenario al usar información climática para la adecuación a condiciones cambiantes entorno a los recursos hídricos. Lamentablemente no existe experiencia de cómo usarla para la gestión del agua, ya que en México pocas veces se toma en cuenta de manera sistemática el pronóstico estacional del clima (CONAGUA, 2008).

Asimismo, el persistente cambio de uso del suelo forestal a uso agrícola, ha provocado la fragmentación y pérdida de la cubierta vegetal de extensas áreas de bosque y el aceleramiento de los procesos de erosión del suelo, y en la mayoría de la infraestructura hídrica carece de recolector de sedimentos aguas arriba, el flujo de agua en su recorrido por cuenca mantiene en suspensión los sedimentos fruto de la erosión del suelo, tan pronto como el agua deja de fluir los sedimentos se depositan, lo que ocasiona problemas sociales de aprovechamiento al agua (Orozco Hernández & Quesada Diez, 2010).

El primer nivel territorial de esta investigación, lo constituye el municipio de Amanalco, Estado de México, propiamente todo el territorio es una reserva ecológica que lleva por nombre Área de protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal decretada el 15 de noviembre de 1941 y recategorizada el 23 de junio del 2005; de acuerdo a su decreto de creación, esta se declara para

limitar la tala inmoderada de los bosque que la constituyen, que ocasionó la disminución de los ríos Valle de Bravo (Amanalco), Malacatepec, Tilosoc y Temascaltepec que además cuenta con abundante flora y fauna, dos ríos, trece arroyos, dos bordos y abundantes manantiales (Procuenca, 2015).

El municipio de Amanalco cuenta con: 2 ríos principales que conforman las subcuencas del Río Amanalco y del Río Molino-Los Hoyos que, a su vez, son tributados por 13 arroyos y 539 manantiales, con un gasto de 2,096.05 lps. Entre los manantiales destacan: Los Mimbres, La Mulita, El Jazmín, Chupamuerto, San Bartolo, Casa Blanca, San Mateo, San Lucas, Las Peñitas, Ojo de Agua, Tenextepec y el Chimalpa (INAFED, 2017).

Los manantiales son una fuente básica de abastecimiento de agua para la población rural y las actividades que se desarrollan en esta región. La pérdida o deterioro de espacios del agua supone “La destrucción de referentes de identidad colectiva y la simplificación cultural”, por lo que resulta urgente incorporar “los valores y patrimonios socioculturales” de éstos (Moral Iturarte, 2008).

Siendo un municipio con gran masa forestal, permite la infiltración de las aguas pluviales para la recarga de los acuíferos donde emergen los manantiales, los cuales están propensos a sufrir perturbaciones a causa de la variabilidad de la lluvia y los modos de aprovechamiento del agua, lo cual advierte transformaciones que podrían afectar la dinámica social de la región.

El área de estudio específica está conformada por 3 localidades del municipio (San Lucas Amanalco, San Juan Amanalco y la cabecera Amanalco de Becerra), donde se alberga una población total de 4000 habitantes aproximadamente, hasta el momento se desconoce cuál es la disponibilidad de agua, los modos de conservación y aprovechamiento.

En este trabajo se realizará un diagnóstico de la vulnerabilidad hídrica en la zona de estudio, considerando que los manantiales constituyen la fuente de suministro primario de agua para las localidades, por ello, es importante identificar el estado

ambiental de las fuentes, los modos aprovechamiento del agua y conocer que hace la población para adaptarse a los conflictos entorno al recurso.

1.4.3 Objetivos

Objetivo General

Determinar la vulnerabilidad hídrica en las comunidades rurales de Amanalco de Becerra, San Juan y San Lucas Amanalco, Estado de México.

Objetivos específicos

- Caracterizar las comunidades rurales y sus fuentes de abastecimiento.
- Seleccionar qué indicadores permiten determinar la vulnerabilidad del recurso hídrico en Amanalco de Becerra y comunidades rurales.
- Recolectar información a partir de encuestas (trabajo de campo) que arroje las características físicas, económicas, sociales, políticas y ambientales de las comunidades rurales.
- Determinar la vulnerabilidad hídrica mediante el modelo Presión-Estado-Respuesta.

1.4.4 Hipótesis

“A mayor vulnerabilidad hídrica en las comunidades seleccionadas, luego entonces aprovechamiento excesivo y menor disponibilidad de agua”.

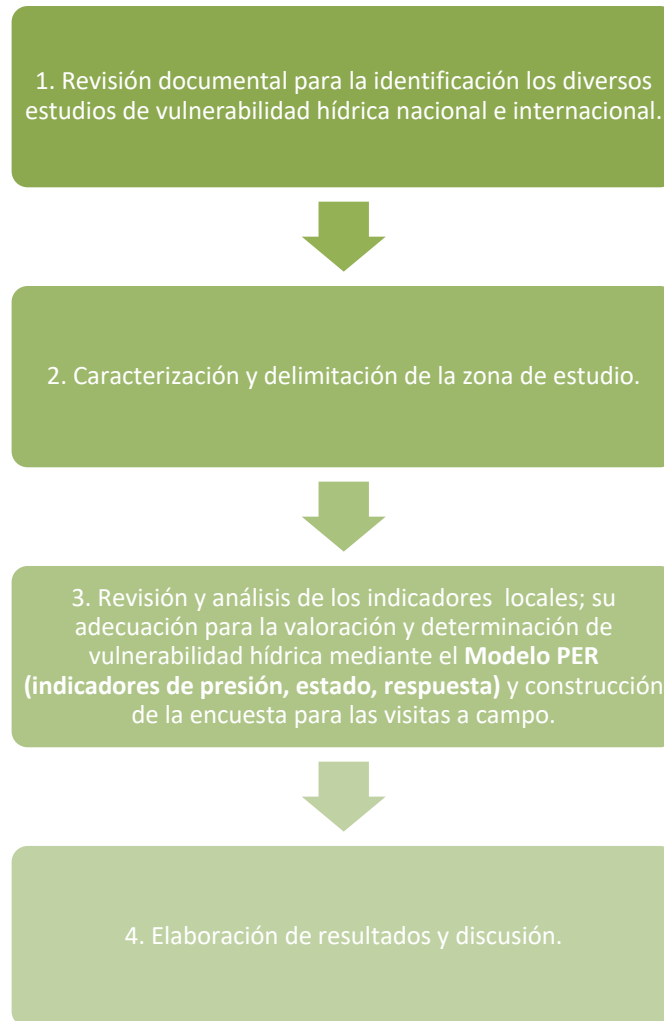
1.4.5 Metodología

El Esquema 1 muestra la metodología utilizada para esta investigación, la cual consta de 4 etapas:

1. La revisión documental permitió identificar las investigaciones elaboradas con anterioridad, las autorías y sus discusiones acerca de la vulnerabilidad hídrica tanto a nivel nacional como internacional, estableciendo las semejanzas y diferencias entre los trabajos, que además posibilitó categorizar las experiencias; distinguir los elementos más abordados

(indicadores) con sus respectivos esquemas observacionales, y ámbitos no explorados. Cabe destacar que los estudios referentes a vulnerabilidad hídrica todavía son muy escasos, por lo que se utilizó la metodología más apropiada con la información y recursos disponibles de esta investigación.

Esquema 1. Metodología



Fuente: Elaboración propia.

2. En un estudio en 2005 del Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático, se hizo una caracterización y ubicación de los manantiales en todo el Estado de México¹; la base de datos contuvo los elementos necesarios para contrastar la

¹ Para este estudio solo se tomaron en cuenta los manantiales del municipio de Amanalco de Becerra, Estado de México; donde se ubicaron los 539 que existen en el territorio, tomando en cuenta la fuente en

información que se recabo en campo, mediante un método cualitativo (encuestas) que se muestra en el Anexo 1, y un método deductivo a partir de la observación en las localidades que, son elementos clave para determinar la vulnerabilidad. Gracias a la base de datos del IEECC, se obtuvo información valiosa de los manantiales de mayor importancia dentro de las comunidades de la zona de estudio, y apunto los recursos disponibles de esta investigación.

3. El enfoque de Presión-Estado-Respuesta (PER) fue propuesto y lanzado al debate internacional por parte de Adriaanse (1993) y la Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico (OCDE). Este enfoque se limita al segmento ambiental del Desarrollo Sustentable y tiene como objetivo principal crear un conjunto de indicadores que permitan reducir, de manera correcta, la realidad compleja para identificar prioridades de problemas medulares y soluciones adecuadas en el ámbito del ambiente (Miranda, Suset, Cruz, & Machado, 2018).

El enfoque Presión-Estado-Respuesta, está basado en la premisa de que las acciones humanas ejercen presión sobre el ambiente y cambian el estado de la calidad y cantidad de los recursos naturales. La sociedad responde a estos cambios a través de la respuesta ambiental, económica y política.

El marco de referencia PER SEMARNAT (s.f.) es ahora ampliamente usado, pero está continuamente en evolución. Uno de los mayores problemas ha sido tratar de diferenciar entre indicadores de presión y estado y la necesidad de expandir el marco de referencia para tratar más específicamente las necesidades del concepto de vulnerabilidad

1. ¿Cuál es el estado actual de los recursos naturales y del medio ambiente?
2. ¿Qué y quién está afectando los recursos naturales y el medio ambiente?
3. ¿Qué está haciendo la sociedad para mitigar o resolver los problemas ambientales y para fortalecer sus potencialidades?

torno a la localidad que abastece, uso del agua, tenencia y el caudal (gasto en L/S) entre otras características.

Existen diversos conjuntos de indicadores ambientales, cada uno con propósitos específicos.

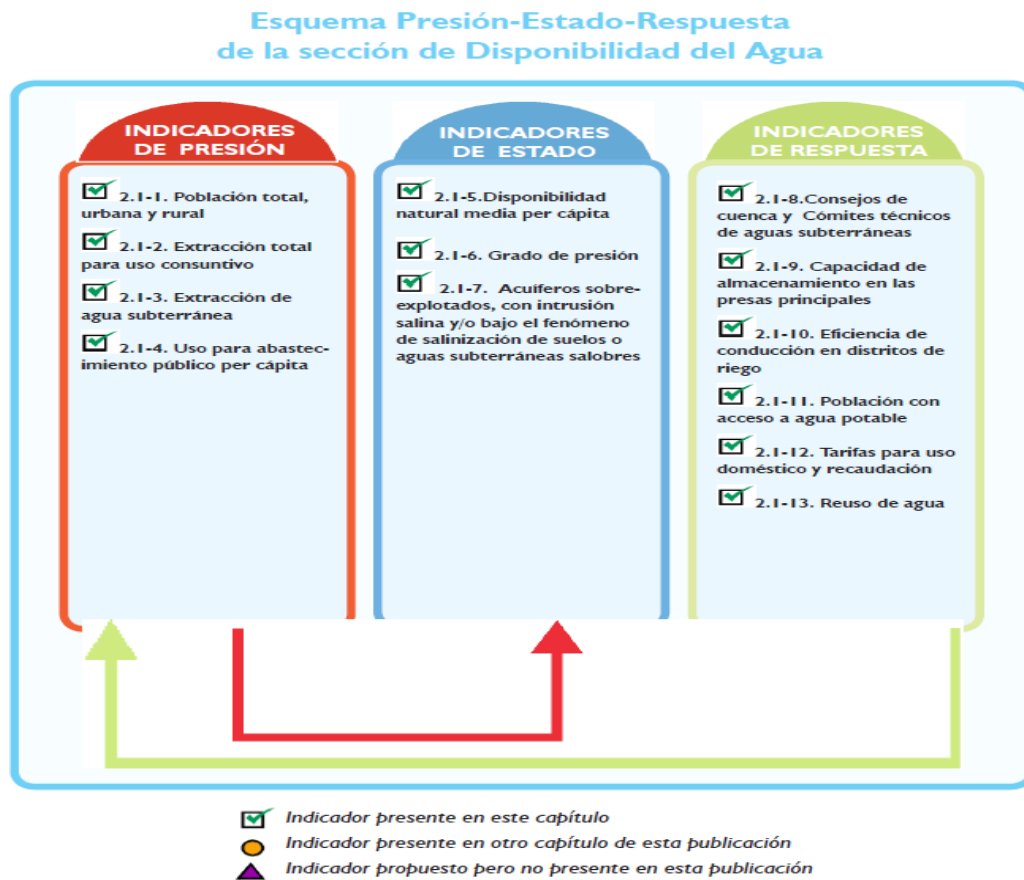
Los indicadores suelen usarse en los informes ambientales, la evaluación del desempeño ambiental o del avance hacia el Desarrollo Sustentable, pero deberían ser una herramienta básica en la planeación, contribuyendo a la claridad en los objetivos de las políticas y el establecimiento de prioridades ambientales en todos los rincones del país.

A partir de las propuestas de la OCDE, países como Canadá y Holanda fueron los primeros en adoptar indicadores ambientales y sectoriales como parte fundamental de la toma de decisiones, el establecimiento de políticas y la difusión de información a la sociedad. Esta tendencia se ha extendido a otros países de la OCDE y en diversas agencias internacionales, como el caso de México.

En México, existe El Sistema Nacional de Indicadores Ambientales (SNIA) que ofrece, a través de distintos conjuntos de indicadores, una visión breve y clara de los cambios y la situación actual del ambiente y los recursos naturales del país, así como de las presiones que los afectan y las respuestas institucionales encaminadas a su conservación, recuperación y uso sustentable (Figura 1).

En la Figura 1, se muestra el esquema de la primera sección (disponibilidad), donde incluyen los indicadores para determinar la disponibilidad del recurso en esta categoría.

Figura 1. Esquema Presión-Estado-Respuesta de la sección de disponibilidad de agua.



Fuente: SNIA, página oficial.

Este sistema se divide en 7 categorías, las cuales son: atmosfera, agua, suelos, residuos, biodiversidad, forestales y pesqueros. Para fines prácticos de esta investigación, se tomaron en cuenta solo algunos indicadores correspondientes a la categoría de agua, que describen la situación del recurso hídrico, en términos de su disponibilidad y calidad.

Está dividido en dos secciones. La primera contiene indicadores que exhiben las presiones sobre la disponibilidad del agua para sus diferentes usos, el estado en que se encuentran y las acciones que se realizan para conservar este recurso para el futuro. La segunda sección aborda el tema de la calidad del agua, los factores que presionan su calidad, la condición en que se encuentran los cuerpos

de agua del país y qué acciones se están tomando para frenar su deterioro y, eventualmente, permitir su recuperación.

Con base en algunos de los indicadores propuestos por el SNIA, y los diversos estudios relacionados a la vulnerabilidad hídrica, se determinaron los diferentes indicadores para el diagnóstico en las comunidades rurales del municipio de Amanalco, Estado de México.

4. A partir de los resultados recopilados, se hizo un informe que revela el desempeño social que tienen con sus recursos hídricos, a través de las actividades que ejercen presión, el estado de sus fuentes y la respuesta a las adversidades. Esto se tejió a través del método PER (descrito en el punto tres de la metodología), con base a los datos primarios y los recabados en campo, donde se determinó la vulnerabilidad a partir del análisis de los indicadores, los cuales evidenciaron la existencia de vulnerabilidad hídrica de la cabecera Amanalco de Becerra y las localidades rurales de San Lucas y San Juan Amanalco y sus respectivos manantiales Cerrocuate, Tejocote y el Ojo de agua.

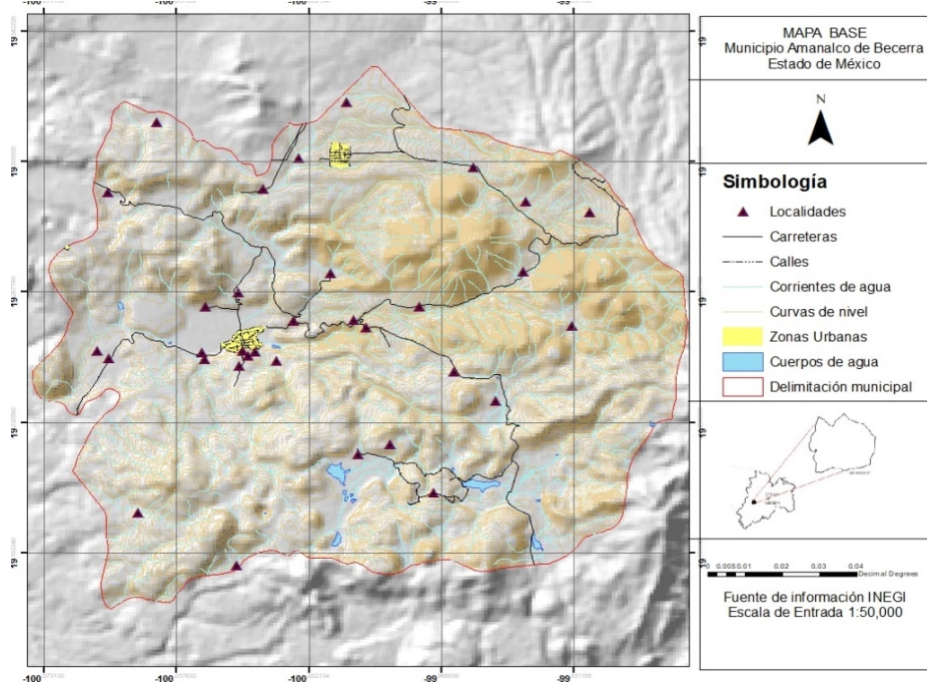
Capítulo 2. Caracterización de la zona de estudio

El municipio de Amanalco de Becerra está situado en la parte centro-occidental del Estado de México, a los 19°15' de latitud norte y 100°01' de longitud oeste a una altura media de 2320 m. La geografía de Amanalco comprende una cadena montañosa que corre de este a oeste y que forma la llamada sierra Náhuatl Tarasca, desde la cual se extienden pequeños valles, como: Capilla Vieja, Corral de Piedra, Tisapa, y San Jerónimo (SDUV, 2004).

El nombre del Municipio es Amanalco, su Cabecera se denomina “Villa de Amanalco de Becerra”. Los otomíes denominaban en su lengua al sitio de su asentamiento N’Sdabí, que significa “Amanalco”, de Sda, “arboles”, N’deje, “agua” y bi “lugar” que en conjunto significa “lugar de agua y arboles”, “lugar de manantiales y bosques El nombre “Amanalco” es de origen Náhuatl; “a, atl, agua; manal, manalli, estar tendido; co, en, que significa “en el estanque” o “lugar cerca del lago”, “extensión de agua”, Amanalli, “estanque de agua”, co, “en, dentro de”; “dentro del estanque de agua o vivero” (PDM, 2009).

El municipio se encuentra en un valle circundado por toda esta cadena montañosa que ostenta diferentes alturas y nombres, existe un río permanente que es el más importante del municipio, el río Amanalco. Cuenta con una extensión territorial de 219.49 km² de los cuales 120 km² son bosques. Propiamente dicho todo el territorio municipal es una reserva ecológica, cuenta con abundante flora y fauna, abundantes manantiales y dos ríos que han evitado el deterioro natural (GEM, 2016) (Véase en el Mapa 1).

Mapa 1. Mapa Base de Amanalco de Becerra



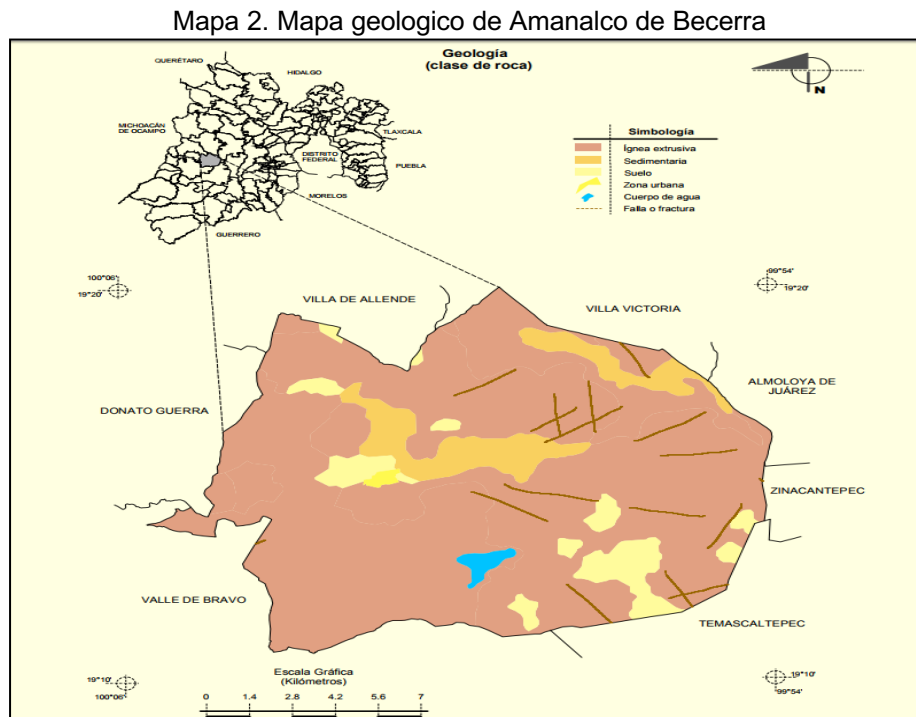
Elaboración propia con base en INEGI, 2015

2.1 Geología

En el municipio de Amanalco de Becerra predominan las rocas ígneas extrusivas, formadas por el rápido enfriamiento de la lava y fragmentos piroclásticos. Este proceso ocurre cuando el magma es expulsado por los aparatos volcánicos; ya en la superficie y al contacto con la temperatura ambiental, se enfría rápidamente desarrollando pequeños cristales que forman rocas de grano fino (no apreciables a simple vista) y rocas piroclásticas. Por otra parte, los piroclásticos son producto de las erupciones volcánicas explosivas y contienen fragmentos de roca de diferentes orígenes, pueden ser de muchas formas y tamaños (SGM, 2017).

En segundo lugar, tenemos un pequeño porcentaje de rocas sedimentarias, las cuales se van acumulando en forma de sedimentos de otras rocas preexistentes. Al oeste del municipio se encuentran una serie de fallas; estas se forman por ruptura de la roca, se producen por esfuerzos tectónicos, incluida la gravedad y empujes horizontales actuantes en la corteza. La zona de ruptura tiene una superficie ampliamente definida denominada plano de falla, aunque puede

hablarse de banda de falla cuando la fractura y la deformación asociada tienen una cierta anchura (Tarbuck & Lutgens, 2005) (Véase en el Mapa 2).



Fuente: Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Amanalco de Becerra.

2.2 Edafología

Más de tres cuartas partes de la superficie del municipio está cubierta por andosoles, estos son suelos derivados de piroclásticos, específicamente de cenizas volcánicas (Véase en el Mapa 3).

Comúnmente, estos suelos tienen un horizonte superficial oscuro, y tienen una capa superficial con consistencia pringosa, por lo que fijan fuertemente el fósforo, son susceptibles a la erosión. Se usan en la agricultura con rendimientos muy bajos, pues retienen mucho fósforo; también se usan para la ganadería pero para ella se inducen pastizales. En condiciones naturales la vocación de este tipo de suelo es forestal, presenta vegetación de bosque templado, predominando las de

coníferas, bosques mixtos y hojosos. Esta unidad del suelo es la más abundante dentro del municipio (Alcalá de Jesus, Hidalgo, & Gutierrez, 2009).

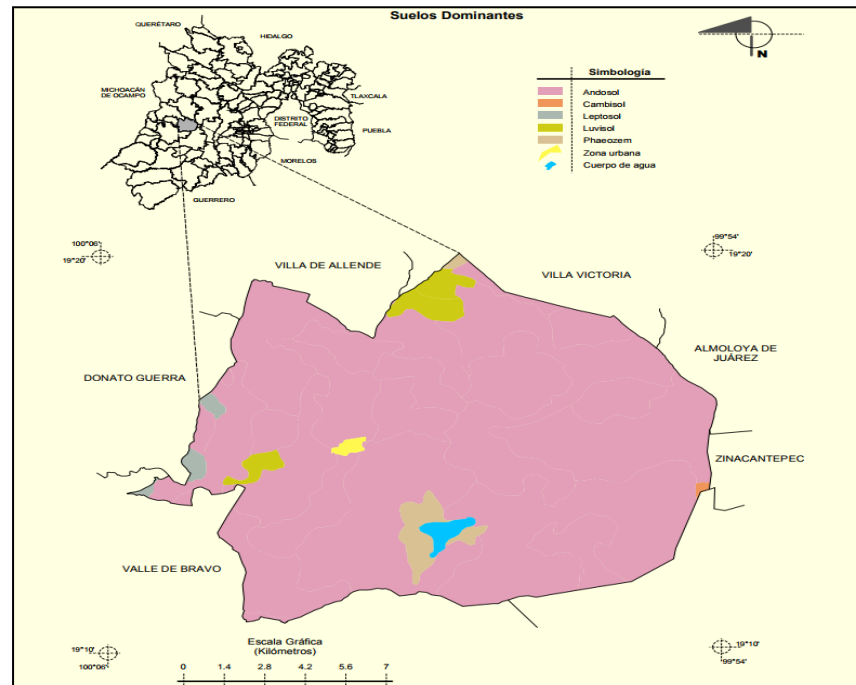
En menor proporción encontramos a los cambisoles, estos son suelos poco desarrollados, aun con características semejantes al material que les da origen, pero con una capa en el subsuelo que parece más suelo que roca, se forman terrones de arcilla, su vegetación es variada. Su susceptibilidad a la erosión es de moderada a alta. La vocación de este tipo de suelo es agrícola- pecuaria. Asimismo se encuentran los suelos Pheozem; estos presentan cualquier tipo de vegetación en condiciones naturales, su característica principal es una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes. Los usos óptimos dependen del tipo de terreno y las posibilidades de obtener agua, su susceptibilidad a la erosión varía también en función de estas condiciones (SMA, 2001).

Al Norte y Sur del municipio se encuentran los luvisoles, estos suelos con alta concentración de arcilla en la superficie, son característicos de zonas templadas o tropicales lluviosas, por lo que presentan bosques templados o tropicales. Su coloración varía de rojo a pardo o gris. Estos suelos son fácilmente erosionables, debido al uso agrícola y pecuario que se ha hecho de ellos, sin tomar en cuenta las diferentes técnicas de conservación del suelo, agua y vegetación. Desde el punto de vista agrícola su rendimiento es moderado a limitado, aunque en zonas tropicales proporcionan rendimientos más altos. En la ganadería pueden dar buenos resultados, dependiendo de los pastos que se cultiven, si bien su vocación natural es forestal, la demostración de ello es que los principales aserraderos del Estado se encuentran en áreas en donde los luvisoles son abundantes (Medina et al, 2009).

Por último, al Este del municipio se encuentran suelos leptosoles, estos son más abundantes en el Estado, se distribuyen en las partes altas y expuestas a la insolación, laderas, barrancas y malpaís, así como en lomeríos; su susceptibilidad a erosionarse depende de la zona donde se encuentre, ya que poseen una

profundidad menor a 10 centímetros hasta la roca, tepetate o caliche duro. Su vocación es forestal con pendientes abruptas, su fertilidad depende del tipo de roca que le da origen, se encuentran situados en las partes altas de las montañas (FAO, 2008).

Mapa 3. Mapa Edafológico de Amanalco de Becerra



Fuente: Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Amanalco de Becerra.

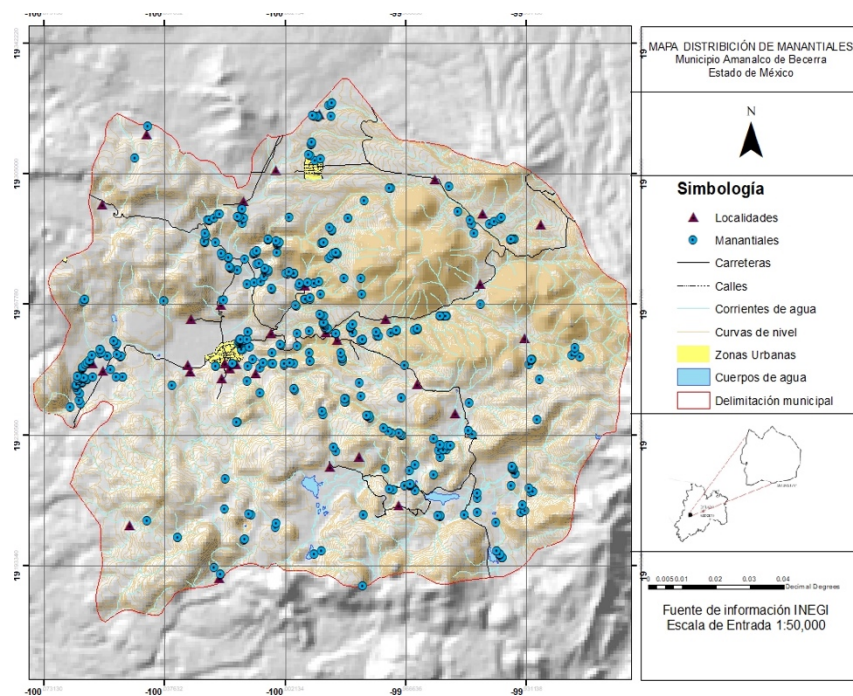
2.3 Hidrología

El municipio de Amanalco cuenta con: 2 ríos, 539 manantiales, 13 arroyos, 2 bordos, un lago y un acueducto. El río más importante es el grande Amanalco que alimenta las presas de Avándaro, Colorines e Ixtapantongo; entre los manantiales destacan: Los Mimbres, La Mulita, El Jazmín, Chupamuerto, San Bartolo, Casa Blanca, San Mateo, San Lucas, Las Peñitas, Ojo de Agua, Tenextepec y el de Chimalpa (IMTA, 2012).

Según un estudio del IEECC hecho en 2005, los 539 manantiales corresponden a la región hidrológica de Balsas, esta se caracteriza por tener un gran potencial en

cuanto a generación de energía eléctrica; sin embargo, esto ha ocasionado grandes conflictos en torno a la falta de suministro a la población de agua, aunado a la ubicación de las presas que alimentan el sistema Cutzamala que dota de agua al Distrito Federal y parte de su zona conurbada, y donde también existen hay comunidades que no tienen servicio porque resulta muy caro introducir redes y la población está muy dispersa. Cabe destacar que la parte sur del estado se encuentra con estabilidad hídrica de aguas subterráneas, mientras que el norte mantiene acuíferos sobreexplotados. Sin embargo, pueden verse afectados por las políticas de conservación obsoletas u otros fenómenos como el cambio climático (Véase en el Mapa 4).

Mapa 4. Mapa de distribución de manantiales



Elaboración propia con base en INEGI, 2015

Los manantiales se dividen en tres tipos de tenencia: comunal, ejidal y propiedad privada. Gran parte de los cuerpos de agua están gestionados por la sociedad civil del municipio, creando comités de agua para la regulación de los mismos. En cuanto al uso, los manantiales se aprovechan para actividades agrícolas,

pecuarias, acuícolas y domésticas; y la media en cuanto al gasto es de 4.7 litros por segundo, sin embargo, existen manantiales que son la fuente única de abastecimiento para algunas localidades dentro del municipio, lo que genera indicios de sobreexplotación.

El estudio del IEECC, arroja el registro de parámetros de calidad de agua, como lo es: oxígeno disuelto DQO, Coliformes Fecales, PH, Conductividad, Temperatura y Metales Pesados.

Se observa que en su mayoría se encuentran en los límites máximos permisibles de acuerdo a lo estipulado en la NORMA Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

2.4 Clima

Amanalco pertenece al subgrupo de climas templados subhúmedos con lluvias en verano (Mapa 5), la temperatura media anual es de 13.4° C. Con una máxima de 29.7° C. Y una mínima de 0.5° C. La temporada de heladas se registra de noviembre a abril ; la precipitación pluvial promedio es de 1 155.9 milímetros (PMDU, 2004).

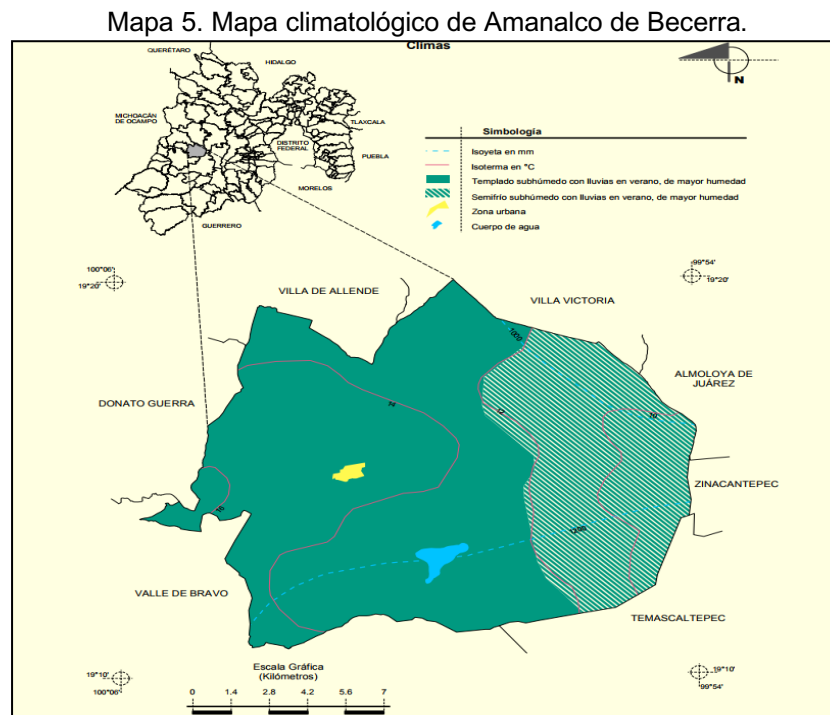
En primavera y verano en los campos y valles de Amanalco las zonas verdes prevalecen, sobre todo en los parajes de Capilla Vieja y Corral de Piedra. En verano se presentan las lluvias, entre junio y agosto son abundantes y se reducen su intensidad en septiembre. Cuando se termina la temporada de lluvias la temperatura desciende, empezando la estación de otoño.

En la época de invierno se originan heladas muy frecuentes, registrándose temperaturas más bajas en las zonas montañosas y en los valles cercanos a éstas, debido a la vecindad entre el vaso y la presa del Valle de Bravo y el municipio, situación que propicia además en la época de lluvias, fuertes

granizadas y vientos huracanados que soplan de occidente a oriente. Los vientos predominantes se presentan durante los meses de febrero y marzo prevaleciendo los de la primavera, también se presenta vientos con el ambiente seco. Por la falta de lluvias abundan las tolvaneras (PMDU, 2004).

De acuerdo con la ubicación de las zonas mencionadas, varía el clima. Entre los meses de diciembre a febrero, cuando aún no ha terminado el invierno, llega a nevar; el clima semihúmedo se presenta en las zonas más bajas, en la zona media variable y en las zonas altas el clima es frío; en este se presentan las temperaturas más bajas.

Las bajas temperaturas llegan a presentarse después del invierno afectando a los cultivos, principalmente las hortalizas. Las lluvias torrenciales y las tormentas eléctricas son más comunes en los meses de julio y agosto, situación que propicia el desbordamiento de los arroyos y ríos (SCT, 2007).



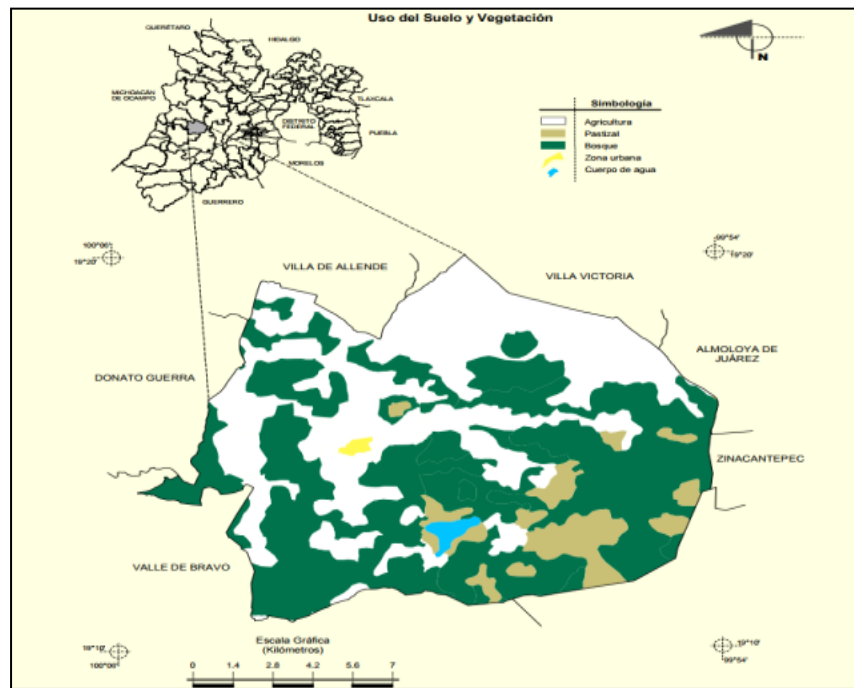
Fuente: Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Amanalco de Becerra

2.5 Uso de suelo y vegetación

En el Mapa 6 se muestra la superficie total es de 21,949 hectáreas, distribuidas para uso de temporal y riego. En el periodo de 1994 a 1996 la extensión ejidal fue de 16.796 hectáreas que representaron el 76.01% del total de la superficie; asimismo la extensión comunal fue de 4,409 ha que representó 76.01% y el 3.9%, es decir, 744 ha correspondieron a la propiedad privada. (INAFED, 2017)

El suelo de Amanalco se caracteriza por ser muy accidentado, predomina en la región el sistema montañoso que prolonga la sierra del volcán Xiinantécatl, una parte es propicia para la agricultura de temporal y de riego. Cuenta con múltiples mantos acuíferos que dan fertilidad al suelo.

Mapa 6. Mapa de uso de suelo y vegetación de Amanalco de Becerra



Fuente: Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Amanalco de Becerra.

La zona urbana 91.70 hectáreas y propiamente todo el territorio municipal es una reserva ecológica, cuenta con abundante flora y fauna, y abundantes manantiales. Al norte es donde se ha desarrollado gran parte de la agricultura de la región, con

cultivos de maíz, haba, papa, hortalizas, gramíneas, avena, cebada, trébol y forrajes. También hay hortalizas entre las que sobresalen: zanahoria, lechuga, col, cilantro, epazote y chícharo; extendiéndose en gran parte del territorio, y conservando gran porcentaje de sus bosques, donde se han identificado especies tales como: pinos, abetos, oyamel, madroño, álamo, roble, laurelillo, capulincillo, pino, ocote, alíe, eucalipto, alcanfor, tepozán, tepopote, trueno, fresno, encino, cedro, sauce llorón, mimbre y cedro blanco (PMDU, 2004).

2.6 Dinámica demográfica

El municipio de Amanalco en el 2010 contaba con 22,868 habitantes, de acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2010, reporta 31 localidades en las que tiene dividido el municipio, como se observa en la Tabla 2:

Tabla 2. Población total por localidad según sexo

| Número | Nombre de la localidad | Total | Hombres | Mujeres |
|--------------|----------------------------|--------|---------|---------|
| Total | | 22,868 | 11,224 | 11,644 |
| 1 | Amanalco de Becerra | 1349 | 628 | 721 |
| 2 | Agua Bendita | 594 | 283 | 311 |
| 3 | El Ancón | 151 | 72 | 79 |
| 4 | Capilla Vieja | 225 | 120 | 105 |
| 5 | El Capulin Primera Sección | 631 | 310 | 321 |
| 6 | Hacienda Nueva | 68 | 35 | 33 |
| 7 | Huacal Viejo | 169 | 93 | 76 |
| 8 | El Pedregal | 234 | 116 | 118 |
| 9 | El Potero | 1047 | 490 | 557 |
| 10 | Rincon de Guadalupe | 1004 | 475 | 529 |
| 11 | San Bartolo | 2360 | 1158 | 1202 |
| 12 | San Jerónimo | 2472 | 1276 | 1196 |
| 13 | San Juan | 2962 | 1467 | 1495 |
| 14 | San Lucas | 1098 | 500 | 598 |
| 15 | San Mateo | 1750 | 868 | 882 |
| 16 | San Miguel Tenextepec | 862 | 416 | 446 |
| 17 | San Sebastian el Chico | 544 | 253 | 291 |
| 18 | San Sebastian el Grande | 859 | 441 | 418 |
| 19 | El Temporal | 273 | 140 | 133 |

Tabla 2. Población total por localidad según sexo Continuación...

| | | | | |
|-----------|--|------|-----|-----|
| 20 | El Zacatonal | 50 | 28 | 22 |
| 21 | Polvillos (San Bartolo Quinta Sección) | 1421 | 680 | 741 |
| 22 | Pueblo Nuevo | 611 | 311 | 300 |
| 23 | Corral de Piedra | 254 | 130 | 124 |
| 24 | El Capulin Tercera Sección (Palo Mancornado) | 515 | 274 | 241 |
| 25 | San Lucas Cuerta Sección (San Francisco) | 368 | 183 | 185 |
| 26 | Ojo de Agua | 24 | 12 | 12 |
| 27 | San Mateo Quinta Sección (La Providencia) | 185 | 86 | 99 |
| 28 | San Jerónimo Primera Sección (El Convento) | 293 | 139 | 154 |
| 29 | El Capullín Segunda Sección | 278 | 137 | 141 |
| 30 | El Potero Segunda Sección | 181 | 84 | 97 |
| 31 | Las Pilas | 36 | 19 | 17 |

Elaboración Propia con datos del IGCEM. Dirección de Estadística elaborado con información del INEGI.
Censo de Población y Vivienda, 2010.

El Censo de Población y Vivienda 2010 y la Encuesta Intercensal del 2015, muestran que para el año 2010, la población dominante se encuentra de entre 0 a 19 años con el 46.6%. Es de notar que la población que se encuentra en este grupo de edad disminuyó a 41.8% en el 2015.

La población de Amanalco es relativamente joven, por lo que se requieren de los servicios de educación, salud, vivienda y fuentes de empleo para atenderlos, puesto que se trata de niños, jóvenes, y de 0 a 19 años. La población de 40 a 59 años en el año 2000 era del 12% para el 2015 esta población representa el 17.8%.

2.7 Índice de desarrollo humano (IDH)

Organismos internacionales como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) han desarrollado incluso algunos indicadores que permiten hacer comparables el desarrollo entre 18 países y regiones subnacionales, como lo es el Índice de Desarrollo Humano (IDH), índice que contempla la esperanza de vida al nacer, los años de educación promedio y el ingreso per cápita en una región determinada.

Para el caso de los municipios del Estado de México también contemplaron otros índices sociales como lo son pobreza, marginación, educación y salud.

En lo que respecta al IDH de Amanalco presenta que para 2005, de acuerdo a cifras del PNUD, el municipio tuvo un aumento a 0.6873, ya que en el año 2000 su índice fue de 0.6644, en ambos casos su nivel de IDH es considerado medio.

2.8 Pobreza

Para la medición de la pobreza, de acuerdo con información del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) de 1990 a 2010, la pobreza por ingresos ha disminuido considerablemente, incluso, el nivel de desigualdad de ingresos medido por el Coeficiente de Gini también disminuyó (Tabla 3).

Tabla 3. Evolución de la Pobreza por Ingresos 1990-2010.

| Municipio | Evolución de la pobreza por ingresos | | | | | | | | | Grado de Cohesión Social | | |
|-----------------|--------------------------------------|------|------|-------------|------|------|------------|------|------|--------------------------|-------|-------|
| | Alimentaria | | | Capacidades | | | Patrimonio | | | Coeficiente de Gini | | |
| | 1990 | 2000 | 2010 | 1990 | 2000 | 2010 | 1990 | 2000 | 2010 | 1990 | 2000 | 2010 |
| Amanalco | 51.5 | 59.4 | 36.8 | 60.8 | 67.1 | 47.9 | 80.4 | 82.8 | 74.2 | 0.392 | 0.472 | 0.383 |

Fuente: Elaboración propia conforme a las estimaciones del CONEVAL con base en las ENIGH de 1992, 2000 y 2010, los Censos de Población y Vivienda 1990 y 2000, y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010.

En 2010 se aprobó la nueva Ley General de Desarrollo Social (LGDS) la cual establece las dimensiones económicas y sociales que va a medir sobre pobreza: ingreso, rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda, acceso a la alimentación y grado de cohesión social. Así mismo este organismo generará esta medición para los municipios cada 5 años.

Para la medición realizada en 2010 expone, que en lo que respecta a la población en situación de pobreza, tenemos que el 71% de la población estaba en situación de pobreza y el 23.95% en situación de pobreza extrema.

La marginación social se entiende como un fenómeno multidimensional y estructural originado, en última instancia, por el modelo de producción económica expresado en la desigual distribución del progreso, en la estructura productiva y en la exclusión de diversos grupos sociales, tanto del proceso como de los beneficios del desarrollo (CONAPO, 2010).

De esta manera, la marginación se asocia a la carencia de oportunidades sociales y a la ausencia de capacidades para adquirirlas o generarlas, pero también a privaciones e inaccesibilidad a bienes y servicios fundamentales para el bienestar. En consecuencia, las comunidades marginadas enfrentan escenarios de elevada vulnerabilidad social cuya mitigación escapa del control personal o familiar, lo que podría ser un indicador en el modo de aprovechamiento de sus recursos naturales como único sustento de supervivencia ante las condiciones económicas precarias que no son atendidas por los gobiernos locales.

Los indicadores que se utilizaron para determinar estos rangos, se muestran en la siguiente tabla (4):

Tabla 4. Indicadores para mediar grado de marginación en Amanalco de Becerra.

| Amanalco | 2005 | 2010 |
|---|-------------|-------------|
| Población total | 20,343 | 22,868 |
| % Población de 15 años o más analfabeta | 17.28 | 14.55 |
| % Población de 15 años o más sin primaria completa | 43.37 | 37.04 |
| % Ocupantes en viviendas particulares habitadas sin drenaje ni excusado | 25.28 | 15.30 |
| % Ocupantes en viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica | 4.56 | 5.81 |
| % Ocupantes en viviendas particulares habitadas sin agua entubada | 13.55 | 8.28 |
| % Viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento | 59.81 | 53.13 |
| % Ocupantes en viviendas particulares habitadas con piso de tierra | 30.79 | 8.07 |
| % Población en localidades con menos de 5 000 habitantes | 100.00 | 100.00 |
| % Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos | 63.79 | 51.55 |
| Índice de marginación | 0.34982 | 0.19673 |

Tabla 4. Indicadores para mediar grado de marginación en Amanalco de Becerra Continuación...

| | | |
|---|------|-------|
| Grado de marginación | Alto | Medio |
| Lugar que ocupa en el contexto nacional | 867 | 1,013 |

Elaboración propia con información del Catálogo de Localidades, municipio Amanalco de Becerra, 2013.

Conforme a los indicadores se puede observar que, con una diferencia de cinco años, el municipio pasó de un grado de marginación alto a medio, esto puede deberse a los programas sociales que se han implementado dentro del municipio encaminados a la Educación básica, Media Superior y Superior; Cultura y Arte; Cultura Física y Deporte; Vivienda; Prevención Médica para la Comunidad; Desarrollo Integral de la Familia; Alimentación a la Población Infantil; Alimentación y Nutrición Familiar; Apoyo a Adultos Mayores, entre otros; que intervinieron en la disminución considerable de las variables en un periodo de tiempo corto; arrojando resultados positivos para tratar el problema de marginación, dejando un sesgo sospechoso para el abastecimiento de energía eléctrica, ya que resulta el único servicio donde aumento el porcentaje de población carente del mismo.

Según la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), cataloga el grado de marginación en las localidades del municipio en tres rangos (alto, medio, bajo), que se muestran en la Tabla 2, con base en el Censo de Población y Vivienda en 2010 (Tabla 5).

