



UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

Región Xalapa

“Gestión del recurso hídrico del manantial “Ojo de Agua” que realiza CMAS en Zoncuantla, Coatepec, Veracruz”

Trabajo Recepcional

Para obtener el título de:

ESPECIALISTA EN DIAGNÓSTICO Y GESTIÓN AMBIENTAL

PRESENTA:

Aldo Brindis Morandín

Directora:

Dra. María del Socorro Menchaca Dávila

Co-Director

Dr. Juan Cervantes Pérez

Xalapa, Veracruz

Julio 2016

Índice

Introducción.....	1
Capítulo I. Contexto general.....	4
1.Problemática.....	4
2.Objetivos.....	7
2.1. Generales.....	7
2.2. Específicos.....	7
3.Antecedentes.....	7
4.Justificación.....	9
Capítulo II. Marco Teórico.....	10
1.Disponibilidad y gestión integrada del agua.....	10
1.1. Ciclo natural-antrópico del recurso hídrico.....	11
1.2. Cuerpos de agua naturales, ecosistemas y servicios ecosistémicos.....	18
1.3. Disponibilidad de agua.....	22
1.4. Medición de Caudal.....	32
1.5. Legislación en materia de recursos hídricos.....	35
1.6. Gestión integrada del recurso hídrico (GIRH).....	38
1.7. Opinión y percepción como herramienta en la GIRH.....	43
Capítulo III. Metodología.....	45
1.Área de estudio.....	45
1.1. Descripción de Sitio.....	48
2.Aforos en manantial “Ojo de Agua”.....	52
3.Instrumento y selección de muestra a la población de Zoncuantla.....	56
Capítulo IV. Resultados y discusión.....	59
1.Disponibilidad hídrica del manantial “Ojo de Agua”.....	59

2.Opinión y percepción de los habitantes de Zoncuantla respecto a la gestión del agua	64
2.1. Acceso y Servicio de Agua	64
2.2. Comunicación y toma de decisiones	71
2.3. Percepción sobre la disponibilidad actual y futura	75
Conclusiones y recomendaciones.....	79
Referencias	82
Anexo 1: Concesión federal del manantial “Ojo de Agua”	91
Anexo 2: Encuesta aplicada en la congregación de Zoncuantla, municipio de Coatepec, Veracruz.....	95

Índice de tablas

Tabla 1. Datos de disponibilidad, uso y tratamiento del agua en México	30
Tabla 2. Población de Zoncuantla, censo INEGI 2010.....	51
Tabla 3. Cálculo de personas a encuestar por localidad.....	58
Tabla 4. Tabla comparativa de resultados de aforos y datos de precipitación	63

Índice de figuras

Figura 1. Ciclo Hidrológico	12
Figura 2. Ciclo antrópico del agua.....	14
Figura 3. Intervención del hombre en el ciclo hidrológico.....	17
Figura 4. Distribución mundial del agua.	23
Figura 5. Flujo total, estable, accesible y utilizado.	24
Figura 6. Distribución de la disponibilidad del agua en m ³ per cápita.	25
Figura 7. Cobertura de agua potable y saneamiento	26
Figura 8. Balance de agua en México, valores medios anuales de los componentes hídricos.	27
Figura 9. División de un caudal por secciones.	33
Figura 10. Distribución de velocidades en un cauce.	34
Figura 11. Aforador Parshall.....	35
Figura 12. Etapas en la planeación e implementación de la GIRH	39
Figura 13. Cuenca, subcuenca, microcuenca	40
Figura 14. Etapas para el desarrollo de un Plan Estratégico de Gestión Integral de los Recursos Hídricos.	42
Figura 15. Modelo de elevación de la microcuenca del Río Pixquiac.....	45
Figura 16. División de la cuenca del río Pixquiac.	46
Figura 17. Vegetación y uso de suelo de la microcuenca del río Pixquiac.	47
Figura 18. Tipo de clima de la microcuenca del Pixquiac.....	47
Figura 19. Clasificación de suelo de la microcuenca del Pixquiac.	48
Figura 20. Localización en Google Maps de coordenadas de manantial “Ojo de Agua”	49
Figura 21. Manantial “Ojo de Agua”	49
Figura 22. Obras en el manantial “Ojo de Agua”	50
Figura 23. Colonias pertenecientes a la congregación de Zoncuantla.	51
Figura 24. Esquema de construcción al rededor del manantial “Ojo de Agua” y puntos de aforo	53
Figura 25. Medición con flujómetro Global Water FP201	53

Figura 26. Computadora de flujómetro Global Water FP201	54
Figura 27. Localización de las estaciones meteorológicas.....	55
Figura 28. Entradas en caja rompedora de presión (l/s)	59
Figura 29. Entradas menos salidas en caja rompedora.	59
Figura 30. Gasto de arroyo Tixtla	60
Figura 31. Nacimiento de arroyo Tixtla.....	60
Figura 32. Nivel del agua por debajo del tubo de la caja captadora (punto 2)	61
Figura 33. Precipitación mensual promedio de las estaciones cercanas al manantial "Ojo de Agua"	61
Figura 34. Precipitación en mm de la época seca del 2016 en comparación de las normales reportadas por el SMN en el periodo 1981-2010 en la estación Briones.....	62
Figura 35. Precipitación en mm de la época seca del 2016 en comparación de las normales reportadas por el SMN en el periodo 1981-2010 en la estación La Joya.	62
Figura 36. Precipitación de la época seca del 2016 en comparación de las normales reportadas por el SMN en el periodo 1951-2010 en la estación Coatepec.....	62
Figura 37. Gráfica comparativa, aforos y precipitación.	63
Figura 38. Forma de almacenamiento de agua en las viviendas de Zoncuantla...	64
Figura 39. Días a la semana que llega agua a la vivienda de los habitantes de Zoncuantla	65
Figura 40. Calificación de los usuarios al servicio de acceso al agua que brinda la CMAS-Coatepec	65
Figura 41. Meses que los usuarios perciben escasez de agua	66
Figura 42. Causa por las cuales falta agua en las viviendas de los usuarios de Zoncuantla	67
Figura 43. Acciones de los usuarios cuando no cuentan con servicio de agua	67
Figura 44. Razones por las cuales los usuarios no consideran eficiente la atención de la CMAS-Coatepec a los reportes realizados por los usuarios del servicio de agua	68

Figura 45. Eficiencia en la respuesta de CMAS-Coatepec a los reportes realizados por los usuarios del servicio de agua	68
Figura 46. Tiempo en el que la CMAS-Coatepec atiende los reportes realizados por parte de los usuarios de Zoncuantla	69
Figura 47. Problemas más importantes relacionados con el agua en Zoncuantla dentro de cinco años.....	70
Figura 48. Problemas más importantes relacionados con el agua en Zoncuantla	70
Figura 49. Nivel de información de los usuarios sobre las actividades que realiza la CMAS en su localidad.....	71
Figura 50. Razones por las cuales los usuarios se consideran muy, poco o nada informados de las acciones realizadas por CMAS-Coatepec	71
Figura 51. Calificación de los usuarios de Zoncuantla a la comunicación que tienen con la CMAS-Coatepec.....	72
Figura 52. Causas por las cuales los usuarios de Zoncuantla consideran que tienen una buena, mala o nula comunicación con la CMAS-Coatepec.....	72
Figura 53. Causas por las cuales los usuarios de Zoncuantla confían o no en el trabajo realizado por la CMAS-Coatepec.....	73
Figura 54. Causas por las cuales los usuarios consideran que la ciudadanía tiene o no influencia en las decisiones de la CMAS-Coatepec.....	74
Figura 55. Causas por las cuales los usuarios perciben una disminución de disponibilidad del agua en su colonia respecto a hace 5 años	75
Figura 56. Causas por las cuales los usuarios creen que la escasez del agua en la zona que vive será un problema grave en el futuro	76
Figura 57. Causas por las cuales los usuarios consideran que no será suficiente el agua en su comunidad dentro de 5 años	76
Figura 58. Recomendaciones por parte de los usuarios de Zoncuantla para la mejora del servicio de agua por parte de la CMAS-Coatepec	78

Introducción

Generalmente en México no se mide la disponibilidad del recurso hídrico de los cuerpos naturales de agua, aun cuando éstos son concesionados para los distintos usuarios del recurso natural, este hecho muestra la importancia de que la gestión de los cuerpos de agua se haga de acuerdo con la disponibilidad natural y bajo lineamientos que preserven los servicios ambientales de las cuencas hidrológicas (Ménchaca, 2016).

Dentro del Programa Nacional Hídrico 2014-2018, programa transversal del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, se busca “Ordenar y regular los usos del agua en cuencas y acuíferos” (estrategia 1.1), siendo una de las líneas de acción el “Ajuste de las concesiones y asignaciones a la oferta y disponibilidad real del agua y a las prioridades nacionales”, además de “Modernizar e incrementar la medición del ciclo hidrológico” (estrategia 1.3), sin embargo, dichas estrategias todavía no son aplicadas en los distintos contextos nacionales.

La importancia del agua no es cuestionable, es el sustento de las formas de vida en el planeta. Los primeros asentamientos humanos se basaron en la disponibilidad del agua para establecerse y actualmente sigue siendo un elemento básico para el funcionamiento de las ciudades, sistemas agrícolas, ganaderos e industriales, entre otros.

El agua es un componente multifuncional de los paisajes terrestres, con funciones vitales en la naturaleza y las sociedades humanas. El agua actúa como hábitat, como sistema de transporte de energía, materia orgánica y minerales, como factor productivo de biomasa y alimentos (Toledo, 2006).

Además, se señala que la disponibilidad de agua está determinada por la cantidad y la calidad, la cantidad de agua por habitante está disminuyendo de manera drástica a nivel mundial, se estima que para 2025, 1.8 millones de personas vivirán con escasez de agua absoluta, mientras que dos tercios estarán afectadas por el estrés hídrico (PNUMA, 2007).

Debido a las actividades humanas, la calidad del agua en cuerpos superficiales también ha bajado considerablemente. Se estima que a nivel mundial, 80% de las enfermedades se producen debido a la falta de sanidad en el agua, se calcula que anualmente mueren más de cinco millones de personas por las enfermedades derivadas del consumo de agua contaminada (PNUMA, 2007).

En los últimos años se ha reconocido que respetar el valor de los ecosistemas implica dejar suficiente agua en las corrientes hídricas y que la extracción necesaria para satisfacer las necesidades humanas básicas debe estar condicionada por la disponibilidad de la fuente (Castro, Carvajal, & Monsalve, 2006). Pero esto, no se cumple porque, como se ha mencionado, la disponibilidad natural de los cuerpos de agua no se mide, no hay en México una cultura de la medición.

El acceso al agua es considerado por algunos tratados internacionales como un derecho humano y la disponibilidad del recurso hídrico es un importante factor para la calidad de vida. Los gobiernos tienen la obligación de realizar planes para el manejo y gestión integral de los cuerpos de agua, asegurando el acceso en cantidad suficiente para cubrir las necesidades básicas y con la calidad necesaria para no comprometer la salud de la población.

La inactividad podría llevar pronto a un punto de no retorno por lo que es necesario la toma de decisiones en materia legislativa, políticas públicas y gestión ambiental, pero se debe tener información clara y puntual.

Por lo que es compromiso de los actores de la sociedad científica, estudiantes e investigadores, el generar la información pertinente para conocer la situación actual desde una perspectiva académica y presentar ante las autoridades pertinentes las propuestas para evaluar y mejorar la calidad de la vida de las personas y los ecosistemas de manera continua; en este caso, el tema ambiental y social a escala local sobre la gestión de los cuerpos naturales de agua que son aprovechados para el consumo de los habitantes de una comunidad.

En el presente trabajo se plantea conocer la situación actual de la gestión del recurso hídrico del manantial “Ojo de Agua” realizada por CMAS-Coatepec para brindar el acceso al agua a la comunidad de Zoncuantla. Cabe señalar que, dicho manantial no ha sido caracterizado, por parte de las autoridades correspondientes, por lo que se desconoce su disponibilidad en cantidad. Además, se busca conocer la opinión y percepción de los usuarios beneficiados sobre la gestión del manantial, de interés para este estudio. Como se ha mencionado, el cuerpo de agua está concesionado, y se inicia con este trabajo el proceso de medir el caudal del recurso hídrico, y los resultados que se presentan pueden ser un punto de partida para la planificación de una gestión integrada del recurso hídrico en la comunidad de Zoncuantla, Coatepec, Veracruz.

Capítulo I. Contexto general

1. Problemática

La escasez del agua se refleja en los recursos ecológicos, el agotamiento de los cuerpos superficiales son los síntomas más evidentes del consumo excesivo de agua. Globalmente, unos 1,400 millones de personas viven en zonas de cuencas fluviales, donde el consumo de agua supera los niveles de sostenibilidad (UNESCO, 2006).

En México la crisis se está agravando, se estima que para 2040 la disponibilidad de agua disminuirá entre el 40 y 80% (Luo, Young, & Reig, 2015) y CONAGUA (2015) calcula que para 2030 la disponibilidad per cápita en algunas regiones alcance niveles de escasez; esta tendencia es visible desde que CONAGUA (2002) reportó la disminución del 64% del agua disponible hace 50 años.

En el estado de Veracruz, se concentra el 33% del agua dulce del país, con una precipitación anual de 1484 mm en comparación de 772 mm que es la media nacional. En la zona conurbada de Xalapa, capital del estado, se abastece mayormente con agua proveniente de Puebla, estado con el 2.57% del agua del país (CONAGUA, 2015). Esto habla de una disponibilidad local insuficiente o una mala gestión del recurso en la zona.

Además de lo anterior, existe evidencia del factor antrópico como un causante de la degradación de ecosistemas hidrológicos, el manejo integral de recursos en la política pública local aún está en proceso. Es necesario desarrollar estudios científicos sobre las problemáticas ambientales en la búsqueda de una gestión integral de recursos naturales (Menchaca, Alvarado, Zapata, & Uscanga, 2014).

La falta de programas gubernamentales eficientes en temas sociales, ambientales y educativos llevan a una sobreexplotación de los recursos naturales. La degradación de los ecosistemas repercute negativamente sobre la disponibilidad hídrica (GWP, 2000). La afectación al ciclo natural del agua impacta en cantidad y la falta de conciencia social y programas de manejo de residuos aumenta la

contaminación en los cuerpos hídricos naturales; la disponibilidad, en cantidad y calidad, es el punto de partida del ciclo antrópico del agua, por lo que conocer la disponibilidad natural es un referente en los procesos de gestión y manejo del recurso.

Las instituciones deben realizar investigaciones y estudios previos como parte de un diagnóstico de las condiciones actuales, recabando la mayor cantidad de información útil y pertinente.

En las decisiones locales es necesaria la participación de la comunidad, siendo pertinente conocer y tomar en cuenta la percepción y opinión ambiental y sobre la gestión por parte de los habitantes para la toma de decisiones. Es importante que en la gestión se aborde la disponibilidad y el acceso al agua, los procedimientos y servicios de mantenimiento y atención a reportes, así como la retroalimentación que recibe la autoridad que gestiona el recurso por parte de los usuarios que son beneficiados.

Es entonces, la acción conjunta de los distintos actores sociales lo que llevará a un progreso en materia ambiental y social.

El agua utilizada por los usuarios de la congregación de Zoncuantla proviene del manantial "Ojo de Agua". La congregación se encuentra en el municipio de Coatepec, Veracruz mientras que el manantial se localiza en el municipio de Tlalnelhuayocan, Veracruz. La zona converge dentro de la zona baja de la microcuenca del río Pixquiac.