Tabla 5. Grado de marginación por localidad.

| Nombre de la localidad | Población 2010 | Grado de marginación de la localidad 2010 | ZAP Rural | Cobertura PDZP | Estatus | Ámbito |
|------------------------|----------------|---|-----------|----------------|---------|--------|
| Ojo de Agua | 24 | Muy alto | No | Sí | Activa | Rural |
| Agua Bendita | 594 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| El Ancón | 151 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| Capilla Vieja | 225 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| El Capulín | 631 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| Primera Sección | | | | | | |
| Hacienda Nueva | 68 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |

Tabla 5. Grado de marginación por localidad Continuación...

| | | | | | | |
|--|-------|------|----|----|--------|-------|
| Huacal Viejo | 169 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| El Pedregal | 234 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| El Potrero | 1,047 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| Rincón de Guadalupe | 1,004 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| San Bartolo | 2,36 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| San Jerónimo | 2,472 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| San Juan | 2,962 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| San Lucas | 1,098 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| San Mateo | 1,75 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| San Miguel (San Miguel Tenextepec) | 862 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| San Sebastián el Chico | 544 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| San Sebastián el Grande | 859 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| El Temporal | 273 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| El Zacatonal | 50 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| Polvillos (San Bartolo Quinta Sección) | 1,421 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| Pueblo Nuevo | 611 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| Corral de Piedra | 254 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| El Capulín | 515 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| Tercera Sección (Palo Mancornado) | | | | | | |
| San Lucas | 368 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| Cuarta Sección (San Francisco) | | | | | | |
| San Mateo | 185 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| Quinta Sección (La Providencia) | | | | | | |
| San Jerónimo | 293 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| Primera Sección (El Convento) | | | | | | |

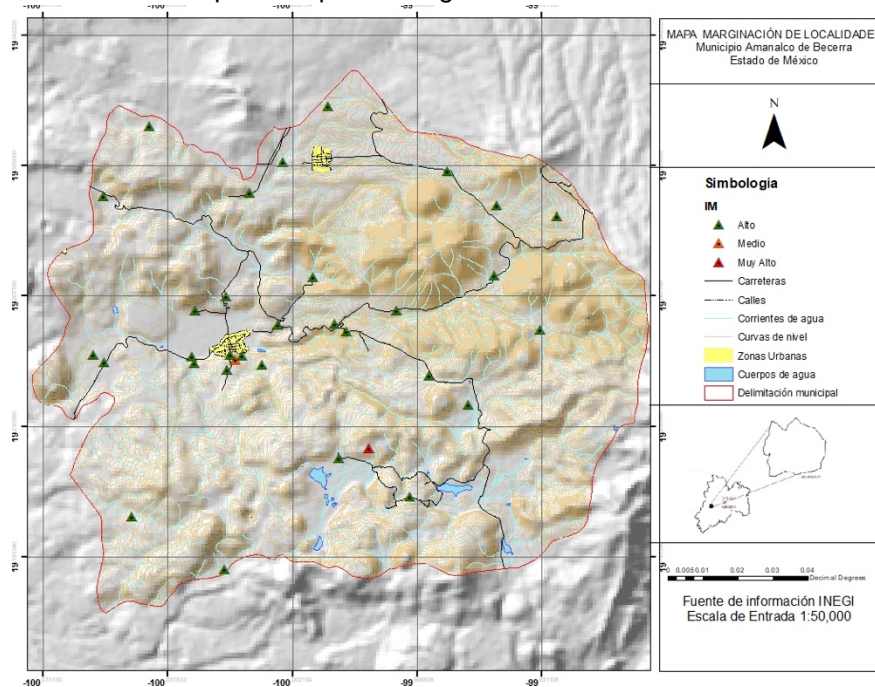
Tabla 5. Grado de marginación por localidad Continuación...

| | | | | | | |
|----------------------------------|-------|-------|----|----|--------|--------|
| El Capulín Segunda Sección | 278 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| El Potrero Segunda Sección | 181 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| Las Pilas | 36 | Alto | No | Sí | Activa | Rural |
| Amanalco de Becerra | 1,349 | Medio | No | No | Activa | Urbano |

Elaboración propia con información del catálogo de Localidades, municipio Amanalco de Becerra, 2013.

En la Tabla 5 se observa que un 98% de las localidades presentan un grado de marginación alto, excepto Ojo de Agua con grado muy alto, y La Cabecera Municipal con grado medio, lo que incita al análisis de la discordancia entre el grado de marginación y el abastecimiento de servicios que impulsan al desarrollo municipal mencionados en la tabla anterior, ya que destaca una mayor concentración en las aéreas urbanas, dejando de lado las localidades rurales que aglomeran un importante porcentaje de la población dentro del municipio, segregando los estratos sociales más vulnerables y profundizando la división de la sociedad en clases, orillando al desplazamiento y el crecimiento urbano de forma irregular en los territorios con mayor densidad de riquezas, y empoderando a la clase alta con sistemas de producción abusivos que se apropian de la identidad y los recursos de manera irracional, burlando la dignidad de los trabajadores de la region que sostienen el estilo de vida que tiene sumergida a la zona en altos índices de pobreza, ignorancia y calidad de vida precaria, propiciando el uso desenfrenado de los recursos naturales y la disponibilidad de los mismos (Mapa 7):

Mapa 7. Mapa de marginación de localidades



Elaboración propia con base en INEGI, 2015

Como resultado de este análisis a nivel municipal y conforme lo estipulado en el Bando Municipal 2016, para el cumplimiento de sus funciones políticas, administrativas, prestación de servicios e integración de organismos y autoridades auxiliares, el Municipio cuenta con la siguiente integración y división territorial (Mapa 8):

- Conforme a lo que establece el artículo 9 de la Ley Orgánica, el Municipio se integra por Una Cabecera Municipal, 8 pueblos, 7 rancherías y 15 caseríos.
- Una Cabecera Municipal, 46 Delegaciones y 12 Subdelegaciones distribuidas en el territorio municipal, con las denominaciones que a continuación se señalan:

I.- Cabecera Municipal

1. Amanalco de Becerra (villa)

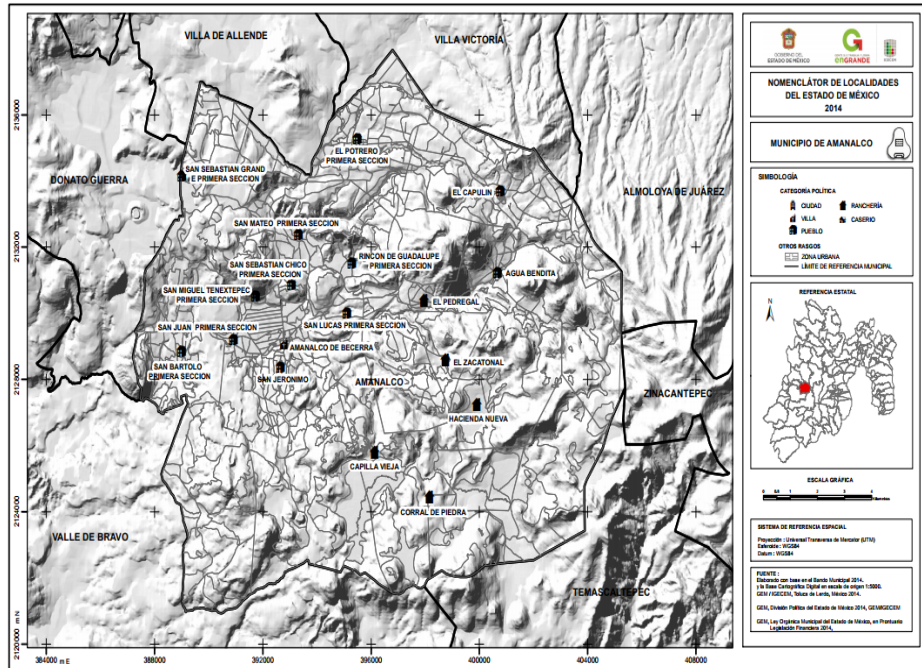
II.- Delegaciones Municipales

1. San Bartolo; (pueblo)
2. San Juan; (pueblo)
3. San Miguel Tenex-tepec; (pueblo)
4. San Jerónimo; (pueblo)
5. San Sebastián; (pueblo)
6. San Mateo; (pueblo)
7. San Sebastián; (pueblo)
8. Rincón de Guadalupe; (pueblo)
9. San Lucas; (pueblo)
10. Capilla Vieja; (ranchería)
11. El Pedregal; (ranchería)
12. Corral de Piedra; (ranchería)
13. Agua Bendita; (pueblo)
14. Huacal Viejo; (ranchería)
15. Hacienda Nueva; (ranchería)
16. El Capulín; (pueblo)
17. El Potrero; (pueblo)

III. Subdelegaciones Municipales

1. Loma del Potrero;
2. Las Pilas;
3. Ojo de Agua;
4. San Vicente;
5. La Peña;
6. Lomas de Providencia;
7. El Convento;
8. Cerro Cuate;
9. Monte Alto;
10. Cruz Labrada; (Agua Bendita)
11. Chupa Muerto.

Mapa 8. Nomenclátor de localidades por su integración y división territorial de Amanalco de Becerra



Fuente: Bando Municipal, 2014

A partir de la división territorial del municipio, la zona de estudio se compone de 3 localidades; la Cabecera Municipal (Amanalco de Becerra) y las delegaciones municipales aledañas de San Lucas Amanalco y San Juan Amanalco (que se muestran en el Mapa 9); donde las fuentes que abastecen a la población presentan distinta tenencia (ejidal, comunal y propiedad privada) y diferentes formas de administración, uso y estado ambiental del recurso hídrico. Los manantiales que abastecen a las localidades son: “Cerrocuate”, “Tejocote” y “El ojo de agua”.

Estas localidades presentan una de las mayores concentraciones de habitantes en todo el municipio, además de la cercanía en las mismas, ya que la movilidad se torna complicada dentro de Amanalco al contar solo con una carretera federal. Este análisis ayuda al propósito de observar el comportamiento del sector social entorno a sus recursos y así determinar la vulnerabilidad hídrica.

2.9 Amanalco de Becerra

La localidad de Amanalco de Becerra está situada a 2329 msnm en el Municipio de Amanalco, Estado de México. Hay 1349 habitantes de los cuales 628 son hombres y 721 mujeres. La relación mujeres/hombres es de 1,148, y el índice de fecundidad es de 2,50 hijos por mujer. Del total de la población, el 13,42% proviene de fuera del Estado de México. (INEGI, 2010)

Según datos del Censo de Población y Vivienda, 2010, el 3,85% de la población es analfabeta (el 2,07% de los hombres y el 5,41% de las mujeres). El grado de escolaridad es del 9.28 (9.43 en hombres y 9.14 en mujeres). El 43,14% de la población mayor de 12 años está ocupada laboralmente (el 51,11% de los hombres y el 36,20% de las mujeres) (SEDESOL, 2010).

En Amanalco de Becerra hay 458 viviendas, las cuales el 99,10% cuentan con electricidad, el 88,66% tienen agua entubada, el 97,61% tiene excusado o sanitario², en contraste con la información del Catálogo de Localidades (2013) que indica un grado de marginación medio para esta localidad, denota un alto porcentaje en la cobertura de los servicios básicos y entre la media y baja de otros servicios adicionales.

En esta localidad se encuentra el manantial “Cerrocuate”; sus aguas afloran espontáneamente a 1,500 metros aproximadamente al sureste del centro del poblado de Amanalco de Becerra; son de régimen permanente, que abastece casi en su totalidad a la población de Amanalco. Según el estudio del IECC, la tenencia de esta fuente es propiedad privada, y está a cargo de los comités de agua de la región, la cual le da un aprovechamiento doméstico, agrícola y acuícola. El gasto aproximado es de 30.0 litros por segundo y cuenta con un estado ambiental regulado dentro de la norma oficial NOM-127-SSA1-1994³.

² Datos extraídos de Pueblos de México conforme al Censo de Población y Vivienda de INEGI 2010.

³ Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 18 de enero de 1996 y entró en vigor el día 19 de enero de 1996, modificada el 20 de junio de 2000

2.10 San Lucas Amanalco

San Lucas es una localidad perteneciente al municipio de Amanalco. Está situada a 2.490 metros de altitud msnm. San Lucas tiene 1098 habitantes. 500 (45.52%) son hombres y 598 (54.48%) son mujeres. La relación mujeres/hombre es de 1,196, y el índice de fecundidad es de 2,91 hijos por mujer. Del total de la población, el 7,29% proviene de fuera del estado (INEGI, 2010)

Por otro lado, el 10,11% de la población es analfabeta (el 6,00% de los hombres y el 13,55% de las mujeres). El grado de escolaridad es del 6.30 (6.61 en hombres y 6.04 en mujeres). El 29,05% de la población mayor de 12 años está ocupada laboralmente (el 46,40% de los hombres y el 14,55% de las mujeres)⁴.

En San Lucas hay 327 viviendas. De ellas, el 89,15% cuentan con electricidad, el 89,53% tienen agua entubada, el 75,58% tiene excusado o sanitario⁵. Esta localidad tiene un grado de marginación alto, teniendo una cobertura media en el abasto de los servicios básicos y uno muy bajo en los adicionales, esto hace a la población más vulnerable a sufrir modificaciones en su dinámica económica, social y ambiental ante agentes externos.

El manantial perteneciente a esta localidad es “Tecojoote” se encuentra a 2563 msnm, el cual cuenta con una tenencia ejidal y es aprovechado para uso acuícola y agrícola, teniendo un gasto 2.10 l/s y un estado ambiental adecuado dentro de la norma antes mencionada, de acuerdo al estudio del IEECC. Sus aguas son permanentes y abastecen casi en su totalidad a la población de esta localidad.

2.11 San Juan Amanalco

La localidad se encuentra a una mediana altura de 2320 metros sobre el nivel del mar. La población total de San Juan es de 2962 personas, de cuales 1467 son

⁴ Foro México, (2017). *Información de San Lucas Amanalco*. Consultado el 28 de agosto del 2017. <http://www.foro-mexico.com/mexico/san-lucas/mensaje-202575.html>.

⁵ *Principales resultados por localidad (ITER)*, que consiste en un conjunto de indicadores de población y vivienda a nivel localidad de todo el país. El propósito principal es mostrar la información proveniente del Censo de Población y Vivienda 2010. *op. Cit.*

hombres y 1495 mujeres. La relación mujeres/hombres de 1,019, y el índice de fecundidad es de 3,12 hijos por mujer. Del total de la población, el 3,58% proviene de fuera del estado (INEGI, 2010).

El 9,42% de la población es analfabeta (el 5,18% de los hombres y el 13,58% de las mujeres). El grado de escolaridad es del 6.26 (6.76 en hombres y 5.77 en mujeres). El 31,84% de la población mayor de 12 años está ocupada laboralmente (el 48,60% de los hombres y el 15,38% de las mujeres)⁶.

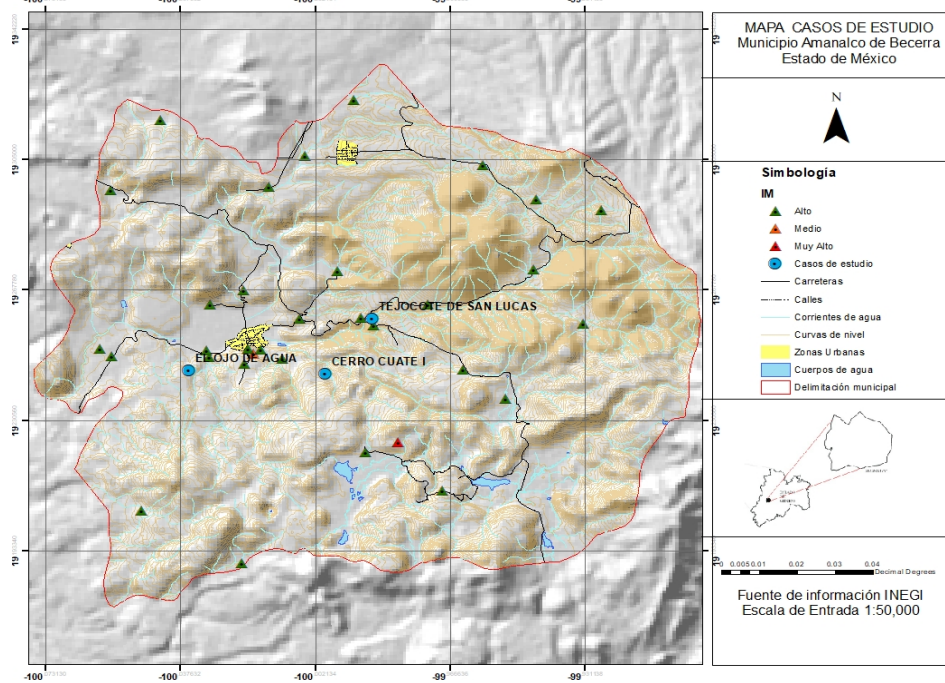
En San Juan hay un total de 787 viviendas, de las cuales el 94,42% cuentan con electricidad, el 82,09% tienen agua entubada, el 85,61% tiene excusado o sanitario y la atención médica por el seguro social es de 675 habitantes⁷. Para esta localidad se puede observar conforme al catálogo de localidades, (2013) que posee un grado de marginación alto, lo cual es equiparable con el porcentaje de abastecimiento de servicios básicos, además de una baja cobertura para los adicionales.

El manantial a estudiar en esta localidad es “El ojo de agua” ubicado a 2380 msnm, con tenencia comunal y un gasto de 0.43 litros por segundo para aprovechamiento doméstico, pecuario y agrícola. Asimismo, el estudio del IEECC, 2005, establece los parámetros en cuanto a calidad del agua dentro de la norma.

⁶ *Principales resultados por localidad (ITER)*, que consiste en un conjunto de indicadores de población y vivienda a nivel localidad de todo el país. El propósito principal es mostrar la información proveniente del Censo de Población y Vivienda 2010. *op. Cit.*

⁷ Nuestro México, (2010). *San Juan Amanalco*. Consultado el 28 de Agosto del 2017: <http://www.nuestro-mexico.com/Mexico/Amanalco/San-Juan/>.

Mapa 9. Manantiales en estudio



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2015

Capítulo 3. Modelo PER, Indicadores de vulnerabilidad hídrica y la muestra.

El modelo de Presión-Estado-Respuesta (PER) propone una metodología causal de los principales problemas relacionados con el tema analizado que puede ser social, económico o ambiental. Fue desarrollado en 1970 por el analista canadiense Anthony Friend y que posteriormente adoptado por la OCDE para la medición y reporte del estado del Medio Ambiente en sus países miembros (IEEG, 2012).

Como se ha mencionado, los indicadores de presión son aquellos elementos que ejercen alguna presión sobre las condiciones del medioambiente o los recursos naturales. A partir de los usos consuntivos y no consuntivos del agua de los manantiales, se intuye que están expuestos a diversas problemáticas que, a su vez, se clasifican en aquellas en que las actividades humanas ocasionan presiones directas a las fuentes, y en aquellos indicadores que reflejan la evolución de las actividades humanas en sí que por su crecimiento o modificación originan una presión sobre las mismas.

Por ello, los indicadores de presión son de suma importancia tener bien clasificados la naturaleza de cada uno de ellos, ya que de ello dependerá el planteamiento de acciones para su atención. Esto resulta relevante puesto que existen indicadores que para contrarrestar sus efectos puede resultar complicado resolverlos, y por ende la efectividad de su solución puede no estar en las manos de la sociedad, y obedecen a situaciones tendenciales de fenómenos socioeconómicos o ambientales específicos.

Por otra parte, los indicadores de estado son aquellos que muestran la calidad ambiental y situación del agua través del tiempo. Su importancia estriba en que también son los que indican la salud de la población y los manantiales en su interrelación con las actividades humanas. Por ello, son el principal fundamento de las políticas ambientales.

En el caso de los indicadores de respuesta, estos van dirigidos a la atención de los agentes de presión y de las variables de estado. Este tipo de indicadores pueden ser muy diversos y específicos a la vez en comparación con los anteriores, ya que describen situaciones muy particulares del agua. Incluso en este tipo de indicadores es común que su naturaleza no sea cuantitativa y que para su evaluación se requiera del estudio de la percepción de Amanalco de Becerra y las comunidades rurales de San Lucas Amanalco y San Juan Amanalco.

En ese tenor, se seleccionaron diversos indicadores propuestos por diferentes estudios relacionados al tema de agua, además algunos propuestos por Instituto Mexicano de la Competitividad (IMCO), la Comisión de Desarrollo Sustentable de la ONU y el SNIA; en virtud de clasificar los componentes más adecuados para la zona de estudio, así como agrupar conforme a la metodología PER. En la Tabla 6 se muestra la clasificación de 7 componentes y 35 indicadores, los cuales fueron elegidos por su importancia para el análisis de vulnerabilidad hídrica en la región según la bibliografía revisada y de acuerdo a la información disponible de la zona de estudio:

Tabla 6. Componentes e Indicadores para determinar Vulnerabilidad Hídrica
Vulnerabilidad Hídrica

| Componentes | Indicador | Indicador PER |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| Componente Socioeconómico | Abastecimiento de servicios básicos | Presión |
| | Integrantes por vivienda | Presión |
| | Distribución por sexo | Presión |
| | Distribución por edad | Presión |
| | Ingresos mensuales | Presión |
| Componente de Abastecimiento | Educación | Presión |
| | Fuente de extracción | Presión |
| | Tenencia de la tierra | Presión |
| | Uso y/o aprovechamiento | Presión |
| | Gasto en l/s | Presión |

Tabla 6. Componentes e Indicadores para determinar Vulnerabilidad Hídrica Continuación...

| | | |
|--|---|-----------|
| | Pago por servicio | Presión |
| | Cobertura del servicio | Presión |
| | Estado de la infraestructura | Presión |
| Componente de Abastecimiento no municipal | Consumo de agua comercial | Presión |
| | Gasto en agua comercial | Presión |
| Componente de zona de recarga | Grado o porcentaje de cobertura vegetal del suelo | Estado |
| | Uso de suelo | Estado |
| | Cantidad del agua | Estado |
| | Calidad del agua | Estado |
| Componente de Saneamiento | Enfermedades | Estado |
| | Estado de la fuente | Estado |
| | Contaminación | Estado |
| | Disponibilidad | Estado |
| | Organización que administra el recurso hídrico | Respuesta |
| | Reglamento interno de la organización | Respuesta |
| Componente de Gobernanza | Equidad de género en la integración, participación y toma de decisiones en la organización local gestora del agua | Respuesta |
| | Funciones de la organización de agua | Respuesta |
| | Participación por el agua | Respuesta |
| | Conflictos por el agua | Respuesta |
| | Frecuencia de reuniones de la organización y grado de participación | Respuesta |
| | Manejo de fondos económicos | Respuesta |
| Componente de cuidado del agua | Educación | Respuesta |
| | Cuidado del agua | Respuesta |

Fuente: Elaboración propia

3.1 Determinación de la muestra

Para la determinación de la muestra se define una unidad de análisis, que en este caso son los habitantes de las tres comunidades del municipio de Amanalaco de Berra, que dependen completa y directamente del agua de los manantiales para realizar sus actividades; esto da como resultado un total de 4000 habitantes, de los cuales, para fines prácticos de esta investigación, se tomaron en cuenta las viviendas establecidas dentro de cada localidad, y a partir de allí se realizaron los cálculos correspondientes para delimitar el universo a estudiar.

3.1.1 La muestra

La muestra es una parte numérica que representa a toda una población, donde se deben contemplar los siguientes criterios:

1. Tamaño de la población. Una población es una colección bien definida de objetos o individuos que tienen características similares. Hablamos de dos tipos: población objetivo, que suele tener diversas características y también es conocida como la población teórica. La población accesible es la población sobre la que los investigadores aplicaran sus conclusiones.
2. Margen de error (intervalo de confianza). El margen de error es una estadística que expresa la cantidad de error de muestreo aleatorio en los resultados de una encuesta, es decir, es la medida estadística del número de veces de cada 100 que se espera que los resultados se encuentren dentro de un rango específico.
3. Nivel de confianza. Son intervalos aleatorios que se usan para acotar un valor con una determinada probabilidad alta. Por ejemplo, un intervalo de confianza de 95% significa que los resultados de una acción probablemente cubrirán las expectativas el 95% de las veces.

4. La desviación estándar. Es un índice numérico de la dispersión de un conjunto de datos (o población). Mientras mayor es la desviación estándar, mayor es la dispersión de la población⁸.

3.2 Cálculo del tamaño de la muestra, conociendo el tamaño de la población

La fórmula para calcular el tamaño de muestra cuando se conoce el tamaño de la población es la siguiente:

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

En donde, N = tamaño de la población Z = nivel de confianza, P = probabilidad de éxito, o proporción esperada Q = probabilidad de fracaso D = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción)⁹.

La determinación de la muestra de esta investigación se determinó con base en un margen de error del 15% y un nivel de confianza de 85%, ya que hizo la selección de acuerdo a los elementos disponibles de la investigación, arrojando los siguientes resultados:

$$n = \frac{z_{\alpha}^2 [(p)(q)]}{S^2}$$

∴ n = Tamaño de muestra

S² = Margen de error

p = Prev. del fenómeno

⁸ Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Salud en Tabasco, 11 (1-2), 333-338.

⁹ Maisel L., "Probabilidad y Estadística", Fondo Educativo Interamericano, Colombia, 1973.

q = Comp. Del fenómeno

$z_{\alpha}^2 = 1.65$ para 10% de margen de error

$z_{\alpha}^2 = 1.44$ para 15% de margen de error

| Número de casos | 10% | 15% |
|------------------------|------------|------------|
| 297 | 55 | 22 |
| 231 | 53 | 22 |
| 559 | 61 | 23 |

A partir de los cálculos realizados, la muestra corresponde a un total de 70 usuarios, representando las 3 localidades (Tabla 7):

Tabla 7. Tamaño de la muestra

| Localidad | Población Total | Viviendas Particulares | Muestra |
|---------------------|-----------------|------------------------|---------------|
| Amanalco de Becerra | 1349 habitantes | 231 habitantes | 22 habitantes |
| San Lucas Amanalco | 1098 habitantes | 559 habitantes | 23 habitantes |
| San Juan Amanalco | 2962 habitantes | 297 habitantes | 22 habitantes |

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 4. Resultados

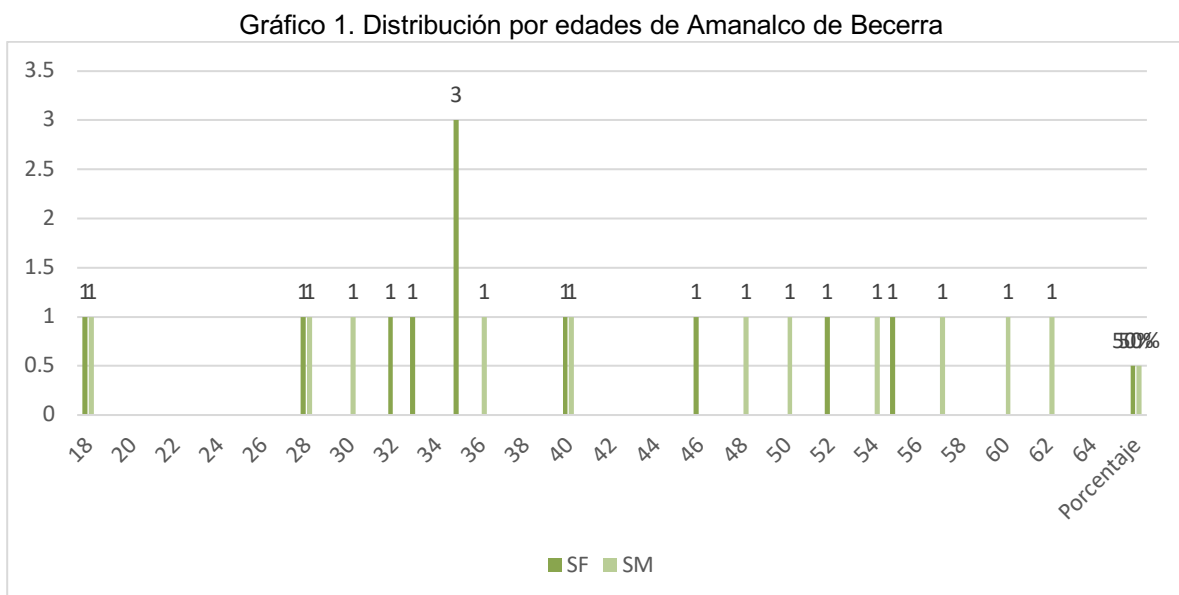
Con base los indicadores seleccionados para determinar la vulnerabilidad hídrica expuesta en el capítulo 3 y la información obtenida en campo, a través de una muestra de 70 cuestionarios aplicados a las tres comunidades seleccionadas, los resultados se exponen a continuación:

4.1 Resultados Amanalco de Becerra

4.1.1. Componente socio-económico

Para el caso de la cabecera municipal se entrevistaron 11 mujeres y 11 hombres, en un muestreo al azar. El rango de edades muestra en Amanalco de Becerra, que la estructura poblacional va inclinada a la edad adulta. El análisis de este indicador es presentar las condiciones socioeconómicas de los informantes como factor de presión de los recursos naturales escasos, en este caso, el agua de los manantiales (Gráfico 1).

La muestra entre hombres y mujeres hace equitativa la percepción de género que se tiene sobre el agua en esta localidad.



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

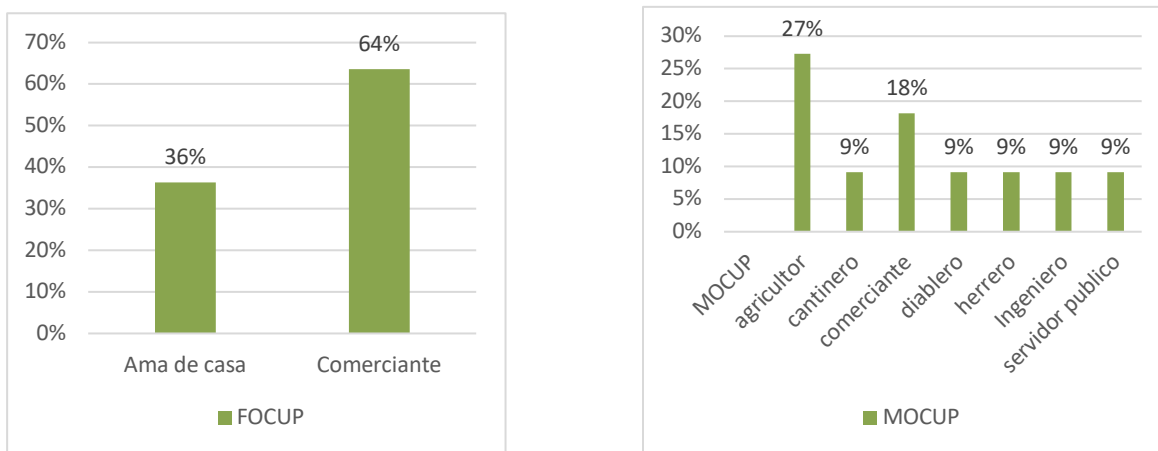
La diversidad de ocupaciones de la población encuestada, tanto del sexo femenino como masculino, muestra que en el caso del sexo femenino, predominan dos ocupaciones: comerciante con 64%, y amas de casa con 36%, esto denota que alto porcentaje de las mujeres contribuyen a la economía local del municipio, con la venta de diversos productos y servicios, mientras que un tercio de la población fémina tiene acercamiento con temas de calidad y cantidad de agua, ya que para las amas de casa, sus actividades van muy de la mano con el uso del recurso hídrico para las labores domésticas.

En el sexo masculino, la actividad económica se reparte en 7 ocupaciones: agricultor (27%), cantinero (9%), comerciante (18%), diablero (9%), herrero (9%), ingeniero (9%) y servidor público (9%), lo cual indica que una de las actividades más desarrolladas es el cultivo de la tierra, esto se traduce en una gran demanda de agua para desarrollo de esta labor. En segundo lugar, la actividad de comerciante, que representa una actividad muy importante para ambos sexos.

Esto refleja que la economía de Amanalco gira en torno al comercio de bienes y servicios que, a su vez, también requieren grandes de agua para su venta y distribución. El resto de las ocupaciones no representan un número significativo, pero, no dejan de ser actividades que requieren recursos para ser ejecutadas, por ejemplo, el agua (Gráfico 2).

Este indicador arroja una idea del poder adquisitivo y nivel económico de los usuarios

Gráfico 2. Ocupación Femenina y Masculina



Elaboración con base en la encuesta de campo 2018

La cabecera municipal cuenta en término medio con los servicios públicos básicos, carece de algunos, como el drenaje, seguridad, calles pavimentadas y recolección de residuos sólidos. Esto se traduce en mala calidad de vida en la mayoría de la población del municipio, además de que carecer de estos servicios, por ejemplo, la recolección de residuos, conduce a una mala disposición final de los mismos y por ende contaminación de los cuerpos de agua. El drenaje direcciona que las aguas residuales domesticas lleguen a parar a sitios aledaños a los manantiales, los cuales podrían verse afectados en un futuro por la escasez de medidas correctivas (Gráficos 4 y 5).

La falta de seguridad incrementa el vandalismo y el crimen organizado, lo cual acentúa la problemática que aquejan a la población.

Gráfico 4. Servicios en la vivienda

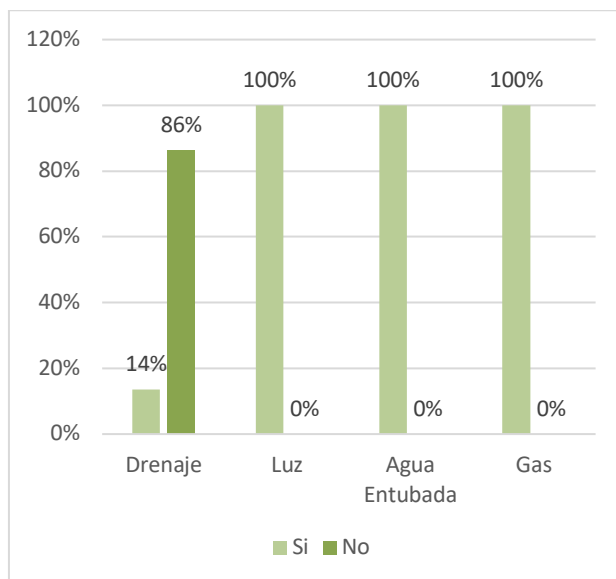
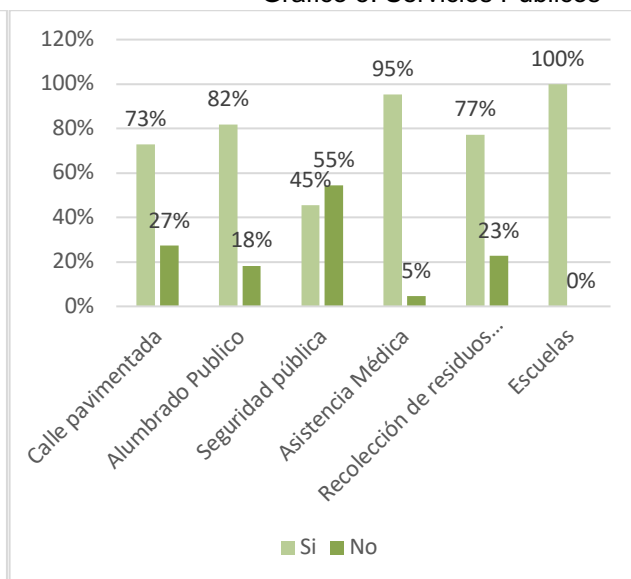


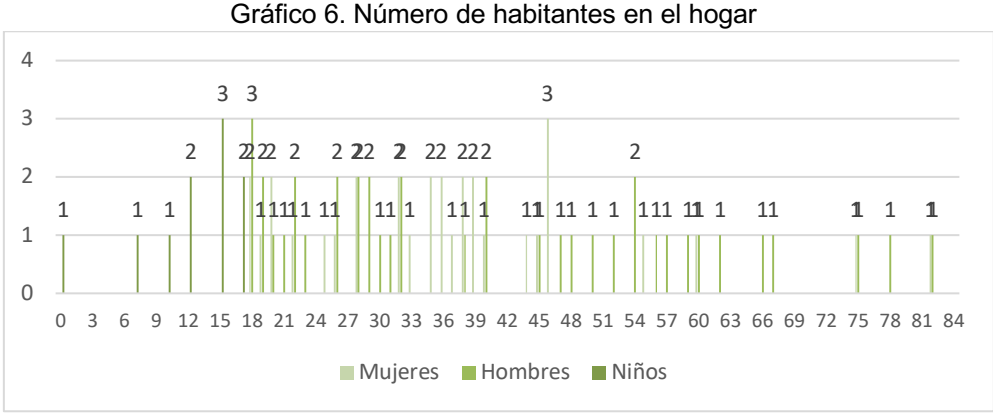
Gráfico 5. Servicios Públicos



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Las proyecciones de crecimiento poblacional en el municipio presuponen que no habrá “restricciones malthusianas”. Sin embargo, no por efecto directo del incremento demográfico, sino de los patrones tecnológicos del crecimiento económico, se están generando cambios ambientales que afectan las tasas de mortalidad y natalidad, se está degradando la capacidad de sustentabilidad de los

sistemas, en este caso el de los manantiales; prueba de ello es la dinámica poblacional de la localidad que tiende al crecimiento, como lo muestra la composición demográfica de los hogares (Gráfico 6).

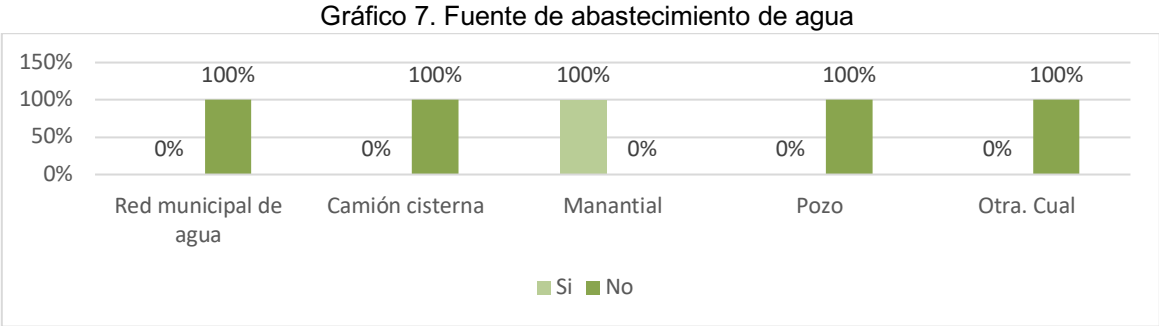


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Aunque los progresos se traducen en una mayor esperanza de vida de la población, las relaciones entre los cambios tecnológicos, transformaciones ambientales y dinámicas poblacionales son mucho más complejas. La grafica denota, alto porcentaje de población joven que, a su vez, es más representada por el sexo masculino en su mayoría.

4.1.2 Componente de Abastecimiento

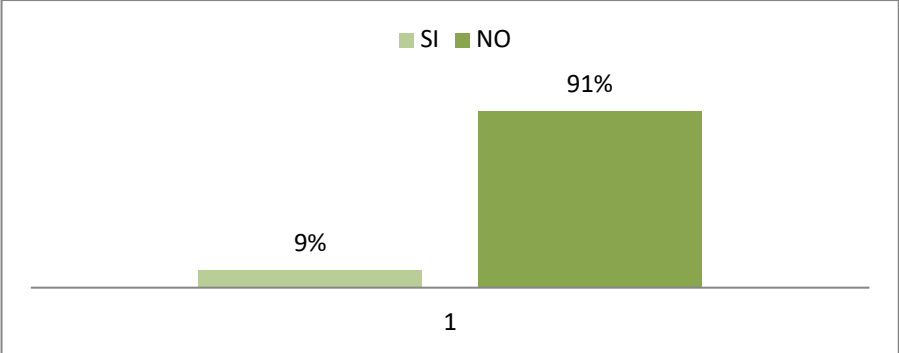
Para el caso de Amanlaco de Becerra, todos los usuarios encuestados extraen el agua de los manatales para sus actividades diarias. Esto infiere en un alto grado de presión para esta fuentes, que abastecen a la población de la cabecera municipal (Gráfico 7).



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El 9% de los usuarios entrevistados resultaron ser propietarios de la fuente de agua, equivale a dos de los entrevistados. Esto es importante porque permite tener una perspectiva amplia del manejo comunitario del manantial (Gráfico 8).

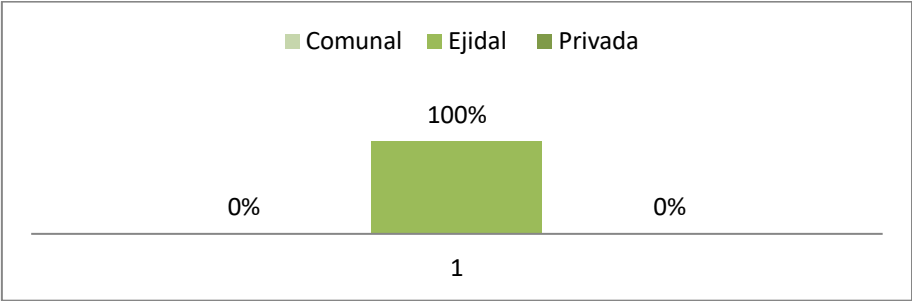
Gráfico 8. Propietarios de la fuente de abastecimiento de agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El 100% coincidió en que el tipo de tenencia del manantial es ejidal, es decir que los ejidatarios toman las decisiones entorno al agua en la región (Gráfico 9).

Gráfico 9. Tenencia de la fuente de abastecimiento de agua

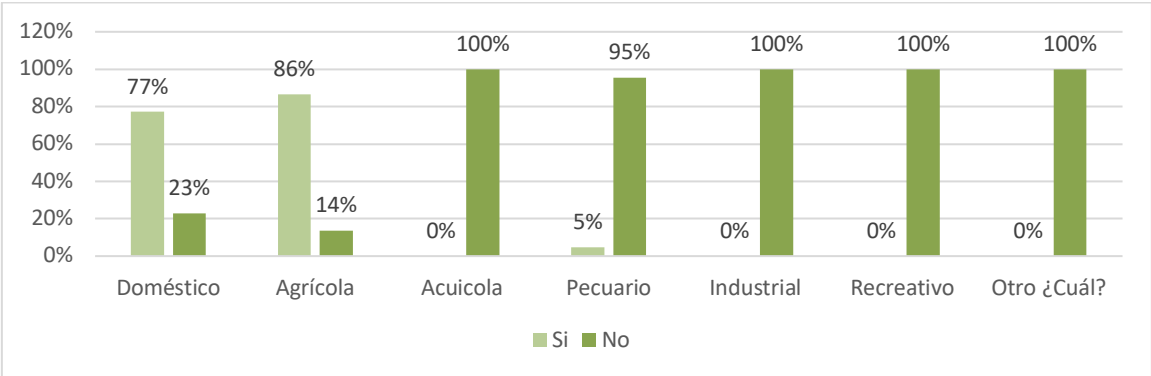


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El uso que se le da a este manantial es agrícola, doméstico y pecuario, aunque sólo un 5% de los usuarios entrevistados mencionó este tipo de aprovechamiento, representa un uso importante para desarrollar sus actividades. El agua se aprovecha en mayor cantidad para la agricultura y en segundo lugar

para uso doméstico, lo que arroja un fuerte indicador de vulnerabilidad para la fuente, ya que uno de los sectores a nivel mundial que más requieren del líquido para su desarrollo es la agricultura y la ganadería. Esto infiere un alto índice de vulnerabilidad si no se toman las medidas preventivas necesarias (Gráfico 10)

Gráfico 10. Uso y aprovechamiento del manantial

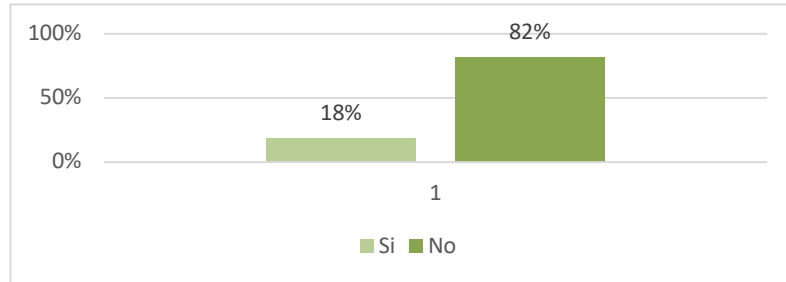


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

La población está muy deslindada de los temas del agua, nadie tiene conocimiento de cuantos litros se extraen, inclusive los dueños de la fuente. Esto puede ser contraproducente para salvaguardar la integridad del manantial por la gran demanda de agua, de la cual no se tiene registro, a reserva de dos usuarios quienes de forma aleatoria mencionaron un aproximado de lo que ellos creen que se extrae diariamente de la fuente, dando un total de 1110 L/s.

Por otra parte, sólo 18% de los entrevistados paga por usar el agua del manantial, lo que revela uso desmedido del agua, lo que dan un total de 900 pesos mensuales, que fue la sumatoria de toda la población encuestada. Un 82% está de acuerdo con lo que paga por ser cuotas demasiosas bajas, mientras que el 18% no lo esta por motivos de falta de inversión, interes, corrupción, inclusión social etc. (Gráfico 11).

Gráfico 11. Usuarios que pagan y los que no pagan por usar el agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El tema de la cuota por el agua se ve reflejado en el tema de infraestructura que, según los usuarios, con un 95% de aprobación consideran una buena infraestructura para que el liquido vital llegue a su destino, a reserva de 5% que no esta de acuerdo con la inyección del capital hacia la fuente. Este tipo de infraestructura comprende tinacos, piletas, depósitos o cisternas que conducen el agua a toda la población de Amanalco de Becerra, también coinciden en que esta infraestructura fue gestionada por la comunidad (encargado). (Gráficos 12 y 13).

Gráfico 12. Acuerdo en pagar el agua mensualmente

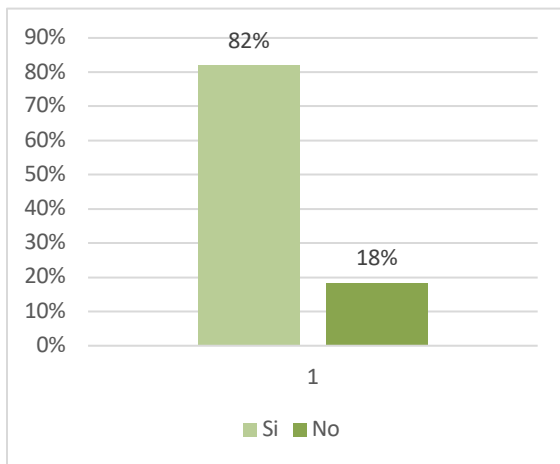
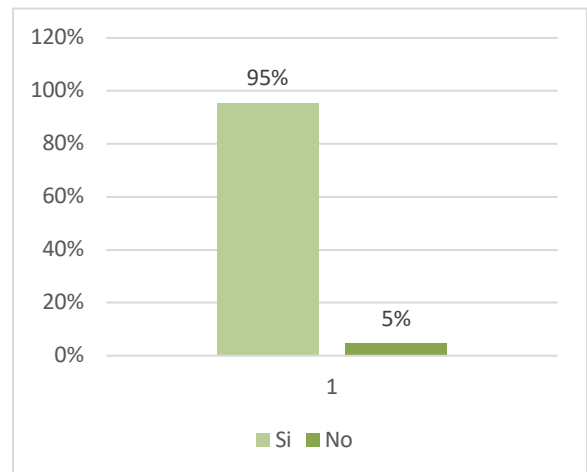


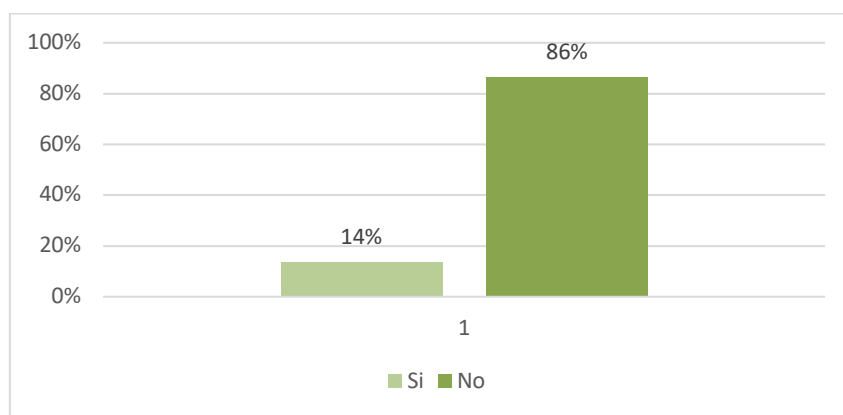
Gráfico 13. Infraestructura eficiente. Extracción-aprovechamiento



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El 86% de los entrevistados coincide en que el mantenimiento de la infraestructura es constante, describen que el agua siempre llega a los hogares de las personas entrevistadas y el agua llega en buenas condiciones. Mientras que 14% refleja un rechazo sobre esta administración (Gráfico 14).

Gráfico 14. Acuerdo de las acciones de mantenimiento por la administración

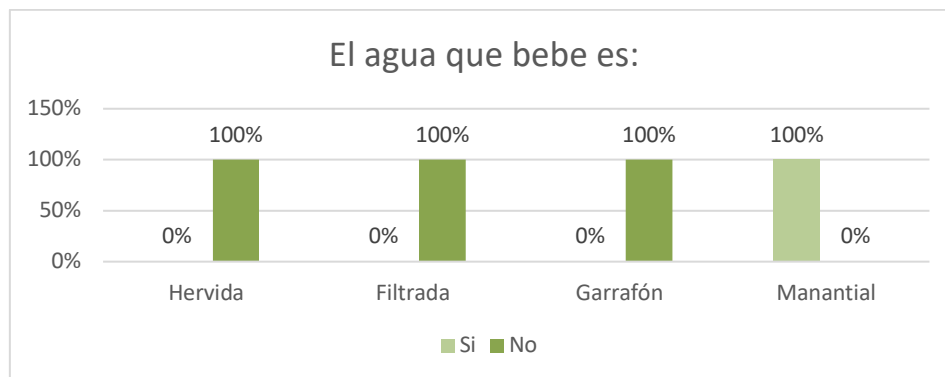


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.1.3 Componente de abastecimiento no municipal

El 100% de los entrevistados indica que obtiene el agua que beben del manantial, por medio del grifo, es decir, beben agua directo de la llave (Gráfico 15).