En 1994 se otorgó la concesión al municipio de Coatepec, Veracruz para el aprovechamiento del manantial "Ojo de Agua", el cual quedó gestionado por la CMAS-Coatepec; el crecimiento de la población y un sistema de almacenamiento insuficiente han hecho que la falta de agua sea una preocupación para la comunidad de Zoncuantla (Aranda, Sotres, & Castilleja, 2013).

No se cuentan con registros históricos del caudal de dicho manantial, la concesión federal presenta únicamente una cantidad de aprovechamiento, la cual se otorgó sin hacer referencia a la disponibilidad original de agua del manantial (Ver Anexo 1). Esto no permite realizar una comparación histórica ni un diagnóstico de los

posibles impactos y el crecimiento poblacional se acelera mientras el sistema de gestión no se actualiza, de ahí la relevancia de iniciar con el proceso de medir el caudal del recurso hídrico.

Dentro de la gestión integrada, se considera un análisis del estado actual como el punto de partida en la elaboración de políticas y estrategias. Al no contar con ningún análisis de disponibilidad del manantial desde el inicio de su gestión, se puede identificar la falta de un sistema integrado, limitado a la conducción del recurso sin un enfoque sostenible.

Para aproximarse a la solución de la problemática ambiental es necesario conocer las características del objeto de estudio, que en este caso se contextualiza como el caudal de un cuerpo de agua y la opinión y percepción de la población sobre la gestión que el gobierno realiza, tema complejo, ya que implica la interacción del hombre con el ambiente, cuestiones que son claves dentro de la gestión y manejo de los recursos hídricos.

Por lo anterior, la pregunta del estudio es la siguiente:

¿Cómo se desarrolla el proceso de gestión del recurso hídrico del manantial “Ojo de Agua” que realiza la CMAS-Coatepec, con base en la opinión y percepción de los usuarios domésticos y de servicios en la comunidad de Zoncuantla en el municipio de Coatepec, Veracruz?

Con el apoyo del Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz OABCC y el Consejo de Cuenca de los Ríos Tuxpan al Jamapa se busca iniciar la caracterización del recurso hídrico aprovechado y la perspectiva social ante su gestión.

2. Objetivos

2.1. Generales

- Analizar los mecanismos de gestión que realiza CMAS-Coatepec relativos al recurso hídrico del manantial “Ojo de Agua” ubicado en el municipio de Tlalnelhuayocan, a partir de su disponibilidad natural, así como la opinión y percepción sobre dicha gestión de la comunidad de Zoncuantla, municipio de Coatepec, Veracruz.

2.2. Específicos

- Estimar la disponibilidad del recurso hídrico del manantial “Ojo de Agua” con base en el caudal en época de sequía del 2016.
- Conocer la opinión y percepción de los habitantes de Zoncuantla respecto a la gestión del recurso hídrico realizado por la CMAS-Coatepec al manantial “Ojo de Agua”.

3. Antecedentes

La gestión del recurso hídrico del manantial “Ojo de Agua” inicia en octubre de 1994, fecha de que se aprueba la concesión federal para su aprovechamiento, anteriormente los primeros habitantes se abastecían principalmente del Río Pixquiac o contaban con pozos, nacimientos o captaban agua de lluvia. Los primeros habitantes llegan en los años 70's del siglo pasado, ocupando la zona de casas principalmente para fin de semana o por temporadas, para los años siguientes el crecimiento llevó a los habitantes a buscar una fuente de abastecimiento constante, general y suficiente.

En mayo de 1984, los habitantes de Zoncuantla inician comunicación con el Sr. Pedro Domínguez y su hijo Gregorio Domínguez para el permiso de aprovechamiento del manantial “Ojo de Agua”, el cual se encuentra

aproximadamente a cuatro kilómetros en línea recta de la congregación, dentro de la parcela del Sr. Domínguez. Para dicho permiso se requería la aprobación legal del ejido y el Municipio de Tlalnelhuayocan, lo cual complicó el acuerdo y fue nueve años más tarde que se logró un trato. Finalmente en octubre de 1993 la comunidad de Zoncuantla compensó al propietario, al ejido y al municipio, con la cooperación de los habitantes, para la realización de las obras necesarias.

La concesión federal para el aprovechamiento del manantial fue finalmente entregada por CONAGUA al municipio de Coatepec, Veracruz, a falta de una figura legal de valor jurídico del Patronato Pro-obra de Zoncuantla en octubre de 1994. Dicha concesión otorga al municipio el aprovechamiento de 123,840 metros cúbicos anuales del manantial "Ojo de Agua", equivalentes a un flujo continuo de cuatro litros por segundo durante las 24 horas del día, los 365 días del año, cabe mencionar que la concesión no incluye la disponibilidad de dicho cuerpo de agua.

Por lo mencionado, la gestión del recurso corresponde a CMAS-Coatepec. Los habitantes que se encontraban durante la cesión del manantial no se encuentran muy conformes por la gestión realizada, ya que los habitantes fueron los encargados de buscar, negociar y pagar el aprovechamiento del manantial, incluyendo la mayoría de las obras de la red de distribución en las colonias y casas mientras que la CMAS no ha cumplido con un convenio para limitar el número de tomas, ha extendido la red más allá de los límites acordados, permite tomas clandestinas y casas sin medidor, y no se ha realizado un trabajo de cuidado del recurso.

Actualmente el manantial "Ojo de Agua" cuenta con obras de captación y distribución a Zoncuantla, llega a una caja de almacenamiento de donde se distribuye a la población de las cinco colonias. La caja de almacenamiento se considera insuficiente, lo que llevó a la construcción de una segunda caja la cual no fue terminada por la CMAS-Coatepec, actualmente se encuentra deteriorándose y aun sin terminar.

La microcuenca del Pixquiac ha sido estudiada de manera diversa, pero en específico, el manantial "Ojo de Agua" no cuenta con ningún estudio, el encargado actual por parte de CMAS-Coatepec, menciona que la cantidad de agua disponible

ha disminuido, lo cual no es posible demostrar a falta de estudios y que en algunas ocasiones el agua que brota se encuentra contaminada. Esto se le atribuye a la deforestación de parcelas en lo que se presume es la zona de recarga, así como el cambio de uso de suelo a cultivo intensivo de papa y el uso de productos químicos en dicha práctica, lamentablemente no se cuenta con un monitoreo del agua, por lo que no se tiene certeza de dicha información.

4. Justificación

En la construcción de la GIRH, la disponibilidad natural de la fuente a aprovechar debe ser el punto de partida y un referente en la construcción de las políticas y estrategias, así como la percepción de los usuarios de la gestión parte de la valoración.

Dentro de la gestión del recurso hídrico, es importante identificar la época de sequía y la época de lluvias, la primera representa el momento de menor disponibilidad de agua en el año, lo que demanda una mayor eficiencia en el manejo del recurso.

La percepción y opinión de los usuarios respecto a la gestión realizada por la autoridad encargada representa un instrumento de valoración de la política pública y aporta el referente, junto con la disponibilidad natural, para el replanteamiento de las estrategias y políticas dentro de la GIRH.

Si bien en la estimación de un caudal se recomienda realizarse con varios años de información, el presente trabajo establece un punto de partida en el estudio de la disponibilidad natural del manantial Ojo de Agua y un referente dentro de la época de sequía, estudio que se continuará dentro de las líneas de investigación del Observatorio de Agua para el Estado de Veracruz OABCC y el Consejo de Cuenca del ríos Tuxpan al Jamapa y en concordancia con el Plan Nacional Hídrico que busca la seguridad y sustentabilidad hídrica en México a través de la medición de la disponibilidad real del agua.

Capítulo II. Marco Teórico

1. Disponibilidad y gestión integrada del agua

El agua es un elemento vital para los seres vivos del planeta. El agua se puede encontrar en la naturaleza en los tres estados de la materia y sus características fisicoquímicas son únicas, como ejemplo, es el único compuesto que en estado sólido flota en su estado líquido por sus características de relación densidad-temperatura.

En el planeta existen distintos ciclos biogeoquímicos, los principales son los ciclos de macronutrientes y micronutrientes, como los ciclos del carbono, oxígeno, nitrógeno y fósforo, por mencionar los más conocidos. El ciclo posiblemente más famoso es el ciclo hidrológico, el cuál es el transporte del agua entre altitudes y estados físicos, zona llamada hidrósfera.

Este ciclo es el inicio de las corrientes tanto superficiales como subterráneas, principales fuentes del recurso hídrico para el uso humano. El aprovechamiento del recurso tiene repercusiones en la disponibilidad natural del agua, principalmente río abajo. Es importante mencionar que la disponibilidad se conjuga de la cantidad y la calidad del agua, el ciclo del agua es un elemento clave en la disponibilidad en cantidad mientras que su calidad es impactada por la contaminación, tanto directamente en los cuerpos de agua, como la contaminación del suelo y la atmósfera, por lo que los efectos antropogénicos de su aprovechamiento es el principal causante en la baja de la disponibilidad, tanto en cantidad como en calidad, por lo que es importante que exista una legislación y gestión para procurar que su aprovechamiento no comprometa la disponibilidad en otras zonas y en el futuro.

En este apartado se abordarán los temas del ciclo natural y antrópico del agua, los cuerpos de agua que de esto surge, la situación actual de la disponibilidad en los ámbitos internacional, nacional y local, la legislación actual y finalmente los métodos para la medición de caudal de un escurrimiento.

1.1. Ciclo natural-antrópico del recurso hídrico

El agua regula los procesos vitales de los ecosistemas a través de sus funciones físicas, químicas y biológicas. El ciclo hidrológico se encarga del transporte de materia y energía en todo el planeta, tanto a nivel terrestre local con las escorrentías hasta las grandes corrientes trasatlánticas en los océanos. La regulación del clima mundial depende del agua, los movimientos horizontales y verticales de dicha energía, gracias al agua, son el motor de la vida en la tierra y al mismo tiempo, el agua es el medio de vida para alrededor del 90% de los organismos que viven en este planeta (Toledo, 2006).

El ciclo hidrológico es un proceso continuo y permanente (ver figura 1); así Campos Aranda (1998) define el ciclo hidrológico como:

“Sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la atmósfera a la tierra y volver a la atmósfera: evaporación desde el suelo, mar o aguas continentales, condensación de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o masas de agua y reevaporación”.

El ciclo es un sistema que inicia con la nube como elemento origen y a partir de ella se desarrollan distintos caminos, tanto en formas de precipitación como en rutas del agua hasta llegar nuevamente a la nube pero se pueden ubicar cuatro procesos generales en el proceso: precipitación, evapotranspiración, infiltración y escurrimiento.

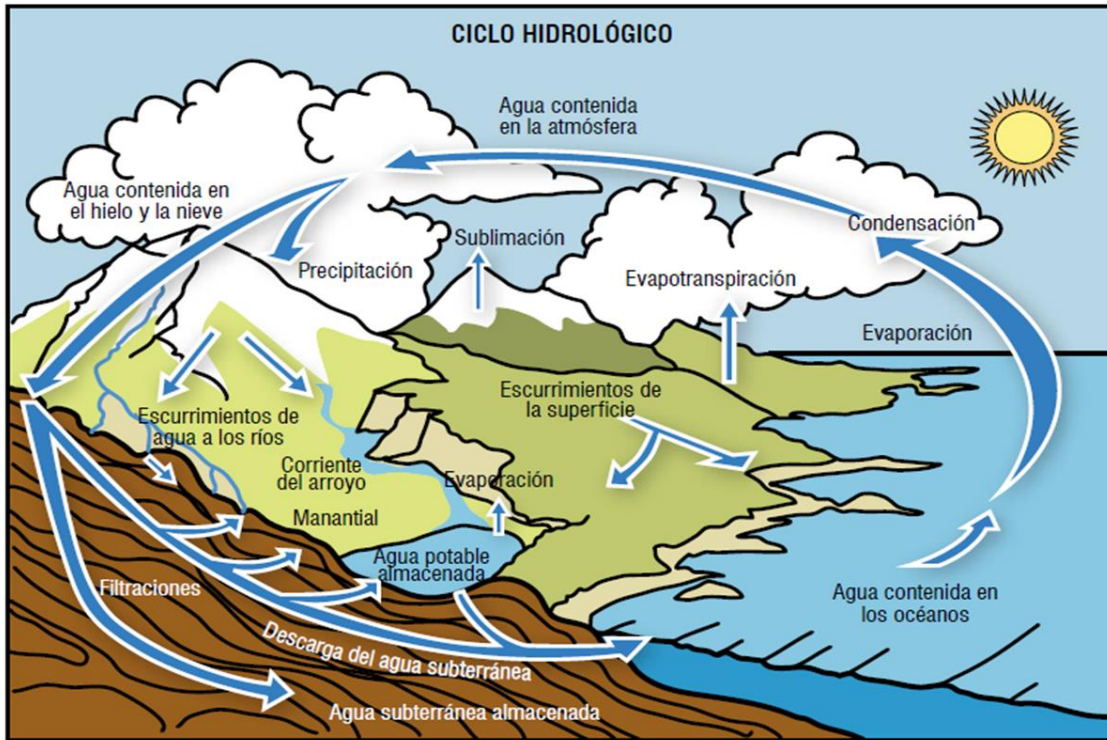


Figura 1. Ciclo Hidrológico

Fuente: Estudio Nacional del Agua 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C.

a. Precipitación

Tomando la nube como punto de origen, la precipitación es el primer paso del ciclo hidrológico y es la caída de partículas líquidas o sólidas de agua (Maderay, 2005).

b. Evapotranspiración

La evapotranspiración es la combinación de dos procesos, la evaporación, que es el cambio físico del agua al estado gaseoso, y la transpiración, que es la evaporación en los tejidos de las plantas (FAO, 2006).

La evaporación tiene varios orígenes y varias causas, desde la precipitación existe un porcentaje del agua que no llega al suelo y se evapora en el proceso; existe evaporación en las superficies de plantas, suelos, ríos, lagos, mares y

prácticamente cualquier superficie en la cual el agua se deposite (Maderay, 2005). La transpiración en la vegetación es agua que la planta absorbe del suelo a través de sus raíces y transportada a las hojas, donde se vaporiza (FAO, 2006).

Los factores que influyen en la evapotranspiración son la radiación, temperatura, flujos de calor, humedad y dirección del viento (Wang & Dickinson, 2012).

c. Infiltración

La infiltración es el movimiento del agua de la superficie al interior del suelo, la vegetación depende de un correcto proceso de infiltración ya que, como se mencionó anteriormente, las plantas toman agua del suelo mediante las raíces.

Es importante mencionar que la infiltración es un proceso que depende del tipo de suelo, el grado de humedad de éste así como la cobertura vegetal la cual es muy importante en el proceso, influyendo en la cantidad de agua que llega al suelo, cuánto se evapotranspira y la profundidad de infiltración (Puigdefábregas, 2001).

Maderay (2005) menciona que existen tres fases de infiltración: fase de intercambio, que describe el proceso anterior a la infiltración, donde existe una vaporización del agua a la atmósfera a nivel superficial. La fase de transmisión, donde el agua se desliza al interior del suelo; y finalmente la fase de circulación, que es la fase donde el agua se topa con una capa impermeable, la cual detiene el flujo vertical y circula de manera horizontal sobre la capa. Es en esta fase donde se explican los flujos subterráneos o acuíferos.

d. Escurrimiento

El escurrimiento es donde el agua que precipitó se transporte hacia el mar o cuerpos de agua interiores. Esto es, el agua precipitada que no es evapotranspirada ni infiltrada.

Maderay (2005) menciona que el escurrimiento puede realizarse a tres niveles: nivel superficial donde el agua escurre a nivel del suelo, nivel subsuperficial que se realiza en los horizontes superiores del suelo hacia las corrientes y el nivel subterráneo, que se lleva a cabo en los mantos subterráneos o acuíferos. Cabe mencionar que

la velocidad de escurrimiento es variable a las características del suelo o superficie, así como la vegetación presente, como se mencionó anteriormente, la vegetación influye en la infiltración y en el escurrimiento.