Gráfico 15. Fuente del agua que beben los usuarios



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Por otro lado, la población no compra ni gasta en comprar agua embotellada o en cualquier otra presentación para beber, lo cual también se traduce en una gran presión para la fuente y, caso contrario, una oportunidad de ahorro para la economía de las familias. (Gráficos 16 y 17).

Gráfico 16. Compra de agua en litros

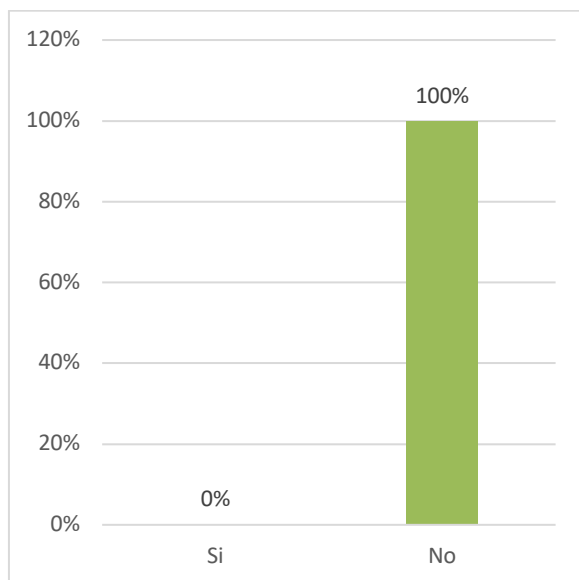
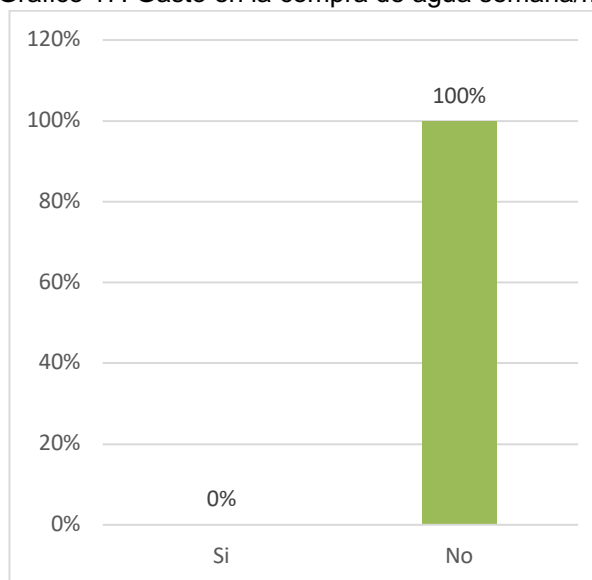


Gráfico 17. Gasto en la compra de agua semana/mes



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.1.4 Componente zona de recarga

El 77% percibe cambios en el porcentaje de la masa forestal de la región, mientras que el 23% lo describe como una constante, es decir, no ha disminuido. Esta percepción resulta preocupante, ya que como se ha mencionado anteriormente, Amanalco de Becerra es un municipio considerado reserva natural casi en su totalidad, lo que indica poca eficiencia de las políticas públicas en la conservación natural del municipio, ya que el 77% coincide en que esta disminución se debe a la tala ilegal de árboles y el 23% restante a diversos problemas ambientales como crecimiento demográfico, incendios, etc. Estos problemas ponen en juego la recarga de los acuíferos y, como consecuencia, el brote natural de agua de los manantiales (Gráficos 18)

Gráfico 18. Acuerdo en abundancia de la masa forestal en la región

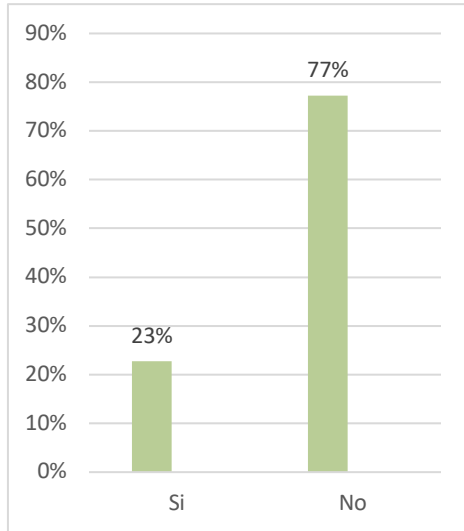
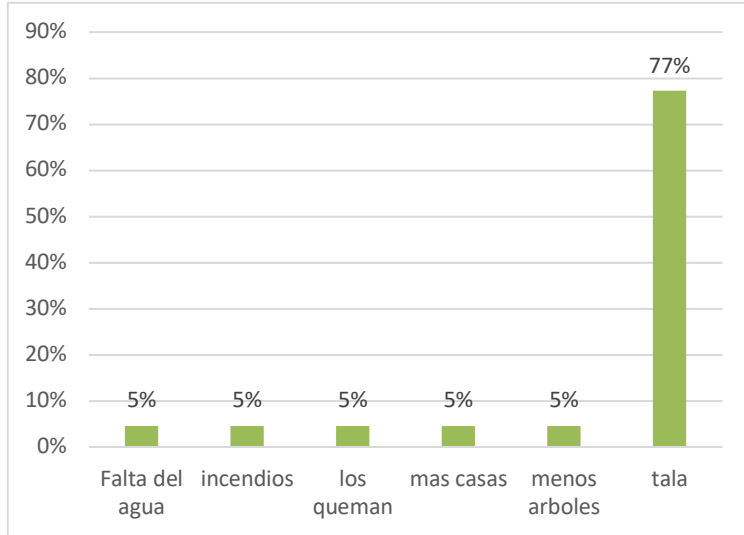


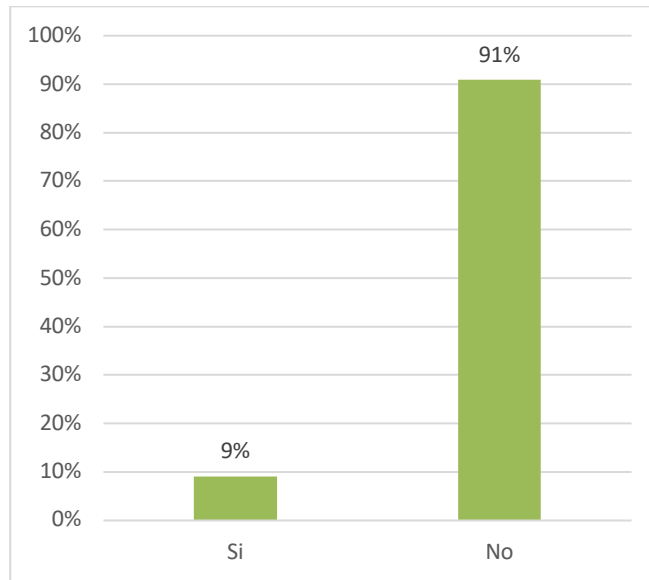
Gráfico 19. Causas de pérdida de árboles



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

La percepción de la ciudadanía conforme a su entorno fue poco significativa. El rango de edades de la muestra de entrevistados se traduce en la edad adulta, lo que arroja una fiel observación de cómo el paisaje en la región ha ido cambiando a través del tiempo, sin embargo, esto no se ve reflejado en la muestra, con 91% de respuesta negativa y un 9% afirmativa a la pregunta. Los motivos más representativos con el 61% es la disminución de la masa forestal, crecimiento urbano, escasez de agua. El 59% restante no respondió a este cuestionamiento, lo que genera incertidumbre respecto a la identidad que tiene la población con el medio (Gráfico 19).

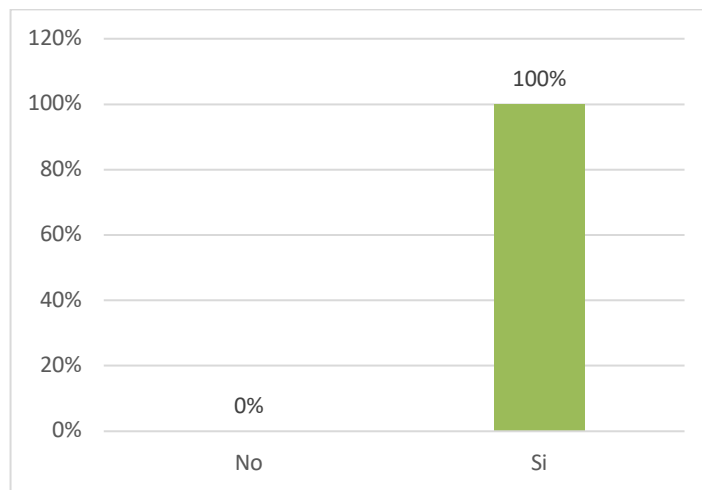
Gráfico 20. Percepción sobre cambio de paisaje



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El 100% de los usuarios coincide en que el agua del manantial todavía sale por brote natural, lo cual es un buen indicador de estado de conservación del mismo (Gráfico 20).

Gráfico 21. Acuerdo sobre brote natural del manantial

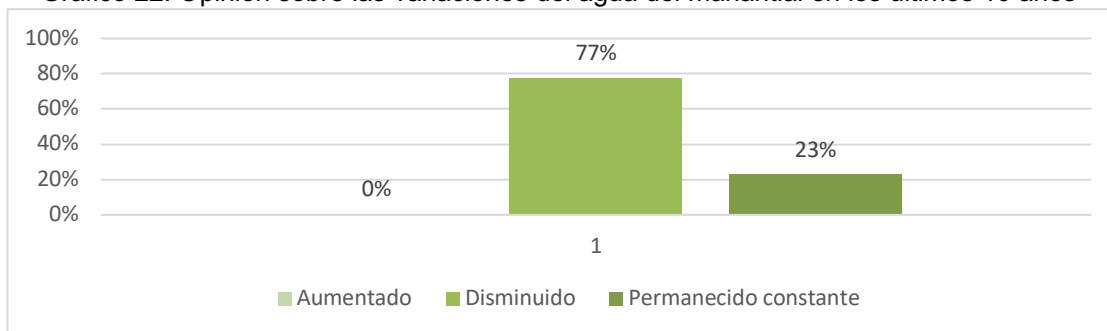


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.1.5 Componente de saneamiento

En la siguiente grafica se observa que la percepción en cuanto factores de saneamiento. La población considera en un 77% que el agua del manantial ha permanecido constante y un 23% en que ha disminuido. No obstante de estas dos aseveraciones, el manantial ha sufrido algunos cambios en cuanto a la disponibilidad del líquido (Gráfico 21).

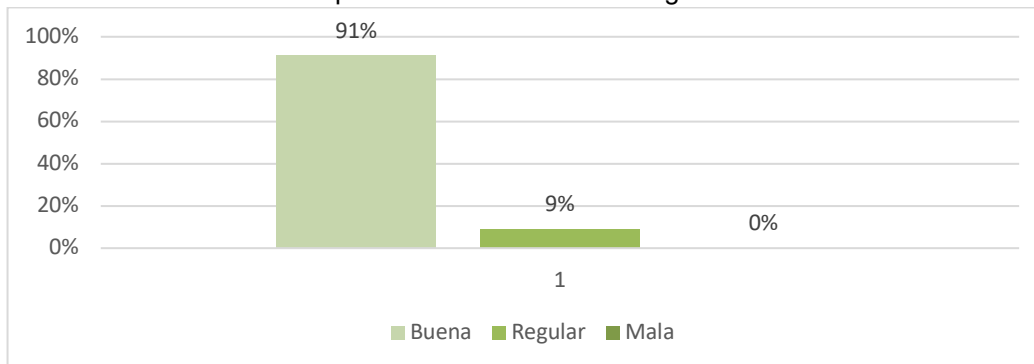
Gráfico 22. Opinión sobre las variaciones del agua del manantial en los últimos 10 años



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

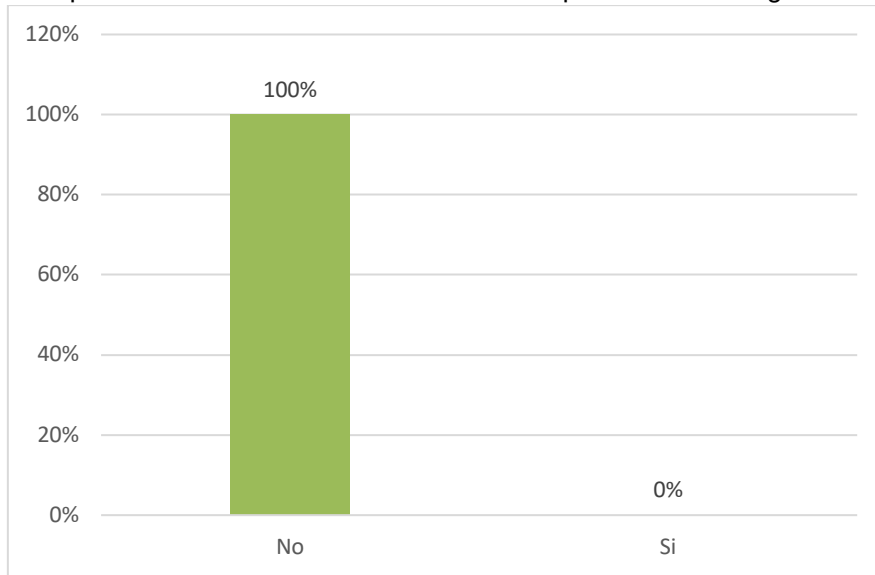
No obstante, esto no ha afectado a la calidad del agua, ya que el 91% de la población encuestada considera que el agua de la fuente esta en buenas condiciones y, por consiguiente, no ha generado ningún tipo de enfermedad para los usuarios. (Gráficos 22 y 23).

Gráfico 23. Opinión sobre la calidad del agua de manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

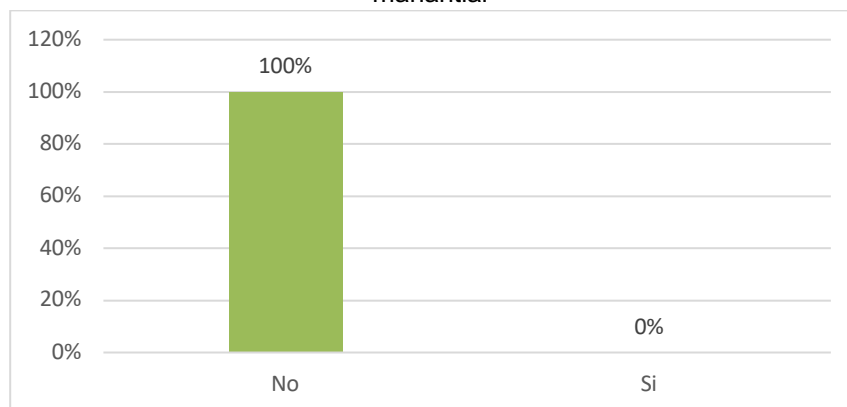
Gráfico 24. Opinión sobre incidencia de enfermedades por consumir el agua de manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

La población de la localidad de Amanalco no percibe ningún tipo de señales de eutrofización o contaminación de la fuente; el 100% coincide en que se encuentra en buen estado (Gráfico 24).

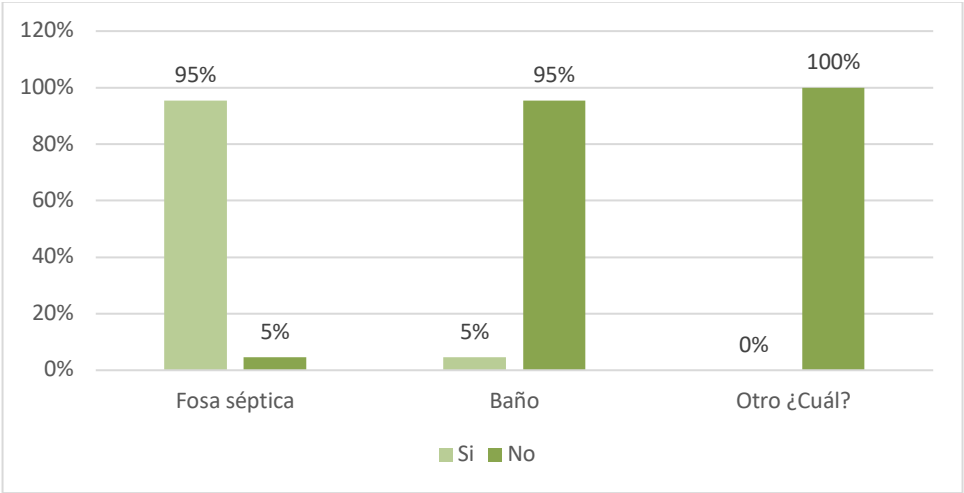
Gráfico 25. Percepción sobre incidencia de turbidez, malos olores, vegetación acuática en el manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Por otra parte, el sistema sanitario que tiene la mayor parte de la población es la fosa séptica con 95% de los entrevistados y 5% con wc. Esto es un buen indicador porque permite el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas, sin embargo, no haber tomado las medidas de ubicación pertinentes podría resultar perjudicial para la fuente. (Gráfico 25).

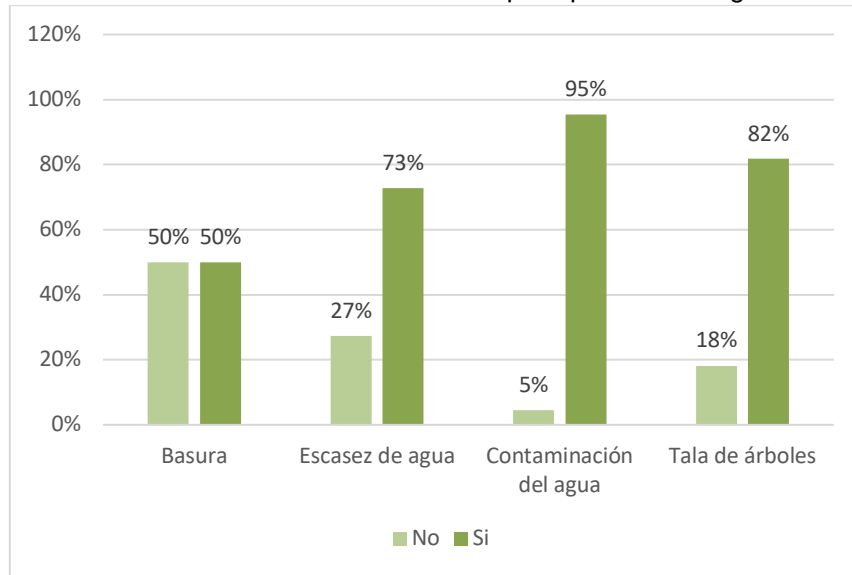
Gráfico 26. Disponibilidad en la vivienda de fosa séptica, baño, otro



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

No obstante, la ciudadanía considera que los problemas ambientales mas prominentes en la región es la contaminación del agua. En segundo lugar, con 82% se encuentra la tala ilegal de árboles, este indicador resulta preocupante porque se puede inferir que el potencial de recarga de los acuíferos puede verse disminuido a lo largo del tiempo, afectando de forma indirecta a los manantiales. En tercer lugar se encuentra la escasez de agua; esto no tiene coherencia, ya que con preguntas anteriores, la gente describe una alta disponibilidad del líquido y, por último, la basura que, con observación directa en campo, existe un problema grave que podría a largo plazo afectar también a la fuente de agua (Gráfico 26).

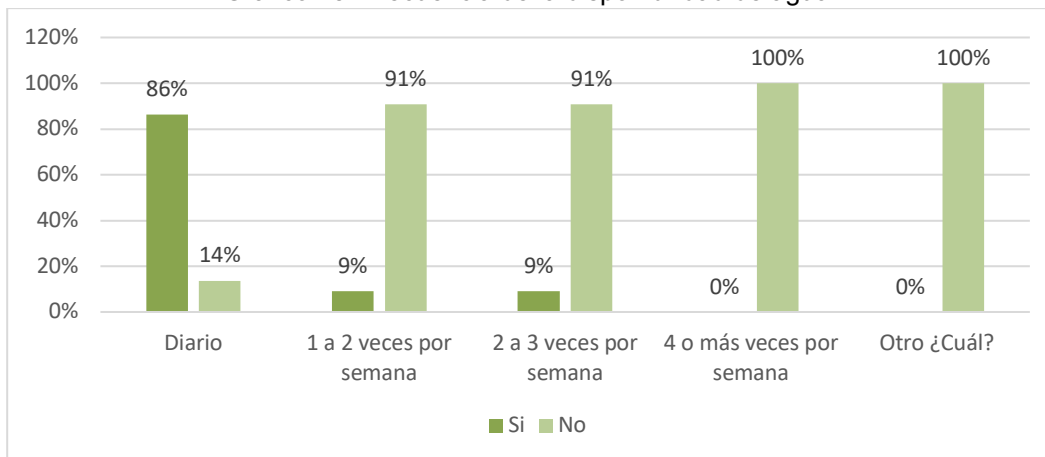
Gráfico 27. Problemas ambientales principales en la región



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

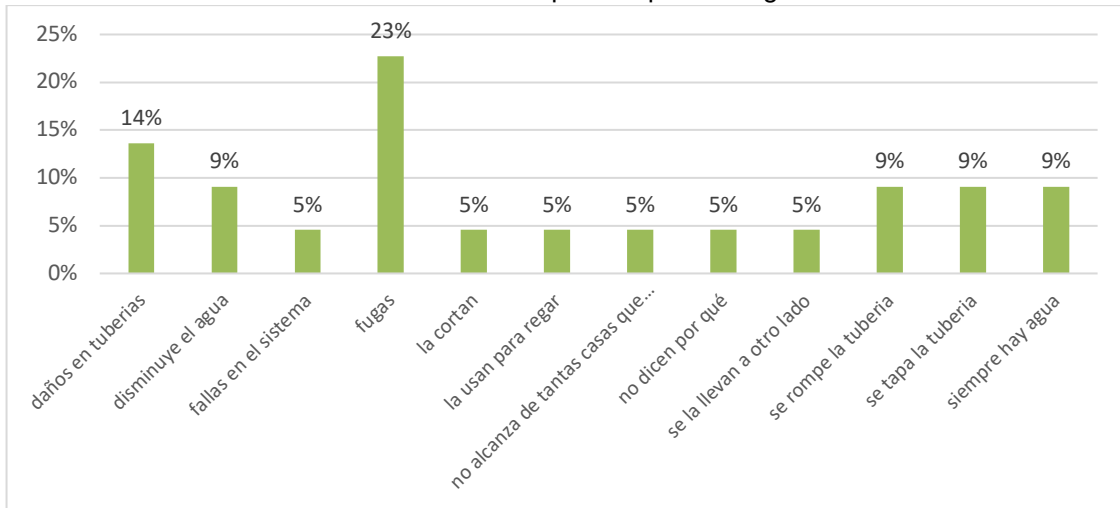
Retomando el analisis anterior, el 86% de los usuarios concuerdan que las familias cuenta diariamente con agua en sus vivienda, mientras que el 9% restante señala que suele faltar de 1 a 3 veces por semana, esto se puede inferir como consecuencia de problemas con la infraestructura, lo que conincide con las graficas 27 y 28.

Gráfico 28. Frecuencia de la disponibilidad de agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Gráfico 29. Causas por las que falta agua



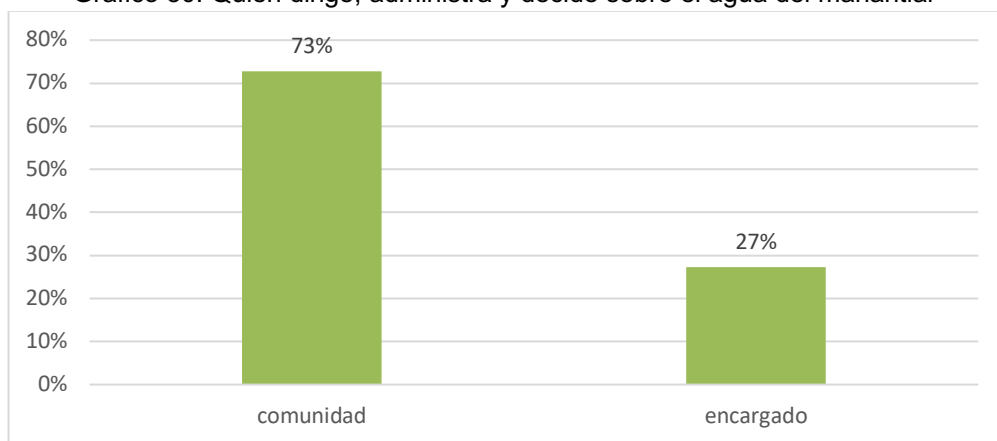
Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.1.6 Componente de gobernaza

Este componente, sin duda es uno de los más importantes, ya que refleja la integración de la comunidad entorno a los manantiales.

El 73% de los usuarios reportan que el líder para dirigir y tomar las decisiones sobre el manantial es la comunidad y el 27% señala al encargado, esto supone un 100%, ya que se toma en cuenta al encargado como parte de la comunidad (Gráfico 29).

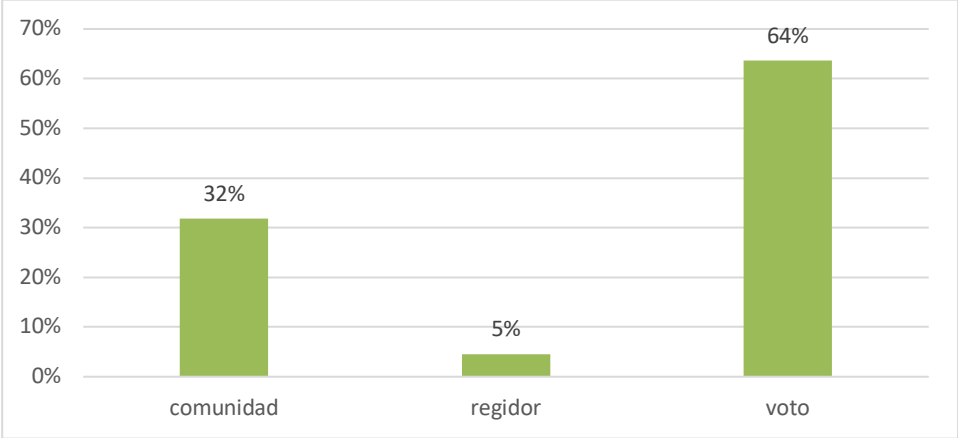
Gráfico 30. Quien dirige, administra y decide sobre el agua del manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

La autoridad designada para la toma de decisiones sobre el manantial se elige por medio del voto, así lo señaló 64% de los entrevistados, el 32% señaló a la comunidad y, por ultimo, un 5% a un regidor. Estas dos últimas opciones se puede tomar en cuenta como voto, pero con percepción diferente de los usuarios (Gráfico 30).

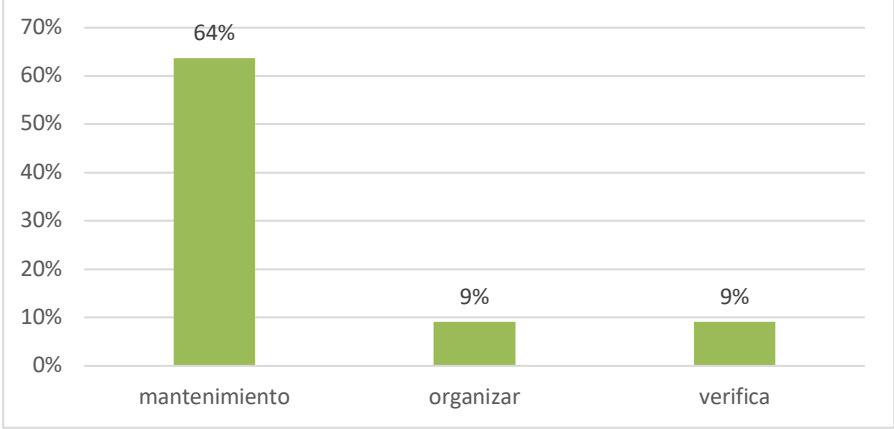
Gráfico 31. Cómo se designa la autoridad que decide sobre el uso del agua del manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Esta autoridad se encarga de dar mantenimiento (64%), organizar (9%) y verificar (9%) que se tenga un uso adecuado de la fuente (Gráfico 31).

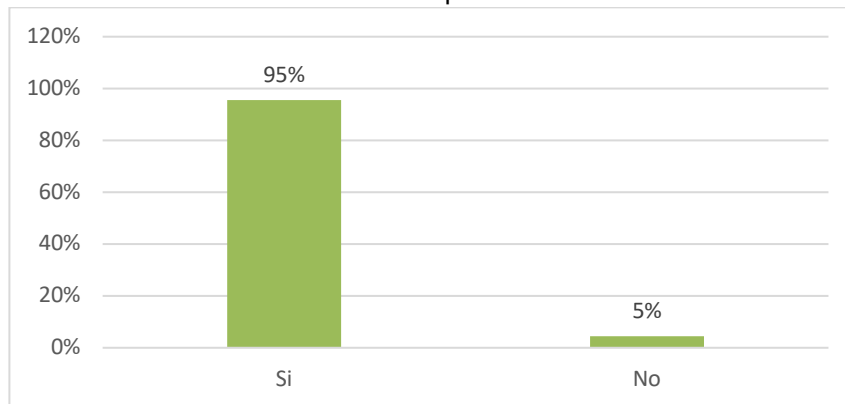
Gráfico 32. Funciones de la autoridad responsable del manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Por otra parte, sólo el 5% de los usuarios reportan intervención del gobierno municipal con la autoridad designada, mientras que el 95% afirman la independencia total (Gráfico 32).

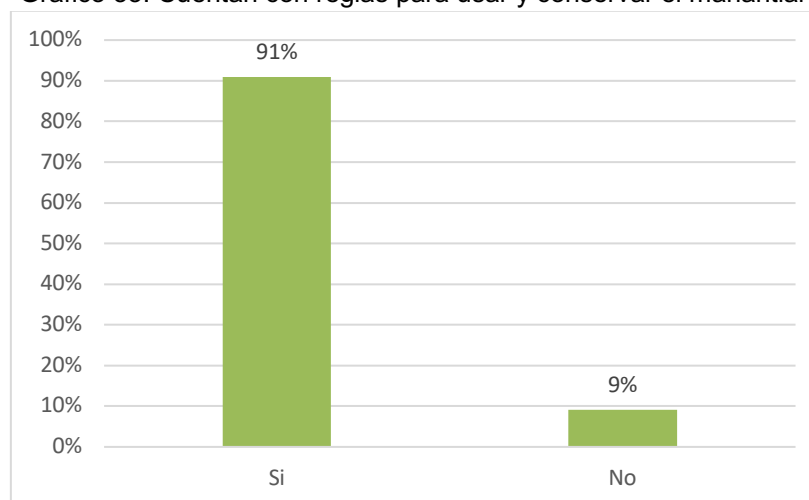
Gráfico 32. Independencia de la autoridad responsable del manantial del delegado o gobierno municipal.



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

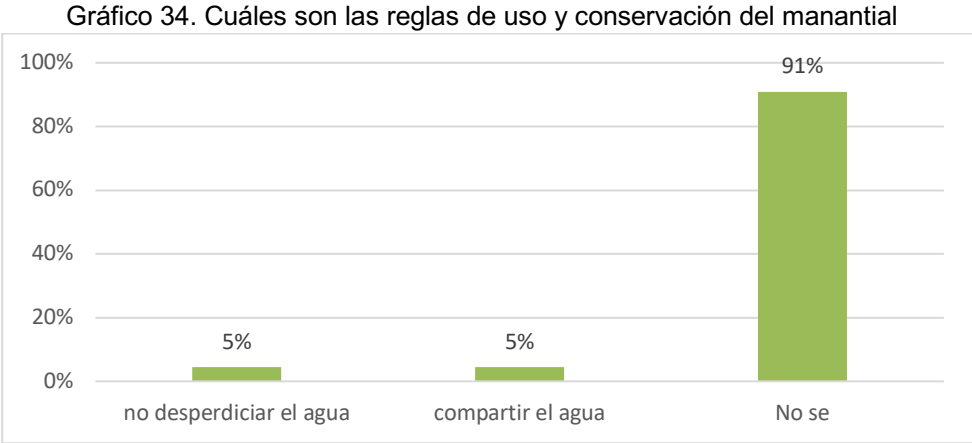
El 91% de los usuarios también confirma que existe un reglamento para el uso y conservación del manantial; el 9% restante afirma no existe (Gráfico 33).

Gráfico 33. Cuentan con reglas para usar y conservar el manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

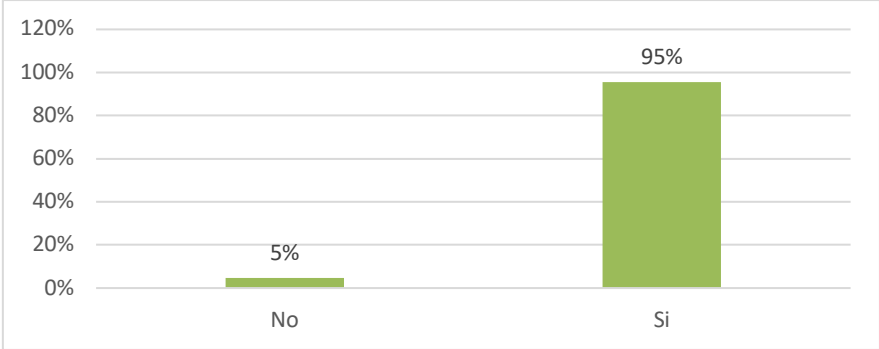
Este cuestionamiento denota la falta de inclusión de los usuarios a los temas del manantial, ya que el 91% no conoce cual es este reglamento aunque sabe que si existe, mientras que un 10% sólo conoce dos reglas: no desperdiciar el agua y compartir el agua del manantial (Gráfico 34).



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

La mayor parte de los entrevistados, considera una mejor administración del recurso deslindado del sector publico, con un 95%, el 5% restante conjetura lo contrario. (Gráfico 35).

Gráfico 35. Opinión sobre mejor aprovechamiento del manantial, deslindado del sector público

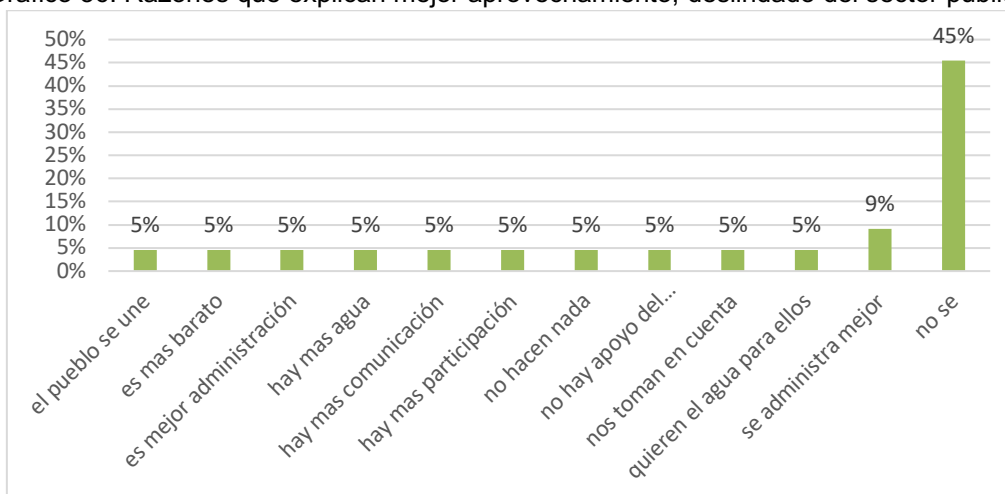


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Esta división de la comunidad y autoridades gubernamentales, marcan una buena respuesta de los usuarios entorno a la gestión de sus recursos. Aunque el 45%

no supo que reponder a este cuestionamiento, el 55% emite buenas opiniones respecto a la administración del manantial por parte de la misma comunidad (Gráfico 36).

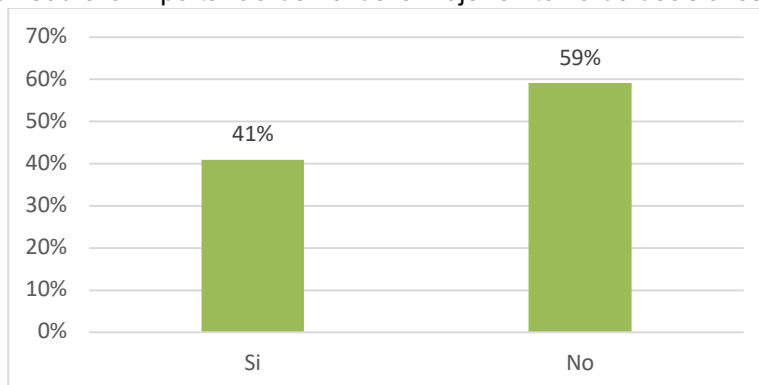
Gráfico 36. Razones que explican mejor aprovechamiento, deslindado del sector público



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

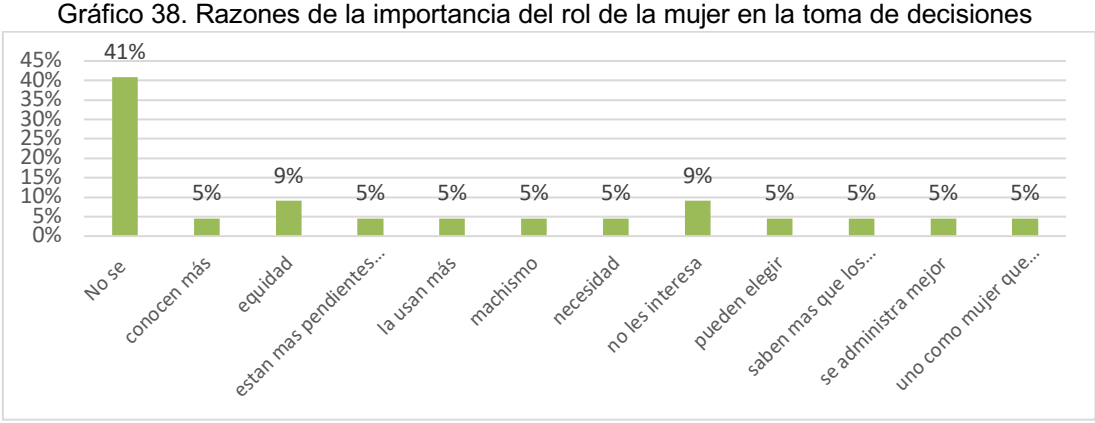
Por otro lado, la perspectiva de género dentro de la comunidad es muy marcada por parte de los usuarios. El 41% considera importante el rol de la mujer en la toma de decisiones, mientras que el 59% no lo percibe así (Gráfico 37).

Gráfico 37. Opinión sobre la importancia del rol de la mujer en toma de decisiones sobre el agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

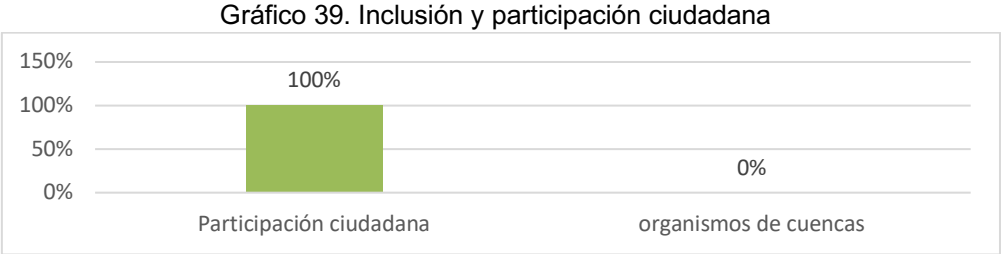
Recordando que la mitad de la población entrevistada pertenece al sexo femenino, las respuestas a este cuestionamiento refleja a que las mujeres hacen más uso del recurso por sus actividades diarias, conocen mas su entorno, están más pendientes cuando escacea y consideran que tienen derecho a elegir. Un 5% coincide en que aún existe mucho machismo dentro de la comunidad, el 41% no respondió a esta pregunta (Gráfico 38).



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

La razones que explican la importancia de la mujer en la toma de decisiones sobre el agua del manantial, señalaron varias opiniones, sin embargo es notable su interés y concimiento y la importancia del agua para la mujer en la vida diaria

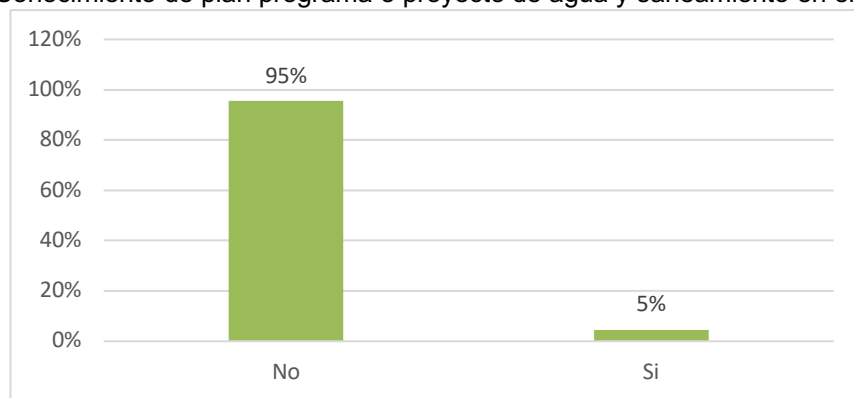
En la comunidad el uso y conservacion del manantial ha generado inclusión y participación ciudadana, misma que se refleja en el 100% de las encuestas aplicadas (Gráfico 39).



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Sin embargo, esto no coincide con la incorporación de la misma comunidad y los planes, programas o proyectos a favor del manantial. El 95% no conoce ninguno, sólo el 5%.(Gráfico 40).

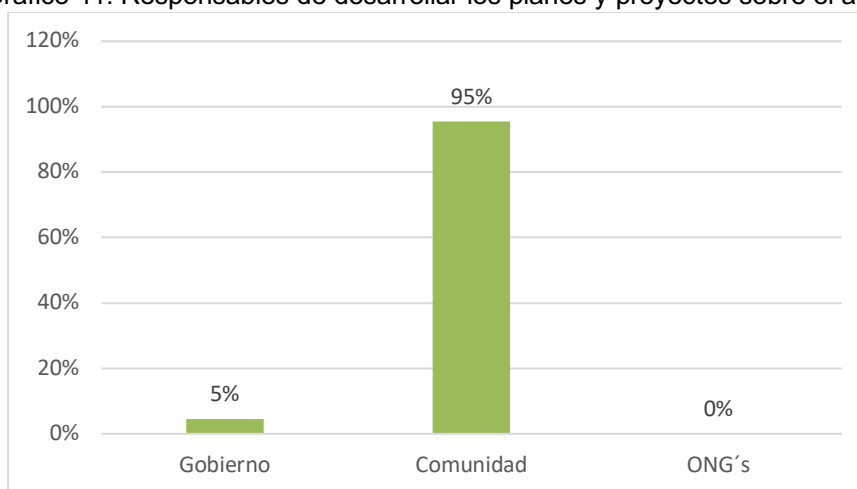
Gráfico 40. Conocimiento de plan programa o proyecto de agua y saneamiento en el manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Este 5% asegura que dichos programas, planes o proyectos los ha desarrollado la comunidad (Gráfico 41).

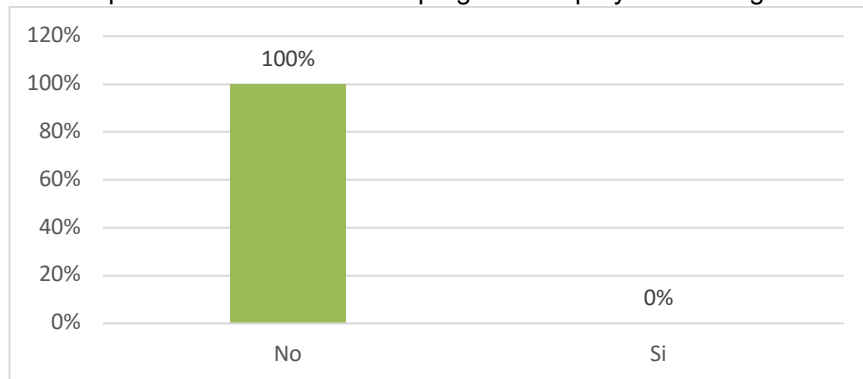
Gráfico 41. Responsables de desarrollar los planes y proyectos sobre el agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Por otra parte, ninguno de los usuarios ha sido parte de estos programas, planes o proyectos, asegurando que nunca han participado (Gráfico 42).

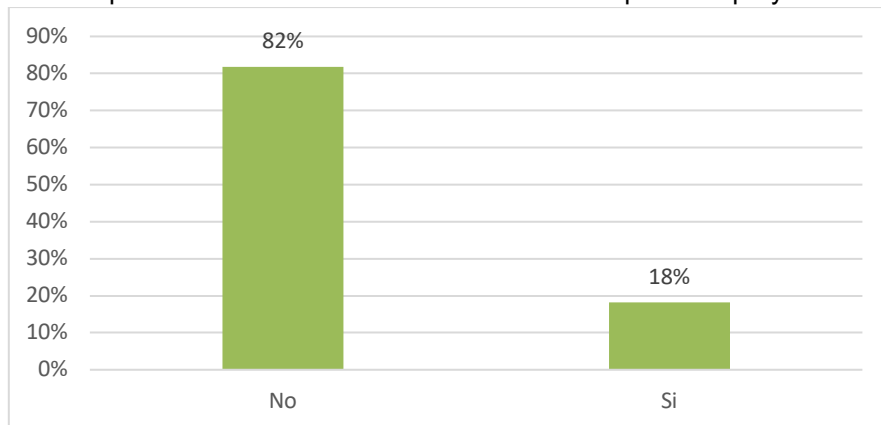
Gráfico 42. Participación de los usuarios en programas o proyectos de agua o saneamiento



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Por consiguiente, el 82% considera que no ha sido tomado en cuenta para el desarrollo de estos planes, mientras que el 18% considera que si (Gráfico 43).

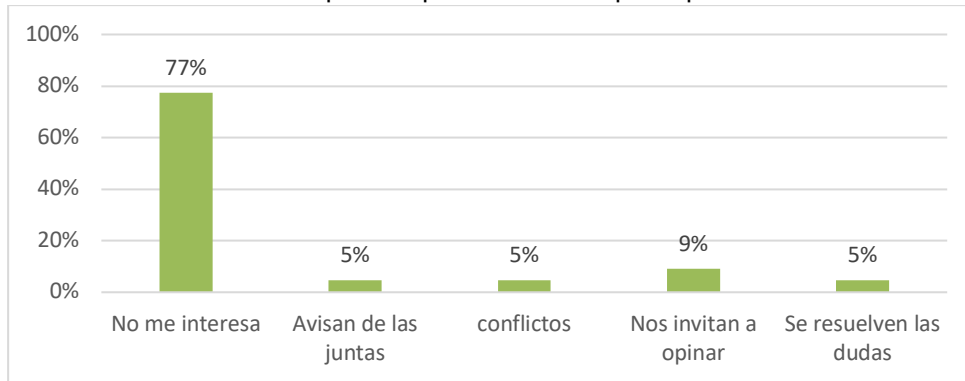
Gráfico 43. Opinión sobre la inclusión de los usuarios en planes o proyectos de agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Este 18% justifica su afirmación con acciones en las juntas, invitaciones y resolución de dudas por parte de los encargados, mientras que al 77% no le interesa ser parte y el 5% no se involucra por cuestiones de conflictos sociales (Gráfico 44).