Ciclo antrópico

Ante la intervención del hombre en el ciclo del agua, Menchaca (2010) señala que el estudio del ciclo del agua debe ser estudiado con la influencia del hombre transformando el ciclo expuesto en un ciclo natural-antropogénico del agua, como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Ciclo antrópico del agua.

Fuente: Elaboración propia con base en Alvarado (2010).

Como se observa en la figura 2, el ciclo consta de nueve etapas:

a. Disponibilidad

La primera etapa es contar con una fuente para el aprovechamiento del agua para las necesidades humanas. Estas fuentes pueden ser superficiales como ríos y lagos

o subterráneas. Según datos de SEMANARNAT (2014) en México el 62.8 del agua utilizada proviene de fuentes superficiales y el 37.2% de fuentes subterráneas.

b. Extracción

La extracción se refiere a los métodos que se utilizan para obtener el recurso. Estos métodos son variados y dependen de las características del cuerpo de agua y de los recursos disponibles.

c. Almacenamiento y canalización

El almacenamiento se realiza a distintas escalas, puede ser en métodos como pozos, cisternas o tanques hasta grandes sistemas como embalses o represas.

d. Tratamiento

Las fuentes de agua se ven afectadas por las actividades humanas principalmente por residuos que elevan los índices de calidad del agua a niveles superiores a las aceptables para consumo humano (Menchaca & Alvarado, 2011). Por lo que es necesario realizar procesos de potabilización al agua según el uso que se dará. Estos niveles varían según la legislación aplicable, en México se cuentan con normas oficiales que establecen estos valores como es la NOM-127-SSA1-1994 que establece los límites permisibles de calidad para el uso y consumo humano, valores que son distintos a usos de recreación, agrícola o industrial.

La importancia del tratamiento previo al uso va de la mano con la salud humana, se estima que a nivel mundial el 80% de las enfermedades se producen debido a la falta de sanidad en el agua, se calcula que anualmente mueren más de cinco millones de personas por las enfermedades derivadas del consumo de agua contaminada (PNUMA, 2007).

e. Distribución

En esta etapa se transporta el agua mediante redes hacia los usuarios partiendo de la etapa anterior, que puede ser un punto de almacenamiento o el proceso de potabilización.

f. Usos del agua

Los usos o aprovechamiento del agua es la etapa más amplia en el ciclo, este aprovechamiento es a distintas escalas y de distintas maneras, esto puede ser desde las necesidades básicas de hidratación hasta procesos complejos industriales. SEMARNAT (2014) hace una clasificación de cinco usos, agrícola, abastecimiento público, industria autoabastecida, energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad y el sector hidroeléctrico, siendo el último diferenciado por no ser un uso consuntivo, es decir, sin modificación de los volúmenes de agua. De los usos consuntivos, el 75.72% del agua en México tiene un uso agrícola (CONAGUA, 2014).

g. Disposición

La etapa siguiente al uso del agua tiene dos vías, la primera es la descarga del recurso utilizado a los cuerpos naturales o encaminarlo a un tratamiento para disminuir los niveles de contaminación que pudieron ser afectados durante el uso del agua. Esta etapa es importante, ya que la principal causa de la contaminación del agua es la descarga directa de aguas residuales (PNUD, 2006).

h. Tratamiento

Como se mencionó en la etapa anterior, es importante evitar la descarga de aguas residuales sin un tratamiento previo, por lo que el siguiente paso lógico del ciclo debe ser su remediación. Una baja calidad del agua afecta directamente al ecosistema y por eso se ha trabajado en evitar las descargas en cuerpos de agua con altos niveles de contaminación. Al igual que en el tratamiento previo al uso, existen niveles aceptables en la legislación mexicana como es la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

i. Reutilización

La reutilización del recurso hídrico es una práctica que se ha extendido en los últimos años y es la recuperación del agua residual para volver a aprovecharla. Esto implica un aumento en la disponibilidad del recurso y su conservación.

A partir del entendimiento del ciclo natural y antropogénico del agua es posible ver las afectaciones más claramente, Campos Aranda (1998) menciona las principales áreas de intervención del hombre en el ciclo hidrológico, como se muestra en la figura 3.

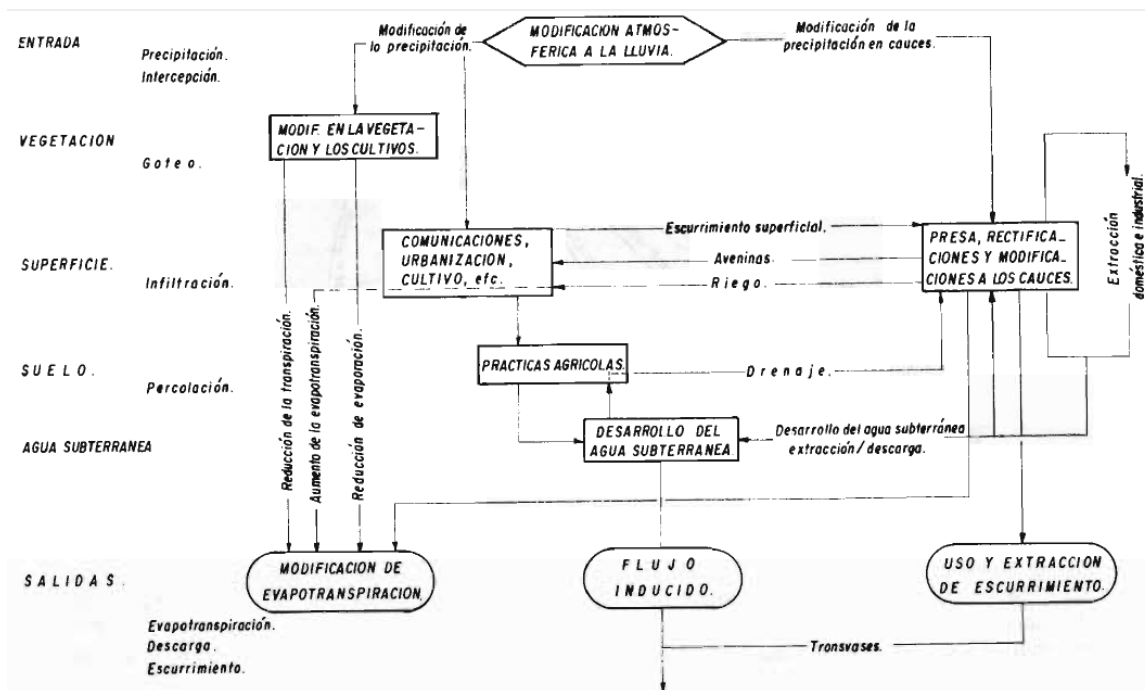


Figura 3. Intervención del hombre en el ciclo hidrológico

Fuente: Procesos del Ciclo Hidrológico (Campos, 1998)

Se pueden observar modificaciones directas como las presas y el uso del agua, pero también existen modificaciones indirectas como podría ser las modificaciones atmosféricas que afectan a la lluvia o las prácticas agrícolas que afectan las propiedades del suelo y tienen consecuencias sobre el agua, es decir, no todas las intervenciones relacionadas al agua son únicas y exclusivamente en cuestiones de su aprovechamiento.

1.2. Cuerpos de agua naturales, ecosistemas y servicios ecosistémicos

La forma en que se encuentra el agua en la naturaleza es conocida como cuerpos de agua. Existen distintas clasificaciones a distintas escalas, la hidrografía clasifica estos cuerpos en marinos y continentales, los primeros de agua salina y de grandes proporciones, mientras los segundos son en su mayoría de agua dulce y se encuentran dentro de los continentes. (Brenes, 2007).

Los cuerpos de agua marinos son los mares y los océanos, los cuales ocupan tres cuartas partes de la superficie terrestre, un aproximado de 361 millones de kilómetros cuadrados, su agua es salina y no es considerada apta para uso humano sin un tratamiento de desalinización. El ser humano aprovecha varios recursos de los océanos como su sal y otros materiales metálicos e hidrocarburos depositados en el fondo y en el subsuelo, así como sus recursos biológicos como los peces para la alimentación (UNESCO, 2003).

Entre los cuerpos continentales se hace una diferenciación entre las aguas superficiales originadas por el escurrimiento, principalmente ríos y lagos, y las aguas subterráneas, originadas por la infiltración (Breña & Jacobo, 2006).

El río es el sistema dinámico de flujo superficial de agua y funciona como corredor natural transportando materia y energía a nivel horizontal (Bateman, 2007). Por su parte, los lagos permiten un desarrollo tridimensional con mayor importancia de nivel vertical y comparables a un ambiente marino, manteniendo un equilibrio biológico delicado y local, ya que no fluye como un río (Brenes, 2007) (Bateman, 2007).

En cuanto a las aguas subterráneas, Maderay (2003) diferencia dos zonas, la de aireación que comprende las primeras capas del suelo donde se infiltra y se dirige al manto freático y la segunda zona es la de saturación, donde se generan los mantos freáticos o acuíferos, es la zona donde el agua se encuentra con una zona impermeable, lo que detiene su movimiento vertical en el suelo, es decir, su infiltración.

Las aguas subterráneas, al encontrarse con esta capa impermeable comienzan un movimiento horizontal, el cual es más lento al de aguas superficiales ya que éste se realiza a través de los poros e intersticios del suelo y su movimiento se genera principalmente por gravedad hacia la superficie u otros cuerpos de agua, estas salidas son llamadas manantiales (Maderay, 2005) (Salas, 2010).

Un manantial puede definirse como el flujo de una cantidad apreciable de agua desde un acuífero subterráneo hasta una zona de la superficie, y afloran debido a los cambios horizontales y verticales de los materiales geológicos. Las variables que definen la cantidad de agua de un manantial son la cantidad de precipitación, el área de recarga y la permeabilidad del terreno (Salas, 2010).

Los cuerpos de agua pueden ser considerados ecosistemas por sí mismos, pero también son un componente importante de ecosistemas terrestres.

Cotler (2004) define el ecosistema citando a Maass y Martínez Yrizar (1990) como el conjunto de componentes bióticos y abióticos, así como sus interacciones y los distintos procesos que se realizan para la transformación de la materia y energía. Estos procesos se dan de manera simultánea y a distintas escalas temporales y espaciales, desde procesos bioquímicos de micras que suceden en segundos hasta formaciones geológicas a escalas globales que toman millones de años (Cotler, 2007).

Es importante reconocer los ecosistemas como sistemas abiertos con fronteras difícilmente limitadas, donde la materia y la energía se encuentran en constante intercambio con otros ecosistemas (Maass & Cotler, 2007).

Los elementos que componen un ecosistema tienen un potencial para el beneficio humano, ya sean los bienes tangibles tales como el agua, la madera, materiales y los procesos intangibles que tienen una incidencia en el bienestar humano, llamados servicios ecosistémicos (Gómez-Baggethun & de Groot, 2007).

Los conceptos de servicio ecosistémico o servicio ambiental son usados de manera indistinta aunque no precisan el mismo concepto. Como señalan Balvanera y Cotler (2007), el término “ecosistémico” hace referencia a las condiciones bióticas, abióticas y sus interacciones, mientras que el término “ambiental” no tiene

referencias a estas interacciones que son la causa de los servicios de los cuales el hombre se ve beneficiado, aunque es común su uso en textos no científicos como leyes.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental define los servicios ambientales en el artículo 3o como “los beneficios tangibles e intangibles, generados por los ecosistemas, necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto y para que proporcionen beneficios al ser humano”.

El estudio de éstos servicios ha aumentado rápidamente en los últimos años, ganando especial atención por parte de medios, tomadores de decisión y la sociedad en general a partir de la propuesta de varios investigadores para calcular un valor económico de los servicios ecosistémicos (Balvanera & Cotler, 2007).

Es importante mencionar que el enfoque económico de los servicios ecosistémicos ha sido abordado con dos enfoques, el primero, como lo critican Usch y Gentes (2006) se ha encargado de ponerle un precio y ser observado como un beneficio de tipo capital transformándose en un lucro, mientras que enfoques como los presentados por García Coll, et al. (2007) buscan el pago de estos servicios como un incentivo para la protección y conservación del ecosistema tanto en sus servicios como sus bienes.

La producción de los servicios ecosistémicos varía en las características del ecosistema, el suelo, la vegetación, el clima y el manejo, por lo tanto, los servicios pueden ser degradados cuando no existe la gestión y el manejo correctamente planificado de la actividad humana (Alvarado, 2010).

Los procesos actuales de desarrollo inciden en el deterioro de los recursos naturales y los servicios ambientales lo cual afecta directamente a su salud y a la del ecosistema en general (Menchaca, Alvarado, Zapata, & Uscanga, 2014).

Es indispensable destacar que el servicio que otorga el agua, debe ser entendido como elemento clave para el funcionamiento y mantenimiento del ecosistema en su conjunto, como plantean García Coll, et al (2007), existe una relación entre los servicios que otorga el agua y los que otorga el bosque, por lo que garantizar las

funciones otorgadas del recurso hídrico es, como consecuencia, la protección de los bienes y servicios de todo el ecosistema y la desestabilización de uno impacta al otro (SEMARNAT, 2012).

Toledo (2003) hace referencia de una lista de servicios ecosistémicos que brinda una cuenca y menciona que constituyen procesos críticos para el mantenimiento del sistema terrestre y la sostenibilidad de la sociedad. Menciona como servicios la regulación de los ciclos biogeoquímicos, el mantenimiento de los flujos hidrológicos y la recarga de los acuíferos, la conservación de la productividad biológica y la biodiversidad de sus ecosistemas, la regulación climática, la capacidad de recuperación frente a perturbaciones de fenómenos meteorológicos, control de flujos, ofertas de agua dulce, control de la erosión, retención de sedimentos, control de desechos, creación de áreas de refugio para fauna silvestre, establecimiento de zonas de producción de alimentos, conservación de bancos genéticos y la generación de espacios habitables para poblaciones humanas.

Los servicios ambientales específicamente desde una visión hidrológica, se definen en la Ley de Aguas Nacionales como:

“Los beneficios que se generan o se derivan de las cuencas hidrológicas y sus componentes, tales como regulación climática, conservación de los ciclos hidrológicos, control de la erosión, control de inundaciones, recarga de acuíferos, mantenimiento de escurrimientos en calidad y cantidad, formación de suelo, captura de carbono, purificación de cuerpos de agua, así como conservación y protección de la biodiversidad.”

Existe una larga lista de servicios que brindan los sistemas hídricos como el agua que beben los seres vivos, suelos fértiles en donde se siembran frutas, verduras, fibras y otras plantas para alimentación y plantas medicinales, así como los animales que sirven como alimento y brindan nutrientes, mitigación de inundaciones, materia prima orgánica e inorgánica, control de enfermedades, entre otros (Forslund, 2009).

Los servicios se pueden categorizar en servicios de provisión, de regulación, de apoyo y culturales, siendo los primeros los más fáciles de reconocer por los

productos que son directamente de uso humano y los de regulación son menos perceptibles aunque igual de importantes, como la purificación del agua, el control del clima, la regulación de enfermedades entre otros (Forslund, 2009).

1.3. Disponibilidad de agua

Se estima que existen 1,400 millones de kilómetros cúbicos de agua en el planeta, de los cuales el 97.5% corresponde a agua salada en los océanos y el 2.5% es agua dulce, de ese porcentaje el 68.7% se encuentra en los glaciares y mantos de hielo inaccesibles y 0.8% en permafrost. Alrededor del 30.1% del agua dulce es subterránea y 0.4% en cuerpos superficiales y en la atmósfera, como se muestra en la figura 4 (UNESCO, 2006).