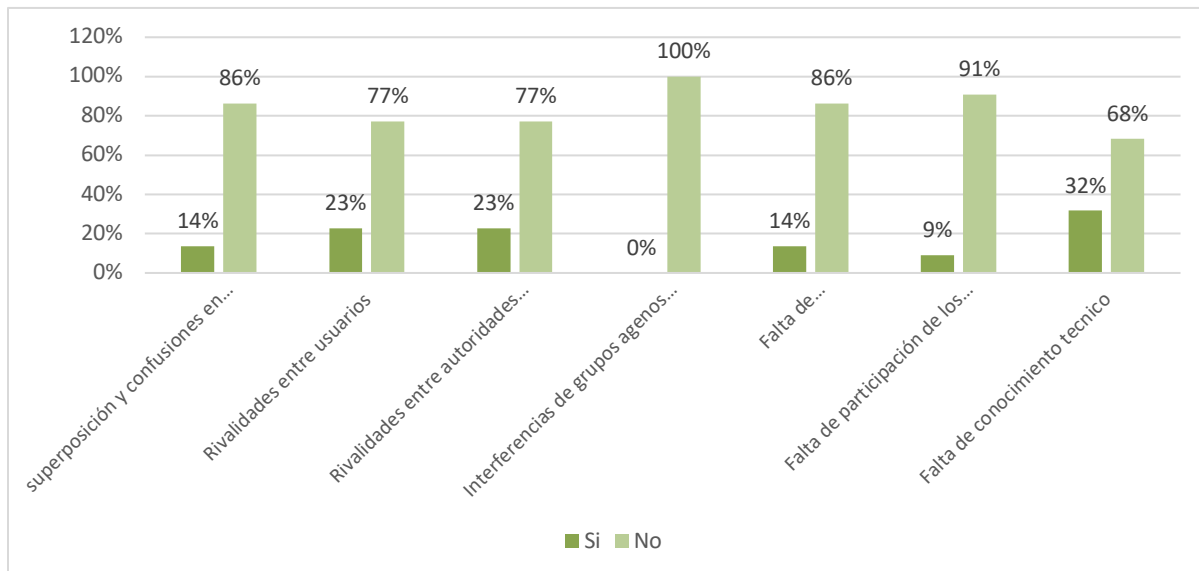
Gráfico 44. Motivos por los que los usuarios participan o no lo hacen



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

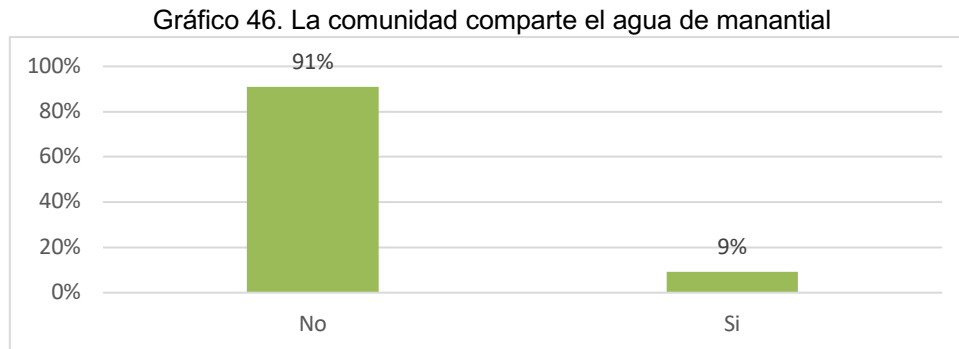
Algunos de estos conflictos que obstruyen la coordinación del uso y conservación del agua, destacan la falta del conocimiento técnico, con 32%; en segundo lugar con 23% las rivalidades entre usuarios y autoridades locales y municipales; en tercer lugar con el 14% las confusiones de roles y responsabilidades, y la falta de compromiso político en el sector agua. Por ultimo, con el 9% la falta de participación de los usuarios (Gráfico 45).

Gráfico 45. Obstáculos para una coordinación eficaz del uso y conservación del agua



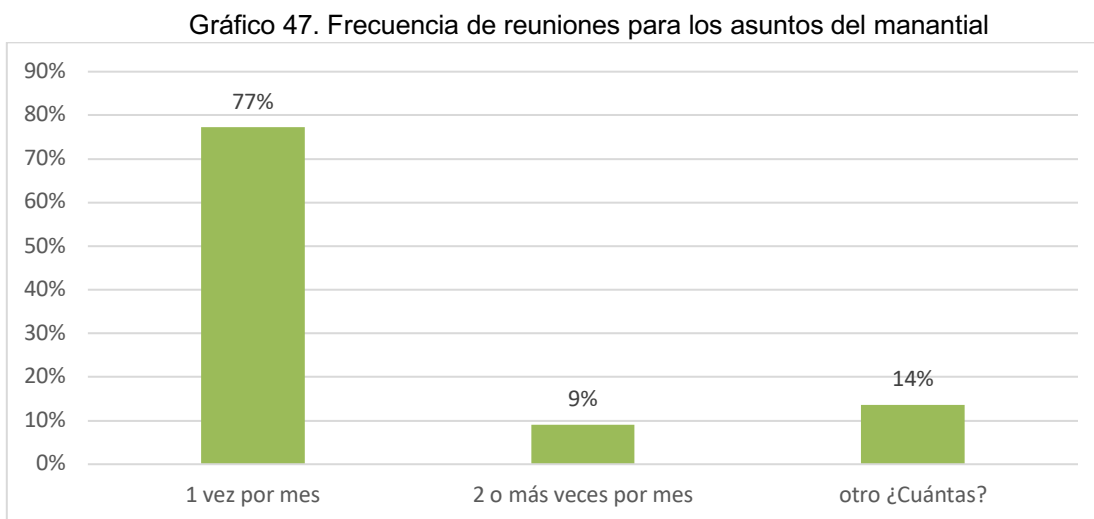
Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El 91% de los entrevistados asegura no compartir el agua con otra comunidad, mientras que el 9% lo afirma, esta localidad es San Jerónimo, la cual pertenece también al municipio de Amanalco de Becerra (Gráfico 46).



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Las autoridades del manantial suelen reunirse para tratar asuntos relacionados con la fuente una vez por mes con el 77%, afirmación por parte de los usuarios, el 9% describe 2 o más veces por mes y el 14% de manera espontánea, es decir, no hay una temporalidad fija (Gráfico 47).



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Los usuarios no están de acuerdo con los medidores de agua, existe el miedo de que se les cobre más o se les disminuya la disponibilidad del recurso. El 91% no contestó a esta pregunta (Gráfico 48 y 49).

Gráfico 48. Acuerdo con el medidor de agua

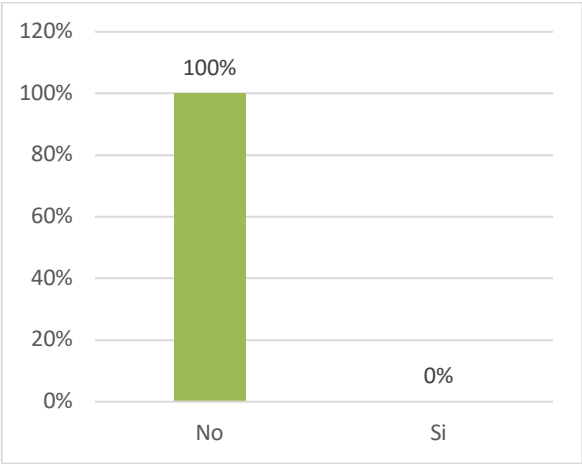
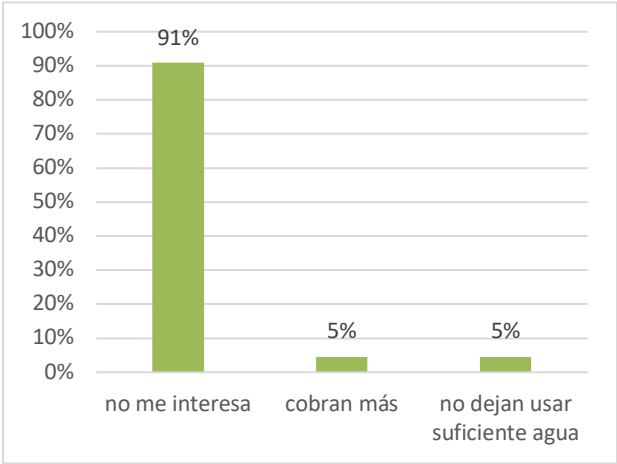


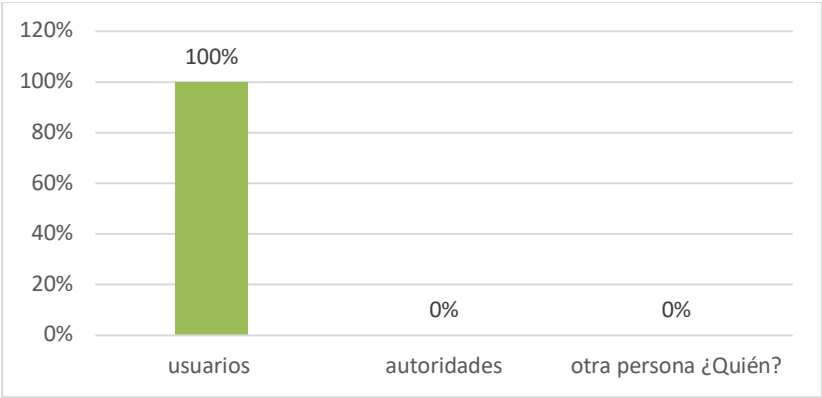
Gráfico 49. Cuáles son las razones



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

La misma comunidad es la que administra los fondos recabados por el agua (Gráfico 50).

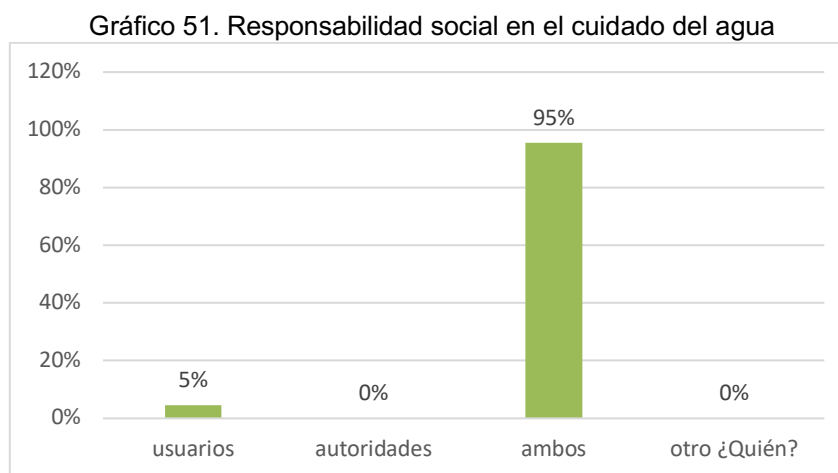
Gráfico 50. Instancia que administra los fondos de pagos de agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.1.7 Componente de cuidado del agua

Este indicador denota la percepción de los usuarios en torno al cuidado del agua, el cual expone que la población externa que la responsabilidad es de los usuarios (5%) y ambas partes, tanto usuarios y autoridades (95%) tienen la obligación de cuidar el recurso (Gráfico 51).



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El 100% está preocupado por el agua en un futuro, algunas de las razones expuestas es derivado del crecimiento poblacional, la disponibilidad para los hijos en un futuro, la escasez de los recursos, guerras, seguridad alimentaria, etc. Al 32% no le interesa hablar del tema (Gráficos 52 y 53).

Gráfico 52. Preocupación el agua en el futuro

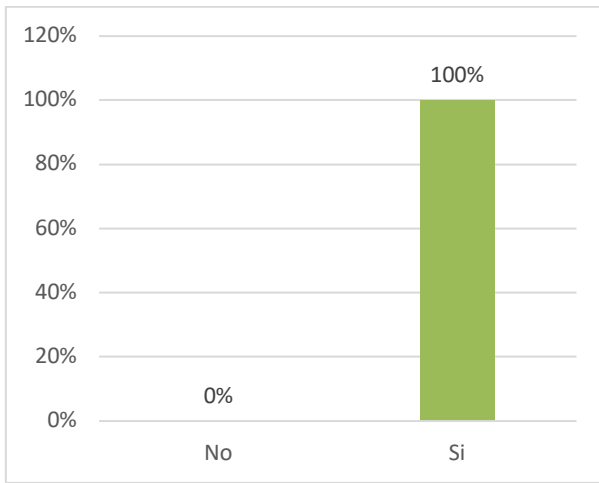
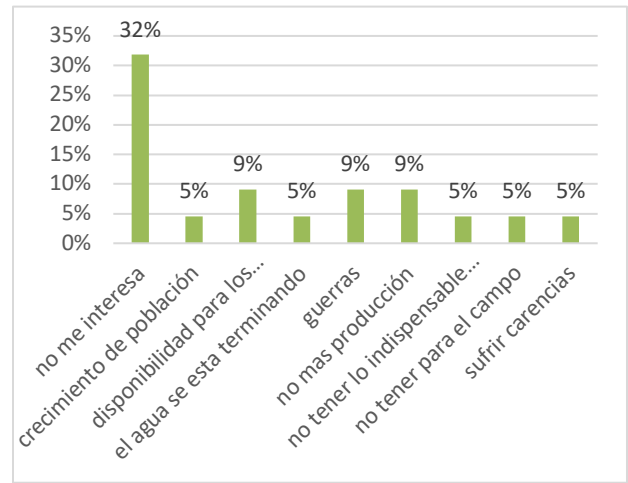


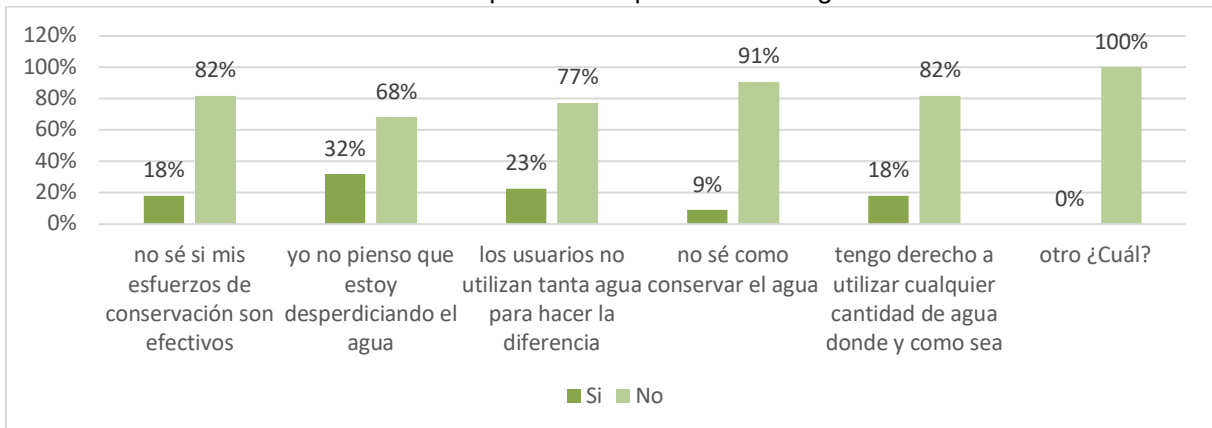
Gráfico 53. Cuáles son las razones



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

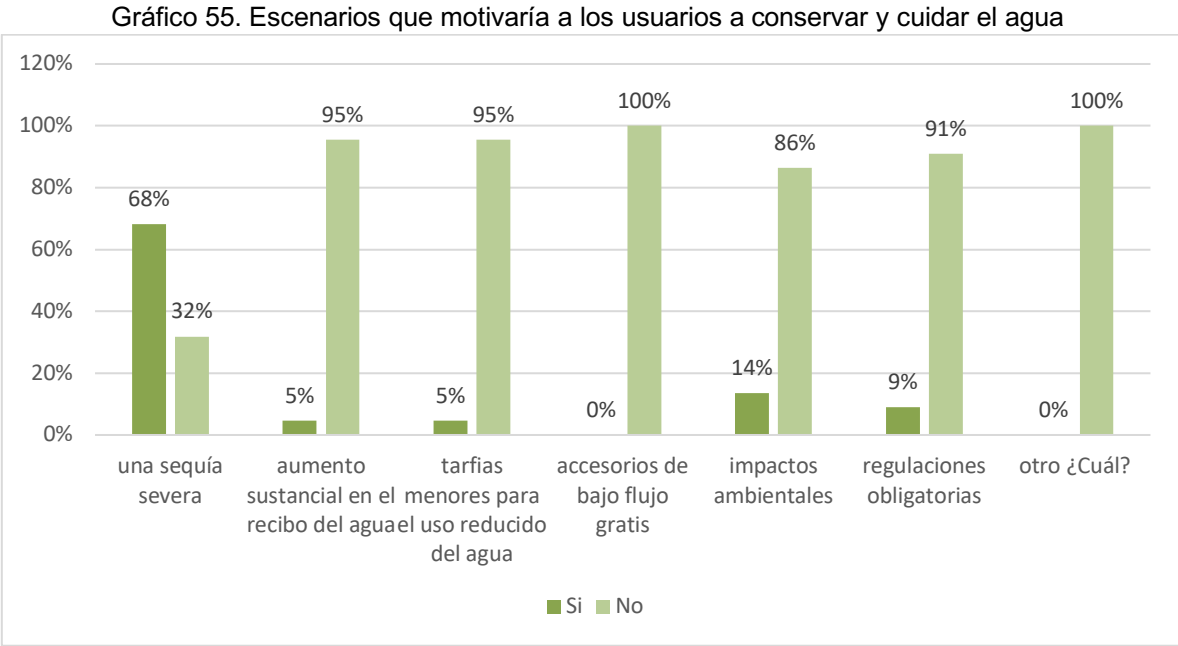
Las razones más marcadas por las cuales la localidad no toma acciones concretas para cuidado es que no perciben o no aceptan que desperdician el agua (32%); no consideran usar tanta agua para hacer la diferencia (23%); no saben si sus esfuerzos son efectivos (18%); el derecho a utilizar el agua necesaria para el desarrollo de sus actividades (18%) y, el desconocimiento de técnicas de conservación (9%) (Gráfico 54).

Gráfico 54. Impedimentos para cuidar el agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

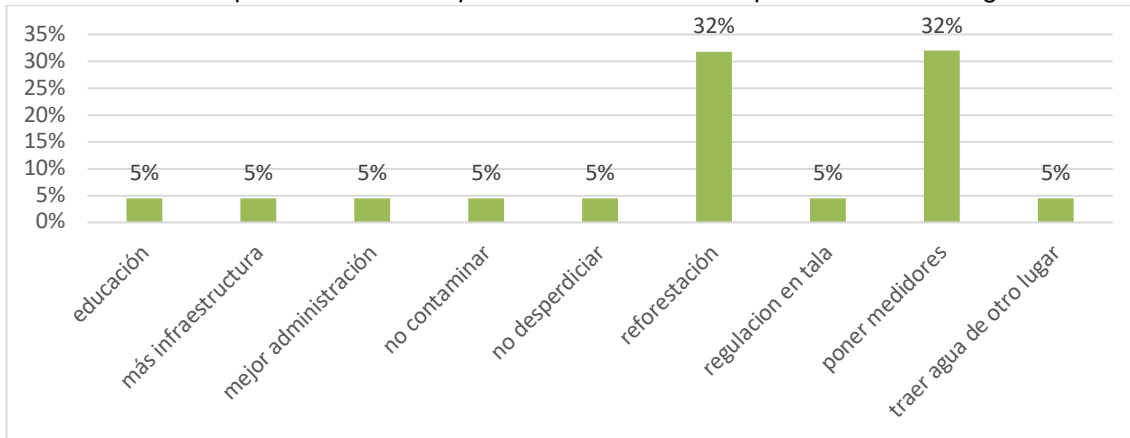
Los escenarios futuros más preocupantes que los motivaría a conservar el agua son: una sequía severa (68%); los impactos ambientales en la región (14%); regulaciones obligatorias por parte de la administración del agua (9%); aumento de cuotas (5%) y recibir tarifas menores por uso reducido del líquido (5%). (Gráfico 55).



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Las acciones mas sobresalientes de los usuarios para aportar a la consrvación del agua dentro de la localidad son la refoestación y poner medidores de agua. Otras con menor impacto son la educación, regulación de la tala ilegal, no contaminar, traer agua de otra región, una mejor administración y una infraestructura más eficiente (Gráfico 56).

Gráfico 56. Tipo de actividades que se considera realizar para conservar el agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.2 Conclusión

La localidad de Amanalco de Becerra tiene 1,349 habitantes, los cuales dependen completamente del manantial “Cerrocuate” para todas sus actividades. La cabecera es la más desarrollada en todo el municipio, en cuanto a servicios e infraestructura se refiere; sin embargo, no está exenta de sufrir algunas carencias que, por ende, afectan indirectamente el manantial. Por ejemplo, la escasez de drenaje, recolección de residuos, inseguridad, etc, arroja elementos que propician un inadecuado manejo de los recursos naturales, como el agua.

Los ejidatarios son absolutos administradores del manantial, quienes le dan mantenimiento y gestionan todos los asuntos relacionados con la fuente de agua. Este manantial tiene un aprovechamiento doméstico, pecuario y agrícola; esto infiere al desgaste del mismo, ya que se sabe que grandes cantidades de agua se utilizan para estas actividades primarias. No obstante, tampoco la población tiene algún registro de la cantidad de líquido que se extrae diariamente del manantial, lo que impide saber con exactitud la disponibilidad de agua de la fuente.

Esta localidad ha sufrido severos cambios a través del tiempo, ya que se ha presentado alto índice de tala ilegal en la región, lo que genera dificultades para la recarga del acuífero y la proliferación del manantial, aunque todavía sale el agua

por brote natural, a largo plazo esto se podría ver afectado si continua sin tomar acciones de conservación de la masa forestal de la región.

Por otro lado, los resultados indican que la calidad del agua sigue estando en buen estado; esto coincide con el estudio del IEECC, 2005 que revela parametros de calidad del agua del manatial dentro de la norma. Sin embargo; la problemática ambiental de la región amenaza con la seguridad del fuente, siendo la basura uno de los principales problemas.

El desconocimiento y desinterés en torno a las decisiones que se toman con respecto a la fuente, revelan la poca inclusión y participación de la sociedad en temas del sector agua. La comunidad es la responsable total del manantial, sin embargo, no existe claridad de la gestión que se le da, la población esta distante de saber todos los elementos que pudieran empoderar una mejor organización y conservación. Los usuarios denotan descontento con la administración que llevan los encargados, pero que, definitivamente, es mejor que la que ofrece el sector público; esto a su vez, propicia solidaridad de los grupos sociales a tener el control de sus recursos.

La falta de conservación del recurso exacerba la vulnerabilidad hídrica, ya que se presenta una ausente educación ambiental dentro de la población, donde existe preocupación, sin embargo no se han tomado las medidas necesarias para prevenir y dista mucho de ponerlas en práctica, aunque esto no impide que los usuarios estén concientes de cuales son las acciones que hay que tomar para frenar el deterioro lento del manantial.

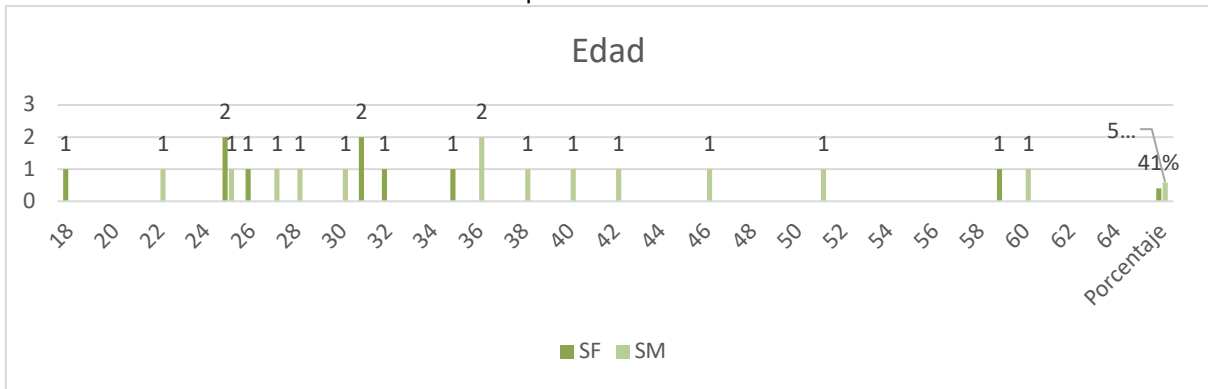
4.3 Resultados San Juan Amanalco

4.3.1 Componente socio- económico.

El universo encuestado en San Juan fue 9 mujeres y 13 hombres, dando un total de 22 encuestas. La estructura poblacional se inclina hacia una edad joven; significa que, a futuro, la localidad se enfrentará a los escenarios de una

población adulta, que se traducirá en bajo rendimiento productivo, económico y social. Por otro lado, la muestra abarca en más proporción del sexo masculino que femenino (Gráfico 57).

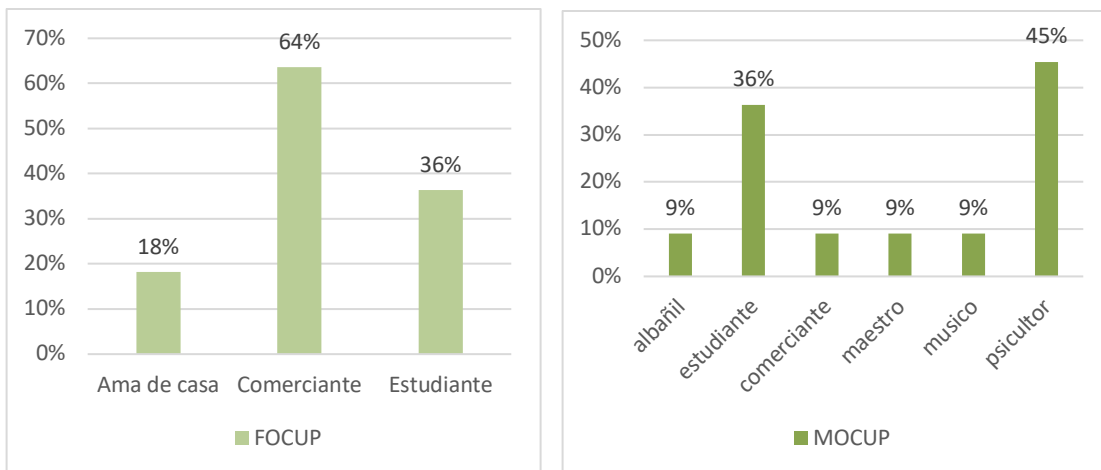
Gráfico 57. Distribución por edades de San Juan Amanlaco



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

En San Juan predominaron 3 ocupaciones diferentes para el sexo femenino, que son: comerciante (64%), estudiante (36%) y ama de casa (18%). Esto indica que la mayor parte de las mujeres se dedican al comercio (alto nivel productivo por parte de las mujeres y contribución a la economía local) y, en segundo lugar, son estudiantes; coincide en describir una localidad joven, con inclinación hacia una preparación profesional, lo cual es un buen indicador, ya que la educación es clave para un uso racional de los recursos. (Gráfico 58).

Gráfico 58. Ocupación Femenina y Masculina



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Por otro lado, para el caso masculino, predominaron 6 ocupaciones, que son: piscicultor (45%), estudiante (36%), y albañil, maestro, músico y comerciante (9%). El sector de la piscicultura aporta un gran porcentaje a la economía local, con más de 500 productores a nivel localidad (según un usuario encuestado). Es un indicador fuerte para inferir que existe una fuerte demanda de agua en cuanto a cantidad y calidad para el desarrollo de esta actividad. En segundo lugar, la ocupación de estudiante, nuevamente refleja una robusta influencia sobre el interés profesional de la población. Por último, el resto de las ocupaciones que diversifican los diferentes tipos de actividades productivas en la región.

En cuanto a servicios públicos, el Gráfico 59 y 60 muestra la carencia de los mismos en la localidad; la ausencia de drenaje, seguridad pública, asistencia médica, alumbrado público y recolección de residuos; es un fuerte indicador de presión para el agua en la región, ya que la escases de estos servicios propician al mal manejo de los recursos para sustituirlos o, en su defecto, extraerlos de forma ilegal, violentando la normatividad de los diferentes sectores y trayendo consigo diversos problemas ambientales, sociales y económicos.

Gráfico 59. Servicios en la vivienda

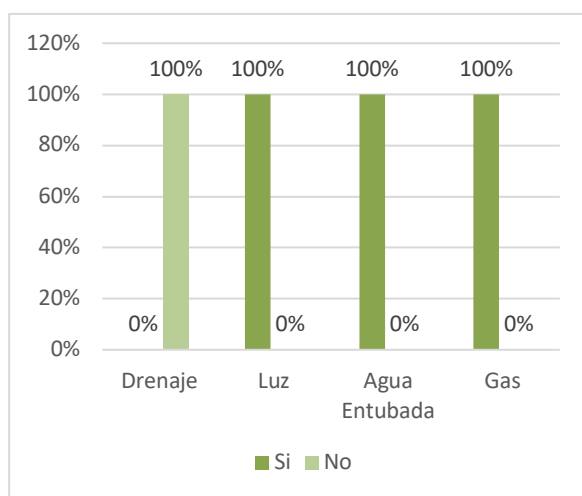
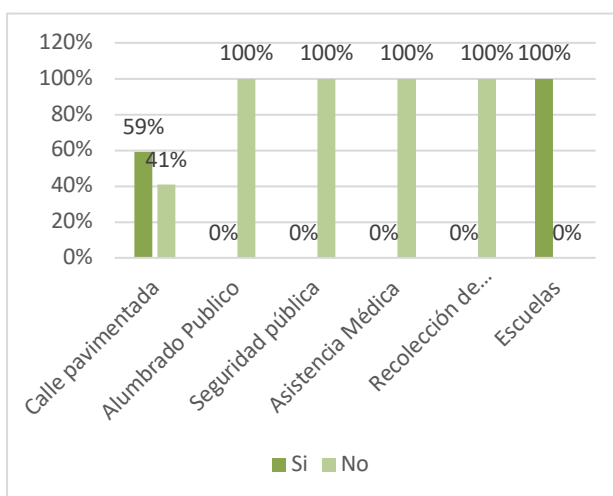


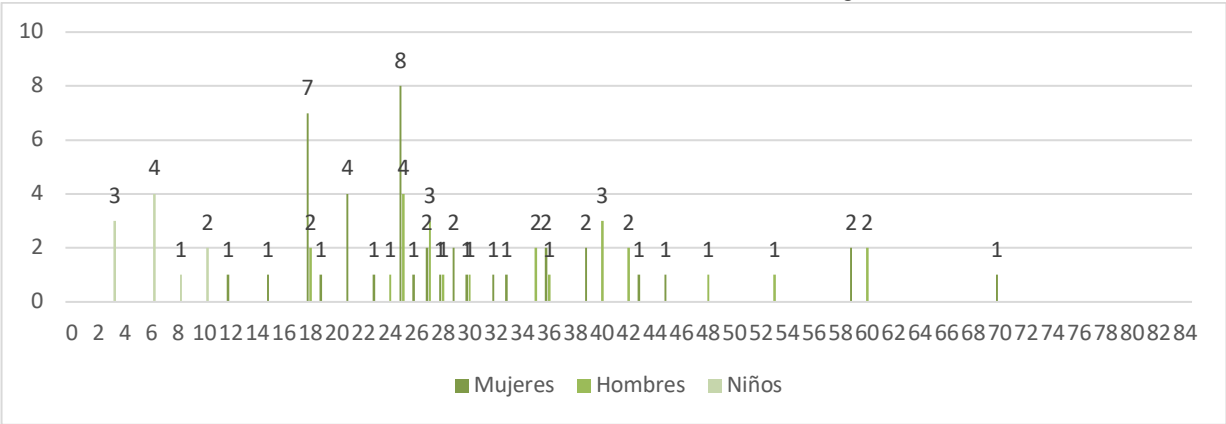
Gráfico 60. Servicios Públicos



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

En esta localidad sobresalen las mujeres, con un mínimo de diferencia ante los hombres, sin embargo, para este universo, destacan los hombres con mayor número de cuestionarios aplicados. La distribución por edad en San Juan está marcada por la jovialidad y la proyección indica un alto incremento en un envejecimiento demográfico en un futuro, lo cual desencadena diferentes problemas sociales y económicos como el gasto social, transformaciones en el mercado laboral, etc. San Juan es una localidad con alto índice de marginación, lo que induce a pensar, en que, aunado a estos problemas, podría aumentar la pobreza por la baja productividad, situación que se comparte a nivel nacional.

Gráfico 61. Número de habitantes en el hogar

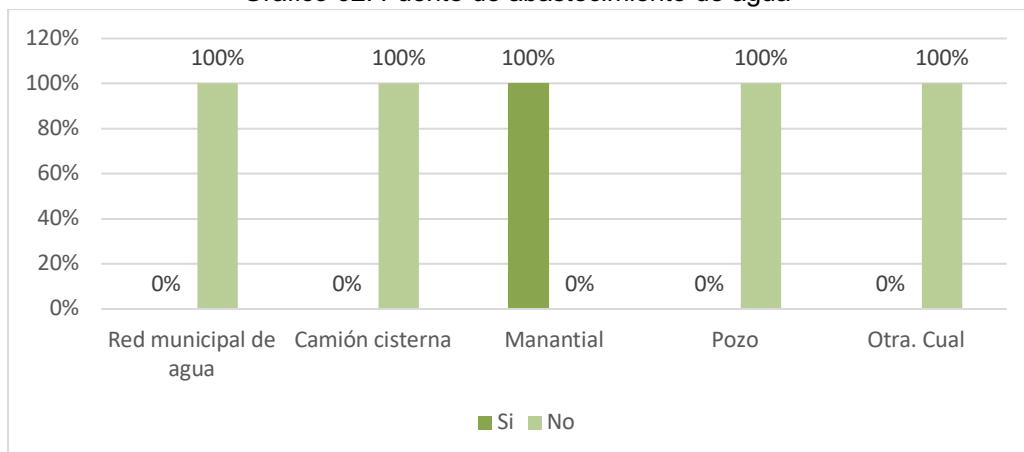


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.3.2 Componente de abastecimiento

San Juan extrae agua del manantial para sus actividades, lo que genera una fuerte presión para el recurso, ya que, siendo la única fuente, está expuesto a un aprovechamiento irracional si no se toman las medidas necesarias (Gráfico 62)

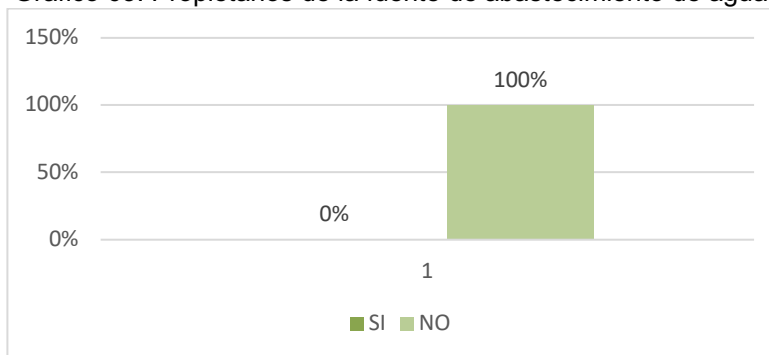
Gráfico 62. Fuente de abastecimiento de agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Para esta localidad, ningún encuestado es dueño de la fuente, esto puede reflejar que no se tiene conocimiento específico acerca del manejo del manantial (Gráfico 63).

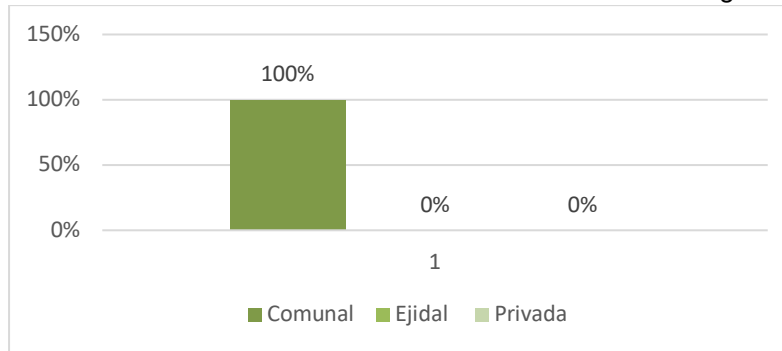
Gráfico 63. Propietarios de la fuente de abastecimiento de agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El tipo de tenencia del manantial es comunal, lo cual reitera el 100% de los usuarios encuestados; lo que deja en manos de la comunidad las decisiones del manantial (Gráfico 64).

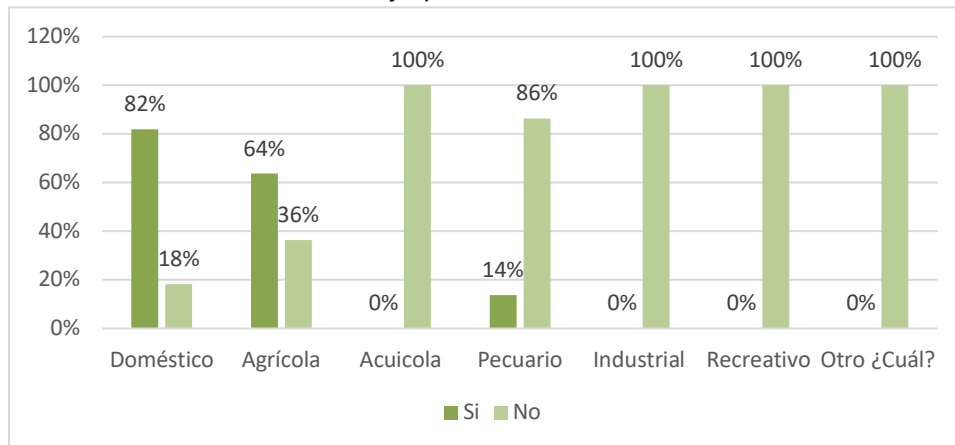
Gráfico 64. Tenencia de la fuente de abastecimiento de agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Los usuarios señalaron tres tipos de aprovechamiento del manantial, estos son: doméstico (82%), agrícola (64%) y pecuario (14%). Al igual que en el caso de la cabecera municipal, un porcentaje muy bajo corresponde a un uso pecuario. Sin embargo, el manantial tiene fuerte presión por el aprovechamiento que se le da; esto a largo plazo se verá reflejado tanto en la calidad como cantidad del agua de la fuente (Gráfico 65).

Gráfico 65. Uso y aprovechamiento del manantial



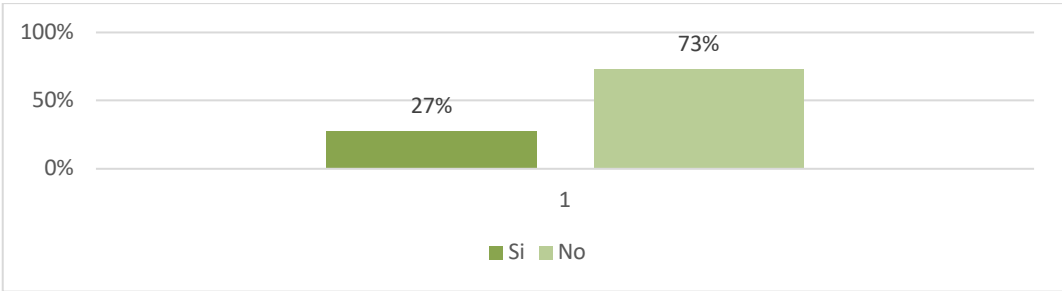
Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Los usuarios no tienen conocimiento de cuantos litros diarios se extraen de agua del manantial, puesto que es un dato difícil de identificar si no se tiene un control

en cuanto a la explotación del líquido. Esto describe una fuerte presión y denota la mala gestión que tiene el agua en la localidad.

A falta de conocimiento en estos temas, sólo el 27% de los usuarios paga por el aprovechamiento del líquido, mientras que el 73% se deslinda completamente de esta cuota (Gráfico 66).

Gráfico 66. Usuarios que pagan y los que no pagan por usar el agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Las cuotas por el agua siempre son un tema controversial en la sociedad, curiosamente, en San Juan, los usuarios reflejaron un 50% de rechazo, así como un 50% de aceptación a lo que pagan mensualmente por el agua. Sin embargo, esto difícilmente concuerda con las respuestas en cuanto a la infraestructura para el aprovechamiento del líquido; el 82% con una respuesta positiva y 18% negativa (Gráfico 67 y 68). Esta infraestructura a base de cisterna, depósito, pileta o tinaco es gestionada por los encargados del manantial.

Gráfico 67. Acuerdo en pagar el agua mensualmente

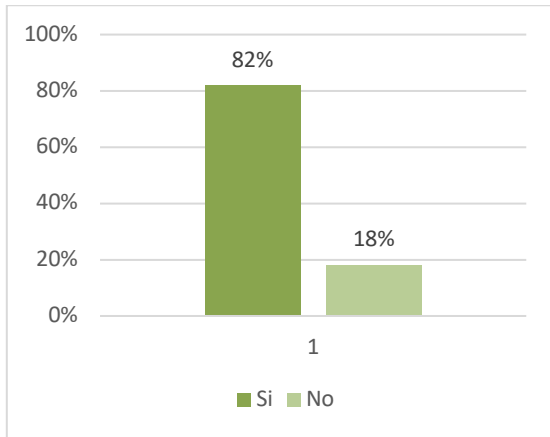
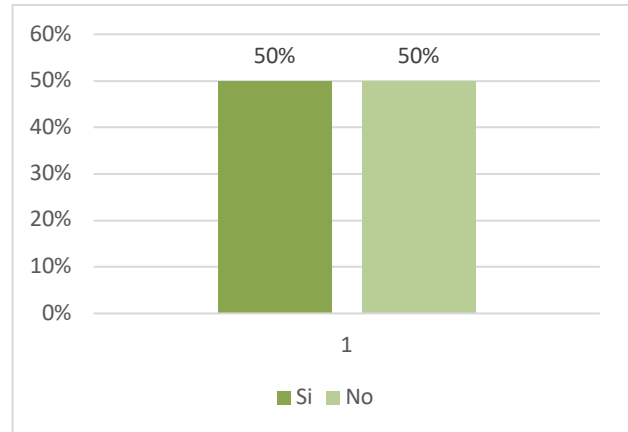


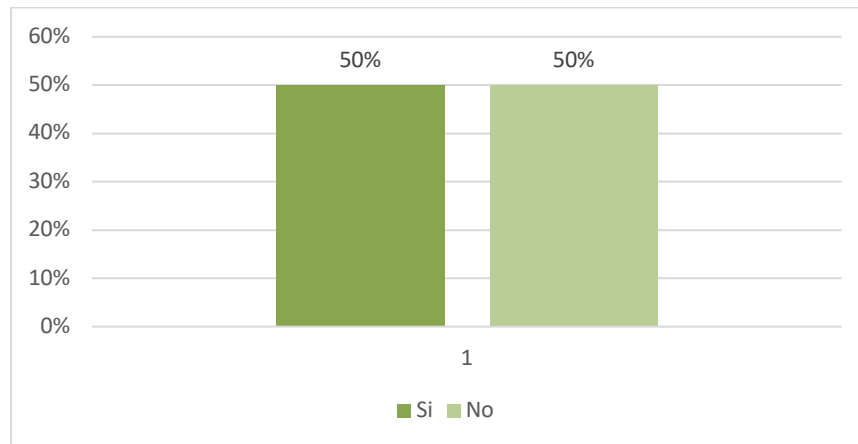
Gráfico 68. Infraestructura eficiente. Extracción-aprovechamiento



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Por otro lado, el 50% de la población describe la falta de mantenimiento a la infraestructura, el otro 50% considera que tiene un mantenimiento constante, sin embargo, esto da pauta a considerar una mala gestión de los recursos económicos recabados por el agua. (Gráfico 69).

Gráfico 69. Acuerdo de las acciones de mantenimiento por la administración

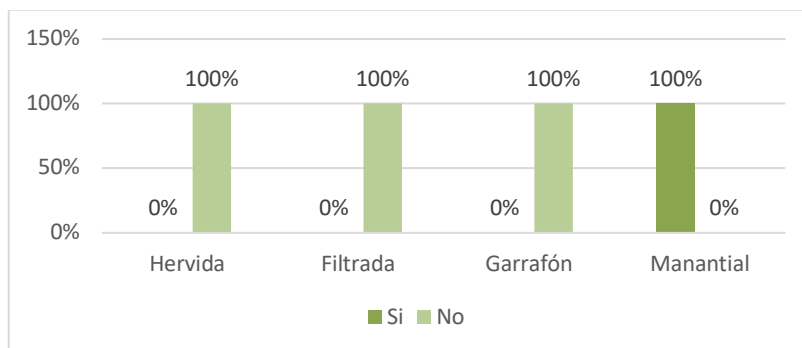


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.3.3 Componente de abastecimiento no municipal

En San Juan, el consumo de agua es directo del manantial, es decir, que beben directo de la llave (Gráfico 70).

Gráfico 70. Fuente del agua que beben los usuarios



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El 9% de los usuarios compra agua embotellada, además que el 14% gasta aproximadamente en agua alrededor de 100 pesos mensuales (Gráfico 71 y 72)

Gráfico 71. Compra de agua en litros

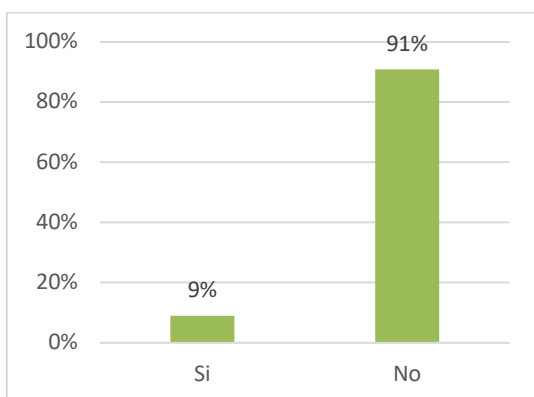
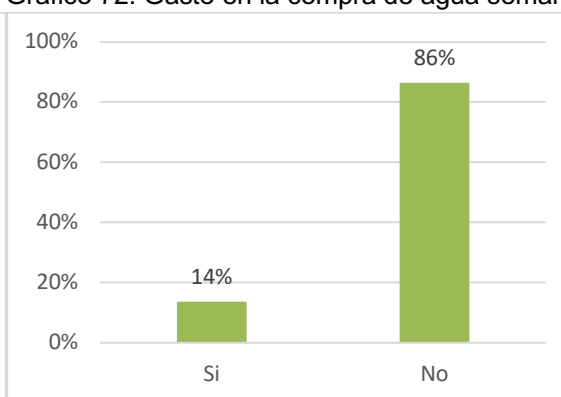


Gráfico 72. Gasto en la compra de agua semanal/mes



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.3.4 Componente de zona de recarga

El 82% de los usuarios coincide en que el porcentaje de la masa forestal de la región ha disminuido. El 53% opina que la problemática radica en la tala ilegal; el 31% no sabe la causa y el 16% a causa de los incendios forestales en la región.

Gráfico 73. Acuerdo en abundancia de masa forestal en la región

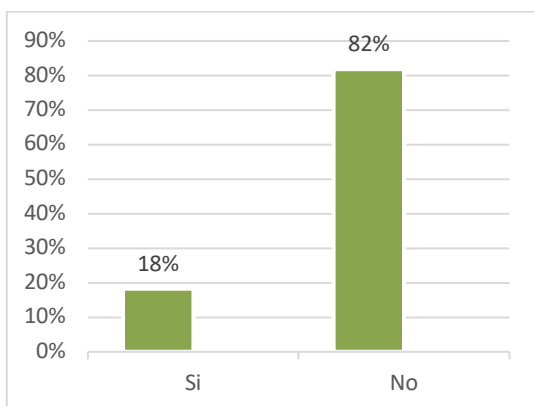
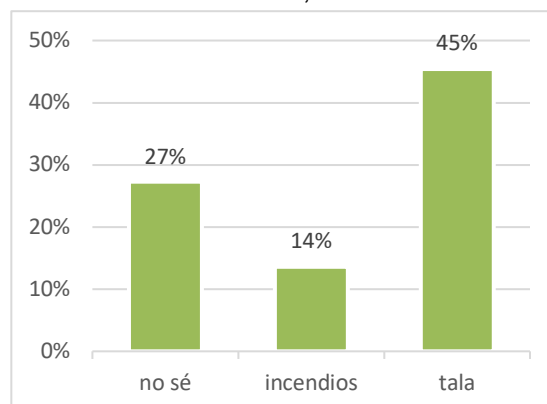


Gráfico 74, Pérdida de árboles

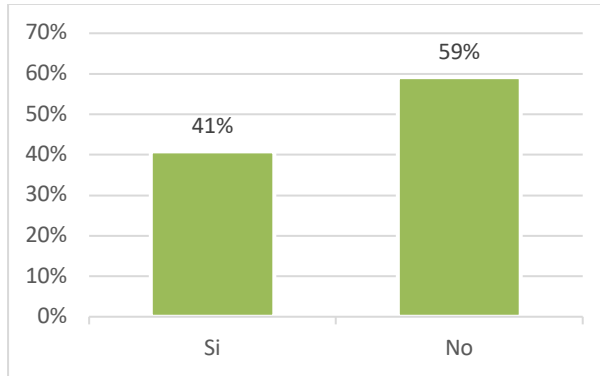


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

En cuanto al cambio del paisaje se refiere, sólo el 41% ha detectado cambios en su entorno, el 59% restante considera lo contrario. No obstante, a la tala ilegal y los incendios, la población de San Juan no percibe daños significativos al medio (Gráfico 75).