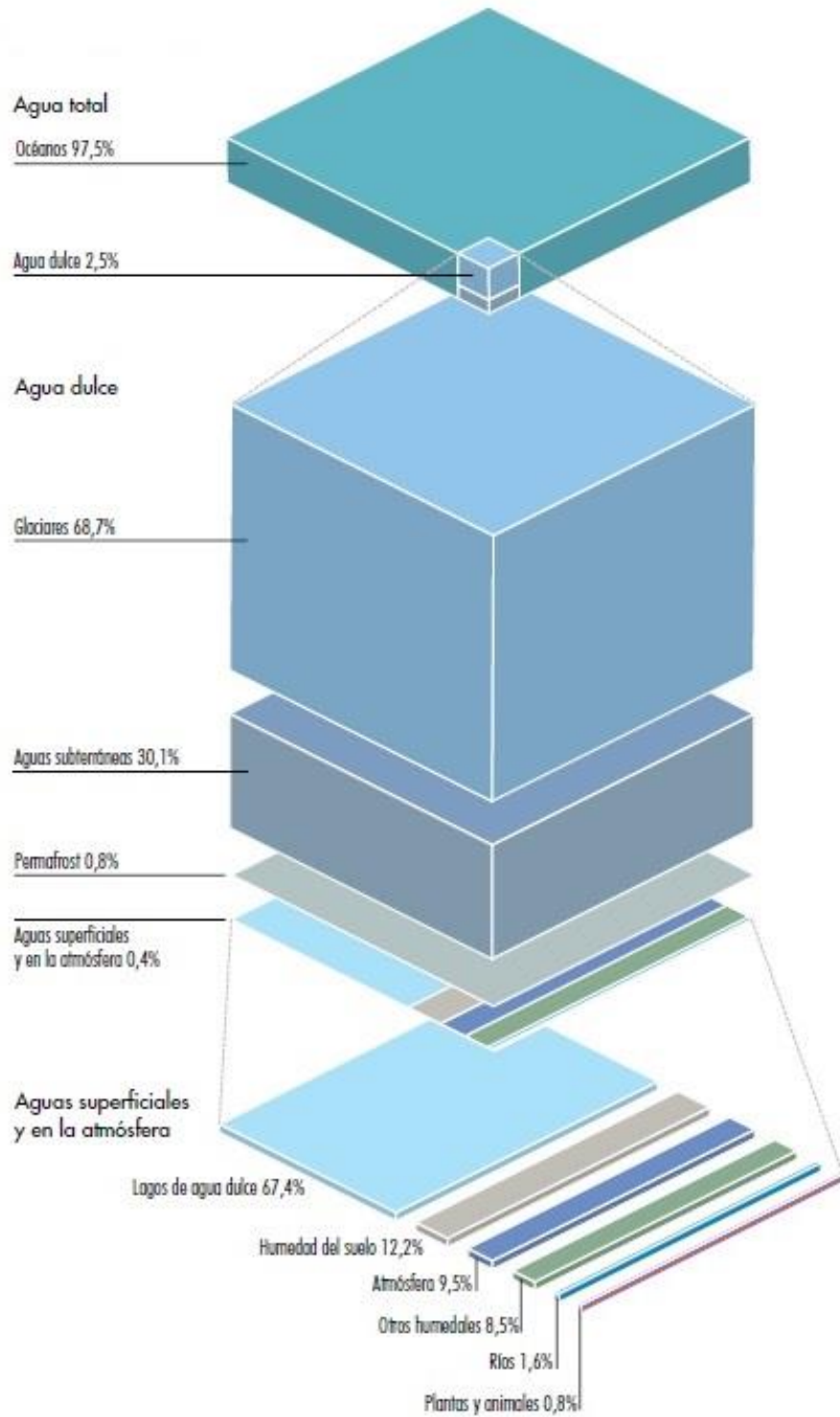


Figura 4. Distribución mundial del agua.

Fuente: Perspectivas el Medio Ambiente Mundial: Medio ambiente para el desarrollo GEO-4 (PNUMA, 2007)

Naredo (2006) hace un análisis de la cantidad de agua a nivel mundial en el año 2000 con datos de Shiklomanov, aclarando que el ciclo hidrológico tiene un flujo anual promedio de 40,000 km³ de los cuales menos de la mitad es un flujo estable y sólo un aproximado de 10,000 km³ es accesible, de los cuales ya se considera la mitad en uso, considerando el agua contaminada, como se ve en la figura 5.

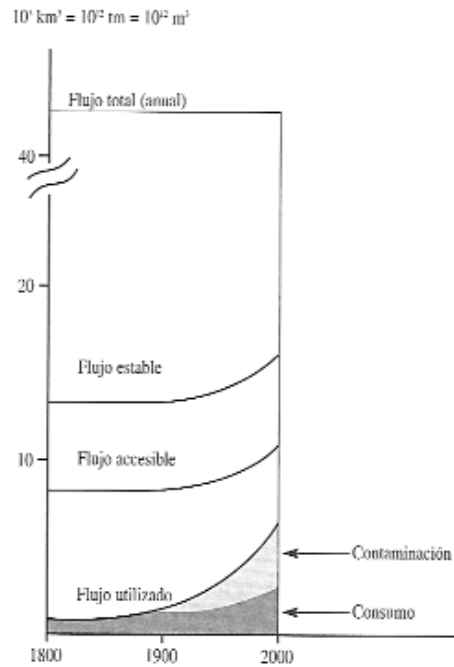


Figura 5. Flujo total, estable, accesible y utilizado.

Fuente: El agua en el siglo XXI: Gestión y planificación

Este análisis realizado se limita a las cantidades en escala mundial y a pesar de que la gráfica en la figura 5 podría confundirse con una cantidad mundial suficiente, la distribución del recurso no es homogénea entre países como se muestra en la figura 6.

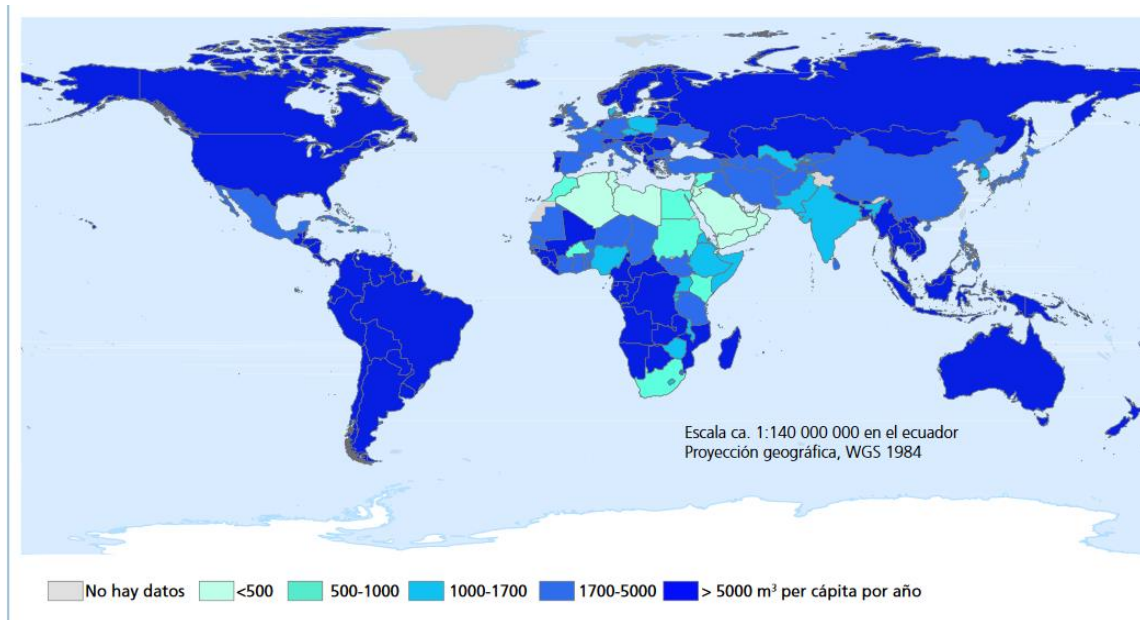


Figura 6. Distribución de la disponibilidad del agua en m³ per cápita.

Fuente: Agua y Empleo (*WWAP, 2016*).

A pesar de que a nivel mundial sólo se extrae el 9% del agua dulce renovable, la distribución del agua lleva a que 41 países se consideren con estrés hídrico, es decir, una extracción entre el 25% y el 60% de sus recursos hídricos renovables. Cuando la extracción supera el 60% se considera en el umbral de escasez y si supera el 75% se considera escasez grave. En estas categorías se encuentra que un 40% de la población sufre escasez de agua y 10 países, ubicados entre África Septentrional, Península Arábiga y Asia Central, estén utilizando más del 100% de sus recursos hídricos renovables (ONU, 2015).

Además de la cantidad de agua, la calidad es otro factor en la disponibilidad de agua. A nivel mundial, el 80% de las enfermedades se deben a la pobre calidad del agua y las muertes debido a agua con contaminantes metálicos y microbianos excede los cinco millones de personas (PNUMA, 2007).

El principal problema de contaminación en el agua hace cien años eran los contaminantes orgánicos y fecales, problema que los países desarrollados han logrado ir resolviendo pero en los últimos años los contaminantes industriales y de

agricultura intensiva, como pesticidas, se han sumado a la lista de contaminantes que han degradado de manera considerable la calidad del agua, principalmente en los países menos desarrollados (WRI, 2000).

En la figura 7 se muestra la cobertura de agua potable y de saneamiento a nivel mundial.

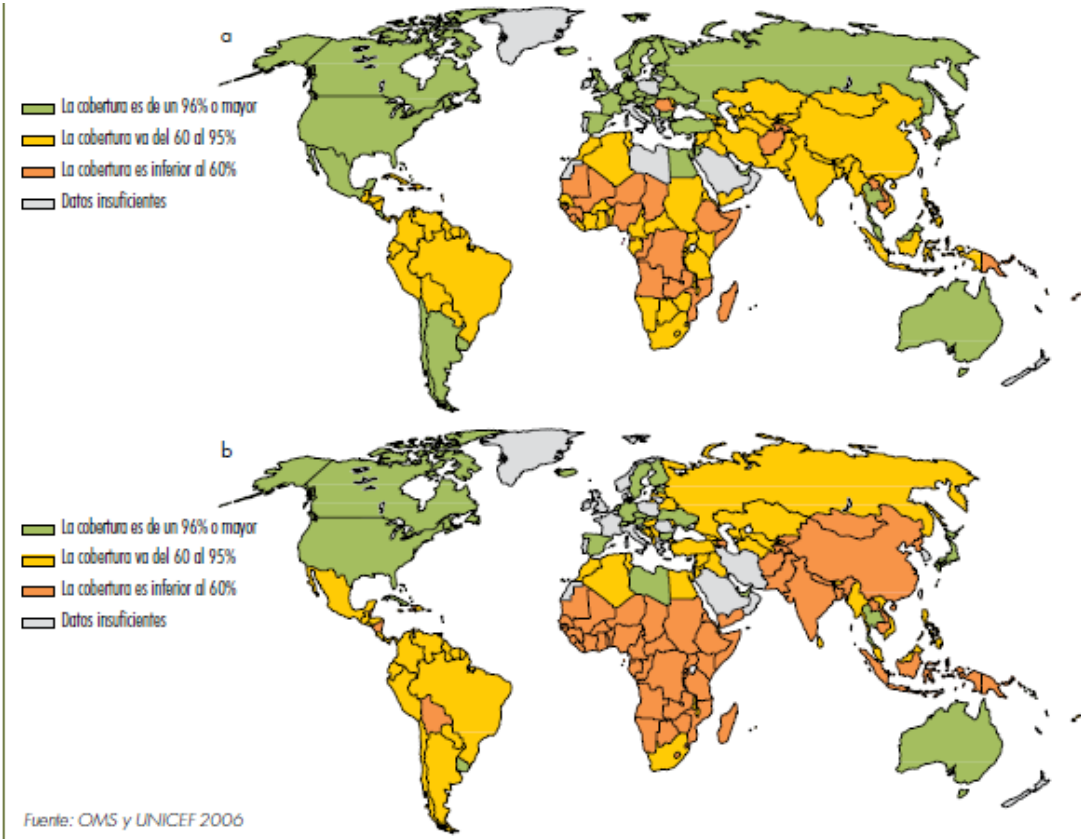


Figura 7. Cobertura de agua potable y saneamiento

Fuente: Perspectivas del medio ambiente mundial (PNUMA, 2007)

Así, el problema del acceso al agua no se limita a la cantidad de agua, también se debe considerar la calidad y la infraestructura que se disponga para su transporte y tratamiento (MDGIF, 2010).

Como ejemplo, es visible que en países desarrollados el consumo de agua per cápita es entre 500 y 800 litros diarios mientras que en países en vías de desarrollo el consumo es únicamente entre 60 y 150 litros diarios (Carabias & Landa, 2005).

UNESCO (2016) reporta en una disminución de la disponibilidad de agua per cápita a nivel mundial, estima que para 2050, el 40% de la población mundial vivirá con problemas de estrés hídrico.

En México, CONAGUA reportó en 2015 la estimación de 447.26 km³ de agua renovable, contrastando con los 471.5 km³ reportados en 2014, una disminución del 5%, esto mediante el balance que se muestra en la figura 8.

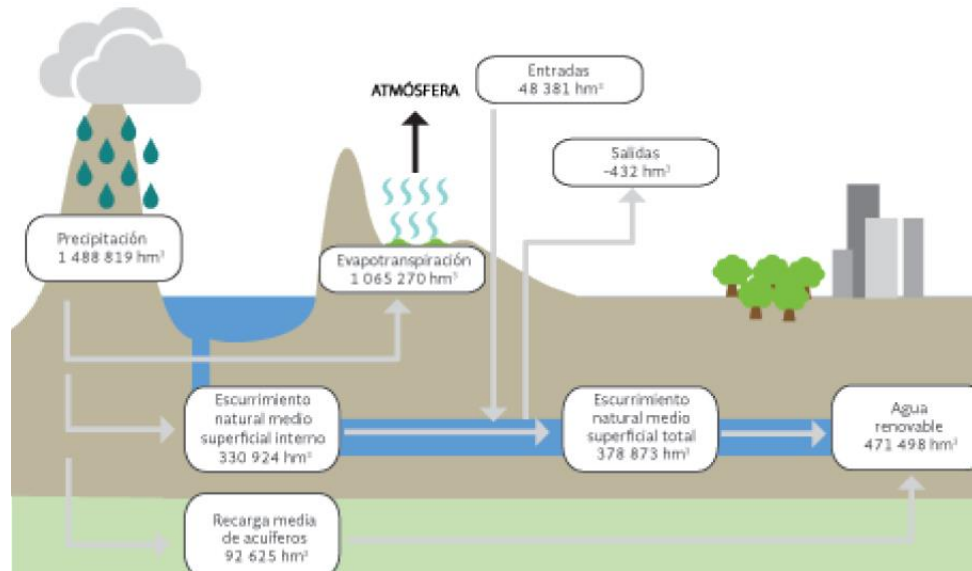


Figura 8. Balance de agua en México, valores medios anuales de los componentes hídricos.

Fuente: Estadísticas del agua en México (CONAGUA, 2014)

En México se clasifica el uso del agua en dos categorías, la consuntiva y la no consuntiva; la primera corresponde al agua que es transportada, utilizada y no regresa al cuerpo de donde fue extraído, ya sea parcial o en su totalidad, la segunda corresponde al uso del agua local y que regresa en su totalidad al cuerpo de agua.

Enfocados en el uso consuntivo, la CONAGUA reporta que en 2014 se extrajeron 84.93 km³, de los cuales 52.02 km³ corresponden a aguas superficiales y 32.91 km³ a aguas subterráneas. De lo extraído, el 76.7% (65.15 km³) se enfocó en uso agrícola, el 14.2% para abastecimiento público, el 4.9 para producción de energía (excluyendo hidroeléctrica) y 4.2% para industria autoabastecida.

Al igual que a nivel mundial, el aprovechamiento del agua con fines agrícolas es por mucho el de mayor porcentaje pero es importante mencionar que de esta enorme cantidad, la mitad es desperdiciada por malas prácticas y en México el pago que realizan por su uso es poco o nulo, lo cual no genera incentivos (SEMARNAT, 2004).

En cuanto al uso doméstico que representa el 14.65%, El PNUMA (2006) reporta que el acceso de la población a un servicio de saneamiento aumentó de 58 a 79% y de acceso a agua de 82 a 97%.

Por otro lado, el que se tenga acceso al agua actualmente no significa que esté garantizado su acceso a futuro, la disponibilidad per cápita promedio en México disminuyó de 18,035 m³ en 1950 a 3,736 m³ en 2014. Sobre esto, Sosa Rodríguez (2012) menciona que la distribución contrastante dentro de México lleva a que la región sur y sureste cuente con una disponibilidad per cápita de 13,097 m³, mientras que la zona norte, noreste y centro del país la disponibilidad es de 1,734 m³ y estima que para 2030 sea de 11,172.19 m³ y 957.97 m³, respectivamente.

En cuanto a la calidad del agua, la descarga de aguas residuales sin tratamiento a los cuerpos superficiales por parte de las actividades urbanas, industriales y agrícolas lleva a que el 73% se considera contaminada y necesite un tratamiento previo para beberse, sin embargo, solamente el 23% de las aguas residuales son tratadas de manera adecuada (SEMARNAT, 2004) (Sosa, 2012).

Por su parte, de los 653 acuíferos en México reportados por CONAGUA, 106 se consideran sobreexplotados y 32 presentan problemas de salinidad (CONAGUA, 2015). Además de los datos de sobreexplotación y salinidad, el monitoreo de calidad de los acuíferos en México es escaso y poco confiable, a nivel de aguas superficiales existen reportes anuales sobre la calidad mediante mediciones de la demanda biológica de oxígeno en cinco días (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos suspendidos totales (SST) pero los reportes de calidad de aguas subterráneas se limita a dar el número de acuíferos sobreexplotados, con intrusión salina y bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres. En la tabla 1 se resumen los principales datos publicados por CONAGUA entre 2012 y 2015. Cabe mencionar que los datos corresponden a las mediciones del año

inmediato anterior con excepción de 2012 donde los datos hacen referencia a las mediciones de 2010.

Es interesante ver como el agua per cápita ha disminuido año con año, esto debido al aumento poblacional y la ligera disminución del agua renovable, al mismo tiempo, el uso del agua ha aumentado en todos los sentidos.

Otro dato que se ve en aumento es el volumen de agua tratada, en este sentido, suponiendo que el caudal mencionado es el promedio anual trabajando 24 horas, todos los días del año, entonces en 2014 se habla de 3.51km³ de agua tratada a nivel municipal y 2.07 en industria. Aún con estos avances, las cifras muestran que el tratamiento se realiza, después de su uso, a un 29.13% del volumen de agua para abastecimiento público y un 58% del agua industrial.

En cuanto a la calidad, la CONAGUA reporta la existencia de 5,000 sitios de monitoreo que se reparten en 2,514 en aguas superficiales, 1,084 para aguas subterráneas, 1,053 para zonas costeras, 301 para descargas superficiales y 13 para descargas subterráneas. Sólo se presentan los datos de calidad superficial, además en los reportes anuales publican calidad de playas con datos poco puntuales y difícil de interpretar.

Como se aprecia en la tabla 1, la calidad general ha disminuido, el porcentaje de sitios que reportan valores aceptables de DBO₅ ha aumentado pero ha disminuido para valores de DQO y SST.

Tabla 1. Datos de disponibilidad, uso y tratamiento del agua en México

Dato / año de publicación (año de medición)	2012 (2010)	2013 (2012)	2014 (2013)	2015 (2014)
Agua renovable (hm ³ /año)	462583	471498	471497.6	447260
Agua renovable per cápita (m ³ /hab/año)	4090	4028	3982	3736
Volumen de agua para uso agrícola (km ³)	61.49	63.3	61.82	65.15
Volumen de agua para abastecimiento público (km ³)	11.44	12	11.96	12.05
Volumen de agua para generación de energía eléctrica (excluyendo hidroeléctrica) (km ³)	4.08	4.1	4.53	4.15
Volumen de agua para uso de industria autoabastecida (km ³)	3.2	3.3	3.34	3.57
Volumen de agua residual municipal tratada (m ³ /s)	93.6	99.8	105.93	111.25
Volumen de agua residual industrial tratada (m ³ /s)	63.59	60.53	60.7	65.56
Acuíferos sobreexplotados	101	106	106	106
Acuíferos con intrusión salina	17	15	15	15
Acuíferos con fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres	32	32	31	31
Porcentaje de puntos de sitios de monitoreo de calidad excelente, buena o aceptable en DBO ₅	88.7	88.2	90.9	92.1
Porcentaje de puntos de sitios de monitoreo de calidad contaminada o fuertemente contaminada en DBO ₅	11.3	11.8	9.1	7.8
Porcentaje de puntos de sitios de monitoreo de calidad excelente, buena o aceptable en DQO	74	68.3	55.9	54.8
Porcentaje de puntos de sitios de monitoreo de calidad contaminada o fuertemente contaminada en DQO	26	31.7	44.1	45.2
Porcentaje de puntos de sitios de monitoreo de calidad excelente, buena o aceptable en SST	96.9	93.4	85.8	93.2
Porcentaje de puntos de sitios de monitoreo de calidad contaminada o fuertemente contaminada en SST	3.1	6.6	14.2	6.8

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de CONAGUA publicados en “Estadísticas del agua en México” ediciones 2012, 2013, 2014 y 2015

Veracruz se encuentra en un lugar privilegiado a nivel nacional, según datos de CONAGUA la cantidad de agua renovable con la que se cuenta en el estado es de 50,901km³ al año, lo cual lo pone en el tercer lugar nacional, sólo detrás de Chiapas y Oaxaca que tienen 113,002 y 55,369 km³ respectivamente. Es decir, el 11.38% del agua renovable del país, mientras sólo cuenta con el 3.67% de la población, el agua renovable per cápita es de 6,374 m³/hab/año, lo cual lo coloca en el quinto estado con más agua por habitante.

Veracruz es el estado con la cuarta mayor cantidad de agua concesionada con 5.3889 km³ al año 2014, de los cuales 3,381.5 hm³ (62.75%) son para uso agrícola,

546.1 hm³ (10.14%) para abastecimiento público, octavo lugar a nivel nacional, 1,053 hm³ (19.54%) para industria donde ocupa el primer lugar a nivel nacional y 407.8 hm³ (7.57%) para generación de energía eléctrica, excluyendo hidroeléctrica.

En cuanto al tratamiento de aguas, CONAGUA reporta que Veracruz cuenta con 101 plantas municipales y 159 plantas industriales de tratamiento, con lo cual se trata un caudal de 5.18 y 9.05 m³/s, respectivamente. De estos datos, el coordinador del Centro de Estudios y Pronósticos Meteorológicos de la Secretaría de Protección Civil, Saúl Miranda Alonso, declaró para un medio local que a pesar de tener oficialmente instaladas plantas de tratamiento, algunas no funcionan y otras no funcionan al 100% (García, 2016).

Las coberturas para el año 2010 según las estadísticas de INEGI, era de un 80.26% de población con agua potable y 82.56% con alcantarillado.

En entonces que a partir de los datos publicados por CONAGUA en 2015, solamente 290 hm³ de agua son tratadas antes de su reingreso a cuerpos de agua por parte de la industria, lo que significa un 27.54% del agua concesionada si se considera que el total del agua es reingresada al ciclo natural, con lo que se contaminan los cuerpos de agua.

Es entonces que la disponibilidad, no es únicamente incidencias de la naturaleza, igualmente depende de las incidencias antropogénicas sobre esta. A la disponibilidad natural se debe añadir los procesos sociales, de extracción, saneamiento previo y posterior a su aprovechamiento; por lo que a pesar de que la disponibilidad natural podría considerarse basta, en contraste se encuentran zonas que sufren serios problemas de agua, ya sea por lo difícil de obtener el recurso o por niveles de contaminación que ponen en riesgo a los habitantes, problemas que muchas veces es ignorado por presentarse en zonas rurales.

1.4. Medición de Caudal

Conocer el caudal de una escorrentía es importante en cualquier diseño hidráulico, balances hidrológicos, así como obras como carreteras, puentes, presas, etc.

Una de las herramientas de gestión que han surgido en los últimos años en México es el caudal ecológico, que es la cantidad de agua que el hombre puede tomar de un río sin comprometer la salud del ecosistema a su alrededor. La estimación de un caudal ecológico ya se solicita en los manifiestos de impacto ambiental y la metodología para su estimación se encuentra en la norma NMX-AA-159-SCFI-2012.

Desafortunadamente la falta de estaciones de aforo hace que no existan datos de todas las corrientes, un ejemplo de la necesidad de estos datos es la norma antes dicha, en la cual para estimar el caudal ecológico se necesitan por lo menos 20 años de aforos, lo cual sólo hay en los principales ríos del país.

La medición de un caudal de escorrentía puede realizarse por distintos métodos, la selección del método dependerá de los recursos disponibles, el volumen a aforar y el conocimiento de quien realice las mediciones.

a) Método volumétrico

Uno de los métodos más sencillos es la medición del tiempo que tarda en llenarse un recipiente de volumen conocido. Este método se realiza preferentemente con un cronómetro y un recipiente de un volumen según el caudal, por ejemplo, para un flujo aproximado de cuatro litros por segundos se recomienda un recipiente de 10 litros, un recipiente de 200 litros para corrientes hasta de 50 litros por segundo. La corriente debe ser desviada de manera que su totalidad se descargue en el recipiente a utilizar (Hudson, 1997).

b) Método área velocidad

La mayoría de los métodos para medir un caudal se basan en determinar el área y la velocidad, existen varios métodos de este tipo y varían en los recursos que se cuenten y las características del caudal a aforar.

Algunos métodos se basan en determinar el área transversal de una corriente mediante un procedimiento de seccionamiento como se muestra en la figura 9, de manera que cada sección no supere el 10% del caudal estimado o un número mínimo de secciones, según el tamaño del cauce (Rojas, 2006).

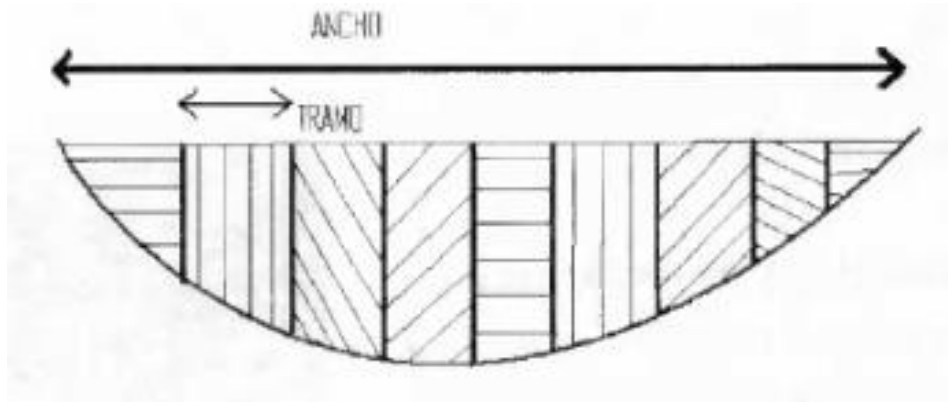


Figura 9. División de un caudal por secciones.

Fuente: Manual Básico para Medir Caudales (Rojas, 2006)

La medición del área también se puede realizar en construcciones humanas, las mediciones de área son mucho más sencillas cuando la corriente es entubada o se desvía sobre una construcción de área definida, como pueden ser los vertederos de aforos que se mencionarán más adelante.

Cuando ya se cuenta con el área transversal, se realiza una medición de la velocidad, lo cual se puede realizar mediante flotadores, molinetes o instrumentos electrónicos como son de inducción magnética, técnicas acústicas y de radar.

El método del flotador se basan en elegir un tramo preferiblemente recto y uniforme de la corriente donde se deje ir un dispositivo o elemento que flote y medir el tiempo en el que recorre una distancia establecida con un cronómetro.

El método del molinete es la medición de la velocidad mediante una hélice que registra el número de revoluciones y el tiempo en que las realiza para a partir de estos datos, determinar la velocidad de la corriente. Estos instrumentos deben estar calibrados y contar con tablas o un dispositivo que interprete los datos para su conversión. También es importante mencionar que la medición de la velocidad se

realiza por secciones y en concordancia con las secciones establecidas para la estimación del área.

En éste método se realizan mediciones a distintas profundidades, se puede realizar a un 60% de la profundidad desde el espejo del agua o 40% de altura con respecto al suelo del cauce, que es la altura estimada donde se encuentra la velocidad promedio (Tapia, Molina, Pérez, & Torres, 2012), como se puede ver en la figura 10; en otras metodologías se pueden realizar mediciones a distintas alturas, ya sea calculando un promedio de velocidad o determinar el perfil de velocidad completo como se muestra en la figura 10.

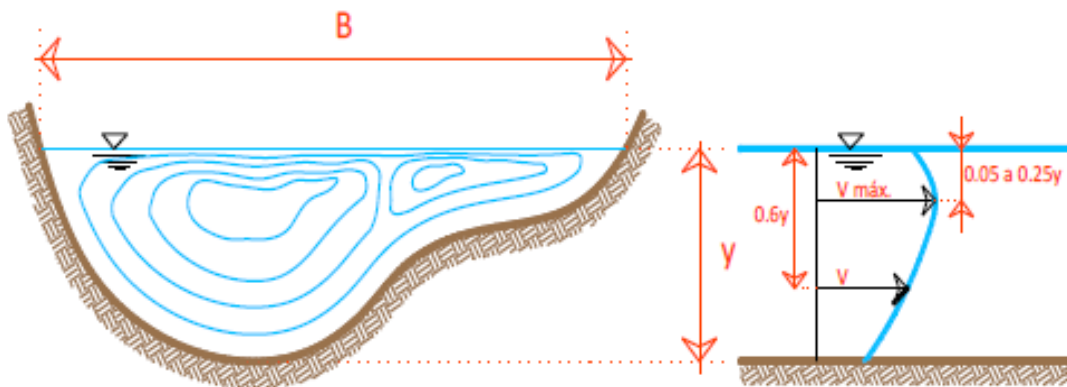


Figura 10. Distribución de velocidades en un cauce.

Fuente: Metodología para la medición de velocidades de flujo en un río en el diagnóstico de la socavación en pilas de un puente, utilizando un dispositivo electrónico (Tapia, Molina, Pérez, & Torres, 2012)

c) Vertederos y aforadores

Los vertederos de aforo son construcciones que facilitan la determinación de un caudal, estos métodos son mucho más exactos que los vistos anteriormente pero representan un costo mayor. Algunos ejemplos son los verteros en V, vertederos de pared aguda, aforador Parshall (ver figura 11) y aforador en H.