Algunos de los motivos de esta modificación son: contaminación, pérdida del bosque, el abandono del campo y, el más preocupante, el no estar involucrados con su entorno.

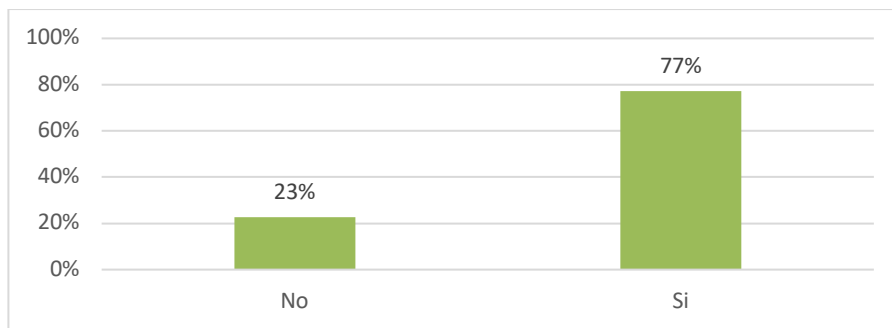
Gráfico 75. Percepción sobre cambio de paisaje



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

No obstante, a la carente percepción ciudadana sobre su medio, el 23% de los usuarios describe una disminución del brote natural del agua del manantial (Gráfico 76); esto es un indicador preocupante para el estado de la fuente, y aunque el 77% restante afirme lo contrario, se debe tomar en cuenta para futuras acciones de conservación del agua.

Gráfico 76. Acuerdo sobre brote natural del manantial

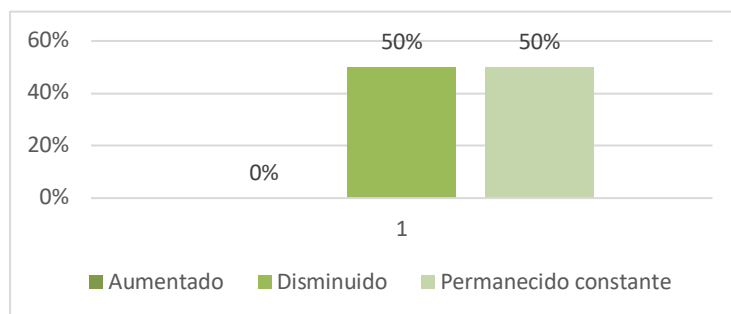


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.3.5 Componente de saneamiento

El componente de saneamiento refleja los temas de calidad y cantidad de agua de la fuente, el 50% de los usuarios entrevistados coinciden en que el agua del manantial ha disminuido en los últimos 10 años, mientras que el otro 50% considera que ha permanecido constante (Gráfico 77).

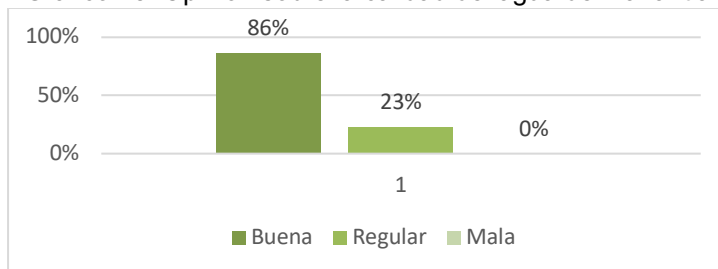
Gráfico 77. Opinión sobre las variaciones del agua del manantial en los últimos 10 años



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

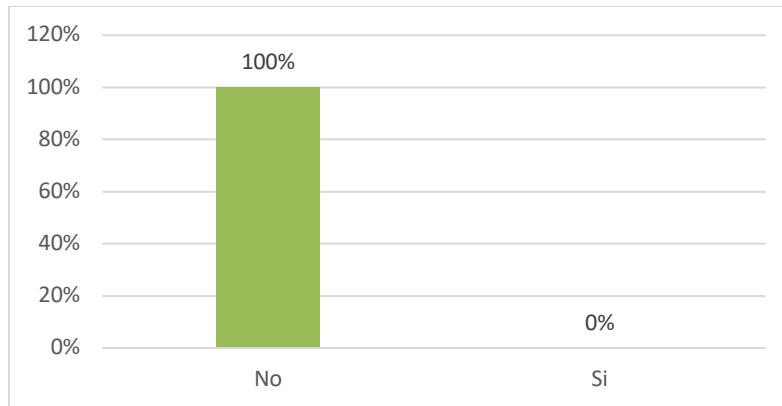
Aunado a esto, la percepción de disminución del líquido no ha sido factor del deterioro en cuanto a la calidad del agua, ya que el 91% de los encuestados considera buena la calidad del mismo, y sólo el 14% de forma regular (Gráfico 78). Ninguno de los usuarios ha presentado enfermedades a causa de beber u usar el agua del manantial para sus actividades, esto refleja un buen estado del mismo (Gráfico 79).

Gráfico 78. Opinión sobre la calidad del agua de manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

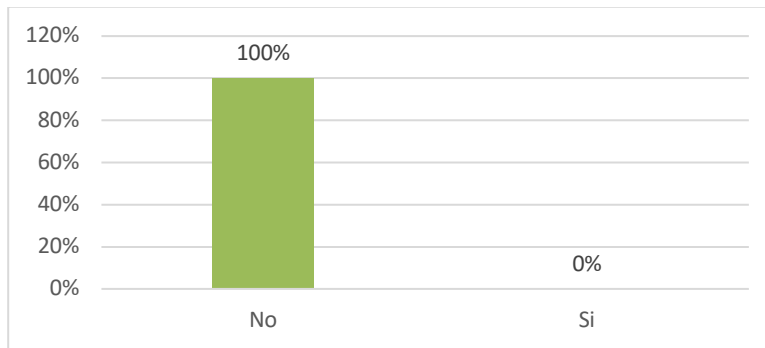
Gráfico 79. Opinión sobre incidencia de enfermedades por consumir el agua de manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

La población de la localidad de San Juan no percibe ningún tipo de señales de eutrofización o contaminación de la fuente; el 100% señala que se encuentra en buen estado (Gráfico 80)

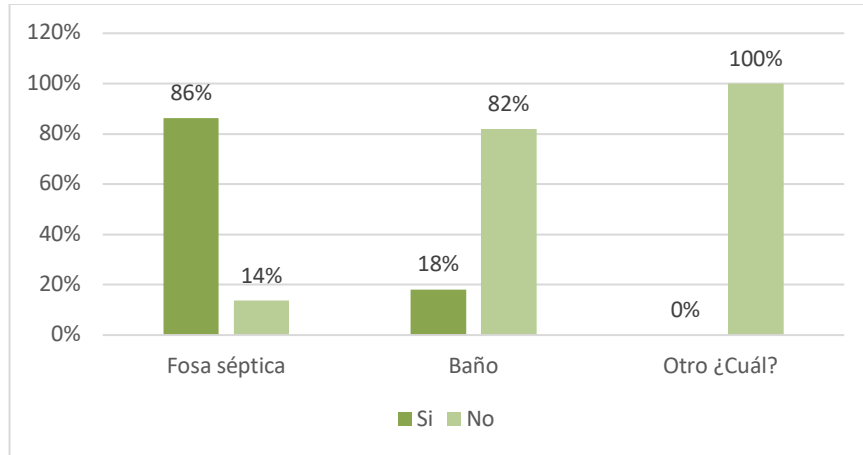
Gráfico 80. Percepción sobre incidencia de turbidez, malos olores, vegetación acuática en el manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El sistema sanitario que predomina en San Juan es la fosa séptica, esto habla de graves problemas ambientales para las aguas subterráneas si no se tiene un uso adecuado de este sistema; sólo el 18% cuenta con baño tradicional (Gráfico 81).

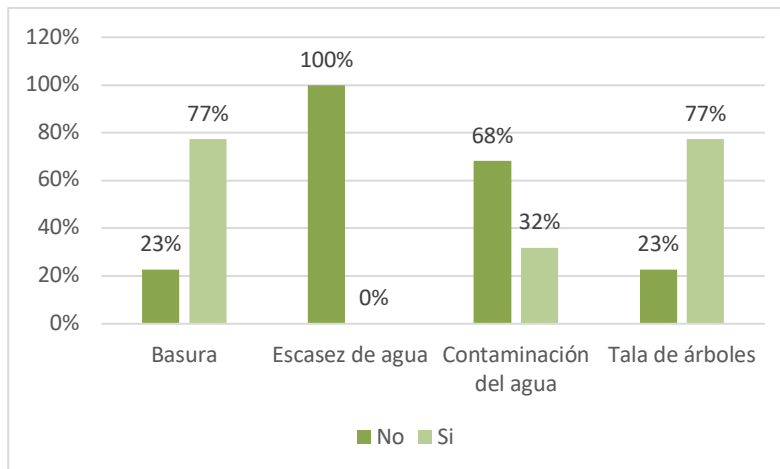
Gráfico 81. Disponibilidad en la vivienda de fosa séptica, baño, otro



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Los problemas ambientales más destacados por la población es la tala de arboles (77%) y la basura (77%) y un porcentaje mínimo de contaminación del agua (32%). Esto a largo plazo puede traer consecuencias graves para la integridad del manantial y la población en general (Gráfico 82).

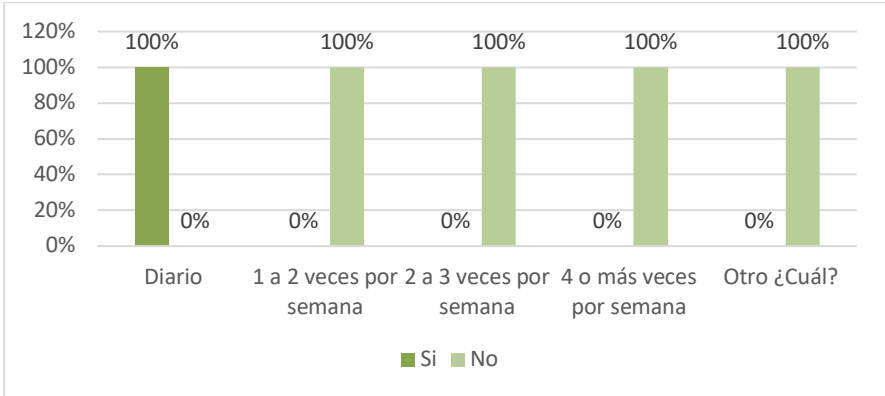
Gráfico 82. Problemas ambientales principales en la región



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

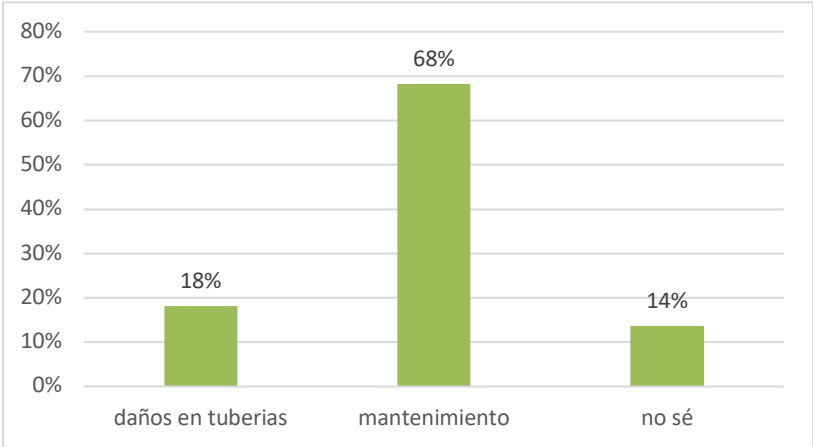
El 100% de los usuarios concuerdan que las familias cuenta diariamente con agua en sus vivienda (Gráfico 83). Algunas de las razones por las cuales no llegase haber agua en las viviendas son: mantenimiento y daños en las tuberías, sin embargo los usuarios recalcan que esto no sucede con frecuencia.

Gráfico 83. Frecuencia de la disponibilidad de agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Gráfico 84. Causas por las que falta agua

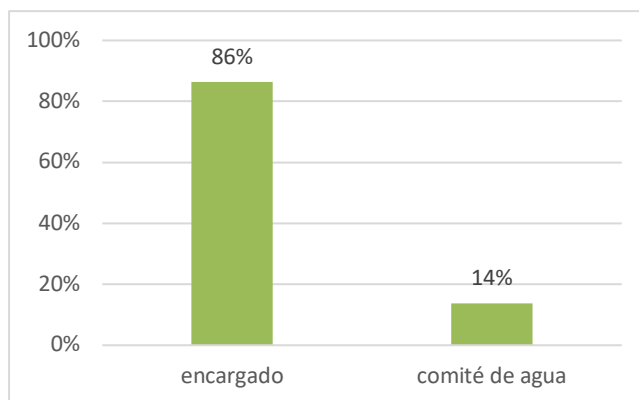


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.3.6 Componente de gobernanza

Para el caso de San Juan, el responsable de la administración del manantial es un encargado, afirmación por parte del 86% de los encuestados; sin embargo, el 14% refiere a un comité de agua, que de igual forma está compuesto por diversos gestores del agua (Gráfico 85).

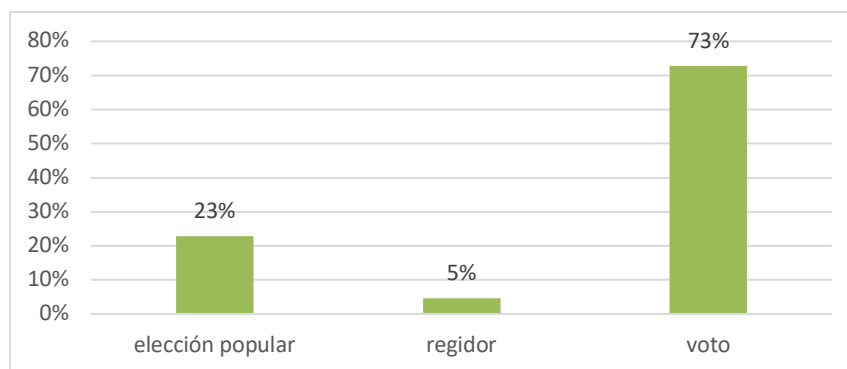
Gráfico 85. Quien dirige, administra y decide sobre el agua del manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

La autoridad designada para la toma de decisiones sobre el manantial, se elige por medio del voto, así lo señaló 73% de los entrevistados, el 23% la elección popular, que es lo mismo que el voto y, por ultimo, un 5% a un regidor (Gráfico 86).

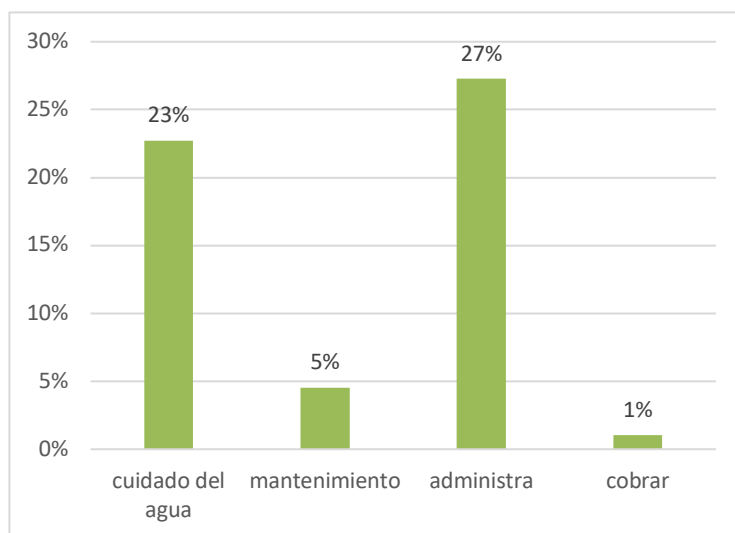
Gráfico 86. Cómo se designa la autoridad que decide sobre el uso del agua del manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El gestor en la región se encarga de la administración del líquido (27%), el cuidado (23%), mantenimiento (5%) y el cobro de las cuotas por el agua (Gráfico 87).

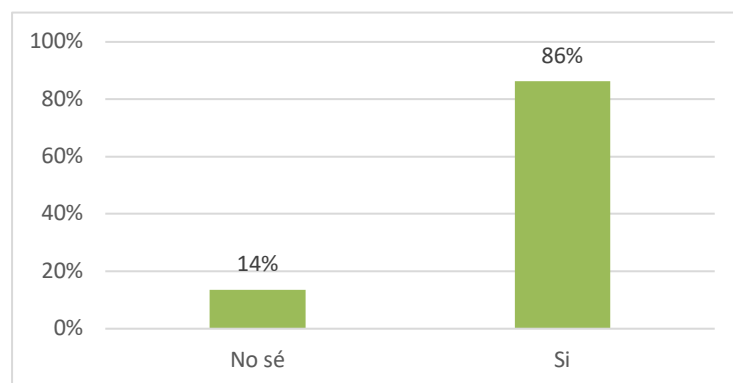
Gráfico 87. Funciones de la autoridad responsable del manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El 86% de los usuarios aseguran una independencia total del gobierno municipal, mientras que el 14% colude a la administración tratar asuntos relacionados con el agua en conjunto con el sector público (Gráfico 88).

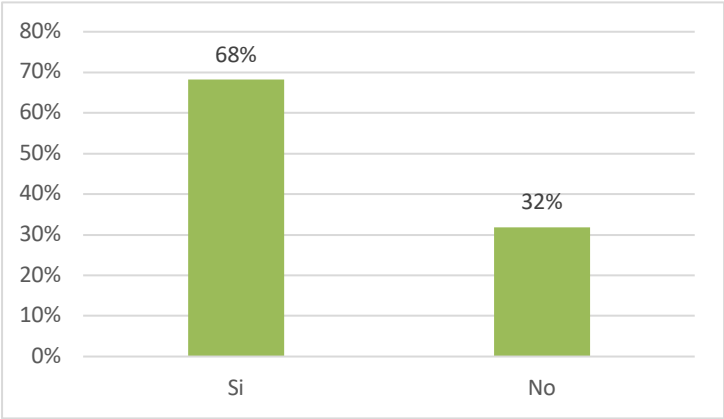
Gráfico 88. Independencia de la autoridad responsable del manantial del delegado o gobierno municipal.



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El 68% de los usuarios también confirma que existe un reglamento para el uso y conservación del manantial; el 32% restante afirma no existe (Gráfico 89).

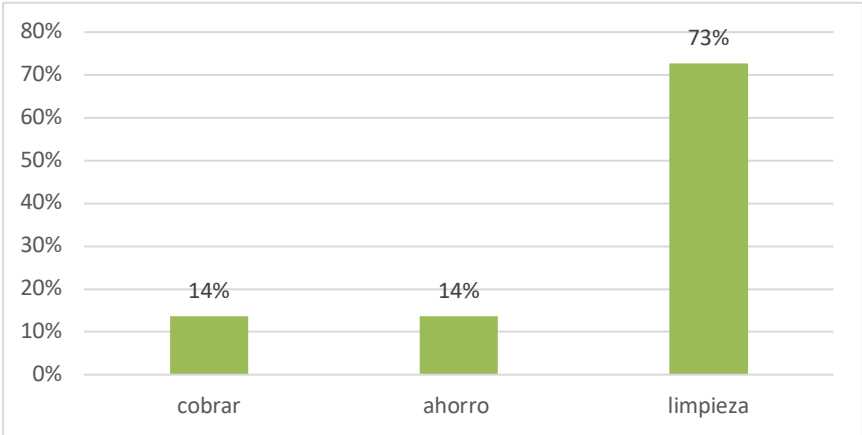
Gráfico 89. Cuentan con reglas para usar y conservar el manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Este reglamento busca la limpieza, que es lo mismo que mantenimiento (73%), la cobranza (14%) y el ahorro del líquido (14%), según los usuarios encuestados (Gráfico 90).

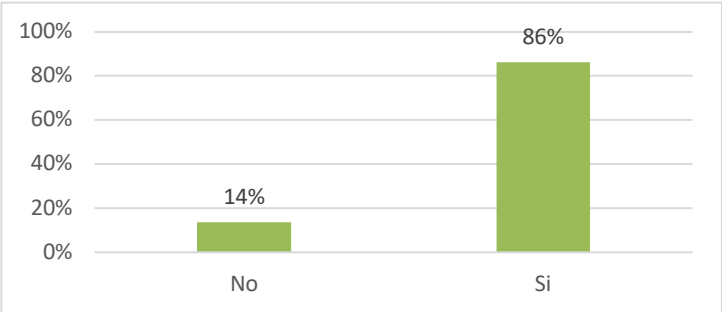
Gráfico 90. Cuáles son las reglas de uso y conservación del manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Los usuarios coinciden en que la gestión del agua es mejor deslindada del sector público, con el 86% de aprobación, mientras que el 14% desconoce del caso, ya que nunca han presentado otro tipo de administración que no sea de la comunidad (Gráfico 91).

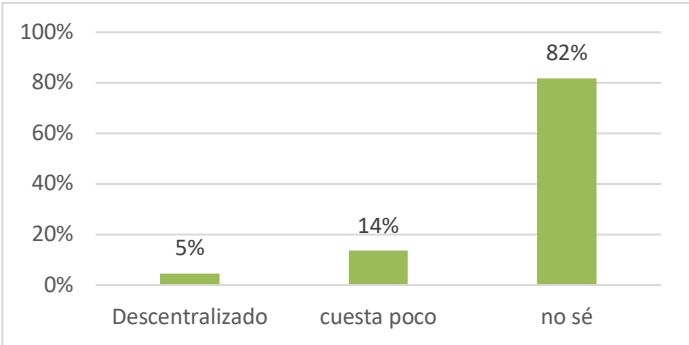
Gráfico 91. Opinión sobre mejor aprovechamiento del manantial, deslindado del sector público



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Esta aseveración no tiene buena conjetura entre los usuarios, ya que el 82% desconoce el motivo por el cual creen que es mejor la administración deslindada del sector público, siendo que nunca han tenido un acercamiento con otro tipo de gestión; el 14% considera que es porque cobran poco, y el 5% por la descentralización del recurso. (Gráfico 92).

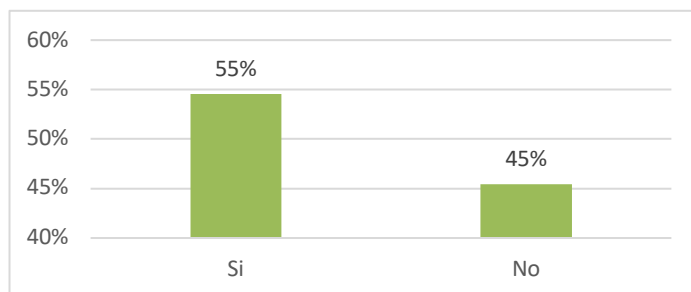
Gráfico 92. Razones que explican mejor aprovechamiento, deslindado del sector público



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

En cuanto a la inclusión del sexo femenino en la toma de decisiones, el 55% de los usuarios consideras importante el rol de la mujer, mientras que el 45% opta por una respuesta negativa. La población femenina entrevistada para esta localidad fue de 9 usuarios, por ende, denota una importante perspectiva de género con el agua (Gráfico 93).

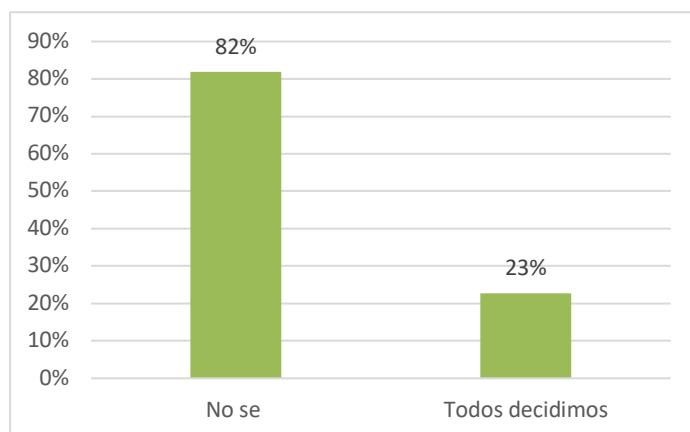
Gráfico 93. Opinión sobre la importancia del rol de la mujer en toma de decisiones sobre el agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

A pesar de la respuesta positiva a la inclusión femenina, el 82% no sabe el motivo de su respuesta; el 23% restante considera importante la decisión de todos (Gráfico 94).

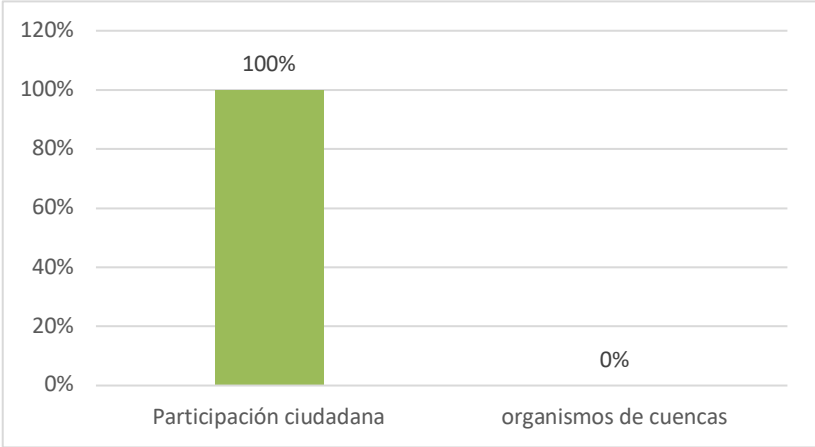
Gráfico 94. Razones de la importancia del rol de la mujer en la toma de decisiones



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

En la localidad el uso y la toma de decisiones del manantial ha generado participación ciudadana, misma que se refleja en el 100% de las encuestas aplicadas (Gráfico 95).

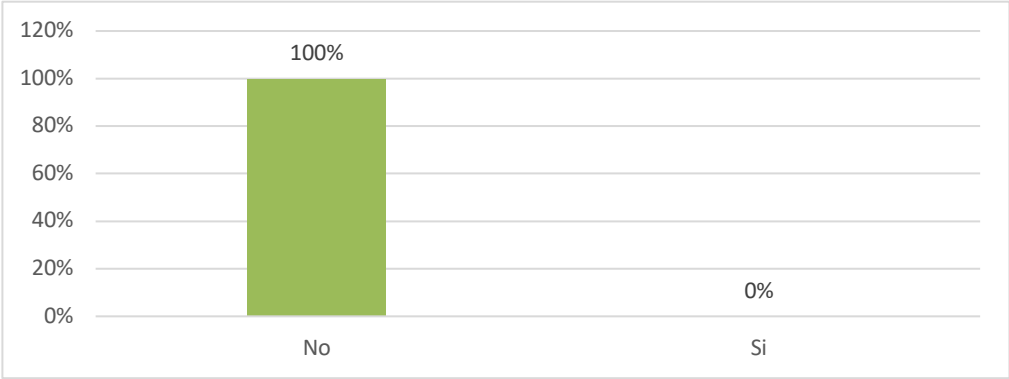
Gráfico 95. Inclusión y participación ciudadana



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

No obstante, esto no se ve reflejado en el conocimiento de planes, programas o proyectos que se han desarrollado a favor del manantial, con un 100% de desconocimiento a estos temas (Gráfico 96).

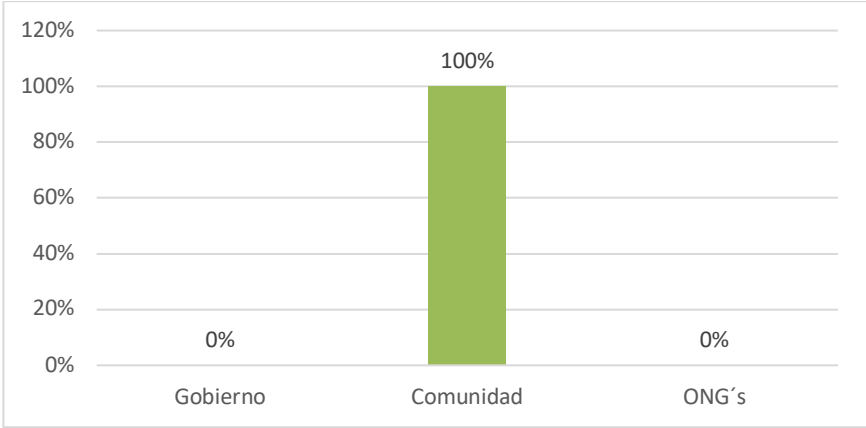
Gráfico 96. Conocimiento de plan programa o proyecto de agua y saneamiento en el manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Sin embargo, el 100% ratifica que, de tener planes, programas o proyectos, son desarrollados por la comunidad (Gráfico 97).

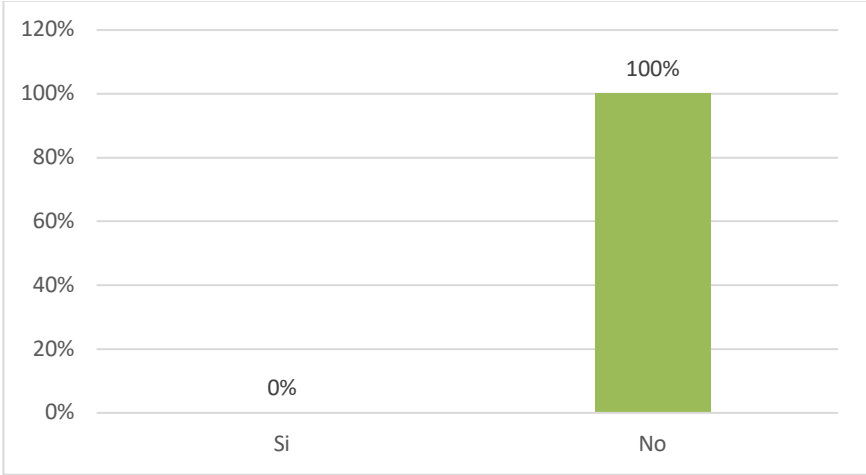
Gráfico 97. Responsables de desarrollar los planes y proyectos sobre el agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Por otra parte, ninguno de los usuarios ha sido parte de estos programas, planes o proyectos, asegurando que nunca han participado (Gráfico 98).

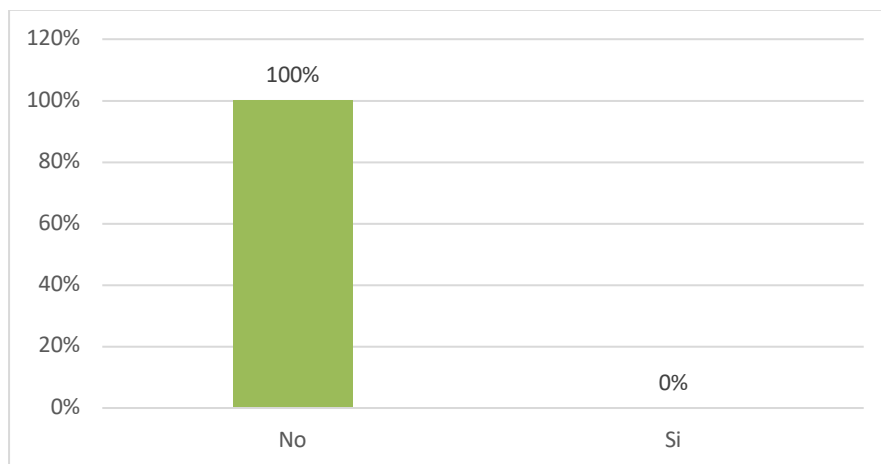
Gráfico 98. Participación de los usuarios en programas o proyectos de agua o saneamiento



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Por ende, no consideran que han sido tomados en cuenta para las nuevas políticas y/o modificaciones entorno al aprovechamiento del manantial (Gráfico 99).

Gráfico 99. Opinión sobre la inclusión de los usuarios en planes o proyectos de agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Esto descrito por diversos motivos, de los cuales destacan: la falta de información de las reuniones, conflictos, restricción de la opinión pública y la carente resolución de dudas por parte de los encargados. Sin embargo, al 77% de los usuarios no le interesa ser parte de dichos planes, programas o proyectos (Gráfico 100).

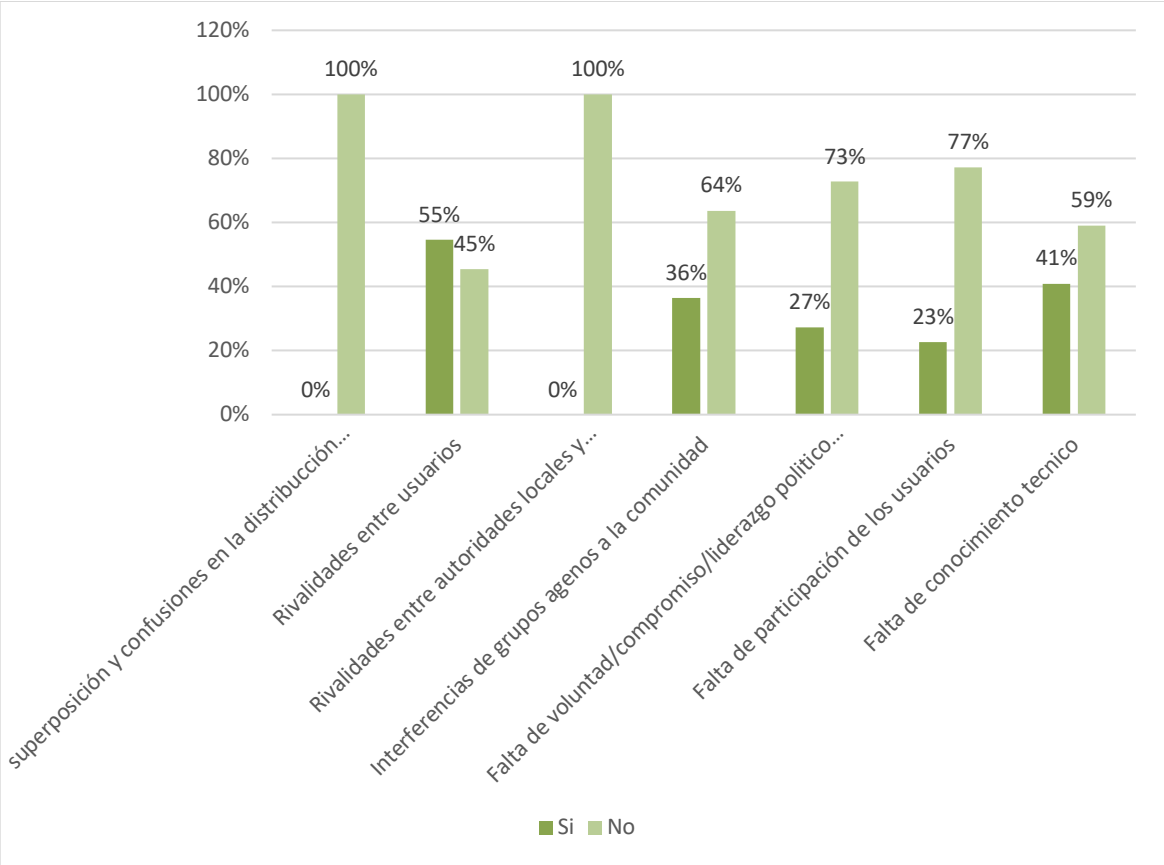
Gráfico 100. Motivos por los que los usuarios participan o no lo hacen



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Las razones más usuales, según los usuarios, que impiden el uso racional del agua se refiere a las rivalidades que existe entre los usuarios (55%), la falta de conocimiento técnico (41%), interferencias de grupos ajenos a la comunidad (36%), la falta de voluntad (27%) y la falta de participación (23%). Esto describe que existen fuertes conflictos entre usuarios sobre las decisiones del agua, lo que pone en riesgo a largo plazo una buena administración (Gráfico 101).

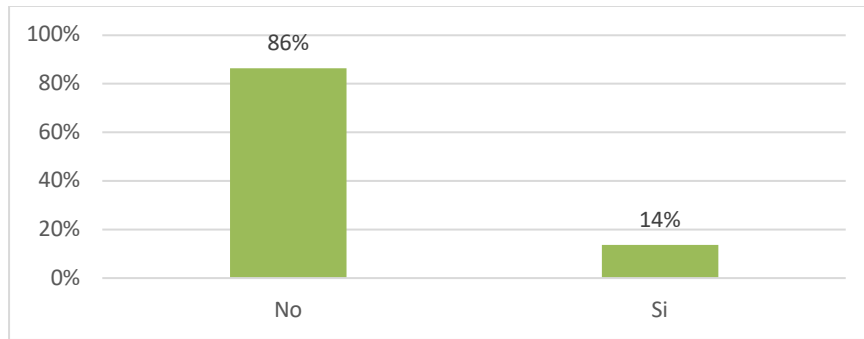
Gráfico 101. Obstáculos para una coordinación eficaz del uso y conservación del agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Algun indicador de las rivalidades que se describen en la gráfica anterior, puede ser provocado por repartir el agua con otra comunidad, aunque no sea representativo (14%), algunos usuarios reportan que se comparte el agua con otra comunidad (Gráfico 102).

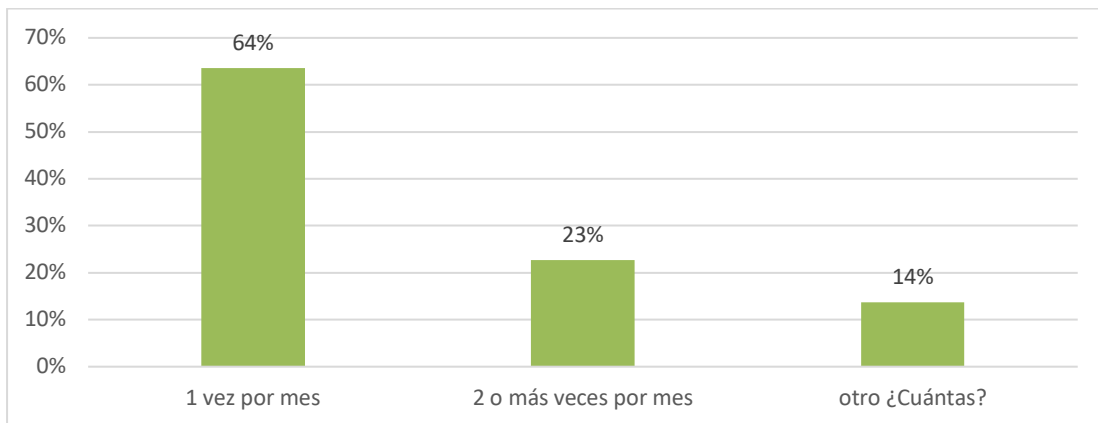
Gráfico 102. La comunidad comparte el agua de manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Las reuniones para tratar asuntos relacionados con la fuente una vez por mes con el 64%, afirmación por parte de los usuarios, el 23% describe 2 o más veces por mes y el 14% de manera espontánea, es decir, no hay una temporalidad fija (Gráfico 103).

Gráfico 103. Frecuencia de reuniones para los asuntos del manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Los usuarios encuestados no están de acuerdo con los medidores de agua, ya que aseguran que de implementar este tipo de medidas, se les cobrara más o no se les dejara usar el agua que ellos necesitan para sus actividades, sin embargo,

un alto porcentaje (91%) de la población no le interesaría esta herramienta (Gráfico 104 y 105).

Los usuarios y las autoridades (refiriéndose a los administradores) son los encargados de recabar las cuotas del aprovechamiento del manantial (Gráfico 106).

Gráfico 104. Acuerdo con el medidor de agua

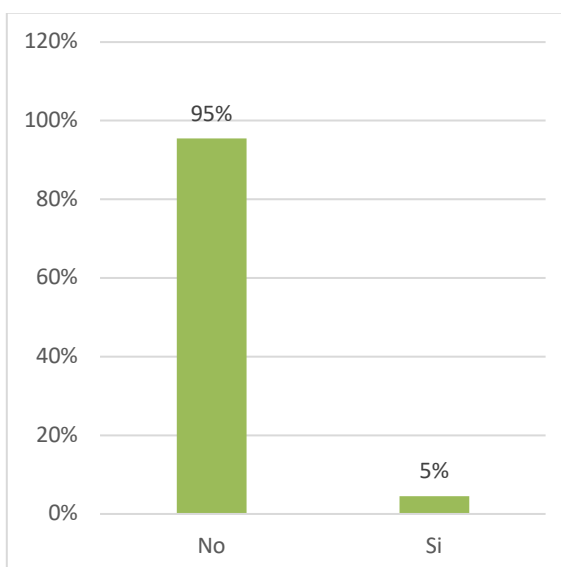


Gráfico 105. Cuáles son las razones

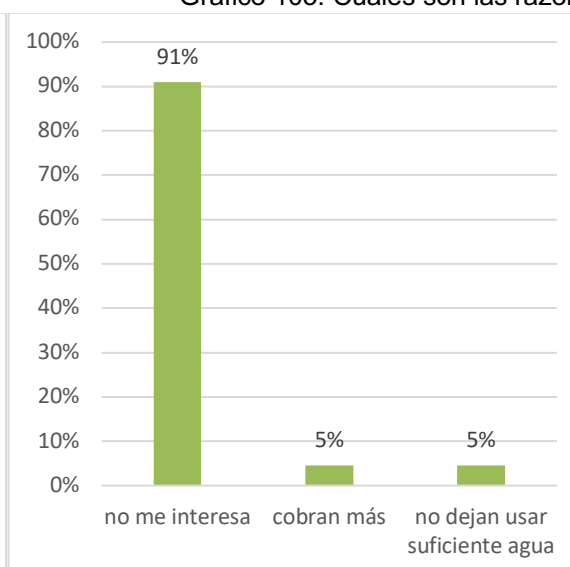
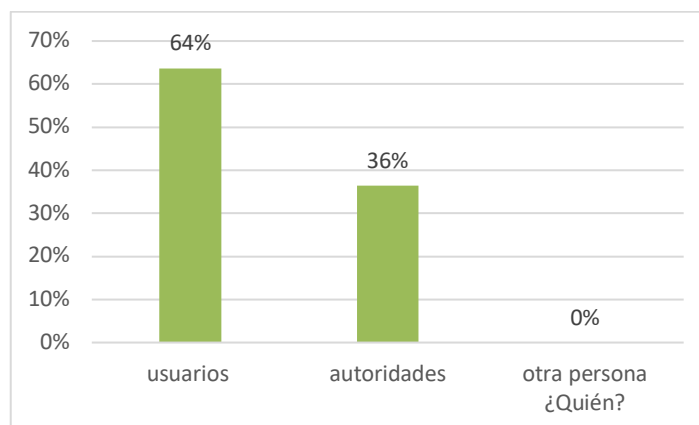


Gráfico 106. Instancia que administra los fondos de pagos de agua

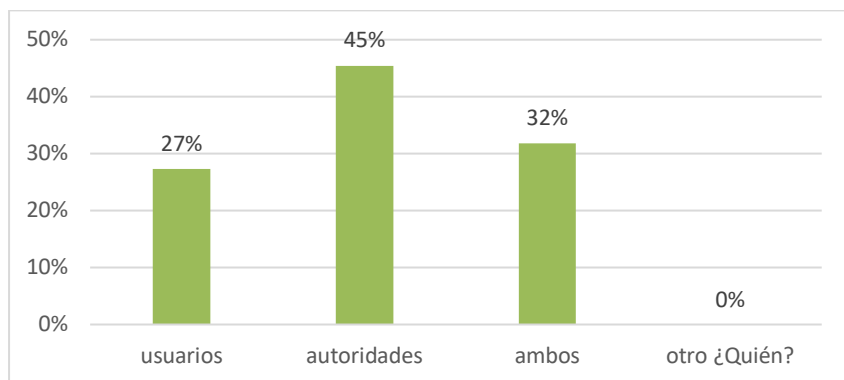


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.3.7 Componente del cuidado del agua

Los usuarios arrojan una alta responsabilidad entorno al cuidado del agua por parte de las autoridades con un 45%, mientras que el 27% clasifica a los usuarios. El 32% ratifica esta responsabilidad a ambas partes (Gráfico 107).

Gráfico 107. Responsabilidad social en el cuidado del agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El 77% de los usuarios si están preocupados por el agua en un futuro; el 23% no demuestra inquietud ante este escenario. Las razones que exponen los usuarios son: crecimiento poblacional, disponibilidad para el futuro, guerras, bajo rendimiento en la producción del campo, etc. Sin embargo, el 32% no le interesa esta problemática.

Gráfico 108. Preocupación el agua en el futuro

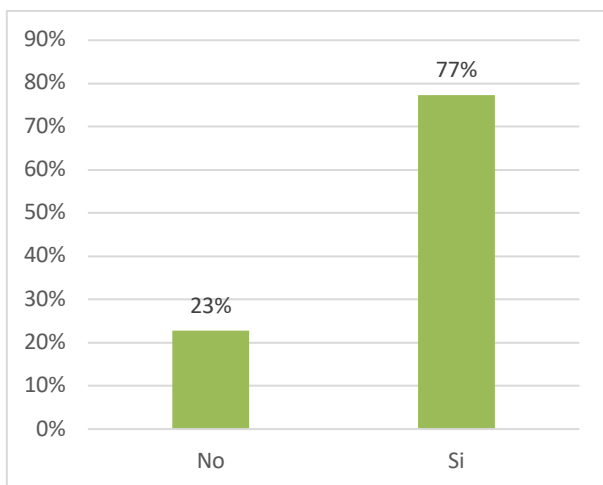
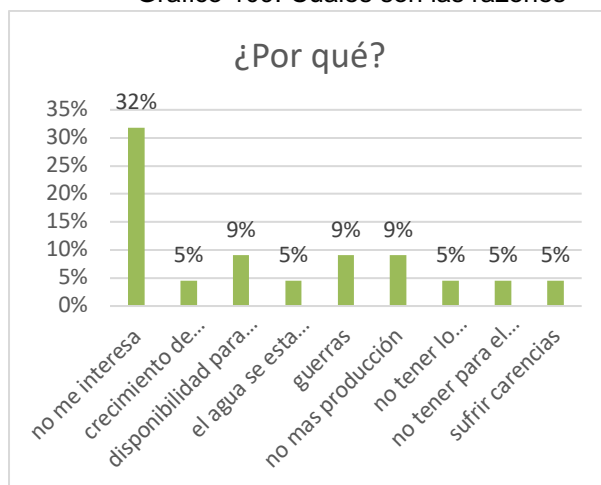


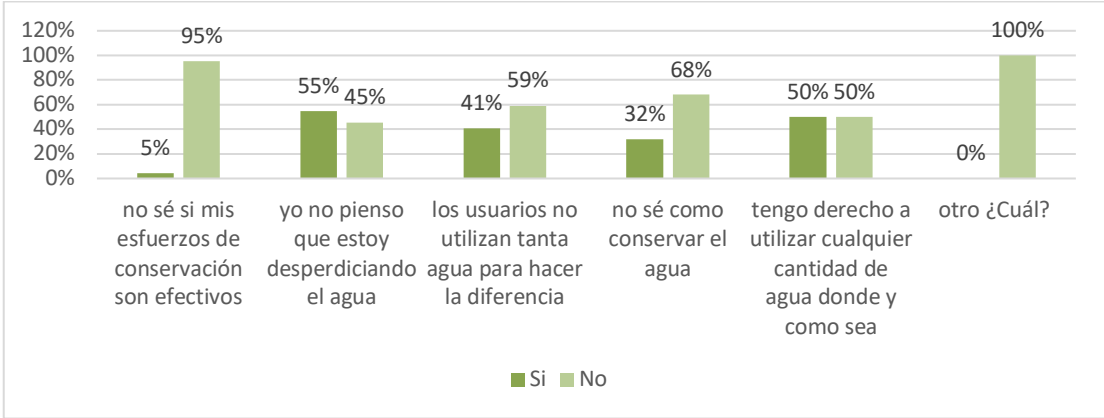
Gráfico 109. Cuáles son las razones



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El conjunto de encuestados expone poca visión de sus acciones de conservación del agua, ya que el 55% considera que no desperdicia el agua significativamente; el 50% manifiesta que tiene derecho a usar el agua necesaria para sus actividades; el 41% no usan tanta agua como para hacer la diferencia y por último, el 32% no tiene conocimiento de cómo conservarla (Gráfico 110).

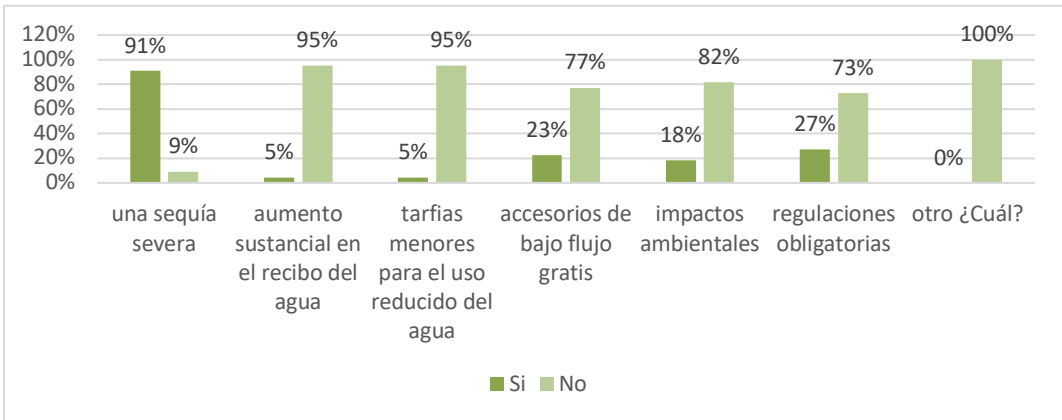
Gráfico 110. Impedimentos para cuidar el agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Los escenarios más relevantes que los motivaría a conservar el agua son: una sequía severa (91%); los impactos ambientales en la región (18%); regulaciones obligatorias por parte de la administración del agua (27%); aumento de cuotas (5%) y recibir tarifas menores por uso reducido del líquido (5%). (Gráfico 111).

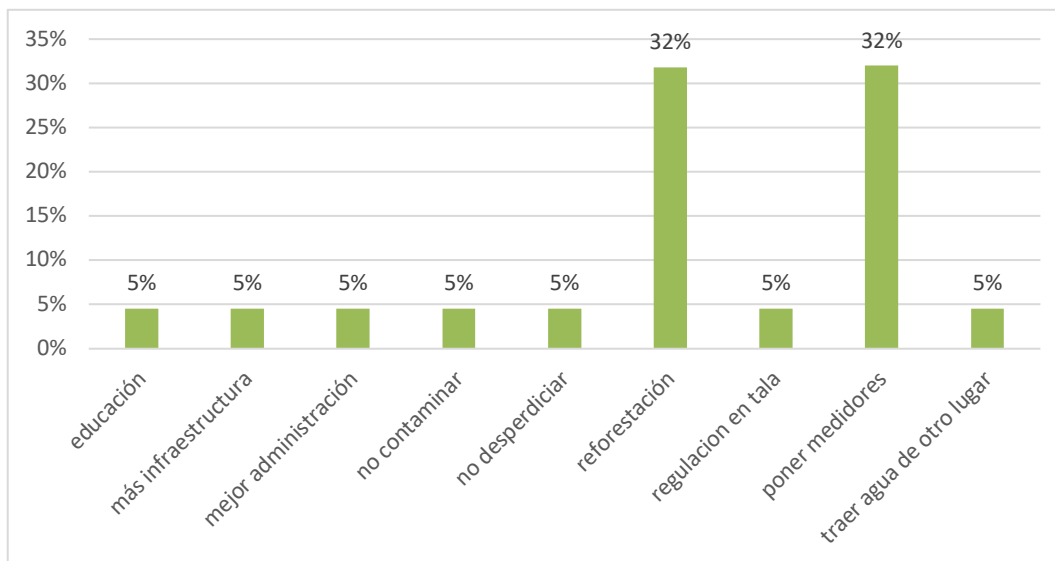
Gráfico 111. Escenarios que motivaría a los usuarios a conservar y cuidar el agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Algunas de las acciones más relevantes que la población considera más importantes ejecutar para conservar el agua son: reforestación, medidores de agua, una mejor administración, no desperdiciar, así como no contaminar el agua, la regulación de la tala, educación ambiental, más infraestructura y el traslado de agua (Gráfico 112)

Gráfico 112. Tipo de actividades que se considera realizar para conservar el agua.



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.3.8 Conclusión

La población de San Juan Amanalco está compuesta por 2,962 habitantes, esto favorece a que la demanda de agua que se extrae por parte del manantial sea alta, ya que la localidad depende completamente de la fuente para la ejecución de sus actividades, estas comprenden un aprovechamiento doméstico, agrícola, pecuario.

La tenencia que describe el universo encuestado es ejidal, lo que otorga una total administración del líquido por parte del ejido, sin embargo, sólo un grupo selecto elegido por una elección popular es quien toma las decisiones.

En cuanto a infraestructura, la localidad carece de servicios como el drenaje, alumbrado público, seguridad, asistencia médica y recolección de residuos, lo que infiere una grave afectación indirecta al manantial, por no contar con una regulación del vertido de las aguas residuales, y una correcta disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial que se generan en la comunidad. San Juan tiene un grado de marginación alto, es decir, que existe un grado de presión equiparable al uso adecuado del agua en la región.

A través del tiempo, San Juan ha sufrido alteraciones en el paisaje a raíz de actividades antropogénicas, por ejemplo, la tala ilegal. A largo plazo, esto afectará de manera directa la recarga del acuífero y, por ende, el brote natural del agua del manantial. Algunos usuarios describen que estas afectaciones ya están siendo evidentes en algunas temporadas del año, lo que genera incertidumbre de la disponibilidad del agua en un futuro.

La calidad del agua del manantial “El Ojo de Agua” sigue en buen estado, confirmado por los usuarios, quienes describen una omisión de indicios de contaminación y mal estado de salud en la población, sin embargo, no está ausente de sufrir daños colaterales a causa de la falta de medidas preventivas por parte de la administración.

La escasa participación activa de la sociedad genera inquietud del buen manejo que se le da al manantial, ya que se desconoce, en gran medida, muchas de las reglas que se manejan entorno al aprovechamiento del líquido, es decir, externa la falta de colaboración del resto de la comunidad. Sin embargo, consideran una mejor gestión del agua por parte del comité que si estuviera vinculada al municipio.

Una de las problemáticas más preocupantes a las que se enfrenta el agua en la localidad, es la falta de educación que evidencia la población, al estar despreocupado por el agua a largo plazo. Esto indica una fuerte vulnerabilidad para la fuente en un futuro si no se toman las medidas preventivas necesarias

para contrarrestar los efectos negativos que los usuarios están influyendo en la seguridad del manantial.

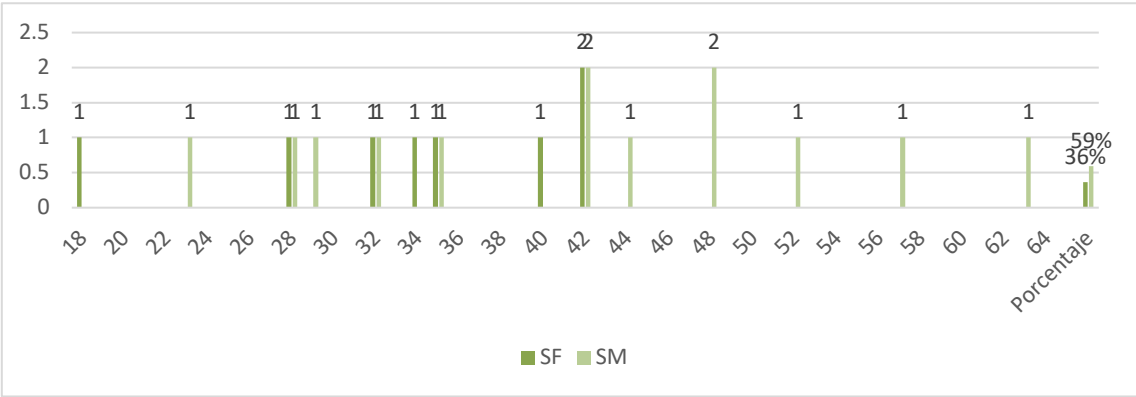
4.4 Resultados San Lucas Amanalco

4.4.1 Componente socio-económico

San Lucas, tiene una población total de 1098; la muestra de esta localidad abarco 11 mujeres y 12 hombres, haciendo un total de 23 usuarios. Esta fue la localidad con mayor número de encuestados, por tener mayor número de viviendas, de las cuales se determinó las muestra.

La distribución de la edad indica una población joven, predomina un rango entre los 20 a los 35 años para el conjunto encuestado. Esta tendencia a largo plazo señala el incremento en la demanda de los recursos para satisfacer las necesidades (Gráfica 113).

Gráfico 113. Distribución por edades de San Lucas Amanalco

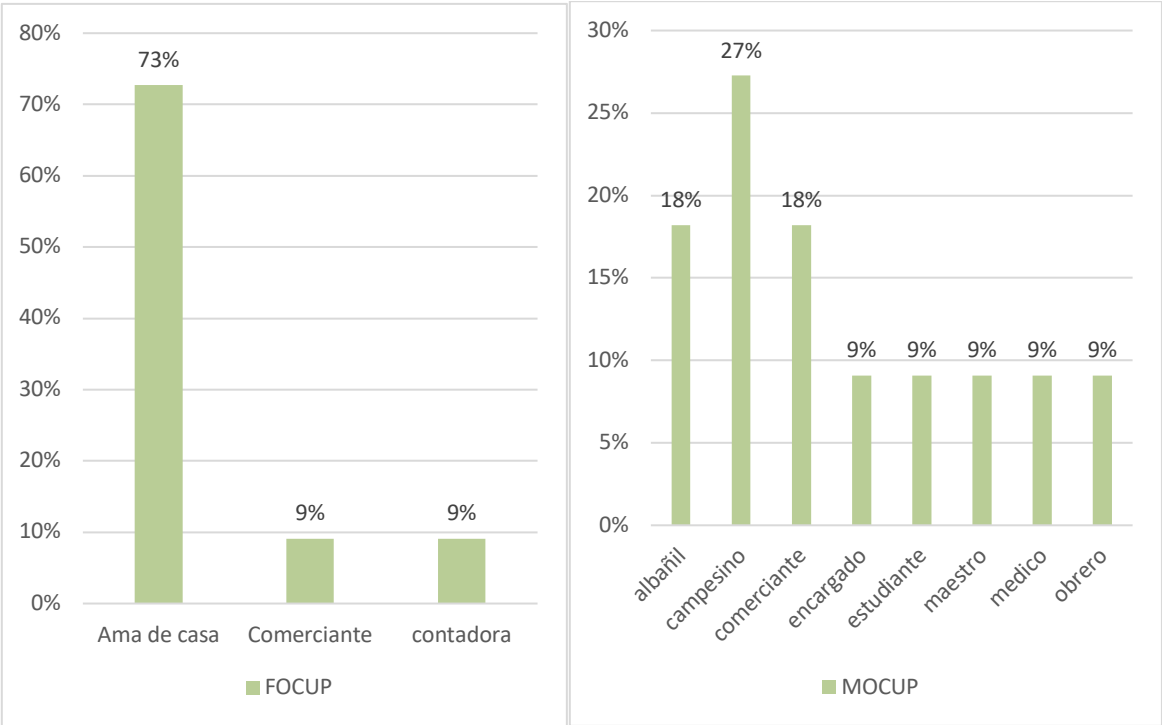


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Dentro de las ocupaciones más destacadas para el sexo femenino, se encuentra el ama de casa con el (76%), las cuales son un fuerte indicador de acercamiento y uso de los recursos para el desarrollo de sus actividades. Por otro lado, para el caso del sexo masculino, sobresalen 3 ocupaciones, que son; albañil (18%), campesino (27%), comerciante (18%). Estas actividades requieren grandes cantidades de agua para llevarse a cabo, que infiere en una gran demanda de

este recurso. Entre otras ocupaciones, resaltan estudiante, maestro, médico, obrero y encargado para la población masculina con 9% (Gráfico 114).

Gráfico 114. Ocupación Femenina y Masculina



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

En cuanto a servicios, San Lucas abarca en gran medida el abastecimiento de los mismos, contando con calles pavimentadas, alumbrado público, asistencia médica, recolección de residuos, escuela, gas, agua entubada, luz y seguridad. A reserva de drenaje, que sólo el 9% de los usuarios justificó tener este servicio en su vivienda.

Sin embargo, esto embona en un indicador positivo para la conservación del agua, (descritos en el gráfico 115 y 116), ya que no existe una fuerte presión por parte de la carencia de estos servicios.

Gráfico 115. Servicios en la vivienda

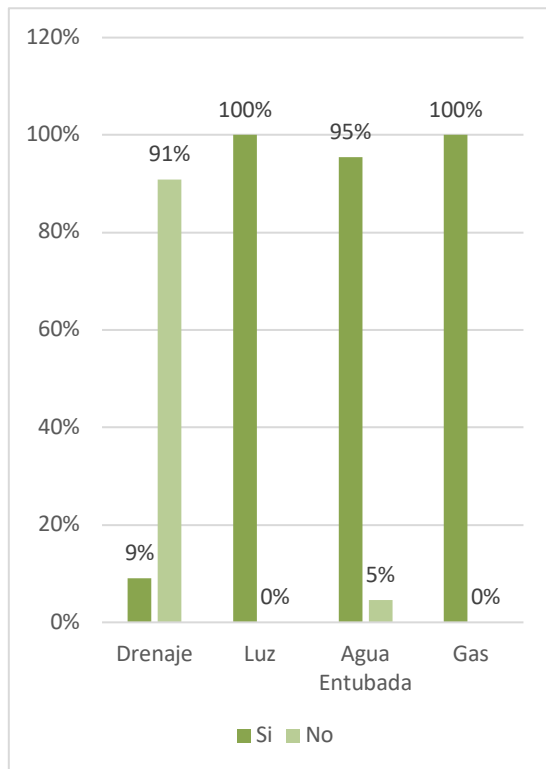
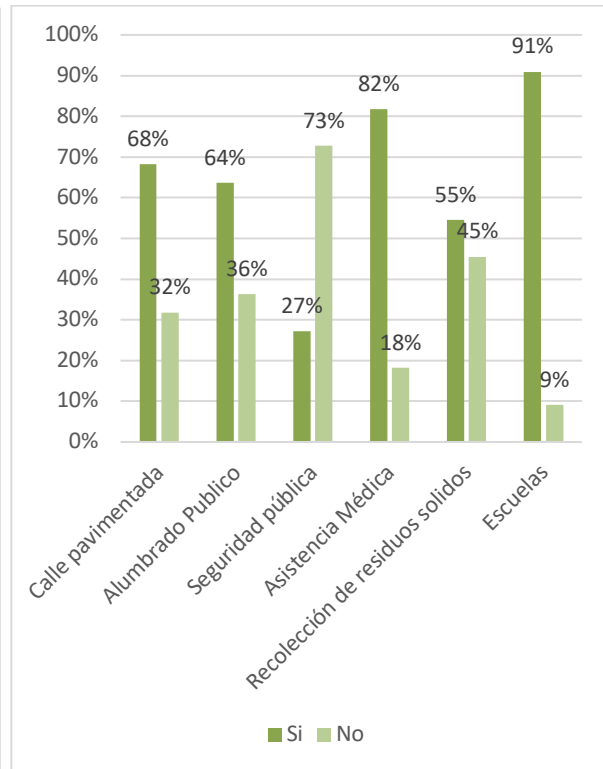


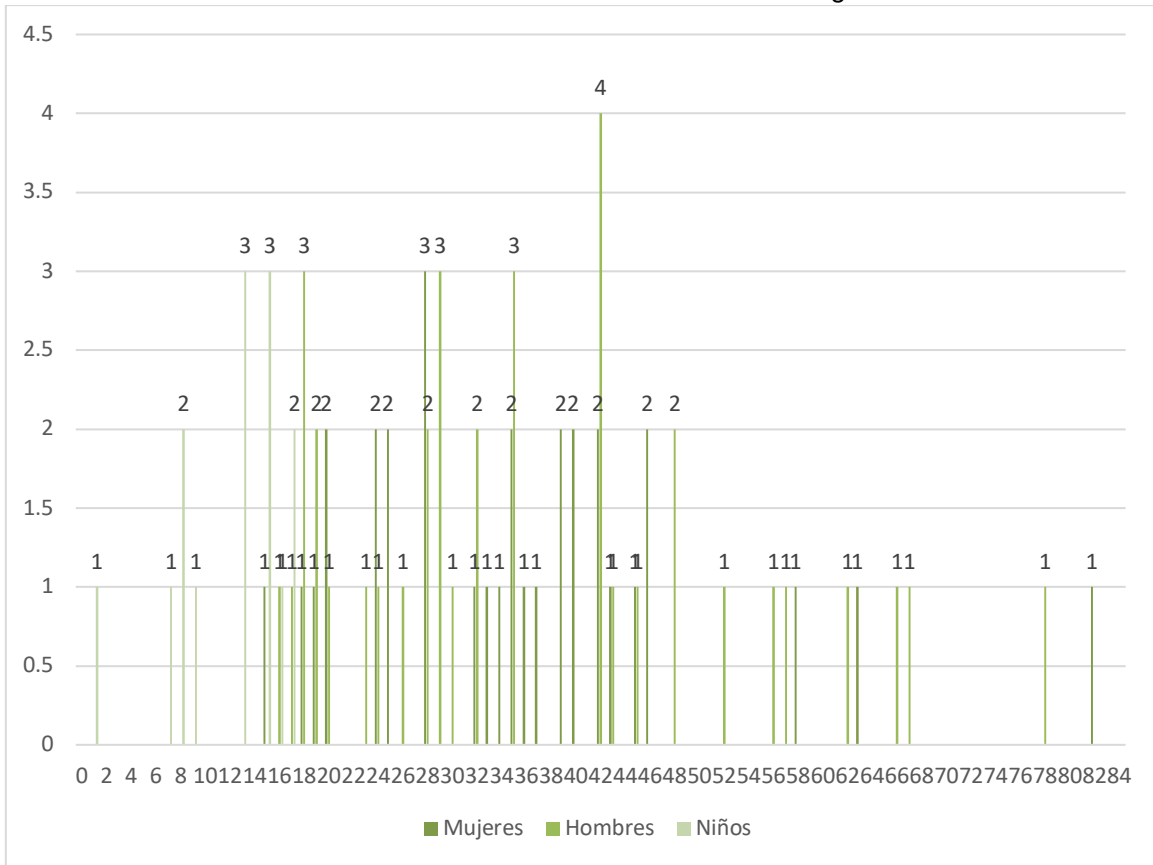
Gráfico 116. Servicios Públicos



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Los escenarios demográficos, proyectan incremento sustancial en la población a largo plazo. En esta localidad tuvo mayor porcentaje de muestra el caso del sexo masculino entre una diferencia mínima con el sexo femenino; también la afluencia de los encuestados iba dirigida hacia edades jóvenes, lo cual generará una problemática social fuerte si no se toman las medidas preventivas necesarias, con políticas encaminadas a población de la tercera edad, que será el sector mayoritario en un futuro (Gráfico 117).

Gráfico 117. Número de habitantes en el hogar

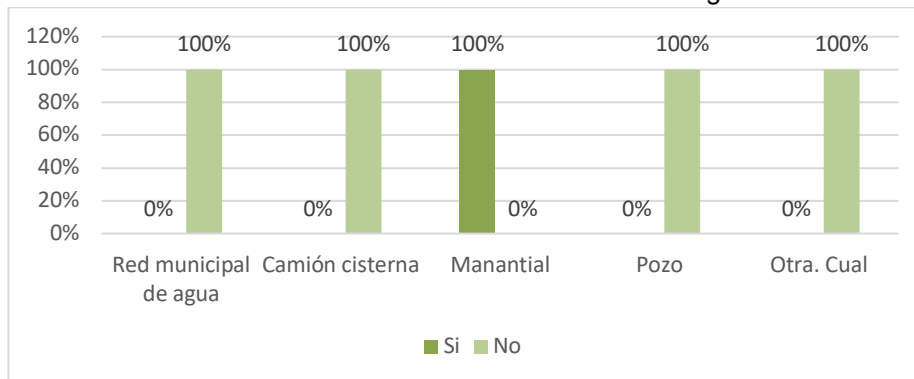


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.4.2 Componente de abastecimiento

Todos los usuarios coinciden en que la extracción del líquido para sus actividades dentro de la localidad proviene de manantial (Gráfico 118).

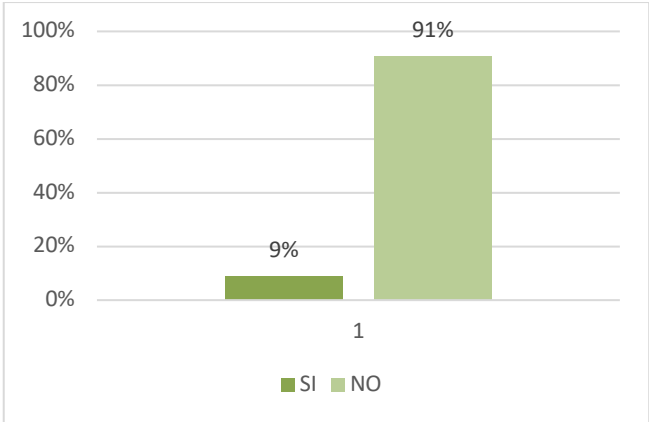
Gráfico 118. Fuente de abastecimiento de agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El 9% de los usuarios entrevistados resultaron ser propietarios de la fuente de agua, equivale a dos de los entrevistados. Esto es importante porque permite tener un perspectiva de la dominancia del manejo comunitario del manantial (Gráfico 119).

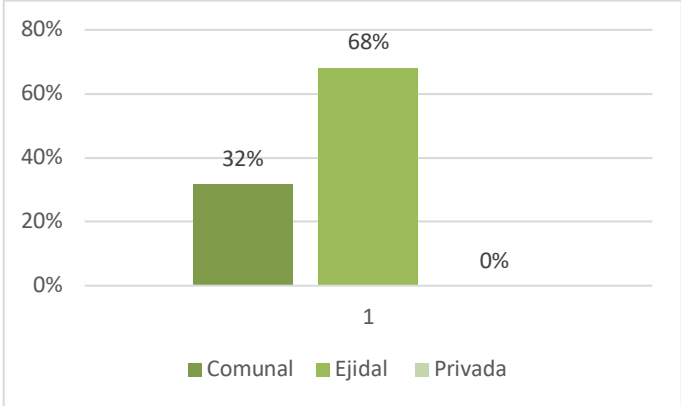
Gráfico 119. Propietarios de la fuente de abastecimiento de agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Entre los usuarios encuestados, existe una gran discrepancia en cuanto al tipo de tenencia se refiere, ya que el 32 afirma que es comunal, y el 68% ejidal. Históricamente la diferencia entre estos dos términos se refiere a la cronología con la que fueron asignadas, sin embargo, se refiere a que la comunidad es la encargada de la administración y toma de decisiones sobre al agua (Gráfico 120).

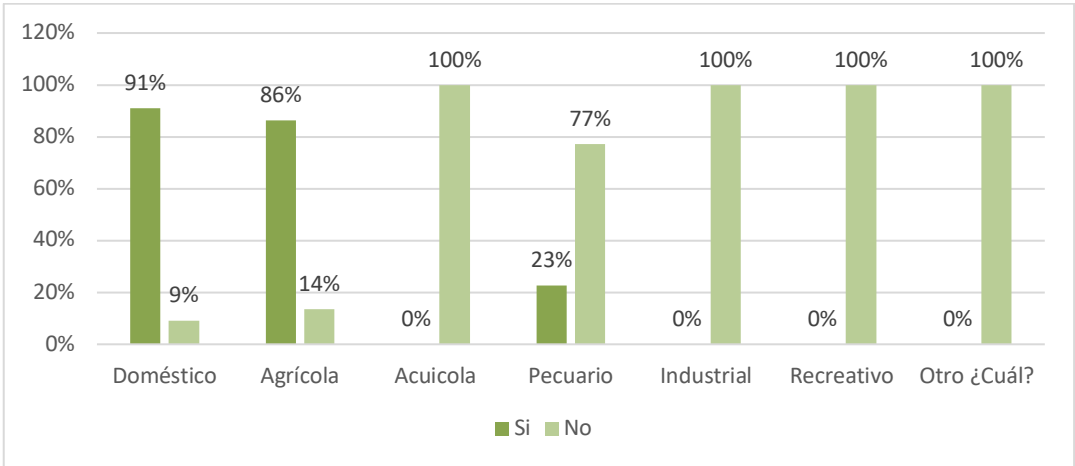
Gráfico 120. Tenencia de la fuente de abastecimiento de agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Los usuarios arrojan tres tipos de aprovechamiento del manantial, que son: doméstico (91%), agrícola (86%) y pecuario (23%). El uso doméstico tiende a convertirse en una extracción desmedida por el mal manejo que se le da y la carente educación ambiental de la población, por otro lado, un porcentaje muy bajo corresponde a un uso pecuario, sin embargo, no deja de ser importante considerar estos tres usos como un factor de vulnerabilidad para el manantial por la fuerte presión causada por el aprovechamiento que se le da. Esto a largo plazo se verá reflejado en la calidad y la cantidad del agua de la fuente (Gráfico 121).

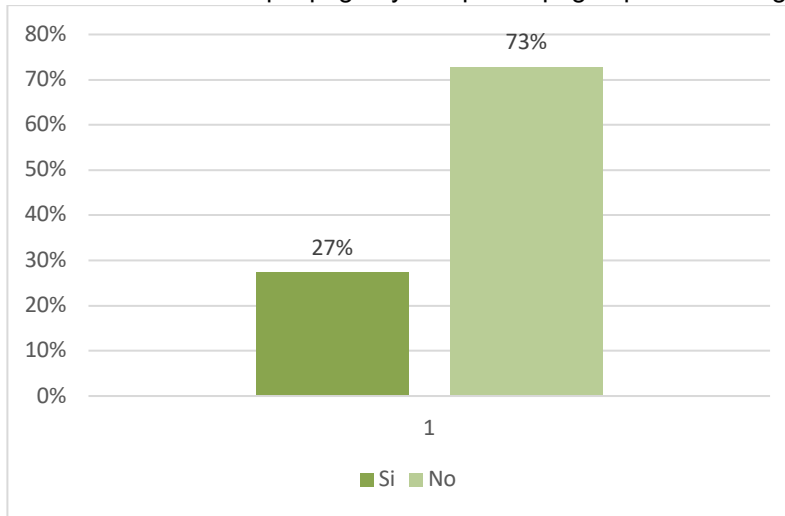
Gráfico 121. Uso y aprovechamiento del manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Además de la presión que sufre el manantial por el aprovechamiento que se le da, los encuestados reflejan la falta de conocimiento en temas del gasto aproximado de extracción del líquido, aunado a la evasión de las cuotas; solo el 27% de los usuarios paga por usar el agua, haciendo un total 450 al mes, mientras que el 73% afirma no hacerlo, esto trae grave problemas con la administración, al no tener un sustento del cual poder regular el consumo de esta fuente (Gráfico 122).

Gráfico 122. Usuarios que pagan y los que no pagan por usar el agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El pago de las cuotas es equiparable con la infraestructura, mismo que se describe en los Gráficos 123 y 124, donde se muestra conformidad entre el pago y los servicios de extracción y/o aprovechamiento del líquido al tener buena respuesta por parte de los usuarios con el 82% y 95%. La conformidad podría deberse a la falta de pago por parte de los usuarios.

Gráfico 123. Acuerdo en pagar el agua mensualmente

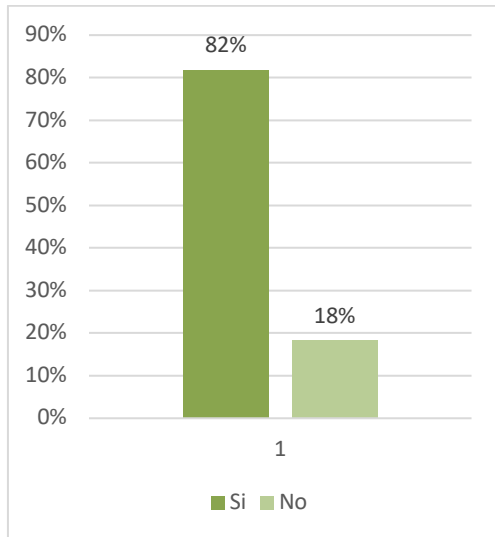
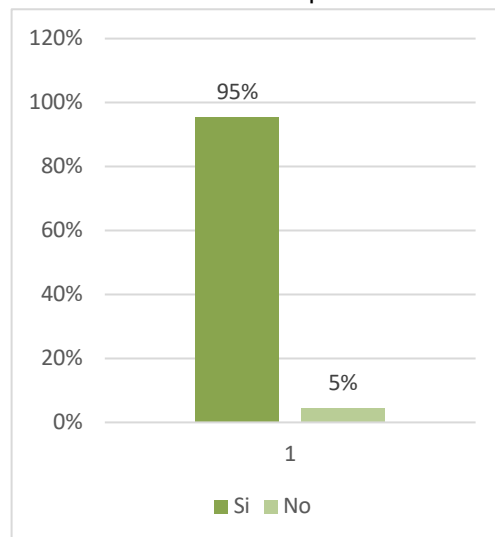


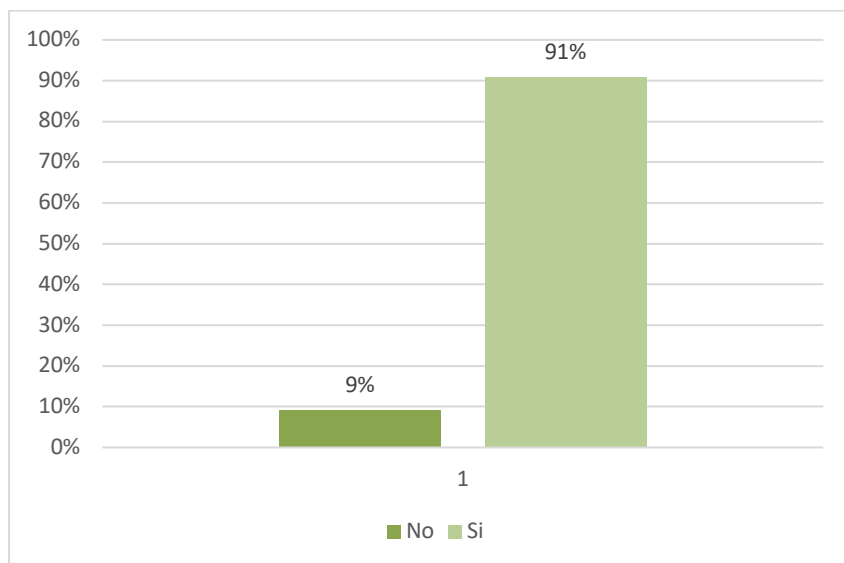
Gráfico 124. Infraestructura eficiente. Extracción-aprovechamiento



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Lo anterior, coincide con el mantenimiento a la infraestructura, la cual consta de tinacos, cisternas, piletas o depósitos, ya que el 91% coincide en afirmar que existe un mantenimiento constante por parte de los administradores que es la misma comunidad o, en su defecto, los encargados. (Gráfico 125).

Gráfico 125. Acuerdo de las acciones de mantenimiento por la administración

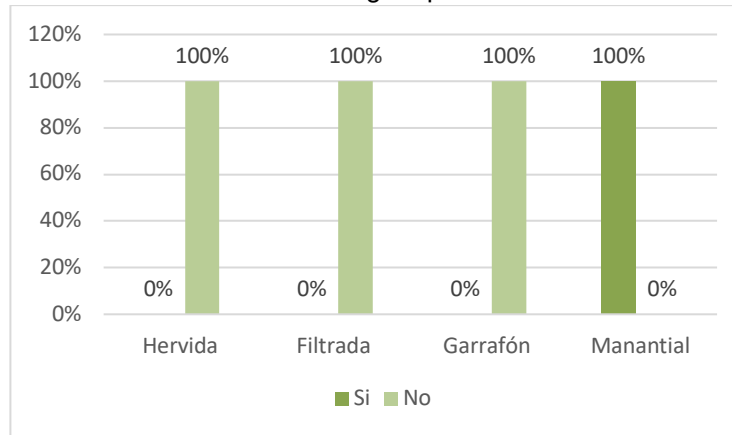


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.4.3 Componente de abastecimiento no municipal

El consumo del agua proviene directamente del manantial, descrito por el 100% de los usuarios (Gráfico 126).

Gráfico 126. Fuente del agua que beben los usuarios

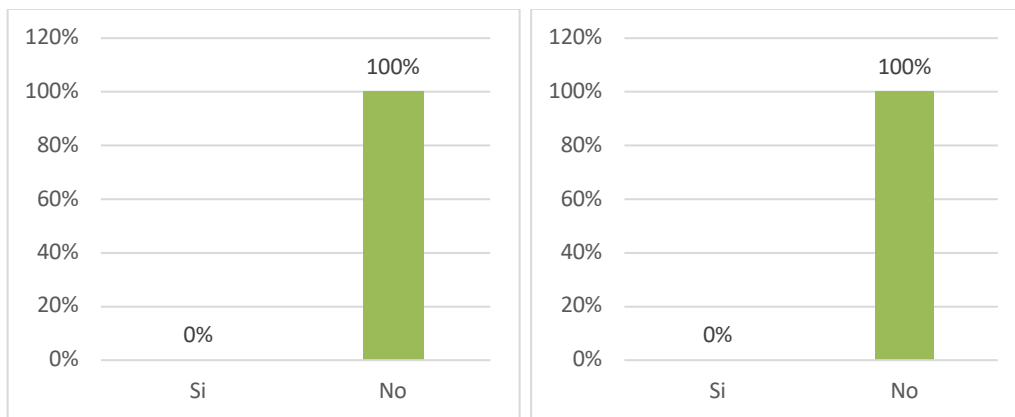


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

La población no tiene gastos extraordinarios en la compra de agua, siendo que el consumo es directo del manantial, además de que usan el agua para todas sus actividades (Gráfico 127 y 128).

Gráfico 127. Compra de agua en litros

Gráfico 128. Gasto en la compra de agua semanal/mes



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.4.4 Componente de zona de recarga

El 77% de los usuarios no considera abundante la masa forestal en la región, siendo la deforestación el indicador más fuerte que han percibido la comunidad con el 91%, esto encamina a una preocupación por la integridad del acuífero que es el suministro principal que alimenta los manantiales (Gráfico 129 y 130).

Gráfico 129. Acuerdo en abundancia de la masa forestal en la región.

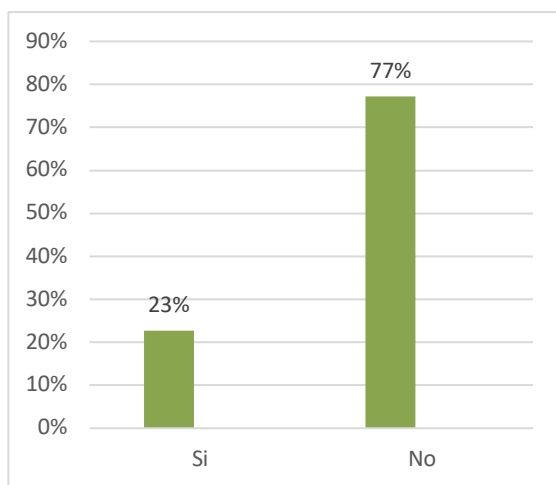
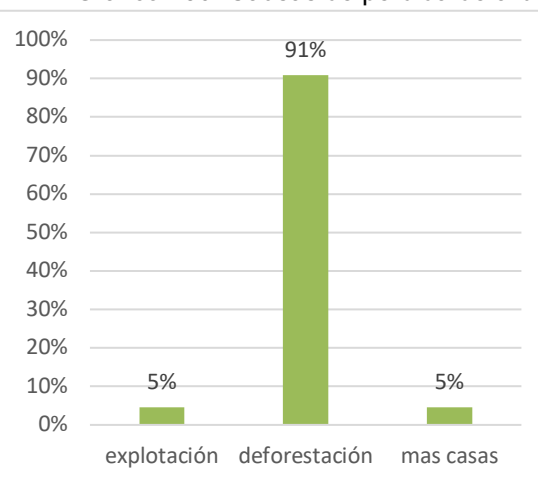


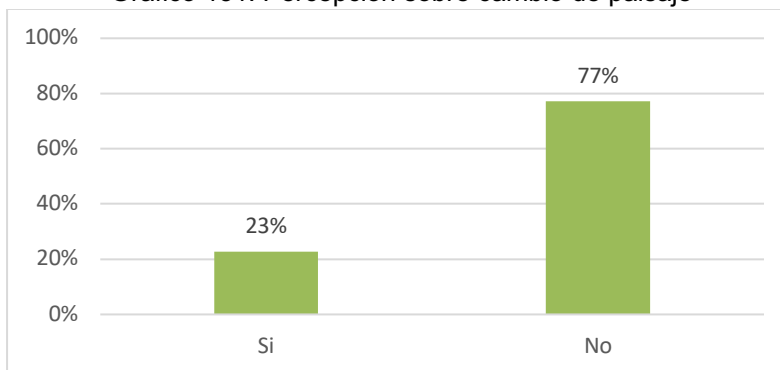
Gráfico 130. Causas de pérdida de árboles



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

A la par con estas observaciones, los encuestados perciben en gran medida los cambios en el paisaje de la región a través del tiempo que, no necesariamente han sido positivos (Gráfico 131).

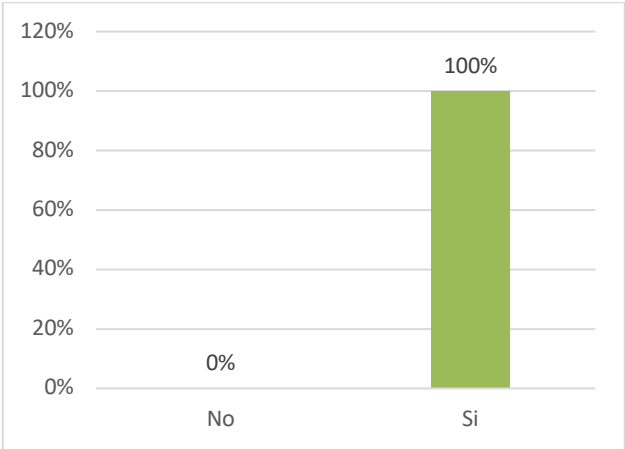
Gráfico 131. Percepción sobre cambio de paisaje



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Sin embargo, esto no ha sido un factor de deterioro para el brote natural de agua proveniente del manantial, los usuarios describen que se sigue manteniendo constante todo el año, lo cual es una buena señal de estado para la fuente (Gráfico 132).

Gráfico 132. Acuerdo sobre brote natural del manantial

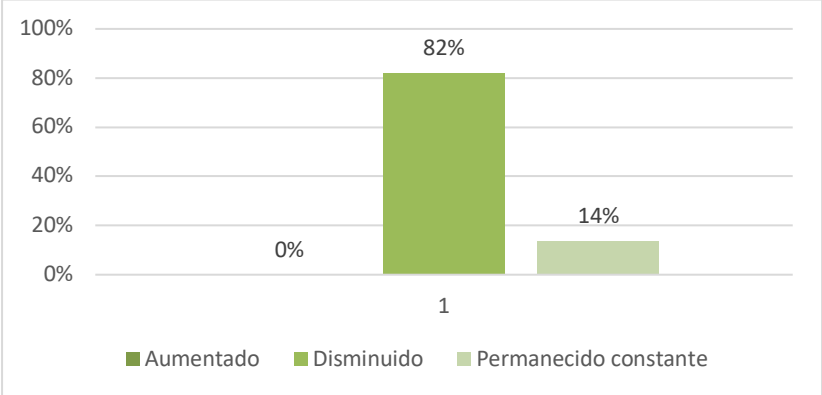


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.4.5 Componente de saneamiento

Conforme a la perspectiva ciudadana, el 82% considera que el agua de del manantial ha disminuido en los últimos 10 años, lo que genera preocupación en cuanto a la disponibilidad del agua del manantial en un futuro. Sólo un 14% afirma ha permanecido constante (Gráfico 133).

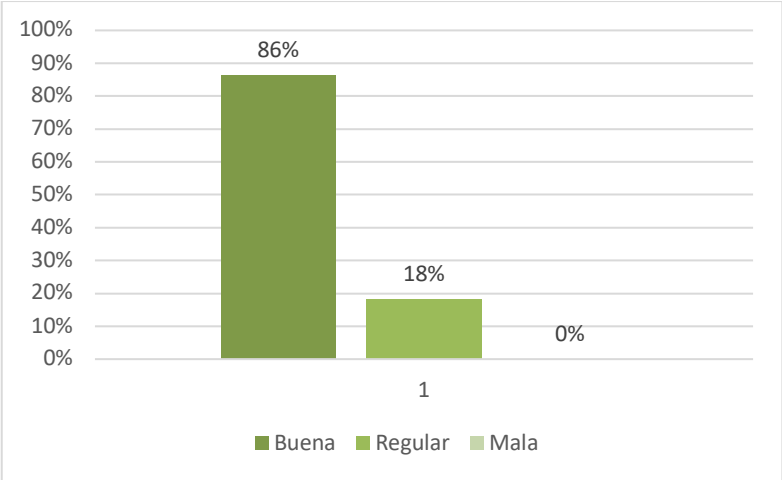
Gráfico 133. Opinión sobre las variaciones del agua del manantial en los últimos 10 años



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

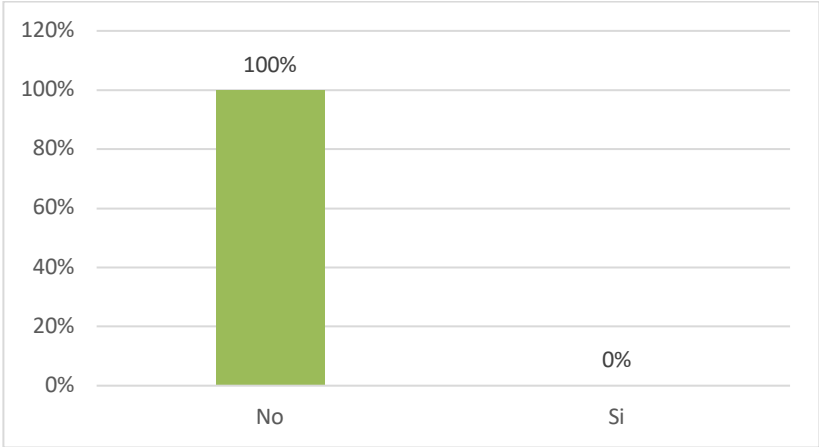
Sin embargo, no existe casos de mala calidad en el agua, ya que el 86% reporta buenas referencias, en conjunto con el 18% calidad regular. Esto se ve reflejando en la nula incidencia de enfermedades por consumir el agua directo del manantial (Gráfico 134 y 135).

Gráfico 134. Opinión sobre la calidad del agua de manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

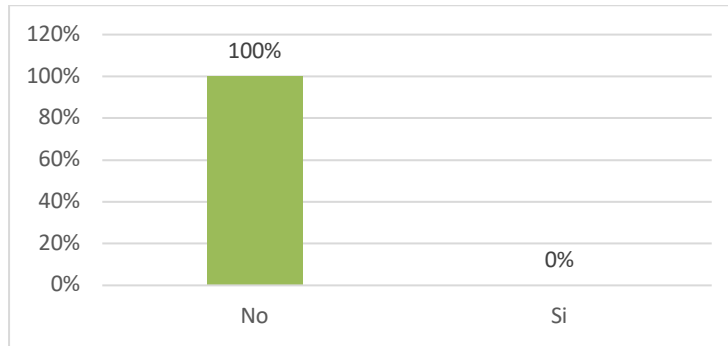
Gráfico 135. Opinión sobre incidencia de enfermedades por consumir el agua de manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Estos hechos revelan parámetros de la calidad del agua dentro de la norma, ya que no presentan señales de turbidez, eutrofización, olores, vegetación acuática (Gráfico 136).

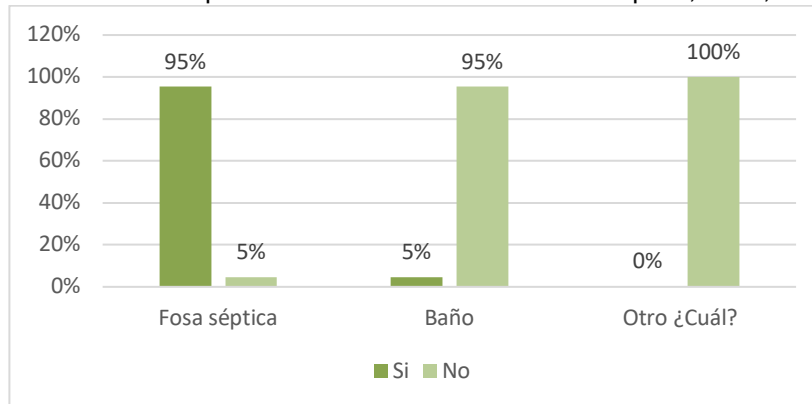
Gráfico 136. Percepción sobre incidencia de turbidez, malos olores, vegetación acuática en el manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Asi mismo, el sistema sanitario que tiene la mayor parte de la población es la fosa septica con 95% de los entrevistados y 5% con wc. Esto indica un buen tratamiento primario de las aguas residuales domésticas, sin embargo, no haber tomado las medidas de ubicación pertinentes podria resultar perjudicial para la fuente, asi cmo los materiales (Gráfico 137).

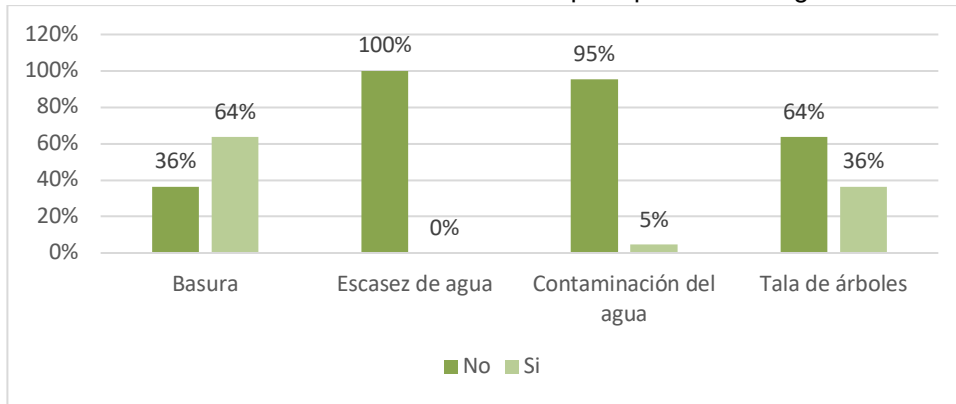
Gráfico 137. Disponibilidad en la vivienda de fosa séptica, baño, otro



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Aunado a esto, los principales problemas ambientales que la comunidad percibe, con un alto porcentaje de usuarios, la basura (64%), la tala de árboles (36%) y la contaminación del agua con el 5% (Gráfico 138).

Gráfico 138. Problemas ambientales principales en la región

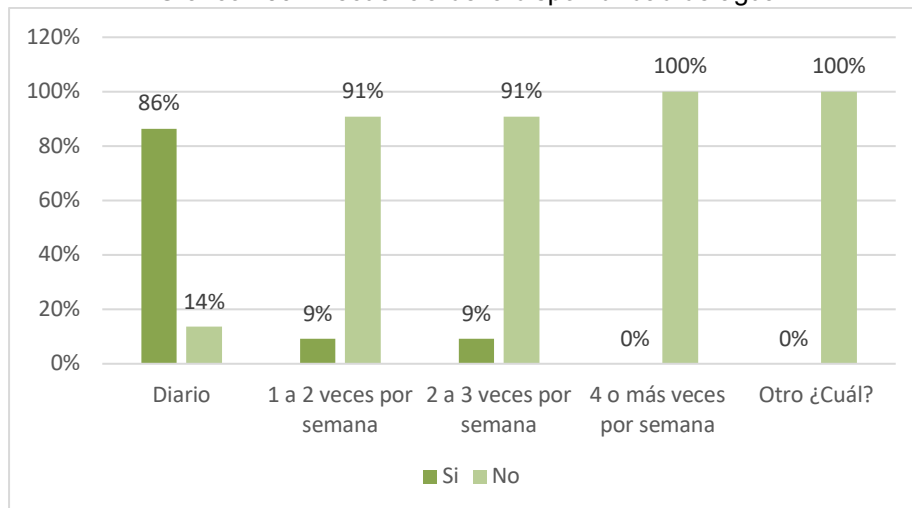


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

En San Lucas, no tienen disponibilidad de agua diario, aunque un 86% de los usuarios afirmo que es diario, el 18% reporto de 1 a 3 veces por semana.