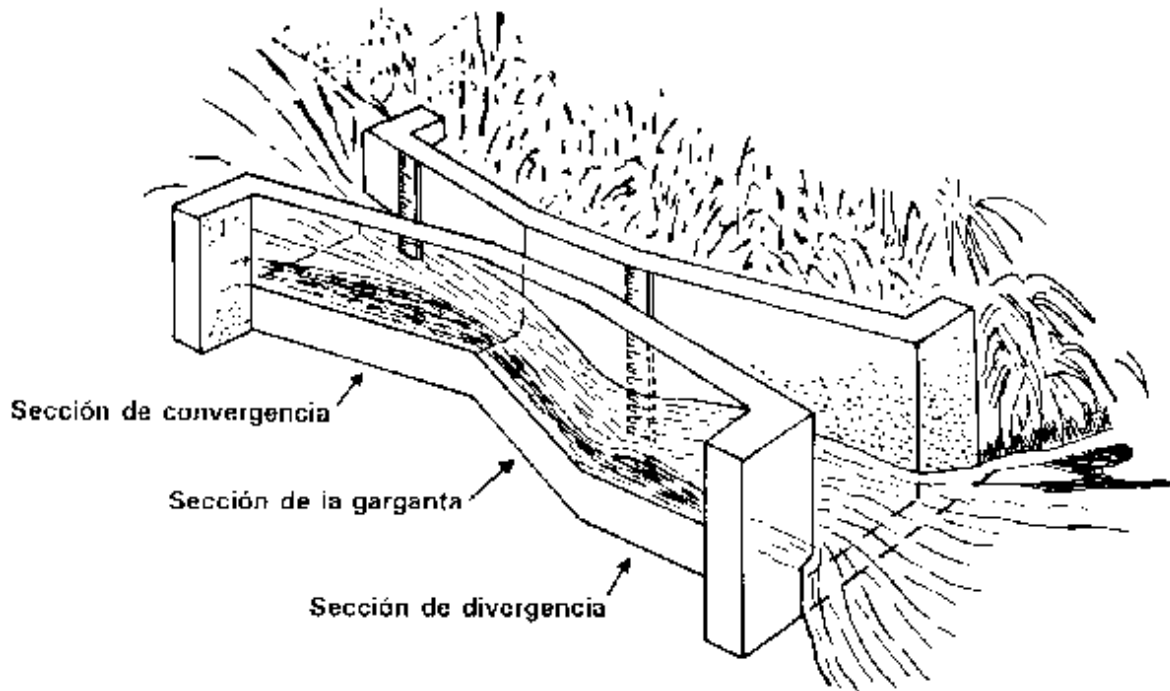


Figura 11. Aforador Parshall.

Fuente: Medición sobre el terreno de la Erosión del suelo y la escorrentía (Hudson, 1997).

1.5. Legislación en materia de recursos hídricos

Los tratados y convenios internacionales tienen como objetivo la cooperación de o entre países con objetivos ya sea de temas comerciales, políticos, culturales, humanitarios, sobre derechos humanos, etc.

En cuanto a los distintos instrumentos internacionales, existen dos categorías, los convencionales y los no convencionales, siendo los primeros de validez jurídica y los segundos no se consideran con validez jurídica, es decir no es obligación para los estados pero sí como actos de buena fe para su observancia y consideración.

Un ejemplo de instrumentos no convencionales es la Declaración y Objetivos del Milenio, presentado en el año 2000 dentro de la Cumbre del Milenio, el cual tenía como objetivo en el ámbito del recurso hídrico, reducir a la mitad el porcentaje de personas sin acceso al agua potable y a servicios básicos de saneamiento para el

año 2015, meta que México ya cumplió, que no significa que no se deba seguir trabajando en esto.

Son variados los instrumentos internacionales en los que México ha participado, como enlista y analiza Rivera Landeta (2010), pero la mayoría son no convencionales, es decir, no tienen un carácter obligatorio aunque igualmente menciona que tratados firmados no han sido acatados, lo cual es una violación al derecho interno e internacional. Cabe mencionar que todos los instrumentos internacionales con validez jurídica se encuentran, en México, por debajo de la constitución política pero sobre las leyes federales y leyes estatales.

La jerarquía legislativa en el ámbito de los recursos hídricos en México inicia en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, seguido por la Ley de Aguas Nacionales (LAN), seguido por las leyes estatales y los reglamentos de las instituciones que se encarguen de administrar el recurso, de las cuáles se hablará más adelante.

A nivel nacional, el artículo 27 constitucional establece que “La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la nación, la cual ha tenido y tiene derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada”.

En el mismo artículo 27, el tercer párrafo menciona que “la nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, (...) con objeto de hacer una distribución equitativa (...), cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.”

En los párrafos cuarto y quinto se especifican los recursos naturales, siendo el quinto donde se definen las aguas superficiales propiedad de la nación, en cuanto a las aguas del subsuelo se menciona pueden ser apropiadas por el dueño del terreno pero el ejecutivo federal podrá regular su extracción y utilización cuando lo exija el interés público o afecten otros aprovechamientos.

La LAN es reglamentaria del artículo 27 en materia de aguas nacionales, siendo su objeto, especificado en el artículo primero, la regulación de la explotación, uso o

aprovechamiento, distribución, control y preservación de su cantidad y calidad para lograr un desarrollo integral y sustentable.

El órgano encargado de dicha tarea es la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) mediante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), órgano administrativo desconcentrado la cual establece su objeto en el artículo 9 de la LAN como: “constituirse como el Órgano Superior con carácter técnico, normativo y consultivo de la Federación, en materia de gestión integrada de los recursos hídricos, incluyendo la administración, regulación, control y protección del dominio público hídrico”

En la LAN también se establece que la administración realizada por CONAGUA se realiza a través de regiones hidrológica-administrativas, las cuales a su vez se apoyarán a nivel regional en Organismos de Cuenca, organismos regionales para la gestión del recurso hídrico.

En cuanto al servicio de agua potable, el artículo 115 constitucional le otorga y obliga esta facultad a los municipios, siendo los encargados de los servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales.

El problema de esta obligación es que muchos municipios no cuentan con los recursos económicos para realizar este trabajo, siendo la función realizada por organismos privados los cuales prestan al servicio con objetivos de mercado y no en correspondencia a lo que marca el artículo 27 constitucional (Rivera Landeta, 2010).

También se cuenta con la Ley de Agua para el estado de Veracruz (LAEV), donde surge la Comisión del Agua del Estado de Veracruz (CAEV), definido en el artículo 15 de la LAEV como el órgano “(...) responsable de la coordinación, plantación y supervisión del sistema veracruzano de agua”, en ese mismo artículo se especifican las atribuciones de dicho organismo, el cual se encarga de los servicios de agua previo convenio con los municipios.

Como se mencionó anteriormente, la federación encarga directamente a los municipios como encargados del servicio de agua, en la LAEV se reconocen a los órganos operadores municipales como los encargados del servicio de

administración, establecimiento de cuotas, tarifas y su cobro, así como los permisos de descargas a los sistemas de drenaje, prevención de contaminación entre otras funciones, donde cada organismo tendrá su propio reglamento interno con base en la LAEV, donde se establecen los organismos municipales, intermunicipales y paramunicipales.

En Veracruz, el 43% de los organismos operadores son gestionados por el CAEV ya que los municipios no cuentan con las capacidades suficientes para ejercer su función, solamente 31% de los organismos operacionales son municipales, 14% son paramunicipales, el 3% son comisiones regionales y el 9% son sistemas rurales y juntas de agua. (Domínguez, 2010)

1.6. Gestión integrada del recurso hídrico (GIRH)

El concepto de GIRH toma auge en la reunión de las Naciones Unidas de Dublin de 2002, donde surge la definición oficial como “proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados del agua, de la tierra y de recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar económico y social resultantes de una forma equitativa y sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales” (WGP, 2000, citando en Paré & Gerez, 2012).

La gestión integrada es un enfoque de política pública que busca un desarrollo y manejo del agua, tierra y recursos naturales, con una orientación de aprovechamiento con objetivos a corto y largo plazo, en concordancia con el desarrollo económico y social de manera equitativa y sostenible. En la gestión integrada el estado funge como un garante del interés público y coordinador de las actividades relacionadas a la gestión del recurso, mediante el apoyo y participación de la sociedad civil organizada; esto a través del diálogo, consensos y negociaciones, con representación de todos grupos sociales involucrados (Valencia, Díaz, & Vargas, 2007).

La GIRH involucra acciones y políticas integradoras que buscan beneficios productivos y ambientales con la intervención de distintos actores, los cuales

mediante mecanismos más efectivos de comunicación, deben contribuir a la toma de mejores decisiones para la gestión sostenible de los recursos naturales (Menchaca, 2008).

La GIRH se puede representar en una estructura cíclica con etapas de planeación e implementación, como se muestra en la figura 12.

La GWP (2007) menciona que la GIRH debe ir más allá de los mecanismos de planeación y manejo, que se debe igualmente atender a la problemática del agua dentro de ámbitos de política económica; como ejemplo, entre los indicadores que propone se encuentran los cambios en políticas y leyes, así como la descentralización de la toma de decisiones a niveles locales y de comunidad.

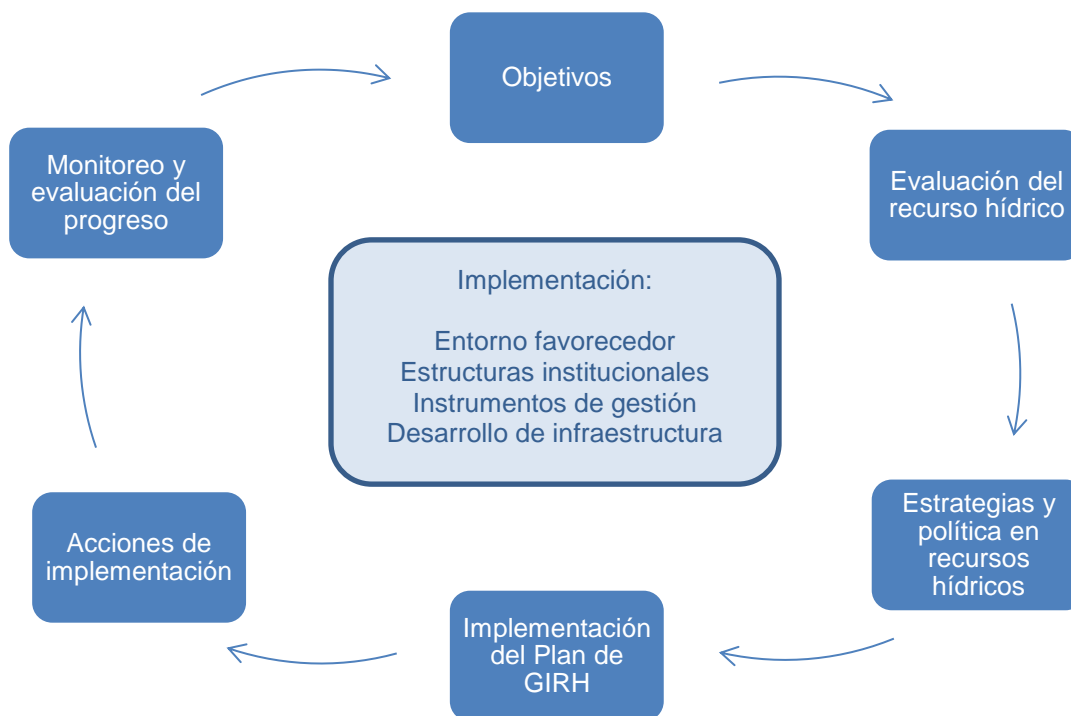


Figura 12. Etapas en la planeación e implementación de la GIRH

Fuente: Roadmapping for Advancing Integrated Water Resources Management (IWRM) Processes (GWP, 2007).

En la GIRH se contempla a la cuenca como la unidad básica de administración, la cuenca es un área donde la precipitación forma cauces y convergen en un cauce principal y está definida de manera natural por el relieve de la zona.

La SEMARNAT (2013) define las cuencas hidrográficas como los espacios territoriales delimitados por un parteaguas donde se concentran todos los escurrimientos que confluyen y desembocan en un punto común llamado también punto de salida de la cuenca, que puede ser un lago o el mar. Las cuencas pueden ser divididas en tres zonas funcionales que representan la dinámica hidrológica:

1. Cuenca alta, zona de captación: abarca el sistema de montaña y lomeríos, es donde se forman los primeros escurrimientos, es la zona altimétrica más elevada de la cuenca.

2. Cuenca media, zona de almacenamiento y transición: Es la zona de transporte y erosión, los escurrimientos iniciales confluyen en distintos caudales y cuyas concentraciones de sedimentos y contaminantes difieren principalmente en función de las actividades antropogénicas.

3. Cuenca baja, zona de descarga o emisión: es donde el río principal desemboca en el mar o un lago. Se encuentran ecosistemas importantes como humedales y zonas costeras, son zonas de alta productividad agrícola y donde se acumulan los impactos de toda la cuenca.

Las cuencas pueden a su vez dividirse en subcuencas y también en microcuencas como se muestra en la figura 13.

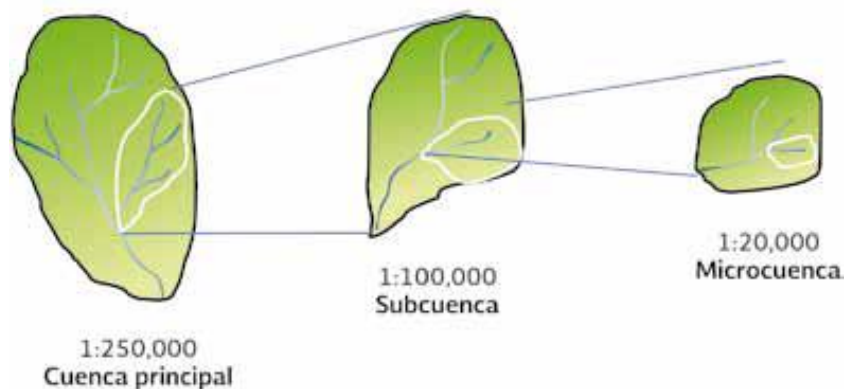


Figura 13. Cuenca, subcuenca, microcuenca

Fuente: Cuencas Hidrográficas (SEMARNAT, 2013)

Desde una perspectiva compleja, Menchaca y Bello (2014) definen la cuenca como “al espacio limitado que incluye desde los aspectos que abarcan las formas geológicas de la tierra que captan, concentran y distribuyen los distintos flujos hídricos, que provienen de las precipitaciones de la región, hasta los aspectos relacionados con los ecosistemas, los seres humanos que habitan espacios y territorios, así como los relativos a la economía en cuanto a los sistemas y modos de producción de bienes y servicios.”

Es decir, al hablar de una gestión integrada dentro de una cuenca, además del recurso hídrico, es importante incluir todos los recursos bióticos y abióticos, así como los aspectos sociales y económicos.

Paré (2010) define la cuenca como un socioecosistema donde la GIRH incorpora el origen del recurso, así como los aspectos que modifican y afectan su disponibilidad natural, tanto en calidad como en cantidad; evitando la concepción hidráulica que limita la gestión del recurso a su conducción, sino que debe contemplar la disponibilidad como punta de partida.

El manejo y la gestión del recurso hídrico se realiza en distintos contextos, además de la cuenca, subcuenca y microcuenca, también se pueden realizar en contextos estatales, municipales, intermunicipales y locales.

La coordinación territorial y la delimitación de las regiones administrativas difícilmente coincide con las delimitaciones de una cuenca, los límites territoriales político-administrativos, no funcionan para gestionar el agua y los ecosistemas, volviéndose un problema a la hora de coordinar distintos territorios (Dourojeanni, 2007). En México cada dependencia del sector ambiental cuentan con regionalizaciones, ya sean hidrológica, hidrológica-administrativa, hidrológica-forestal o ecológica, las cuales no coinciden entre ellas y que tampoco corresponden con los territorios políticos (Cotler, 2007).

Finalmente, la GIRH debe prevenir y satisfacer las necesidades ambientales y sociales, contemplando la disponibilidad, en calidad y cantidad, del agua superficial y subterránea en un trabajo conjunto de disciplinas ecológicas y técnicas, y los

usuarios e instituciones encargadas del manejo y la gestión del recurso (Gutiérrez, Orona, Ortega, & Jáquez, 2013)

En este sentido Travieso (2015) propone ocho etapas en el desarrollo de un Plan Estratégico de la GIRH, como se muestra en la figura 14.

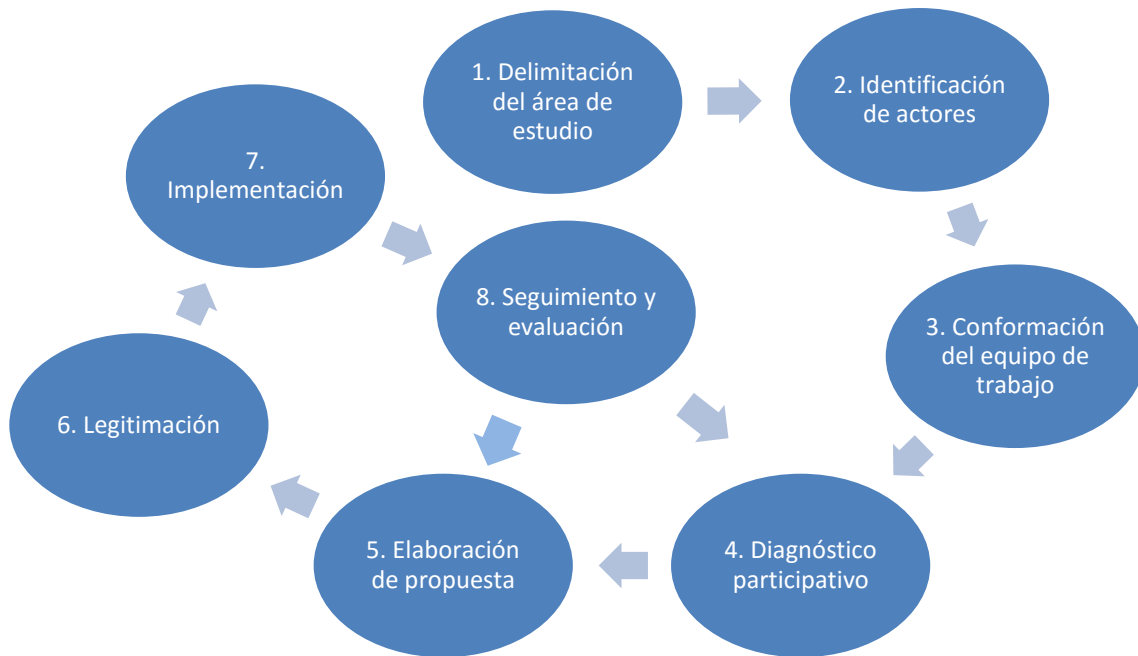


Figura 14. Etapas para el desarrollo de un Plan Estratégico de Gestión Integral de los Recursos Hídricos.

Fuente: Bases metodológicas para un plan estratégico de gestión integrada de los recursos hídricos (Travieso, 2015)

Además, Doureojanni (2007) identifica una lista de obstáculos no superados en la GIRH, los principales son la poca accesibilidad e influencia de los gestores del agua sobre las políticas macro-económicas, la “governabilidad transitoria”, la insuficiente disponibilidad para las demandas dentro de una cuenca. Además, se encuentran diferentes cuestiones de comunicación entre los usuarios y las autoridades correspondientes. Es decir, la falta de participación de los usuarios en las estrategias y políticas de la GIRH.

1.7. Opinión y percepción como herramienta en la GIRH

Las corrientes teóricas de las percepciones en los años sesenta y setenta del siglo XX conciben las percepciones como respuesta a los sentidos del ser humano, siendo luego desarrollado su estudio en los campos de la neurofisiología y la psicología, siendo más tarde abordado por distintos ámbitos, incluido el ambiental.

En la década de los ochenta del siglo XX se encuentra la teoría de Gibson donde la percepción depende de la interacción del organismo con el ambiente. Siendo Gibson uno de los principales teóricos del estudio de las percepciones ambientales (Fernandez, 2008).

En México, uno de los primeros estudios de percepción ambiental es realizado por Carmen Viqueira en 1977 con totonacos en los estados de Veracruz y Puebla. Después se realizaron trabajos como en la Selva Lacandona en 1993 por Arizpe, Paz y Velázquez y en la Sierra Madre de Santa Marta al sur de Veracruz por Lazos y Paré en el año 2000 (Fernandez, 2008).

El estudio de opinión pública en materia ambiental puede tener dos principales intereses; de carácter académico o de carácter político. El estudio político de la opinión y percepción de una comunidad puede considerarse una vía de comunicación, o una parte representativa de ella, y la autoridad (Anduiza, Di Masso, Pardos-Prado, & Tábara, 2006).

La integración de la percepción social a los elementos físicos, ecológicos y técnicos en el análisis para la toma de decisiones contribuye a la preservación del ambiente y de la vida de las personas que viven en él (Fernandez, 2008).

Es importante mencionar que, como observa Anduiza, et. al. (2006), los estudios de percepción ambiental no son necesariamente útiles para el ambiente pero sí ayudan a los responsables de la gestión a conocer la percepción pública de sus actos, ya sea como éxitos o fracasos.

El enfoque de la GIRH debe incluir a todos los sectores y actores de la cuenca y deben trabajar a la par. La generación de comunicación entre los usuarios y las autoridades es clave; por un lado, los usuarios identifican los problemas y pueden

promover soluciones y al mismo tiempo, los diferentes sectores reconocen las actividades que se están realizando (GWP, 2013).

Si se involucra a la sociedad desde la implementación de los objetivos, con los cuales se generan las estrategias y líneas de acción, puede la consulta ciudadana ser un índice de valoración y monitoreo respecto al alcance o no de los objetivos inicialmente planteados.

Además, la meta de un uso eficiente que pueden ser alcanzadas mediante la implementación de campañas de cultura y concientización, incentivos económicos y tecnológicos, puede ser medible en torno a los cambios en el comportamiento de los usuarios (Jonch-Clausen, 2004).

Capítulo III. Metodología

1. Área de estudio

El manantial “Ojo de Agua” y la congregación de Zoncuantla se encuentran dentro de la cuenca del río La Antigua, Veracruz y dentro de la microcuenca del río Pixquiac.

La microcuenca del río Pixquiac mostrada en la figura 15 nace en la vertiente nororiental del sistema montañoso volcánico del Cofre de Perote a una altura de 3,760 msnm y se une a los 1,300 msnm con el río Sordo. (Menchaca & Alvarado, 2011).

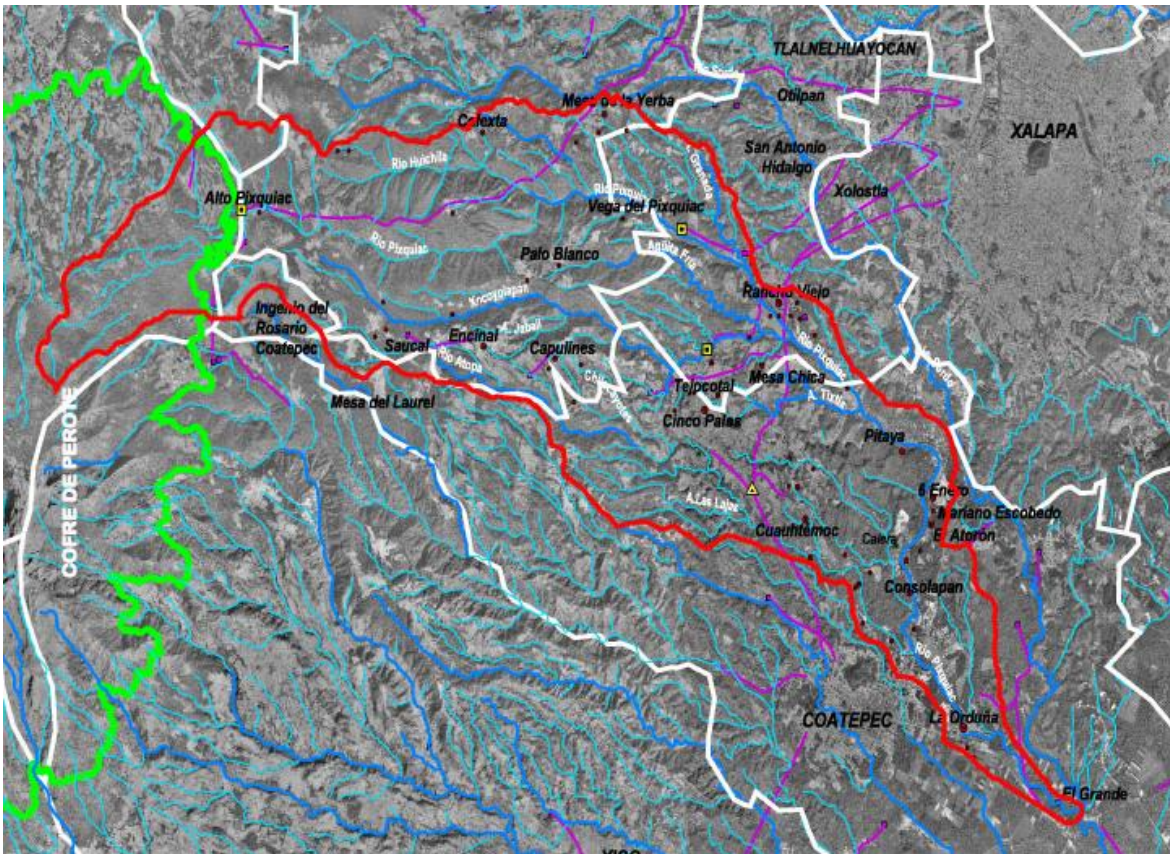


Figura 15. Modelo de elevación de la microcuenca del Río Pixquiac

Fuente: Ubicación de la cuenca del río Pixquiac (Vidriales, 2009)

La microcuenca del Pixquiac se divide en tres zonas, la cuenca alta, la cuenca media y la cuenca alta, como se aprecia en la figura 16.

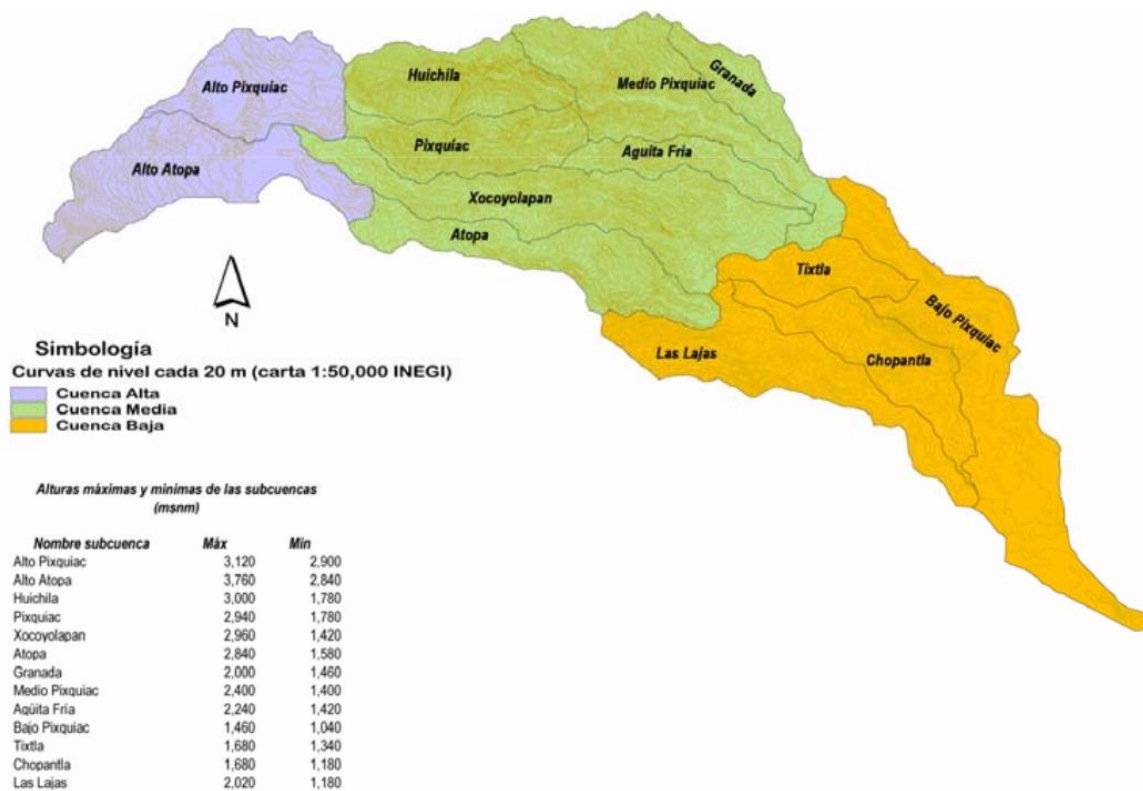


Figura 16. División de la cuenca del río Pixquiac.

Fuente: Balance Hídrico de la Cuenca del río Pixquiac (García, Martínez, & Vidriales, 2008)

La vegetación predominante en la microcuenca es el bosque mesófilo de montaña, en la zonas altas se pueden encontrar bosques mixtos de pino-encino y coníferas, y en la zona baja se encuentra cafetal de sombra (ver figura 17). El clima es templado en la zona media, templado-frío en la zona alta y semicálido en la zona baja (ver figura 18). El suelo predominante para la microcuenca es de andosol úmbrico y en la zona baja se encuentra gran parte de acrisol úmbrico (ver figura 19). Su hidrología abastece el 38.5% de las necesidades de Xalapa además de Coatepec y los habitantes de la cuenca (García, Martínez, & Vidriales, 2008).

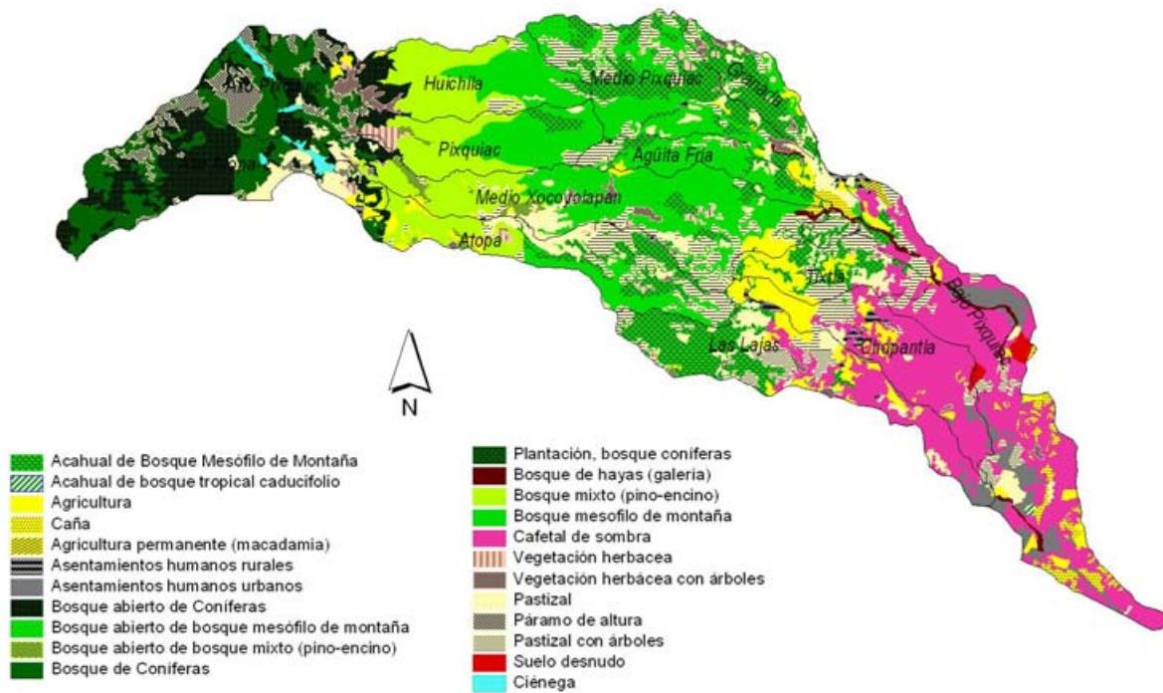


Figura 17. Vegetación y uso de suelo de la microcuenca del río Pixquiatic.