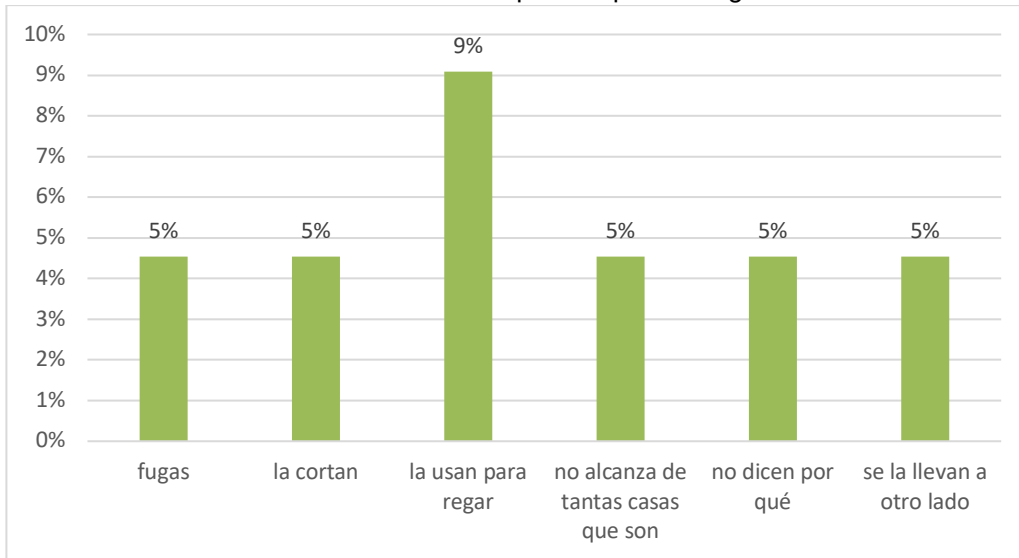
Las razones más comunes por las cuales no hay agua es el uso para riego con un 9%. Otras razones engloban las fugas; baja disponibilidad por la cantidad de viviendas; el traslape de agua a otras comunidades; la cortan. El 5% desconoce los motivos (Gráfico 139).

Gráfico 139. Frecuencia de la disponibilidad de agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Gráfico 140. Causas por las que falta agua

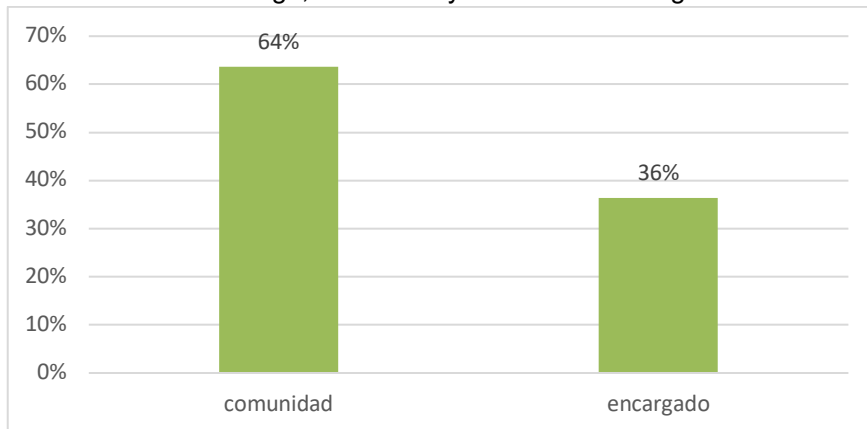


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.4.6 Componente de gobernanza

El responsable directo en la toma de decisiones del manantial para el caso de San Lucas es el encargado que forma parte de la misma comunidad, arrojando por 100% de los usuarios. (Gráfico 141).

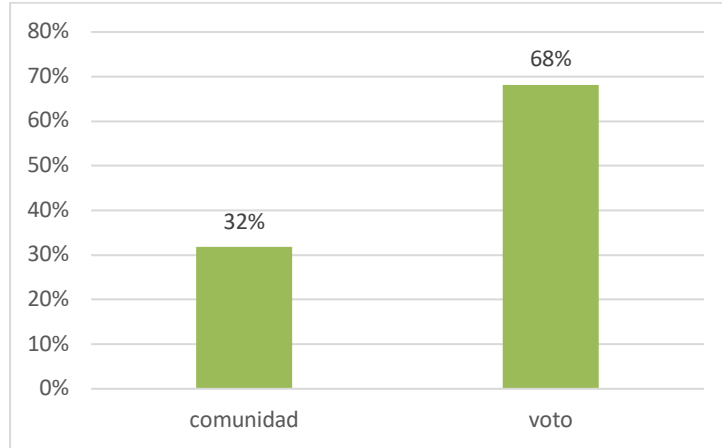
Gráfico 141. Quien dirige, administra y decide sobre el agua del manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Esta autoridad es elegida por medio del voto emitido por la misma comunidad (Gráfico 142).

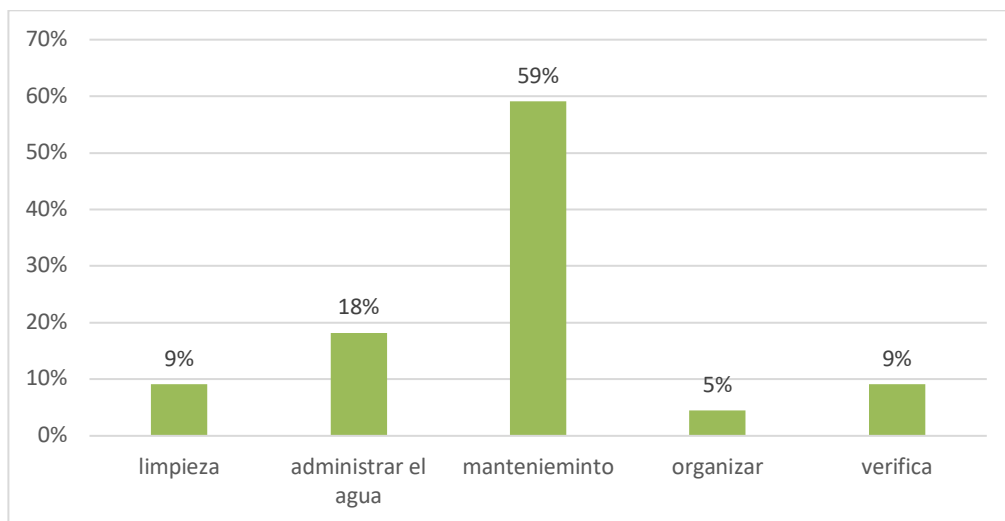
Gráfico 142. Cómo se designa la autoridad que decide sobre el uso del agua del manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

La autoridad se encarga del mantenimiento (59%), administrar (18%), verificar (9%), limpieza (9%) y organización del agua, lo que habla de una gestión completa por parte de los encargados (Gráfica 143).

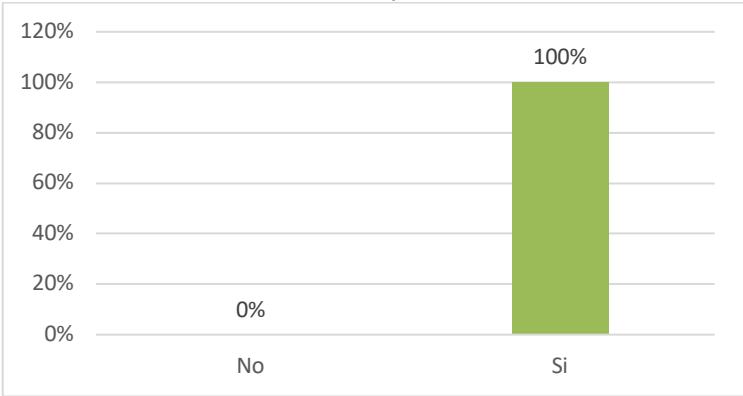
Gráfico 143. Funciones de la autoridad responsable del manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Esta administración está completamente deslindada del sector público, otorgando el poder absoluto del manejo del agua por parte de la comunidad (Gráfico 144).

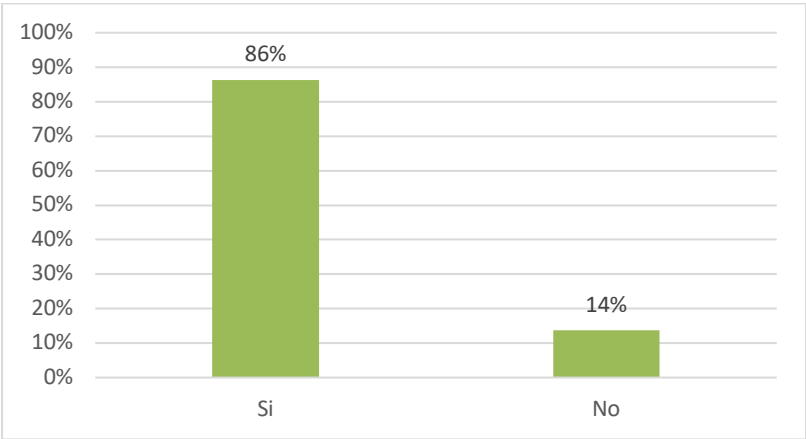
Gráfico 144. Independencia de la autoridad responsable del manantial del delegado o gobierno municipal.



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

La misma comunidad busca una mejor organización, implementando reglamentos para el aprovechamiento del agua, lo cual coincide con el 86% de los usuarios, quienes conocen la existencia de este, mientras que el 14% no saben (Gráfico 145).

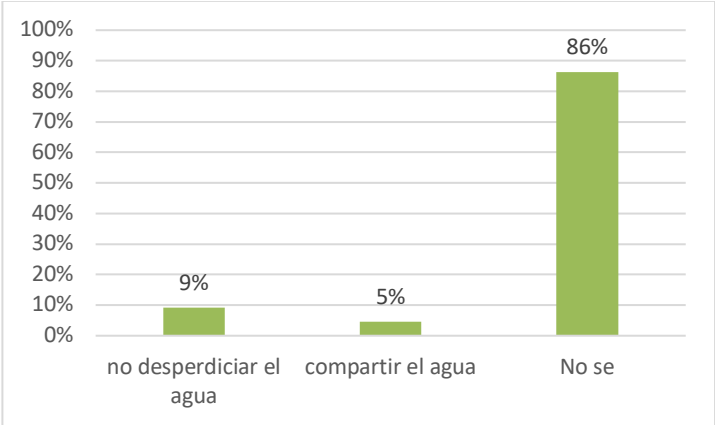
Gráfico 145. Cuentan con reglas para usar y conservar el manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Muestra de ello, es el 86% que desconoce cuáles son estas reglas, sólo el 14% emite dos estatutos que son: no desperdiciar el agua, compartir el líquido con otras comunidades (Gráfico 146).

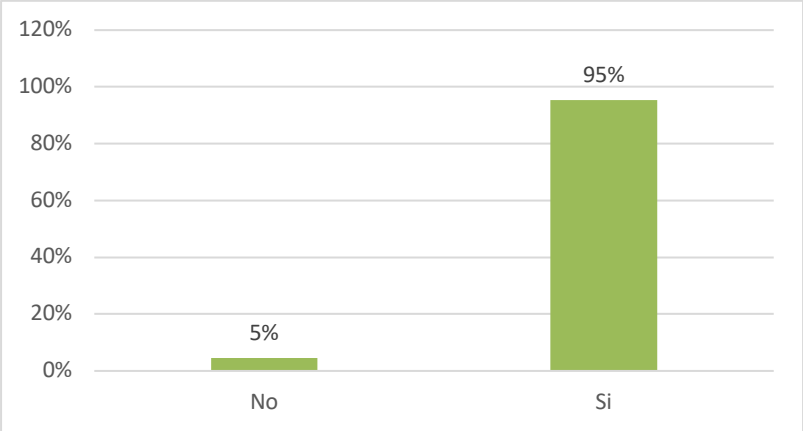
Gráfico 146. Cuáles son las reglas de uso y conservación del manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

En cuanto a la administración comunal, los usuarios consideran una mejor gestión del agua deslindada del sector público con el 95% de aprobación, sólo el 5% opina lo contrario (Gráfico 147).

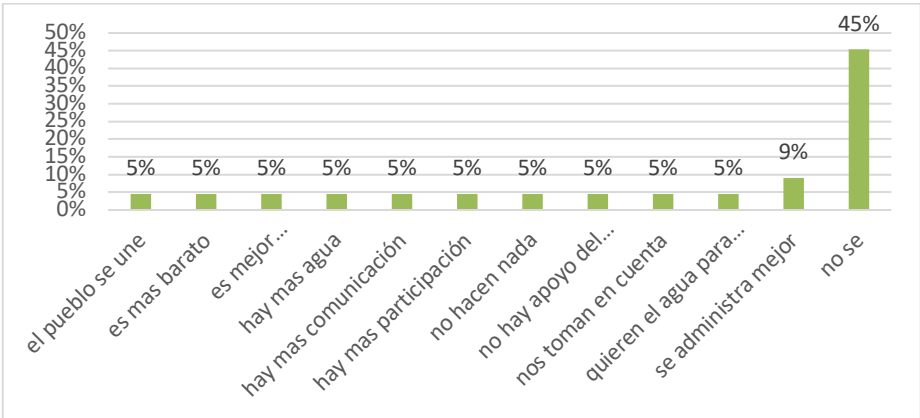
Gráfico 147. Opinión sobre mejor aprovechamiento del manantial, deslindado del sector público



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Las razones que reflejan los usuarios referentes a la administración por parte de los encargados, arrojando buenas opiniones, como, por ejemplo, la unión del pueblo, los costos bajos, la alta disponibilidad para la población, la inclusión hacia este sector, participación, etc. Mientras que la ruptura gobierno-comunidad es palpada por el carente apoyo que reciben y la fragilidad de las instituciones a la resolución de problemas en el tema agua (Gráfico 148).

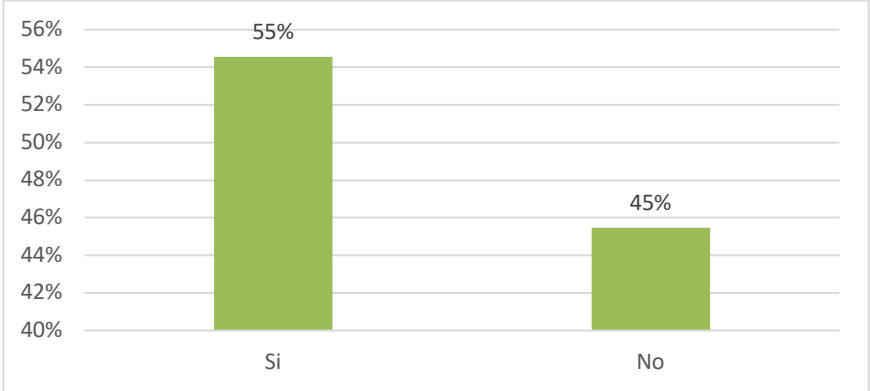
Gráfico 148. Razones que explican mejor aprovechamiento, deslindado del sector público



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El tema de inclusión en la localidad, todavía tiene varios registros de inequidad, al tener un 45% de rechazo en la participación de la mujer en la toma de decisiones respecto al agua (Gráfico 149)

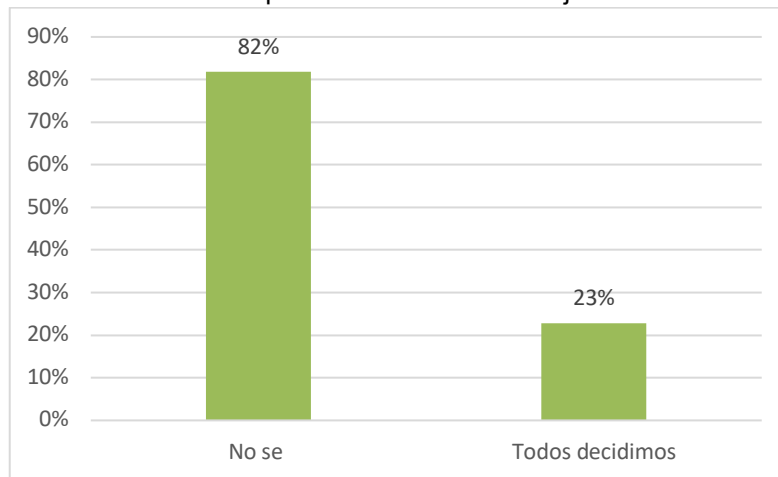
Gráfico 149. Opinión sobre la importancia del rol de la mujer en toma de decisiones sobre el agua.



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Las opiniones respecto a este tema, carecen de sustento, ya que sólo el 23% omite un juicio referente a la decisión igualitaria, mientras que el 82% no le parece relevante y no sabe el motivo de su respuesta (Gráfico 150).

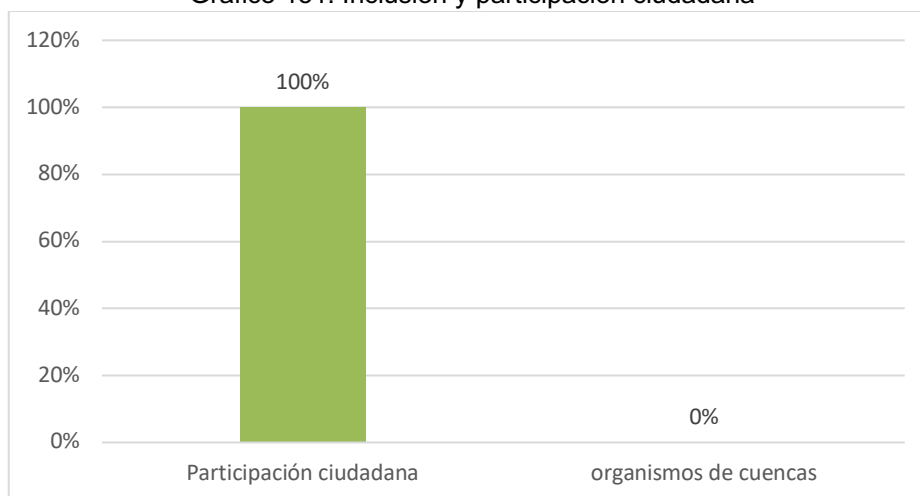
Gráfico 150. Razones de la importancia del rol de la mujer en la toma de decisiones



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Debido a todos los regímenes impuestos por la comunidad, esto ha generado participación ciudadana, en respuesta a este cuestionamiento, según los usuarios (Gráfico 151).

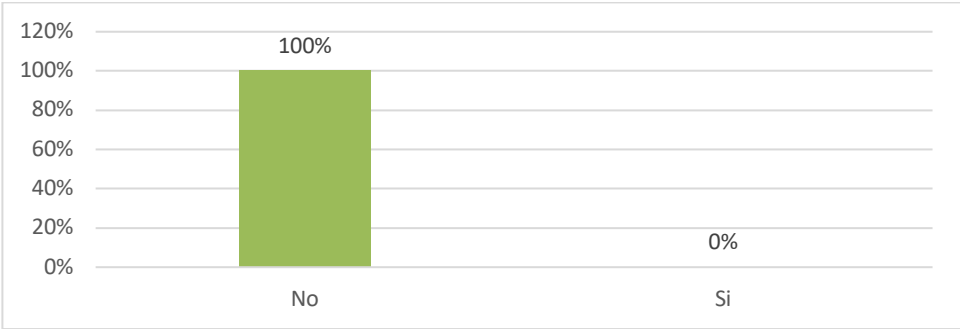
Gráfico 151. Inclusión y participación ciudadana



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Sin embargo, esto no está determinado en el conocimiento de los planes, programas o proyectos acerca del agua, siendo el 100% quien desconoce de dichos acuerdos del manantial (Gráfico 152).

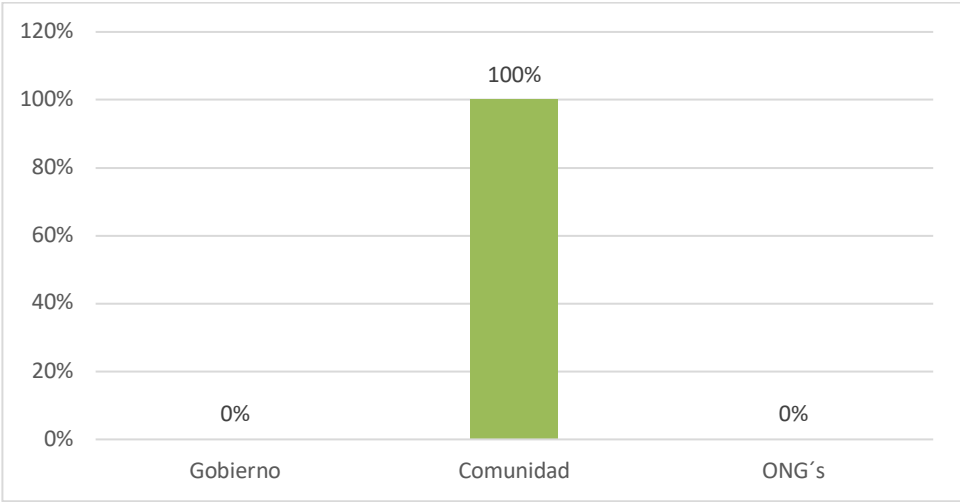
Gráfico 152. Inclusión y participación ciudadana



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El 100% considera que los planes, programas o proyectos son realizados completamente por la comunidad (Gráfico 153).

Gráfico 153. Conocimiento de plan programa o proyecto de agua y saneamiento en el manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

No obstante, encaja con el desconocimiento de los mismos, ya que nadie de los usuarios ha participado. (Gráfico 154).

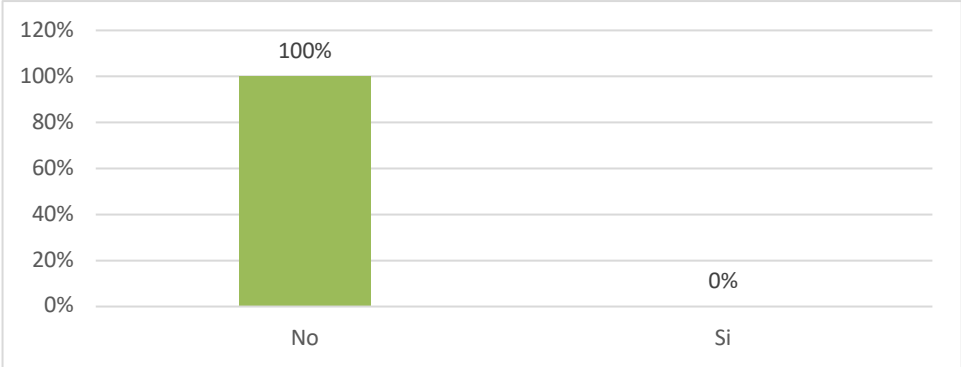
Gráfico 154. Participación de los usuarios en programas o proyectos de agua o saneamiento



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

La nula intervención, revela la falta de incorporación de los usuarios por parte de los gestores del agua (Gráfico 155).

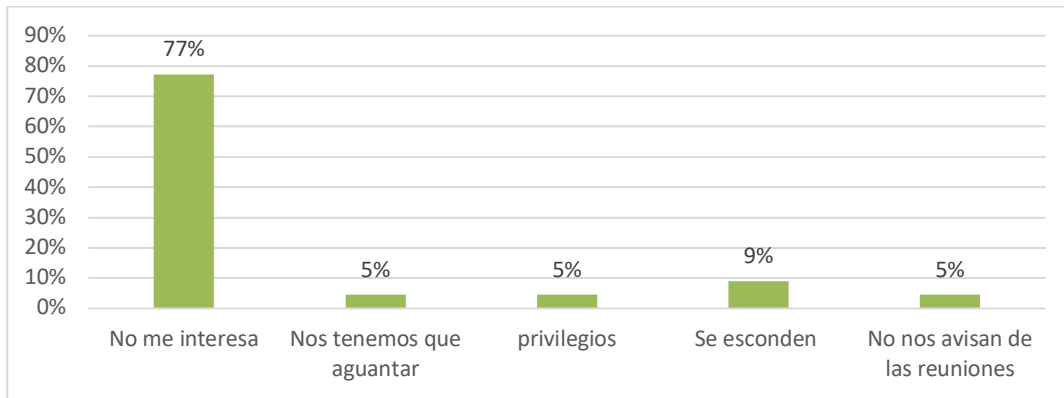
Gráfico 155. Opinión sobre la inclusión de los usuarios en planes o proyectos de agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Los motivos que mencionan los usuarios es la privatización de la opinión pública entorno a estos temas. Por ende, esto ocasiona el desinterés colectivo, con un 77% de los usuarios (Gráfico 156).

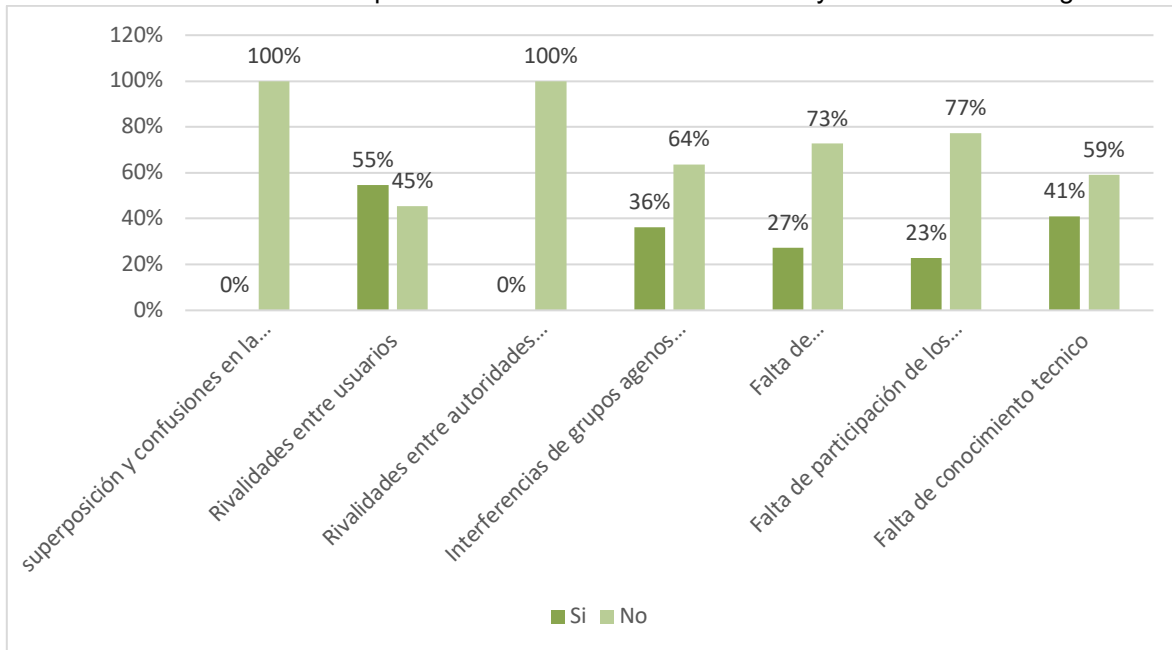
Gráfico 156. Motivos por los que los usuarios participan o no lo hacen



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Esto puede deberse a las rivalidades entre los usuarios, como lo refleja es siguiente Gráfico 157, donde la mayor problemática que los perciben son estas rivalidades con el 55%, en segundo lugar, la falta de conocimiento técnico (41%), la interferencia (36%), la falta de voluntad política en el sector (27%) y por último la falta de participación de los usuarios (23%).

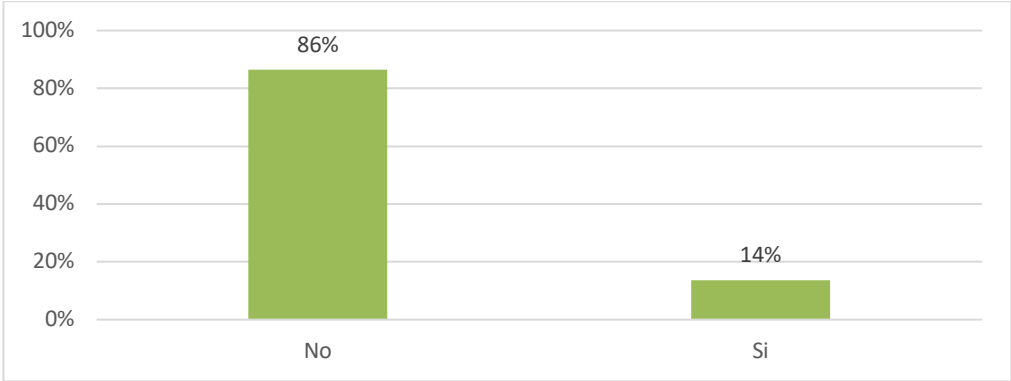
Gráfico 157. Obstáculos para una coordinación eficaz del uso y conservación del agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El 86% de los entrevistados declara no compartir el agua con otra comunidad, mientras que el 14% lo afirma pero desconoce cual se la localidad. (Gráfico 158).

Gráfico 158. La comunidad comparte el agua de manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Las reuniones suelen hacerse una vez por mes, según el 64% de los encuestados; el 23% dice que 2 o más veces por semana. Sólo un consumidor declara que cada 3 meses (Gráfico 159)

Gráfico 159. Frecuencia de reuniones para los asuntos del manantial



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El 95% no está de acuerdo con los medidores de agua, por miedo a las restricciones y altos costos en el uso del líquido. Al 91% no le interesa si se implementan este tipo de medidas (Gráfico 160 y 161).

Gráfico 160. Acuerdo con el medidor de agua

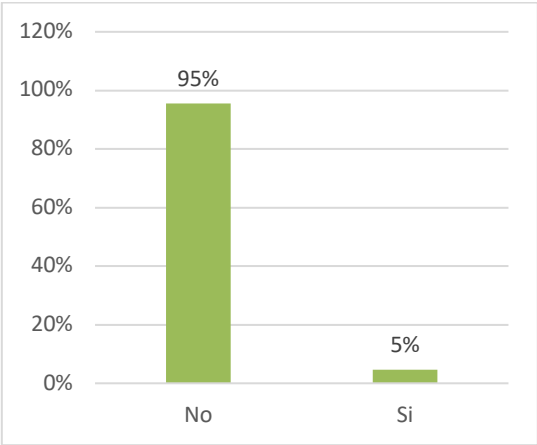
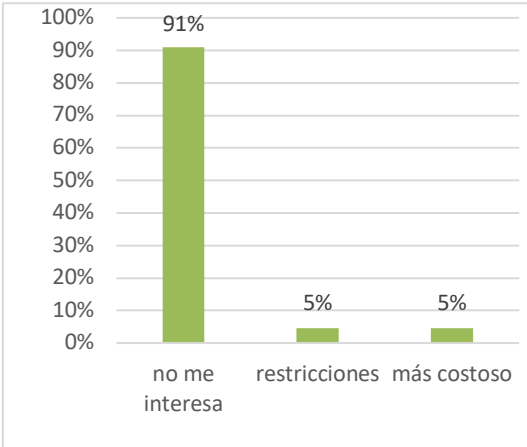


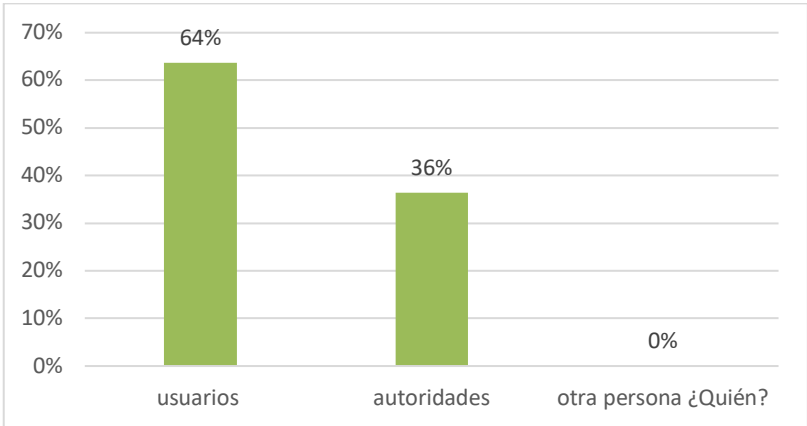
Gráfico 161. Cuáles son las razones



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

La comunidad es la que administra los fondos recabados por el agua, ya que se considera a los usuarios y autoridades como uno mismo. (Gráfico 162)

Gráfico 162. Instancia que administra los fondos de pagos de agua

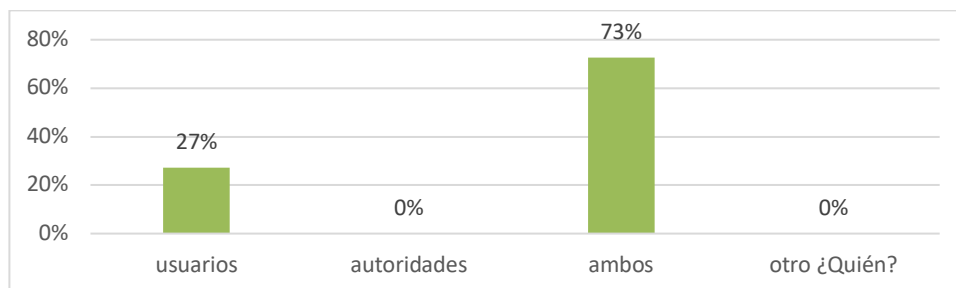


Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.4.7 Componente del cuidado del agua

El universo encuestado considera la responsabilidad mayoritaria tanto de autoridades, como de usuarios el cuidado del agua con el 73% de los votos. (Gráfico 163).

Gráfico 163. Responsabilidad social en el cuidado del agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

La preocupación por escases del recurso, habla del 77% de los entrevistados a quienes si le interesa la disponibilidad del líquido en un futuro, mientras que el 23% no. Las razones derivadas de la urbanización, la insuficiencia para actividades productivas, las limitaciones para las generaciones futuras. El 32% plasma el desinterés total en esta problemática (Gráfico 164 y 165).

Gráfico 164. Preocupación el agua en el futuro

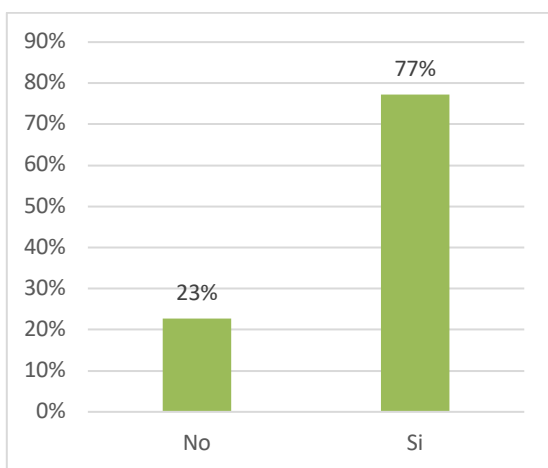
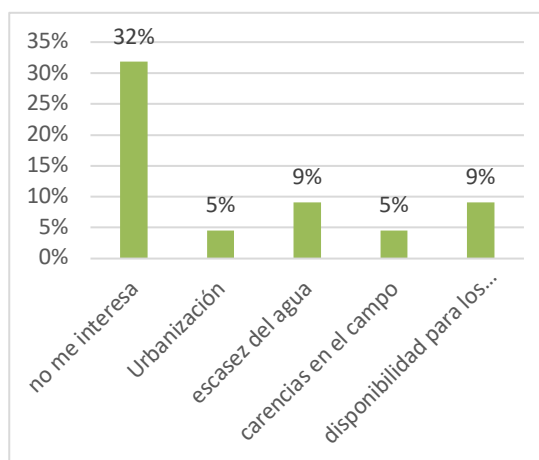


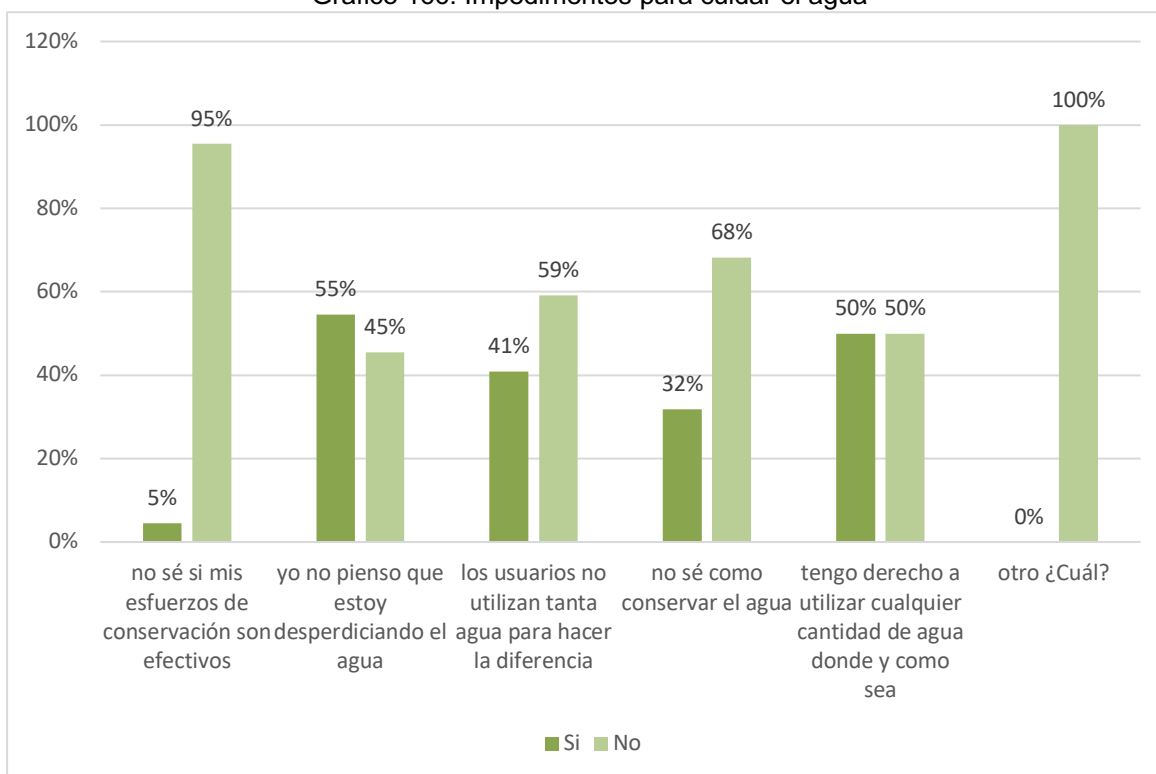
Gráfico 165. Cuáles son las razones



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

Los motivos más usuales que impiden conservar el agua a los usuarios es el déficit de percepción al desperdicio (55%) o, en su defecto, consideran usar el agua necesaria para sus actividades (50%). El 41% valora no usar tanta agua para hacer la diferencia; 32% no sabe cómo hacer actividades de conservación y el 5% desconoce si sus esfuerzos son efectivos ante la problemática (Gráfico 166).

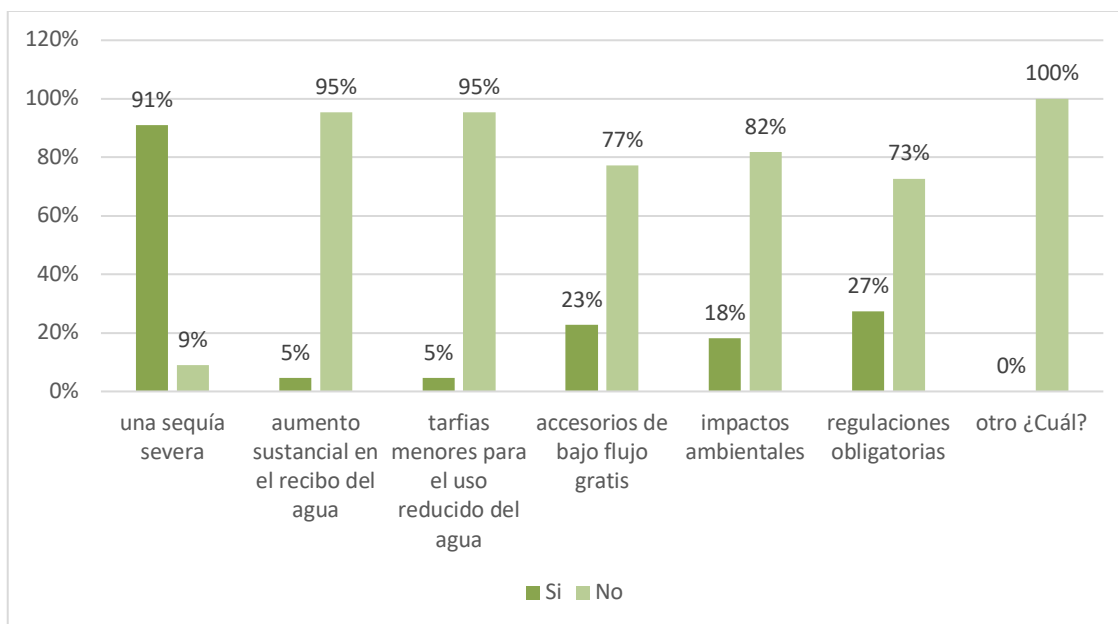
Gráfico 166. Impedimentos para cuidar el agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

El 91% concuerda que el escenario más preocupante en cuanto aplicar acciones de conservaciones sería una sequía severa; el 27% las regulaciones obligatorias; el 23% los accesorios de flujo gratis; el 18% los impactos ambientales y referente a las tarifas y aumentos en las cuotas corresponde un 5% (Gráfico 167).

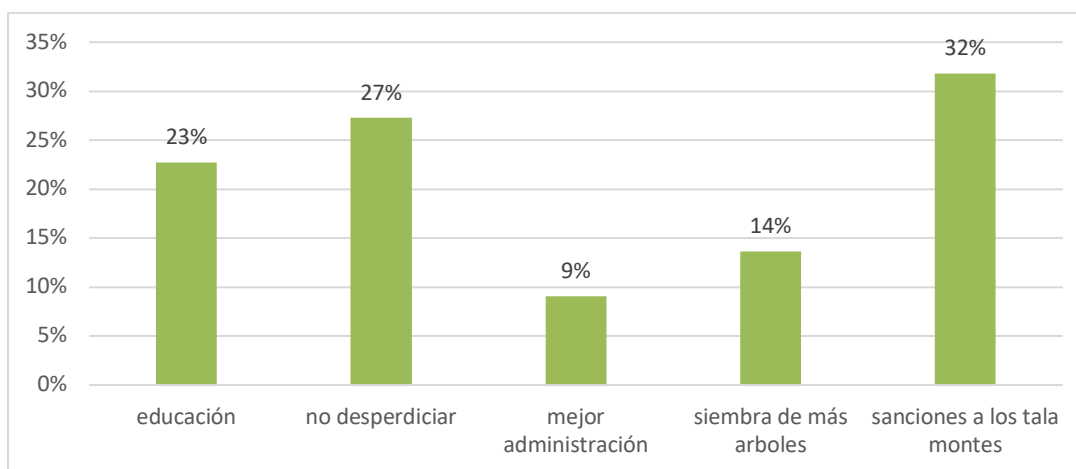
Gráfico 167. Escenarios que motivaría a los usuarios a conservar y cuidar el agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

A partir de las observaciones, los usuarios plantean acciones de conservación, que van encaminadas a las sanciones de los taladores (32%); no desperdicio del líquido (27%), la educación ambiental; la reforestación y dirigirse a una mejor administración (9%) (Gráfico 168).

Gráfico 168. Tipo de actividades que se considera realizar para conservar el agua



Elaboración con base en la encuesta de campo, 2018

4.4.8 Conclusión

San Lucas posee 1098 habitantes, en esta localidad el suministro primario de agua proviene del manantial, por ende, reiteran la exposición que tiene la fuente a la vulnerabilidad por las mismas condiciones socio económicas de la región, ya que pertenece al grupo de localidades con índice de marginación alto, lo cual genera índices elevados de presión sobre el uso y conservación del agua, por el vacío en los servicios básicos que, puede ocasionar altos índices de degradación ecológica.

Por el tipo de aprovechamiento, también indica altos registros de abuso del líquido, aunado a los grandes cambios que ha sufrido esta localidad a través del tiempo que, genera un pensamiento negativo entorno a la disponibilidad del mismo para las generaciones futuras. Sin embargo, no ha sido factor de deterioro en cuanto a calidad, y aunque los usuarios reportan el brote natural del agua, a largo plazo los escenarios no coinciden en amparar la integridad del recurso.

En cuanto a gobernanza se refiere, la localidad presenta diversas problemáticas como, por ejemplo, la carencia de participación y percepción del entorno. La alta inconciencia de los mismos gestores y población en general orillan a reinventar el tipo de administración, ya que esta queda lejos de alcanzar una fuerte alianza con los consumidores, quienes desconocen por completo los temas que se tratan referente a la fuente y la inequidad que sufre ciertos nichos de la población al no tomarse en cuenta para las decisiones que benefician o, en su caso, perjudiquen el agua.

Los obstáculos más relevantes que impiden tener una certidumbre del futuro del recurso, es la falta de logística, participación, manejo y sanciones de aquellos que no cumplen con el reglamento estipulado, puesto que la gran parte de la comunidad no percibe grandes irresponsabilidades del aprovechamiento del líquido, así como los sesgos de datos que dificultan tener un claro panorama de las problemáticas más abrumadoras que deben tomarse en cuenta si se pretende

llegar a la sustentabilidad en la región y país en general. Empezando por acciones locales que aseguren un buen manejo de sus recursos, con conocimientos técnicos y generacionales, de los cuales tienen que ser parte toda la población involucrada y así avalar que el manantial no ira en decadencia en un futuro como denotan los usuarios.

Capítulo 5. Discusión y recomendaciones

Conforme a los resultados de las encuestas por localidad, se hizo un concentrado comparativo de las frecuencias obtenidas gracias a las encuestas aplicadas en campo en las tres localidades, arrojando valores de cada indicador para determinar la vulnerabilidad hídrica, que fue la base para asentar las discusiones. Esta tabla se muestra en el apartado de Anexos (Tabla 8).

Cabe mencionar que cinco indicadores de presión que forman parte del componente socioeconómico no se tomaron en cuenta en esta comparación (integrantes por vivienda, distribución por sexo, distribución por edad, ingresos mensuales y educación), ya que no podían ser medidos a partir frecuencias, por lo que se optó sacar un promedio para su interpretación.

5.1. Componente socio-económico

Este estudio expuso condiciones demográficas en las comunidades que advierten un escenario de comportamiento poblacional exponencial inclinado a la vejez, dejando una fuerza laboral reducida para sustentar una sociedad cada vez más vieja y longeva, por lo que la demanda de recursos para esta etapa será cada vez más requerida. El envejecimiento de la población implicará modificar el gasto social, reduciendo, por ejemplo, la inversión a sectores productivos, aumentando los servicios destinados a personas mayores; requiriéndose por consecuencia profesionales del cuidado y atención a las necesidades de dicho sector,

generando bajo rendimiento económico y mayor demanda de servicios (OMS, 2015).

En las localidades rurales, existe una media de cinco miembros por familia, esta cantidad sugiere que los patrones de consumo de agua en las comunidades sean modificados hacia uno sustentable. Browne (1982) & Pearce (1990) aseguran que el crecimiento de las poblaciones humanas impone presiones sobre los recursos, y que la pobreza limita la capacidad para invertir en una producción sustentable, de manera que la pobreza "no es una causa de la degradación ambiental, sino el mecanismo mediante el cual las verdaderas causas subyacentes se transforman en acciones que degradan el medio". De acuerdo a las actividades que desempeñan los habitantes, se considera una región con desarrollo rural, es decir que carece de progreso económico. En el Plan de Desarrollo Municipal 2016-2018 del municipio, expone que más de la mitad de población sobrevive con ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo que equivale al valor de la canasta alimentaria por persona al mes, según la definición del CONEVAL, 2016.

La vinculación de la pobreza a bajos niveles de educación, altos niveles vulnerabilidad en diferentes sectores, dificultades para utilizar las instituciones públicas y malas condiciones de salud determina en gran medida los riesgos socio-ambientales a los que un individuo o grupo se ven expuestos, así como sus dificultades de acceso a los recursos para enfrentarse a esos riesgos y situaciones de vulnerabilidad (Solis, 2013). La suma de todos estos factores favorece que las diferencias en el acceso y la distribución del agua conduzcan a niveles críticos la calidad de vida de los pobladores de las comunidades. Sin embargo, actualmente no se han presentado esta segregación de accesibilidad al recurso en las localidades, ya que el núcleo organizacional del agua no opera en función de clases económicas, sino en factores culturales y tradicionales. De forma general, los Comités de Agua Potable organizan los modos de distribución del recurso hídrico de sus comunidades, dependiendo la localidad: administran,

operan, dan mantenimiento e incluso saneamiento al servicio de agua en zonas donde los gobiernos no tienen la capacidad de hacerlo (Cabezas, 2018).

5.2. Componente de Abastecimiento

La tenencia de los manantiales se clasifica en comunal y ejidal. Es decir, que la explotación, uso o aprovechamiento de aguas en ejidos y comunidades para el asentamiento humano o para tierras de uso común se efectúa conforme lo disponga el reglamento interior que formule el ejido o comunidad, de acuerdo al Art. 55 de la Ley de Aguas Nacionales. Pese a los estatutos de la LAN, la población denotó ignorancia de un reglamento, por lo que las decisiones carecen de un sustento jurídico que reconozca los derechos y obligaciones de la comunidad ante cualquier tipo de eventualidad.

La Agenda Ambiental del Agua en Costa Rica elaborada mediante un proceso participativo, resalta que la ausencia de un marco institucional y legal genera desconocimiento por parte de la sociedad civil en los procesos de denuncia y otros; la tramitología de denuncia puede presentarse demasiado lenta e ineficiente, razón por la cual los denunciantes se cansan y desaniman. Es decir, que en caso de generarse un conflicto por el agua dentro de las localidades, la población queda desprotegida e impune a actos ilícitos de cualquier índole.

Por otro lado, en el Estado de México se han identificado nueve acuíferos principales, de los cuales cinco presentan sobreexplotación, siendo los más afectados los que se ubican en la Región XIII (Aguas del Valle de México) (Figura 2). El acuífero predominante en la cuenca Amanalco- Valle de Bravo es el que se conoce como Villa Victoria-Valle de Bravo con clave 1505 y que está clasificado como en Equilibrio o Subexplotado (CCVM, 2014), en ese sentido, siendo los manantiales la principal fuente de extracción de agua para la ejecución de las actividades agropecuarias y domésticas dentro de las localidades, lo cual se traduce en una incalculable extracción de agua, ya que dichas actividades son consideradas las de más demanda de agua a nivel mundial (FAO, 2016), lo que

significa un panorama de sobreexplotación a largo plazo si no se toman medidas preventivas necesarias que aseguren la disponibilidad del líquido en un futuro, porque no se tiene conocimiento actualizado del gasto aproximado de extracción. De igual forma, la CONAGUA ha reconocido que no se tienen datos concretos sobre la cantidad de agua que existe en el país, tampoco posee información acerca de cómo se mueve el agua en el subsuelo, ni cuáles son las tasas de recarga o descarga.

Figura 2. Acuíferos en el estado de México



Fuente: CCVM, 2014

5.3. Componente de abastecimiento no municipal

México ocupa el primer lugar en consumo de agua embotellada por habitante a nivel mundial, asimismo, las botellas representan el tercer lugar de plásticos que más contaminan los océanos, de acuerdo con cifras de Beverage Marketing Corporation citadas en la más reciente publicación de la Asociación Internacional de Agua Embotellada (IBWA). Estos datos comparados a nivel local son interesantes, ya que a diferencia del nivel nacional, las localidades presentan un

panorama positivo entorno a la disminución de residuos que se generan gracias a la compra de esos productos, contribuyendo a la problemática global de los plásticos en los océanos. Esta carente compra de agua comercial y suministro constante de agua, genera nulo gasto y consumo de líquido en otras modalidades que, por otro lado, ejerce presión absoluta sobre las fuentes para cubrir todas las necesidades y diferentes usos de aprovechamiento.

5.4. Componente de Zona de Recarga

Como ya se ha mencionado, el municipio abarca casi en su totalidad el Área de Protección de Recursos Naturales Zona Protectora Forestal que comprende a las 3 localidades dentro del perímetro de protección. Esta ANP fue decretada con la finalidad de limitar la tala inmoderada de los bosques que estaba ocasionado la disminución de los ríos (Procuenca, 2015), no obstante, esta medida de protección no ha sido del todo eficiente, ya que aunque la población aún percibe un porcentaje de masa forestal abundante, esto no ha impedido que se haya destinado el cambio de uso de suelo a la producción agropecuaria.

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano (2004), en la cuenca Amanalco-Valle de Bravo que integra en su totalidad al municipio de Amanalco, ha registrado que 1,125.56 hectáreas cambiaron su uso de suelo forestal a agricultura de riego; 135.72 hectáreas pasaron de forestal a agricultura de temporal; mientras que 296.23 hectáreas modificaron su uso de zona forestal a zona urbana; en total la superficie deforestada de la cuenca asciende a 2,713.86 hectáreas. Estos cambios generan fragmentación y pérdida de la cubierta vegetal de extensas áreas de bosque y el aceleramiento de los procesos de erosión del suelo (Orozco Hernández & Quesada Diez, 2010). La erosión impide la correcta infiltración de las agua pluviales y esto pone en riesgo la recarga del acuífero que afectaría directamente a las comunidades y sus manantiales.

En el año 2003 en la Gaceta Oficial se publicó el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la cuenca de Amanalco-Valle de Bravo, el cual divide el

territorio de la cuenca en 111 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) siendo Amanalco uno de los municipios que cuentan con más unidades. Las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) son una zonificación ecológica resultado de la integración de los diagnósticos social, económico y natural de la cuenca y es la unidad mínima del territorio a la que se asignan políticas, usos del suelo predominantes y criterios de regulación ecológica para inducir el desarrollo sustentable en ella (IMTA, 2011); y aunque la zona ha tenido gran influencia de organizaciones de la sociedad civil para trabajar de forma comunitaria, se presentan limitantes, como el involucramiento efectivo de todos los grupos de la comunidad, generación de documentos de fácil comprensión, seguimientos a los planes de acción, etc (CONAFOR, s.f.).

Estas acotaciones obligan a replantear la necesidad de impulsar estudios de vulnerabilidad en los diferentes sectores para evitar las exposiciones de los riesgos ocasionados por la falta de información y trabajo comunitario en las localidades que operan con este tipo de organización.

5.5. Componente de Saneamiento

A pesar de la falta de información y limitaciones, el agua de las tres fuentes sigue saliendo por brote natural en cantidades generosas, aparentemente con excelente calidad y cantidad, además que la zona donde se encuentran los manantiales es limpia y está delimitada. Sin embargo, esto a su vez genera incertidumbre a largo plazo, ya que si no se toman medidas para disminuir las problemáticas ambientales que presentan las tres localidades como el cambio uso de suelo, contaminación, basura, crecimiento urbano etc, las fuentes quedarán expuestas a sufrir daños colaterales por la falta de interés en esta materia.

La información más reciente en cuanto a calidad se refiere, es el estudio del IEECC (2005) que muestra en regla los 11 parámetros recabados en campo (ph, conductividad, temperatura, OD, coliformes, DQO, SST, SAAM, arsénico, plomo y cromo) y están dentro de la NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para

uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Se publicó en el Diario Oficial de la Federación el día 18 de enero de 1996 y entró en vigor el día 19 de enero de 1996, modificada el 20 de junio de 2000.

La falta de este tipo de datos son indispensables para un estudio de vulnerabilidad hídrica, y abre el campo a la investigación en referencia de temas de calidad de agua en estas comunidades, ya que, por ejemplo, organismos internacionales como el Banco Mundial, OMS/OPS y gobiernos de los países a nivel mundial, utilizan indicadores de agua potable sin tomar en cuenta la calidad físico-química y microbiológica de esta, lo que refleja una ambigüedad dentro de los términos que podrían generar vulnerabilidad por el mismo consumo del líquido.

5.6. Componente de Gobernanza

El componente de gobernanza es uno de los más importantes porque manifiesta la capacidad operacional y de resiliencia de las comunidades, así como las acciones que realizan cada uno de los entes sociales para mantener y conservar sus recursos. Pérez & Ortiz (2013) discuten la importancia de un cambio en cómo se definen, manejan y valoran los recursos hídricos, integrando la participación ciudadana como herramienta importante para la sustentabilidad del recurso. En un modelo aplicado en Puerto Rico, proponen atender el problema social, considerando un modelo que integre a la ciudadanía en los procesos de su manejo. Bajo este esquema, los comités tienen que garantizar una absoluta participación de las comunidades en las decisiones sobre el agua, porque si no cae una centralización que no es diferente a la que los ayuntamientos operan a nivel nacional.

Al estar deslindados del sector público, la dirección queda expuesta a la forma organizacional que definan los representantes. A nivel mundial, tanto en los modelos de gobernabilidad privatista del agua como los de gobernabilidad estatal

centralizada, ha prevalecido la noción de que la gestión del recurso debe ser llevada a cabo por los especialistas. Sin embargo, el fracaso del modelo neoliberal privatizador sumado a la crisis de representatividad política, han generado las condiciones para replantear la importancia de la participación de los usuarios como parte fundamental de la gobernabilidad de los servicios. Desde una perspectiva histórica, la participación social en el ámbito público ha sido una lucha constante por la ampliación de derechos (civiles, sociales, ambientales) (Tagliavini, s.f.).

La ausencia o incapacidad de las instituciones formales y estatales deja a las comunidades sin infraestructura suficiente y sin apoyo productivo. No obstante, la organización social, propia de las comunidades, fortalece su capacidad adaptativa y disminuye su sensibilidad ante cualquier amenaza. Aunque es importante mencionar que los comités reflejan debilidad en su gestión al no tener un control definido en cuanto a comunicación y administración. La ausencia de conocimiento, socialización, sistematización y movilización en relación con el manejo del agua, rompe con el paradigma de una organización comunitaria efectiva. Es necesario el aumento de las capacidades tanto técnicas y científicas como de cambio de cultura y conocimiento popular para asegurar la eficiencia de este tipo de gestión existente en las comunidades (Segura, 2011).

Aunado a eso, los comités no han garantizado un equilibrio positivo en el manejo de los escasos fondos económicos recabados, ya que en su mayoría son usados para fines religioso-lucrativos y son innumerables las necesidades que atender para mejorar la calidad de vida de las comunidades. Sin embargo, bajo la simple estructura social de las localidades ¿hasta qué punto requieren un sistema complejo de sistema organizacional para poder satisfacer sus necesidades en torno al tema agua?

Aunque ninguna de las localidades destaco por la participación de todos los entes de las comunidades, así como la inexistente equidad de género, porque no sólo se trata en construir y operar por su cuenta, sino también en complementar la

gestión por los organismos operadores, el municipio y las diferentes instituciones y organismos para poder hablar de Gobernanza. La gobernanza se caracteriza por una red de instituciones e individuos que colaboran juntos y unidos por un pacto de mutua confianza, son organizaciones de poder que forman redes semiautónomas y a veces autogobernadas (Rhodes, 1997).

No existen estudios previos que hablen sobre los comités de agua en Amanalco; sin embargo, estos datos permiten visualizar su forma operacional y capacidad de resolución de problemas. Todas las presiones que ejerce la población sobre los manantiales, exhiben escenarios de degradación y una voluble seguridad hídrica ofertada por los consejeros, lo que delata a profundidad la vulnerabilidad hídrica existente, ya que el concepto de vulnerabilidad hídrica dice que es el proceso que lleva situaciones críticas e irreversibles en torno a la calidad y cantidad del agua que ponen en riesgo el desarrollo humano y el funcionamiento de los ecosistemas (Ávila, 2005).

Si bien no se han presentado conflictos y las fuentes siguen en estado saludable, ante escenarios como el cambio climático, las comunidades deben denotar resiliencia. La CEPAL (2018) define la resiliencia como la capacidad de absorber perturbaciones de cualquier índole, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad; pudiendo regresar a su estado original. Esta capacidad de dar respuesta a los desafíos climáticos y ambientales se ve debilitada por la persistencia de la desigualdad en sus diferentes dimensiones, cuyos efectos empeoran debido a estos fenómenos. La brecha en la reducción de la desigualdad sigue siendo distante, y las comunidades se han visto envueltas en una zona de confort que está lejos de ser modificada, ya que hasta ahora no han sufrido perturbaciones que los movilicen. Este estudio abre el debate con información útil y relevante que ayude a identificar sus carencias como sistema operativo y así la oportunidad de mudar a uno más amigable con sus recursos hídricos.

5.7. Componente de cuidado del agua

La suma de todos estos factores exagera la carente educación ambiental, donde se conoce el problema, pero poco se hace para resolverlos. La educación es inexistente respecto a cómo usar de forma racional los recursos hídricos. De igual forma, la responsabilidad social que adquiere cada individuo de las localidades carece de interés y preocupación por tener limitación en el acceso de agua en un futuro, esto derivado, en cierta medida, por los comités quienes no han fomentado otro tipo de prácticas y han dado acceso al líquido sin ningún tipo de restricción que pudiera sembrar conductas ambientales (Hungerford & Volk, 1990).

Es así como la vulnerabilidad hídrica emerge como una construcción social, que puede ser representada gracias a todo el deterioro producido por las actividades antropogénicas que se puede observar entre las relaciones físicas, políticas, sociales, ambientales y económicas de los factores mencionados anteriormente

5.8 Recomendaciones

Con los resultados obtenidos de cada indicador en la tabla comparativa antes mencionada, se construyó una tabla que sintetizan los indicadores positivos y negativos de las localidades que se deben tomar en cuenta como recomendación para la ejecución de acciones, medidas o en el mejor de los casos, políticas de conservación, correctivas y/o de prevención (Tabla 9).

Tabla 9. Indicadores de Presión-Estado-Respuesta

| Indicador | Amanalco de Becerra | | San Juan Amanalco | | San Lucas Amanalco | |
|------------------|--|-------------------------|--|-----------------------------|--|-------------------------|
| | Positivo | Negativo | Positivo | Negativo | Positivo | Negativo |
| Presión | Abastecimiento de servicios | Fuente de extracción | Cobertura del servicio | Fuente de extracción | Abastecimiento de servicios | Fuente de extracción |
| | Cobertura del servicio | Uso y aprovechamiento | ----- | Uso y aprovechamiento | Cobertura del servicio | Uso y aprovechamiento |
| | ----- | Pago por servicio | ----- | Pago por servicio | Mantenimiento | Pago por servicio |
| | ----- | ----- | ----- | Abastecimiento de Servicios | ----- | ----- |
| Estado | Contaminación | ----- | Contaminación | ----- | Contaminación | ----- |
| | Disponibilidad | ----- | Disponibilidad | ----- | Disponibilidad | ----- |
| | Cambio uso de suelo | ----- | Cambio uso de suelo | ----- | Cambio uso de suelo | ----- |
| | ----- | ----- | Calidad del agua | ----- | Calidad del agua | ----- |
| Respuesta | Conflictos por el agua | Educación | Conflictos por el agua | Educación | Conflictos por el agua | Educación |
| | Organización que administra el recurso | Cuidado del agua | Organización que administra el recurso | Cuidado del agua | Organización que administra el recurso | Cuidado del agua |
| | ----- | Participación ciudadana | ----- | Participación ciudadana | ----- | Participación ciudadana |
| | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |

Fuente: Elaboración propia

Las tres localidades presentan similitudes en cuanto a los indicadores más representativos que hay que considerar para ejecutar soluciones ante las problemáticas. Si bien se ha mencionado, los manantiales se encuentran en un estado saludable, pero son varias las presiones que se ejercen y que podrían cambiar su calidad y cantidad a largo plazo.

Tan relevante se puede considerar la ausencia de recursos naturales hídricos en una zona, como la mala gestión humana sobre los yacimientos existentes. Fenómenos naturales, crecimiento demográfico, cambios naturales de la cantidad de agua disponible, retrasos en temporales de lluvias, deshielos, cambios artificiales provocados por el ser humano, cambio climático global, las causas no terminan y es relevante tomar atención sobre el futuro de este recurso.

Las consecuencias pueden ser muy diversas y afectar a diferentes sectores de la sociedad. Desacuerdos entre los usuarios sobre el fin y la cantidad de agua destinada a cada actividad, limitación del uso del agua, lo que obligará a modificar los hábitos o estilos de vida, estrés hídrico en la flora y fauna por falta de agua con las consecuencias de importantes pérdidas de especies, económicas, etc. Los retos por resolver son muchos, sin embargo gracias a estos análisis mixtos se identifican las diversas problemáticas y las mejores soluciones.

Los indicadores de presión esclarecieron el panorama que enfrentan los manantiales al ser administrados por la sociedad civil, que determina un futuro decadente a no tener conciencia del daño exponencial de los factores que lo causan y, peor aún, modificarlos.

El estado expone que la problemática del agua no es estática. En el futuro los problemas se agudizarán y tendrán consecuencias negativas en los aspectos económicos, sociales y políticos; principalmente debido a los efectos del cambio climático y las actividades desarrolladas en las localidades como la agricultura.

Los indicadores de respuesta ayudaron a identificar la inexistente evolución social y la capacidad adaptativa que tienen las sociedades para hacer frente a diversas problemáticas y así construir soluciones efectivas a estos problemas, donde se requieren acuerdos y acciones consensuadas los actores sociales, con una visión de desarrollo y corresponsabilidad. Teniendo la existencia de índices de marginación altos para las 3 localidades, muestra una población socialmente vulnerable ante riesgos y amenazas.

Estos estudios llevan a la necesidad de crear mecanismos de involucramiento de estos sectores en la toma de decisiones, según el rol que cumplen en la sociedad, desde la planificación hasta la implementación y evaluación de acciones; de eso trata esencialmente la gobernanza. Las comunidades arrojaron una débil organización y manejo del recurso, por lo que hace evidente la existencia de la vulnerabilidad hídrica aprobando la hipótesis “a mayor vulnerabilidad hídrica en las comunidades seleccionadas, luego entonces aprovechamiento excesivo y menor disponibilidad de agua”, ya que los fenómenos exponen situaciones que ponen en peligro la seguridad hídrica de las fuentes. Aunque aún no se han manifestado reducción en la disponibilidad de agua, los escenarios apuntan que están lejos de alcanzar los objetivos del desarrollo sostenible.

Bajo este análisis, fue posible identificar las variables en situación crítica, en la que los habitantes padecen un deterioro en su calidad de vida. Al mismo tiempo, esta situación acarrea problemas ambientales. De igual manera, el análisis Presión-Estado-Respuesta permitió determinar las relaciones entre los patrones del problema, y se convierte en una herramienta de gran utilidad en los procesos de toma de decisiones en la gestión, y resalta la gran importancia de planificar el crecimiento de las comunidades de manera sustentable.

Conclusiones

- La educación formal e informal es muy débil respecto a cómo alcanzar el uso eficiente e inteligente de los recursos hídricos. Igualmente, es débil para revertir el patrón de manejo de sus aguas residuales, ya que carecen de servicios y responsabilidad social.
- La excesiva centralización de las decisiones. Muy poca participación ciudadana tanto en la estructura organizativa como en la toma de decisiones en las 3 comunidades.
- La inoperancia del marco institucional y legal (desconocimiento por parte de la sociedad civil de los procesos de denuncia y otros; hace desgastante e injusta su resolución de problemas.
- La deficiente y casi nula valoración económica del agua, que tome en cuenta el manejo integral de las cuencas y la búsqueda de la permanencia del recurso en el futuro.
- La ausencia de planes hídricos a nivel local donde el plan regulador sea un componente básico.
- Presencia de problemáticas ambientales que podrían llegar afectar los manantiales si existen acciones preventivas al respecto.
- La ausencia de conocimiento, socialización, sistematización y movilización en relación con el manejo del agua. Es necesario el aumento de las capacidades tanto técnicas y científicas como de cambio de cultura y conocimiento popular.
- Falta de información básica y mecanismos claros para poder utilizarla.
- La información existente en la actualidad se encuentra dispersa en diferentes organizaciones y en algunos investigadores, lo que impide su uso efectivo.

Bibliografía

- Adriaanse, A. (1993). *Environmental Policy Performance Indicators. A Study on the Development of Indicators for Environmental Policy in the Netherland*. Netherlands: Ministerio de Vivienda, Planeación Física y Medio Ambiente.
- Alcalá de Jesús, M., Hidalgo, C., & Gutierrez, M. d. (28 de 2018 de 2009). *Mineralogía y retención de fosfatos en andisoles*. *Terra Latinoamericana*,. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792009000400001&lng=es&tlng=es.
- Ávila García, P. (2002). *Cambio global y recursos hídricos en México: Hidropolítica y conflictos contemporáneos por el agua*. México: Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas.
- Ávila García, P. (2005). *Cambio global y recursos hídricos en México: hidropolítica y conflictos contemporáneos por el agua*. México, INE, Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas: Proyecto INE/ADE 045/2002. 107. .
- Ávila García, P. (2008). Vulnerabilidad socioambiental, seguridad hídrica y escenarios de crisis por el agua en México. *Ciencias número 90*, 46-57.
- Barr, F., Frankhauser, S., & Hamilton, K. (2010). Adaptation Investments: a resource allocation framework. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* , 843-858.
- Blaikie, Piers, Cannon, T., Davis, I., & Wisner, B. (20 de 02 de 2017). *Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres*. Obtenido de La RED, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, Bogotá.: <http://www.desenredando.org>
- Browne, S. (1982). *The Environment of Poverty*. Dublin, Tycooly: Economic Approach to Natural Resource and Environmental Quality Analysis.
- Cabezas, J. N. (2018). *La implementación de la política hídrica. El caso de los Comités de Agua Potable en el abastecimiento y acceso de agua: Ocoyoacac, México 2016-2018*. Universidad Autónoma Metropolitana. Lerma, México.: Tesis de Licenciatura.
- Cadena, C., & Salgado, L. H. (2017). Redes y Capacidades de actores en torno a comités independientes de agua potables: Caso de San Felipe Tlaminilolpan. *El Colegio de San Luis ° Nueva Epoca°*, 62-90.
- Campos Aranda, D. (1992). *Procesos del ciclo hidrológico*. San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Castillo Martín, A. (2008). *Manantiales de Andalucía*. Junta de Andalucía, Sevilla: Agencia Andaluzadel Agua, Consejería de Medio Ambiente.
- CCVM. (2014). *Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía*. Ciudad de México: Comisión Nacional del Agua.
- CEPAL. (2018). *Potenciar la resiliencia de las sociedades latinoamericanas y caribeñas, clave para la implementación de la Agenda 2030*. Santiago, Chile: Naciones Unidas.
- Cerdas, J. (2011). Análisis del marco legal para la administración del agua de consumo humano por parte de las asociaciones administradoras de

- sistemas de acueductos y alcantarillados comunales. (*Tesis doctoral*), Universidad de Costa Rica.
- CONAFOR. (s.f.). *Ordenamiento Territorial Comunitario*. Amanalco de Becerra: Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C.
- CONAGUA. (2008). *Estadísticas del agua, Región Hidrológico administrativa IV Región Balsas*. México, D.F.: Edición 2009.
- CONAGUA. (2011). *Estadísticas del agua en México*. México: 45p.
- CONANP. (2006). *Programa de conservación y manejo Parque Nacional Desierto de los Leones*. Ciudad de México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- CONAPO. (2010). *Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010*. D.F., México: Colección: Índices Sociodemográficos, Consejo Nacional de Población.
- CONEVAL. (2016). *Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social*. Recuperado el 20 de 10 de 2018, de Evolución del Valor de la Canasta Alimentaria: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineas-de-bienestar-y-canasta-basica.aspx>
- Coy, M. (2010). Los Estudios del Riesgo y la Vulnerabilidad desde la Geografía Humana. Su relevancia para América Latina. *Población y Sociedad*, 9-28.
- Díaz, E., Romero, E. C., Boschetti, N., & Duarte, O. C. (2009). Vulnerabilidad del agua subterránea en la cuenca del Arroyo Feliciano, Entre Ríos, Argentina. *Boletín Geológico y Minero*, 533-542.
- Downing, T., Butterfield, R., Cohen, S., Huq, S., Moss, R., Rahman, A., . . . Stephen, L. (2001). *Vulnerability indices: climate change impacts and adaptations*. New York, USA: United Nations.
- FAO. (2008). *Base referencial mundial del recurso suelo*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO. (2009). *Information System on Water and Agriculture, Aquastat*. Recuperado el 23 de 04 de 2017, de http://www.fao.org/ag/portal/index_en.html
- FAO. (2016). *Usos del Agua*. Recuperado el 27 de 02 de 2019, de http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/indexesp.stm
- FAO. (14 de 02 de 2017). *Adaptación y mitigación al cambio climático*. Obtenido de <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/climate-change-adaptation-and-mitigation/basic-knowledge/es/>
- FCEA. (2015). *Agua.org*. Recuperado el 28 de 02 de 2019, de Cuerpos de Agua: <https://agua.org.mx/cuerpos-de-agua/>
- García Amaro de Miranda, E. (2003). Distribución de la precipitación en la República Mexicana. *Investigaciones Geográficas*, 67-76. Recuperado el 10 de 10 de 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112003000100009&lng=es&tlng=es
- García, M., Carbajal, Y., & Jiménez, H. (2007). La gestión integrada de los recursos hídricos como estrategia de adaptación al cambio climático. *Ingeniería y Competitividad*, 19-29.

- GEM. (2016). *Atlas de Riesgos Amanalco*. Dirección General de Protección Civil. Amanalco de Becerra: Coordinación Dirección General de Protección Civil del Estado de México.
- Gómez, J. (2001). *Vulnerabilidad y Medio Ambiente*. Santiago, Chile: CEPAL.
- Gonzalo Hatch, K., Schmidt Nevdedovich, S., & Carrillo Rivera, J. J. (2017). Elementos de análisis de la propuesta de Laey General de Aguas en México a partir del Derecho Humano al agua y sus repercusiones en el quehacer científico, docente y en la investigación. *El Colegio de San Luis ° Nueva época °*, 30-61.
- Grondona, S., Sagua, M., Massone, H., & Miglioranza, K. (2015). Evaluación de la vulnerabilidad social asociada al consumo de agua subterránea en el cuenca del río Quequén Grande, provincia de Buenos Aires Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 351-349.
- GWP, (. W. (2000). Manejo integrado de recursos hídricos. *Tac Background Papers(4)*, 81.
- Hernández Rodríguez, M. d. (2010). *Geografía del desequilibrio: Un estudio de la vulnerabilidad hídrica entre habitantes urbanos y rurales de la Matlalcueye*. Tlaxcala: El Colegio de Tlaxcala: 1er Congreso Red de Investigadores Sociales del Agua .
- Hernandez-Sampieri. (2011). *Metodología de la investigación*. México: Quinta edición.
- Hilhorst, D., & Bankoff, G. (2004). *Introduction: mapping vulnerability"*, en Bankoff, G., G. Frerks Y D. Hilhorst. Earthscan, Londres, Inglaterra.: Mapping vulnerability: disasters, development and people,.
- Hungerford, H., & Volk, T. (1990). Cambiando el comportamiento del alumno a través de la educación ambiental. *Revista de Educación Ambiental*, 8-21.
- Ibarra Martínez, L. L. (2016). *Vulnerabilidad social en Tijuana por eventos de tipo hidrometeorológico Caso de estudio: Colonia 3 de octubre*. Tijuana, Baja California: Tesis de Maestría.
- Ibarrarán, M., Malone, E., & Brenkert. (2010). Climate change vulnerability and resilience: current status and trends for Mexico. *Environ Dev Sustain*, 12, 365–388.
- IEECC. (2016). *Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático*. Recuperado el 22 de 10 de 2018, de Manantiales en el Estado de México: <http://ieecc.edomex.gob.mx/manantiales>
- IEEG. (2012). *Sistema de Indicadores Ambientales y de Sustentabilidad*. Recuperado el 08 de 10 de 2018, de Metodología PER: <https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/micro/siaseg/modeloper.php>
- IMTA. (2011). *Plan estratégico para la recuperación ambiental de la cuenca Amanalco-Valle de Bravo:Actualización*. Estado de México: Fundación Gonzalo Río Arronte.
- IMTA. (2012). *Plan Estratégico para la recuperación ambiental de la cuenca Amanalco-Valle de Bravo: Actualización*. México, D.F.: Fundación Gonzalo Río Arrote.
- INAFED. (23 de 04 de 2017). *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México*. Obtenido de

- <http://inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15007a.html>,
- INECC. (2016). *Seminario Internacional sobre Gestión Territorial para la Adaptación a los Efectos del Cambio Climático*. Cd. de México: Coordinación General de Adaptación al Cambio Climático.
- INEGI. (28 de 2018 de 2010). *Censo de Población y Vivienda*. Obtenido de ITER: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/default.html>
- IPCC. (2001). *Third Assessment Report*. Glossary of Terms.
- IPCC. (2001a). En *Tercer informe de evaluación. Cambio climático 2001: la base científica*. (pág. 94). Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007, Climate Change Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press.
- 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*. Cambridge: Cambridge University Press: 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.
- Luers, A. (2003). A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, México. . *Global Environmental Change*, 255-267.
- Maganda, C. (2005). *Crecimiento urbano, competencia por recursos hídricos y riesgos construidos. Notas para un estudio comparativo sobre el acceso al agua en contextos de escasez, bordes administrativos y fronteras. Casos Silao-Guanajuato y San Diego-Valle Imperial, Californ*. Obtenido de <http://www.fontem.com/archivos/277.pdf>
- Magaña, R. (2012). *Guía Para Generar y Aplicar Escenarios Probabilísticos Regionales de Cambio Climático en la Toma de Decisiones*. Universidad Nacional Autónoma de México: Centro de Ciencias de la Atmósfera.
- Magaña, V., & Gay, C. (s.f.). *Vulnerabilidad y Adaptación Regional Ante el Cambio Climático y sus Impactos Ambiental, Social y Económicos*. Ciudad de México.
- Martínez, P. F., & Patiño, C. (2012). Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 5-20.
- Martínez, P., & Patiño, C. (2010). *Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México ante el*. Jiutepec, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- McDowell, J. (2010). Cambio Climático: Vulnerabilidad Social y Escasez de Agua en Comunidades Indígenas Campesinas de Bolivia. *Agua Ambiente*, 11-34.
- Medina, J. e. (2009). Propiedades químicas de un luvisol después de la conversión del bosque a la agricultura en Campeche, México. *Agronomía Mesoamericana*, 217-235.
- Mendoza, M. (2008). *Metodología para el análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano; aplicación y determinación de medidas de adaptación en la subcuenca del río Copán, Honduras*. Turrialba, C.R.: Tesis de Maestría.

- Miranda, T., Suset, A., Cruz, A., & Machado, H. y. (09 de 25 de 2018). *El Desarrollo sostenible: Perspectivas y enfoques en una nueva época*. . Obtenido de : http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942007000200001&lng=es&tng=es.
- Monterroso, A. (2007). *Impacto del cambio climático sobre dos especies representativas del trópico mexicano*. Cuba: I Congreso sobre Manejo de ecosistemas y biodiversidad. Memorias. Ministerio del ambiente.
- Mora Alvarado, D. (2003). Agua para consumo humano y disposición de excretas: situación de Costa Rica en el contexto de América Latina y el Caribe - 1960/2000. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 31-46.
- Moral Iturarte, L. (2008). "Valoración y defensa de los manantiales desde la perspectiva de la 'Nueva Cultura del Agua'". En C. M. Antonio, *Manantiales de Andalucía* (págs. 194-197). Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente: Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente.
- Morell Evangelista, I. (2008). "Los manantiales". En C. M. Antonio, *Manantiales de Andalucía* (págs. 28-35). Junta de Andalucía, Sevilla: Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente.
- Moser, S. (2008). Resilience on the face of global environmental change. En *Carri Research Report 2* (págs. 1- 44). Estados Unidos: Oak Ridge National Laboratory.
- OCDE. (1993). *Indicators for the Integration of Environmental Concerns into Energy Policies*. France: Environment Monographs 79.
- OMM. (25 de 09 de 2018). *Organización Meteorológica Mundial*. Obtenido de <https://public.wmo.int>
- OMS. (2015). *Envejecimiento y Salud*. OMS.
- Orozco Hernández, M. E., & Quesada Diez, A. (2010). Hacia una nueva cultura del agua en México: organización indígena y campesina. El caso de la presa Villa Victoria. *Ciencia Ergo Sum*, 28-36.
- PDM. (2009). *Plan de Desarrollo Municipal 2009-2012*. Amanalco de Becerra: H. Ayuntamiento Constitucional de Amanalco, Mexico.
- Pearce, D. (1990). Población, pobreza y medio ambiente. *Pensamiento Iberoamericano*, 223-258.
- Pérez, A., & Ortiz, B. (2013). Participación ciudadana en la transformación del manejo del agua en Puerto Rico. *Revista Puertorriqueña de Psicología*, 1-16.
- Perrings, C. (2006). Resilience and sustainable development. *op. cit*, 417-427.
- Pizarro, R. (2001). La vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada para América Latina. Santiago de Chile: CEPAL.
- PMDU. (2004). *Plan Municipal de Desarrollo de Amanalco*. Estado de México: H. Ayuntamiento de Amanalco.
- PNUD. (2006). *2006. Informe sobre desarrollo humano. Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. New York: PNUD.
- Procuenca. (2015). "La casa del pájaro carpintero". Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas: Dirección Regional Centro y Eje Neo volcánico: Publicación del Fondo Pro- Cuenca de Valle de Bravo A.C.

- Prowse, M. (2003). *Towards a clearer understanding of 'vulnerability' in relation to chronic poverty*. Manchester, Inglaterra: Chronic Poverty Research Centre Working Paper 24, University of Manchester.
- Rhodes, R. (1997). *Understanding Governance: Policy Networks, Governance, Reflexivity and Accountability*. Buckingham: Open University Press.
- Rice, F. P. (1997). *Desarrollo Humano*. México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A.
- Rivera Ávila, M. (1999). *El Cambio Climático*. México, D.F: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Rubio, I. (2010). *Vulnerabilidad y Agua: Elementos para una discusión crítica*. Tlaxcala: Primer Congreso Red de Investigadores Sociales sobre Agua. El Colegio de Tlaxcala.
- Rueda, M., & Bentacur, V. (2006). *Evaluación de la vulnerabilidad del agua subterránea en el Bajo Cuca Antioqueño*. Medellín: Avances en Recursos Hidráulicos.
- Rygel, L., O'Sullivan, D., & Yarnal, B. (2006). A method for constructing a social vulnerability index: an application to hurricane storm surges in a developed country. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 11:741-764.
- Salazar, M. P. (2014). *Vulnerabilidad social a la disminución del suministro hídrico en el Distrito Federal*. Tijuana, Baja California, México: Tesis de Maestría.
- SCT. (2007). *Pavimentación del camino San Bartolo – El Temporal*. Estado de México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- SDUV, S. d. (2004). *Plan de Desarrollo Urbano de Amanalco*. Amanalco de Becerra: Gaceta de Gobierno.
- SEDESOL. (2010). *Informe Anual Sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social*. Amanalco, México: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social .
- Segura, O. (2011). *Agenda Ambiental del agua en Costa Rica*. Obtenido de Revista Geográfica de América Central, 1(40), 39-49: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/1705>
- SEMARNAT. (s.f.). *Indicadores básicos del desempeño ambiental en México*. Recuperado el 08 de 10 de 2018, de http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores14/conjuntob/00_conjunto/marco_conceptual2.html
- SGM. (2017). *Rocas Igneas*. Recuperado el 08 de 10 de 2018, de <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Rocas/Rocas-igneas.html>
- SMA. (2001). *Programa de Conservación y Manejo del Parque Estatal "Santuario del Agua Presa Corral de Piedra"*. Amanalco de Becerra: Gobierno del Estado de México.
- Solis, A. C. (2013). Conflictos urbanos y escasez de agua: repercusiones en la pobreza desde las experiencias en Nicaragua y Guatemala. En G. C. H., *Pobreza, Ambiente y Cambio Climático* (pág. 23). Buenos Aires: CLACSO.
- Stevens Vázquez, G. (2012). La vulnerabilidad hídrica en la ciudad de San Luis Potosí. Un análisis espacial. *El Colegio de San Luis II*, 130-159.
- Tagliavini, D. (s.f.). Participación en el sector de agua potable y saneamiento. *Instituto Nacional del Agua*.

- Tarbutck, E. J., & Lutgens, F. K. (2005). *Ciencias de la Tierra* (8 ed.). Prentice Hall. Recuperado el 10 de 10 de 2018, de Ciencias de la Tierra 8 Edicion – Una Introducción a la Geología Física: https://www.rutageologica.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=390&Itemid=91&showall=1
- Tejada, J., Cerrato, M., & Hernández, C. (2000). *Seguridad del agua: metodología para el manejo participativo y sostenible de las cuencas del trópico húmedo de Costa Rica*. Costa Rica: Universidad EARTH.
- Teutsch, B. C. (2006). Metodologías para la evaluación de la vulnerabilidad poblacional a los desastres de variabilidad y cambio climático. Santiago de Chile: Tesis.
- Valencia Rojas, M. F. (2015). Metodología para el análisis de vulnerabilidad en cuencas abastecedoras de agua ante la variabilidad climática. *Revista Ingenierías dUniversidad de Medellín*, 29-43.
- WMO. (1998). *Groundwater: The invisible resource*. Recuperado el 10 de 10 de 2018, de http://www.unescap.org/unis/press/l_06_98.htm.

Anexos

Tabla de comparativa de frecuencias que arroja los resultados por indicador descrita en el apartado 4.5, tomando en cuenta el 1 como respuesta positiva y el 0 como negativa o, en su defecto, sin respuesta, desconocimiento y/o desinterés por parte del encuestado.

Tabla 8. Análisis comparativo de indicadores

| <i>Componentes</i> | <i>Indicadores</i> | <i>Modelo PER</i> | <i>Amanalco de B Herrera</i> | | <i>San Juan Amanalco</i> | | <i>San Lucas Amanalco</i> | |
|-------------------------------------|--|-------------------|------------------------------|----------|--------------------------|----------|---------------------------|----------|
| | | | <i>1</i> | <i>0</i> | <i>1</i> | <i>0</i> | <i>1</i> | <i>0</i> |
| COMPONENTE SOCIOECONÓMICO | Abastecimiento de servicios básicos | PRESIÓN | 173 | 47 | 101 | 119 | 152 | 68 |
| | Fuente de extracción | PRESIÓN | 42 | 90 | 44 | 88 | 23 | 109 |
| COMPONENTE DE ABASTECIMIENTO | Tenencia de la tierra | PRESIÓN | 22 | 44 | 22 | 44 | 22 | 44 |
| | uso y/o aprovechamiento | PRESIÓN | 37 | 117 | 35 | 119 | 44 | 110 |
| | Gasto en l/s | PRESIÓN | 3 | 19 | 0 | 22 | 9 | 13 |
| | Pago por servicio | PRESIÓN | 30 | 58 | 24 | 64 | 35 | 53 |
| | Cobertura del servicio | PRESIÓN | 43 | 1 | 40 | 4 | 43 | 1 |
| | Estado de la infraestructura | PRESIÓN | 22 | 0 | 22 | 0 | 4 | 18 |
| | Mantenimiento | PRESIÓN | 24 | 20 | 17 | 27 | 37 | 7 |

Tabla 8. Análisis comparativo de indicadoresContinuación...

| | | | | | | | | |
|--|--|-----------|----|-----|-----|-----|----|-----|
| COMPONENTE DE ABASTECIMIENTO NO MUNICIPAL | Consumo de agua comercial | PRESIÓN | 22 | 88 | 25 | 85 | 23 | 87 |
| | Compra de agua comercial | PRESIÓN | 0 | 44 | 5 | 39 | 0 | 44 |
| COMPONENTE DE LA ZONA DE RECARGA | Grado o porcentaje de cobertura vegetal del suelo | ESTADO | 17 | 5 | 18 | 4 | 17 | 5 |
| | Cambio uso de suelo | ESTADO | 55 | 11 | 37 | 29 | 50 | 16 |
| | Brote natural de agua | ESTADO | 22 | 0 | 17 | 5 | 23 | 0 |
| COMPONENTE DE SANEAMIENTO | Cantidad del agua | ESTADO | 22 | 0 | 22 | 0 | 23 | 0 |
| | Calidad del agua | ESTADO | 22 | 0 | 22 | 0 | 23 | 0 |
| | Enfermedades | ESTADO | 0 | 22 | 0 | 22 | 0 | 23 |
| | Contaminación | ESTADO | 44 | 154 | 57 | 141 | 44 | 155 |
| | Disponibilidad | ESTADO | 97 | 35 | 103 | 29 | 97 | 36 |
| COMPONENTE DE GOBERNANZA | Organización que administra el recurso hídrico | RESPUESTA | 81 | 7 | 54 | 29 | 59 | 29 |
| | Reglamento interno de la | RESPUESTA | 21 | 23 | 21 | 23 | 0 | 23 |

Tabla 8. Análisis comparativo de indicadoresContinuación...

| | | | | | | | | |
|--|--|-----------|-----|-----|----|-----|-----|-----|
| | organización | | | | | | | |
| | Equidad de género en la integración, participación y toma de decisiones en la organización local gestora del agua | RESPUESTA | 29 | 69 | 24 | 64 | 31 | 57 |
| | Participación ciudadana | RESPUESTA | 110 | 88 | 88 | 110 | 108 | 90 |
| | Conflictos por el agua | RESPUESTA | 47 | 151 | 59 | 117 | 43 | 133 |
| | Frecuencia de reuniones de la organización y grado de participación | RESPUESTA | 22 | 0 | 22 | 0 | 21 | 45 |
| | Manejo de fondos económicos | RESPUESTA | 46 | 64 | 47 | 63 | 45 | 65 |
| COMPONENTE DEL CUIDADO DEL AGUA | Educación | RESPUESTA | 59 | 205 | 76 | 188 | 57 | 207 |

Tabla 8. Análisis comparativo de indicadoresContinuación...

| | | | | | | | |
|-------------------------|-----------|----|-----|----|-----|----|-----|
| Cuidado del agua | RESPUESTA | 22 | 132 | 37 | 117 | 21 | 133 |
| Adaptación | RESPUESTA | 8 | 14 | 14 | 8 | 7 | 15 |

Fuente: Elaboración propia con información recabada en campo, 2018

ENCUESTA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD HIDRICA

La información solicitada tiene carácter académico, servirá para la estimación de la vulnerabilidad hídrica de manantiales en el municipio de Amanalco de Becerra, Estado de México, referido a la seguridad hídrica.

Nombre: _____ Edad: _____ No.

Cuest _____

Sexo: M () F ()

Dirección: _____

Ocupación _____ Localidad _____

COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

¿Hace cuánto tiempo reside aquí? Años _____

¿Cuál fue su último grado de estudios? _____

¿Cuál es tu salario mensual aproximado? _____

Su vivienda cuenta con:

Drenaje si () no () Luz si () no () Agua entubada en la vivienda si () no () Gas si () no ()

Cuenta con servicios públicos:

Calle pavimentada si () no () Alumbrado público si () no () Seguridad pública si () no ()

Recolección de residuos sólidos si () no ()

Asistencia médica si () no () Escuelas si () no ()

Preescolar /Primaria/ Secundaria/Preparatoria/Universidad otra _____ -

Número de Habitantes en el hogar ()

| | | |
|-----------------------|--|--|
| ¿Cuántas mujeres? () | | |
|-----------------------|--|--|

| | | |
|-----------------------|---------|--|
| | edades: | |
| ¿Cuántos hombres? () | edades: | |
| ¿Cuántos niños? () | edades: | |

COMPONENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

¿Cuál es la fuente de agua? Puede mencionar varias

| | |
|---------------------------|---------------|
| Red municipal de agua () | Manantial () |
| Camión cisterna () | Otro. ¿Cuál? |
| Pozo () | |

¿Usted es el dueño de la fuente? Si () No ()

¿Qué tipo de tenencia tiene el manantial? Comunal () Ejidal () Propiedad privada ()

¿Cuál es el uso y/o aprovechamiento que le da a al manantial?

Doméstico () Agrícola () Pecuario () Acuícola () Industrial () Recreativo () otro ()

¿Cuál? _____

¿Cuál es el gasto aproximado en litros de agua que extrae diariamente del manantial?

¿Paga por usar el agua de esta fuente?

Si () No () ¿Pago mensual? _____ Otro _____

¿Estás de acuerdo con lo que pagas mensualmente/anualmente por el agua?

Si () No () ¿Por qué? _____

¿El manantial cuenta con infraestructura eficiente para su aprovechamiento y/o extracción del líquido?

¿De dónde viene y cómo está almacenada el agua que usas en tu casa?

¿Quién gestiona la infraestructura y en qué estado se encuentra?

¿Existe mantenimiento constante a la infraestructura por parte de los administradores?

Si () No () ¿Por qué? _____

COMPONENTE DE ABASTECIMIENTO NO MUNICIPAL

El agua que bebes es:

Hervida () Filtrada () de Garrafón () otro () ¿Cuál? _____

¿Cada cuánto tiempo compra agua purificada?

Cantidad de agua que compra en Lts _____

¿Aproximadamente cuánto gasta a la semana/mes en la compra de agua?

COMPONENTE DE LA ZONA DE RECARGA

¿El porcentaje de masa forestal en la región es abundante? Si () No ()

¿A qué se debe la pérdida de árboles? _____

¿Usted ha notado cambios en el paisaje de la región? Si () No ()

¿Cuáles? _____

¿El agua del manantial todavía sale por medio de brote natural? Si () no ()

COMPONENTE DE SANEAMIENTO

¿Usted considera que la cantidad de agua del manantial en los últimos 10 años ha?

Aumentado () disminuido () permanecido constante ()

¿Usted como considera la calidad de agua del manantial?

Buena () regular () mala ()

¿Usted o su familia ha presentado algún tipo de enfermedad por consumir agua del manantial?

Si () No () Mencione las frecuentes _____

¿Usted percibe señales de turbidez, malos olores, presencia de vegetación acuática, etc. provenientes del manantial? Si () no ()

Su vivienda cuenta con: Fosa séptica () Baño () Otro () ¿Cuál? _____

¿Cuáles consideras que son los principales problemas ambientales en la región?

Basura () Escasez de agua () Contaminación de las aguas () Tala de árboles ()

Otro () ¿Cuál? _____

¿Con qué frecuencia a la semana hay agua en tu casa? Diario () 1 a 2 veces por semana ()
2 a 3 veces por semana 4 o más veces por semana () otro ()

¿Cuántas? _____

Si suele faltar agua, ¿a qué se debe? _____

COMPONENTE DE GOBERNANZA

| | |
|---|------------------------------|
| ¿En su comunidad quien dirige, administra o decide sobre el agua del manantial? | |
| ¿Cómo se designa la autoridad que decide sobre el uso del agua del manantial? | |
| ¿Qué funciones tiene la autoridad encargada del manantial? | |
| ¿Esta autoridad es independiente del delegado y gobierno municipal? | |
| ¿Tiene su comunidad reglas para usar y conservar el agua del manantial? Si () No () | En caso afirmativo, ¿cuáles? |

¿Usted considera un mejor aprovechamiento del manantial estando deslindado del sector público?

Si () no () ¿Por qué? _____

¿Usted considera importante el rol de la mujer en la toma de decisiones en cuanto a la administración del manantial?

Si () no () ¿Por qué? _____

¿En su comunidad el uso y conservación del manantial ha generado?

Participación ciudadana Si () No ()

Organismos de cuencas Si () No () Otra () ¿Cuál? _____

¿Conoce de algún plan, programa o proyecto de agua y saneamiento que se esté o se haya desarrollado a favor del manantial? Si () No ()

¿Quién lo desarrollo?

Gobierno () Comunidad () organización no gubernamental ()

¿Hace o ha sido parte en el desarrollo de planes, programas o proyectos de aguas y saneamiento del manantial? Si () no ()

¿Cuál proyecto y cómo ha aportado?

¿Considera que ha sido tomado en cuenta para el desarrollo de dicho plan, programa o proyecto?

Si () no ()

En caso afirmativo, rogamos especifique con más detalle el motivo de su respuesta

¿Cuáles son los obstáculos más frecuentes para una coordinación eficaz para uso y conservación del agua?

Superposición y confusiones en la distribución de roles y responsabilidades ()

Rivalidades entre usuarios (). Rivalidades entre autoridades locales y municipales ()

Interferencias de grupos ajenos a la comunidad (). Falta de voluntad/compromiso/liderazgo político en el sector del agua (). Falta de participación de los usuarios (). Falta de conocimiento técnico ()

¿Su comunidad comparte el agua del manantial con otra comunidad? Si () no ()

Otro (s) (especificar) Si Nombre de la comunidad _____

¿Con que frecuencia suelen reunirse para tratar asuntos relacionados con el manantial?

1 vez por mes () 2 o más veces por mes () otro () ¿Cuántas? _____

¿Está de acuerdo con los medidores de agua?

Si () no () ¿Por qué? _____

¿Quién administra los fondos recabados por el agua?

Usuarios () autoridades () otra persona () ¿Quién? _____

¿Para qué se utilizan dichos fondos?

Infraestructura () ingresos a la comunidad () otro () ¿Cuál? _____

COMPONENTE DE CUIDADO DEL AGUA

En su opinión, ¿quién tiene la responsabilidad de proteger el agua?

Usuarios () Autoridades () Ambos () Otro ()

¿quién? _____

Está usted preocupado por la disponibilidad de agua en un futuro? si () no ()

¿Por qué?

¿Qué le impide a usted conservar agua?

- No sé si mis esfuerzos de conservación son efectivos
- Yo no pienso que estoy desperdiciando agua
- Los usuarios no utilizan tanta agua como para hacer una diferencia
- No sé cómo conservar agua
- Tengo derecho a utilizar cualquier cantidad de agua donde y como sea que yo lo desee
- Otro ¿Cuál? _____

¿Cuál de estos escenarios lo motivaría a usted a conservar el agua?

- Una sequía severa
- Aumento sustancial en su recibo de agua
- Tarifas menores para el uso reducido de agua
- Accesorios de bajo flujo gratis
- Impactos ambientales
- Regulaciones obligatorias, por ejemplo: restricciones en la irrigación
- Otra ¿Cuál? _____

¿Qué tipo de actividades considera usted se deben realizar para conservar el agua en el sector?

¿Cuáles son las medidas que optaría a realizar si se encuentra en caso de escases de agua en el manantial?