Fuente: Balance Hídrico de la Cuenca del río Pixquiatic (García, et. al. 2008).

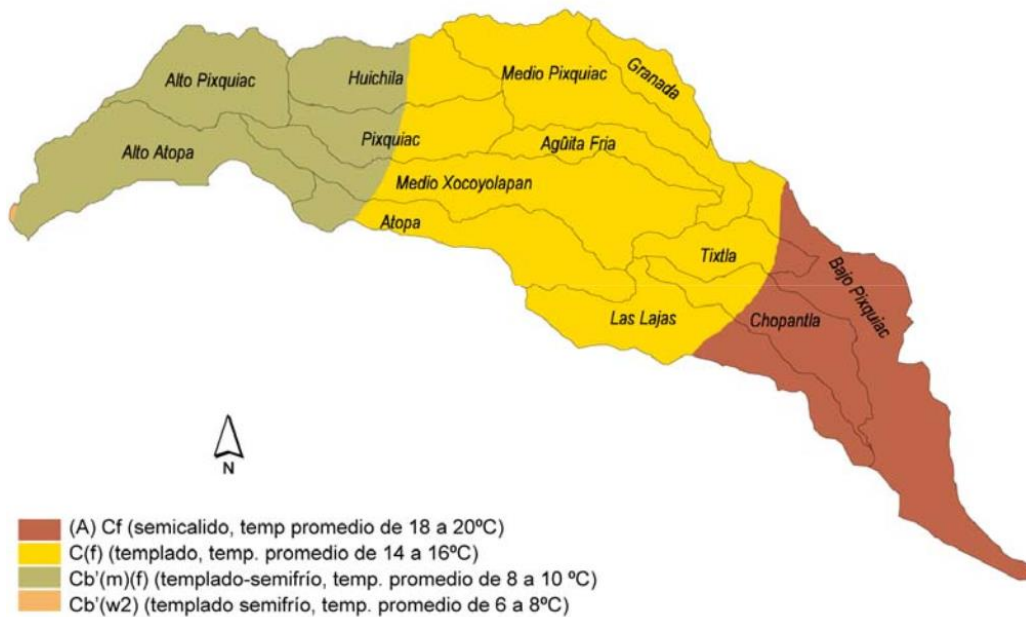


Figura 18. Tipo de clima de la microcuenca del Pixquiatic.

Fuente: Balance Hídrico de la Cuenca del río Pixquiatic (García, et. al. 2008).

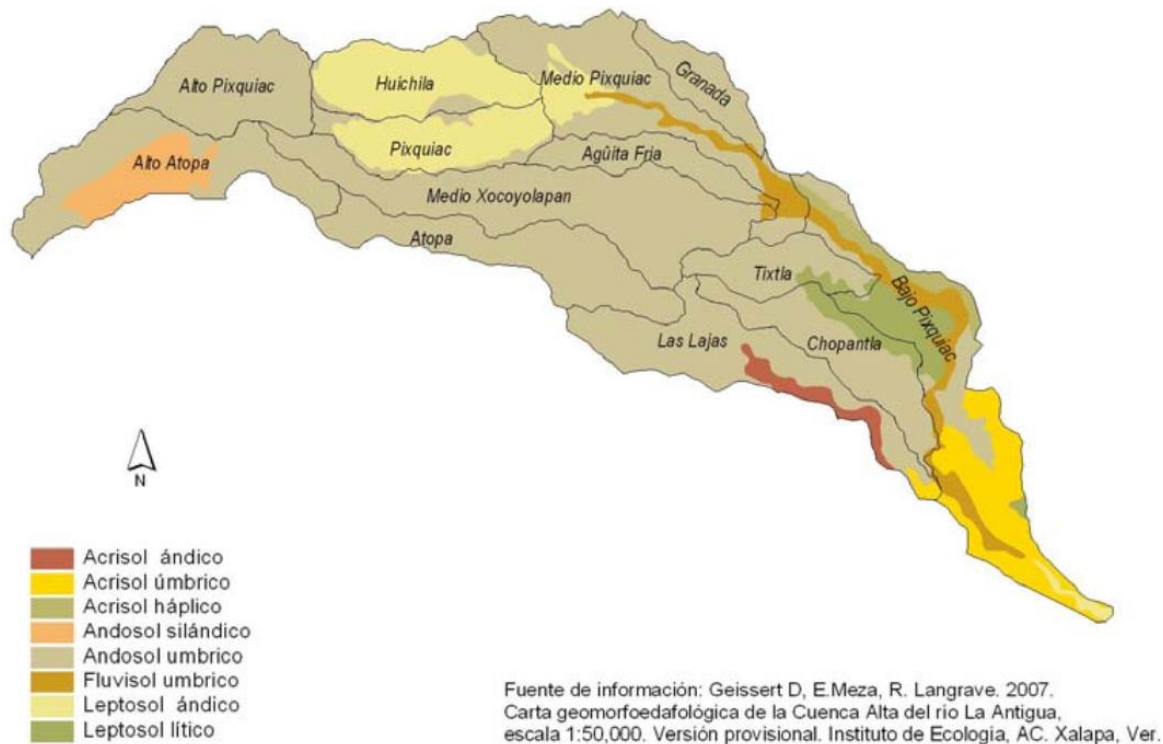


Figura 19. Clasificación de suelo de la microcuenca del Pixquiatic.

Fuente: Balance Hídrico de la Cuenca del río Pixquiatic (García, et. al. 2008).

1.1. Descripción de Sitio

El manantial “Ojo de Agua” se encuentra en la zona baja de la microcuenca, dentro del municipio de Tlalnahuayocan, Veracruz, aproximadamente a cuatro kilómetros en línea recta al noroeste, localizado en las coordenadas 19°30'34.27” N y 96°59'17.47”O. El cual fue posible localizar con la ayuda de un trabajador de CMAS Coatepec y georreferenciado con un GPS (ver figura 20).



Figura 20. Localización en Google Maps de coordenadas de manantial “Ojo de Agua”

En el sitio se cuenta con una caja de captación para el agua que brota del manantial “Ojo de Agua” figura 21.



Figura 21. Manantial “Ojo de Agua”

La caja de captación cuenta con un tubo metálico de cuatro pulgadas de diámetro de un material metálico el cual se conecta con una caja rompedora de presión donde se descarga un sobrante mediante un tubo de cuatro pulgadas de diámetro. La caja de captación sufrió una ruptura por lo que se construyó una barda de contención a

la cual se le puso un tubo de PVC de seis pulgadas. La barda de contención también sufrió una ruptura por lo cual se decidió construir una segunda barda de contención a la cual se le agregó otro tubo de PVC de un diámetro de cuatro pulgadas. Los dos tubos de PVC se direccionan a la segunda caja la cual cuenta con un tubo el cual lleva el agua a la caja de almacenamiento de Zoncuantla y el sobrante es descargado y se une a otro nacimiento e inicia el arroyo Tixtla.

En la figura 22 se muestra una representación digital del sitio y las obras en el manantial “Ojo de Agua”.

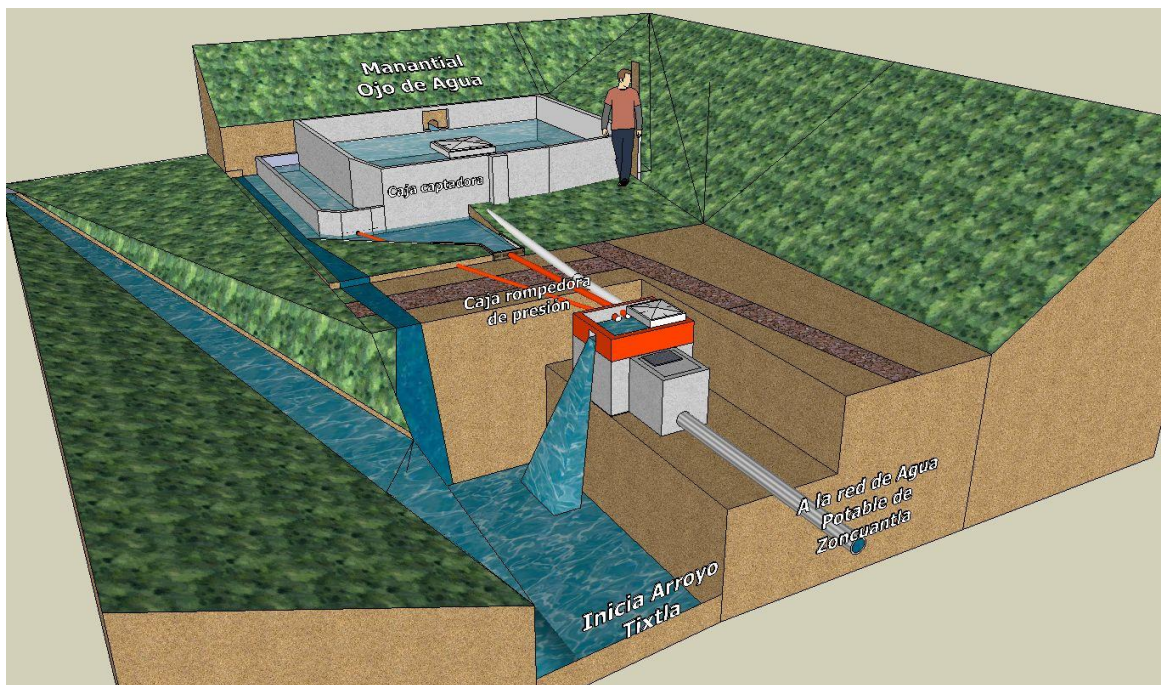


Figura 22. Obras en el manantial “Ojo de Agua”

Fuente: Biol. Eduardo Aranda Delgado.

El manantial “Ojo de Agua” se encuentra aproximadamente a cuatro kilómetros en línea recta al noroeste de la congregación de Zoncuantla, donde se cuenta con una caja de almacenamiento la cual recibe el agua de donde parte el agua para su distribución a las cinco colonias que conforman la congregación, Mariano Escobedo, El Atorón, 6 de Enero, La Pitahaya y Plan de la Cruz, las cuales se encuentran en la carretera antigua Xalapa-Coatepec (ver figura 23).

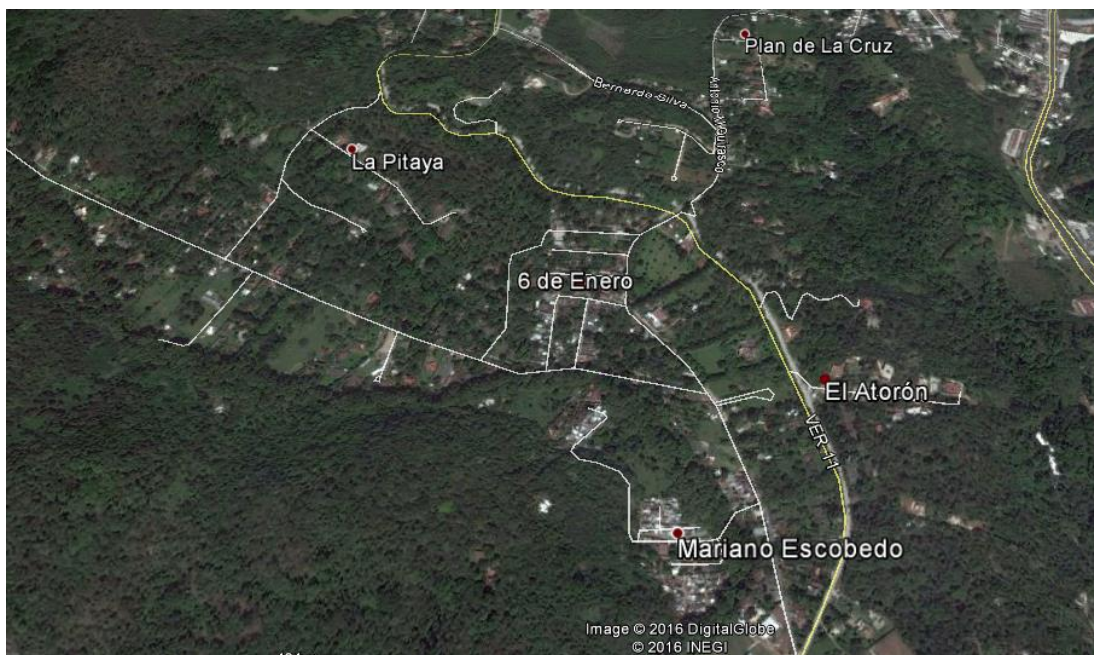


Figura 23. Colonias pertenecientes a la congregación de Zoncuantla.

En la tabla 2 se muestran la población de las localidades que integran la congregación de Zoncuantla según el censo del Instituto de Estadística y Geografía (INEGI) en el año 2010.

Tabla 2. Población de Zoncuantla, censo INEGI 2010

Localidad	Población (INEGI, 2010)
Mariano Escobedo	561
La Pitahaya (Congregación Zoncuantla)	389
Colonia Seis de Enero	333
Colonia Plan de la Cruz	253
El Atorón	48
Total	1584

Para la metodología de la obtención de datos en los sitios, se establecieron dos variables, la primera la disponibilidad natural, la cual se calcula con base en aforos en el sitio del manantial y la segunda variable es la opinión y percepción de la

población sobre el servicio de agua que presta la CMAS-Coatepec a los usuarios de la congregación de Zoncuantla.

2. Aforos en manantial “Ojo de Agua”

Se buscó información sobre la disponibilidad del recurso hídrico, es decir, aforos del manantial “Ojo de Agua” encontrando que si bien éste fue concesionado en octubre de 1994 por parte de CONAGUA, los volúmenes no fueron cuantificados (Ver condición específica tercera en título de concesión, Anexo 1) ni se realizó dicha medición por CMAS-Coatepec en los años siguientes. Por esto, se decidió iniciar la medición del cuerpo de agua realizando solamente una estimación de la disponibilidad natural con base en los aforos en época de sequía, entre los meses de enero y mayo del año 2016.

Los aforos del manantial (variable de disponibilidad de agua) se realizaron en los seis puntos que se muestran en la figura 24, el nacimiento del manantial “Ojo de Agua” (1), los tres tubos que se dirigen a la caja rompedora de presión (2, 3 y 4), la descarga de sobrante (5) y el arroyo Tixtla (6), estos puntos se eligieron con base en la construcción existente en el sitio y atendiendo que el recurso hídrico que se distribuye en la comunidad de Zoncuantla se conduce desde la caja rompedora de presión hasta la caja de almacenamiento que se encuentra en dicha comunidad, es decir, la cantidad de agua que ingresa a la caja rompedora de presión menos el sobrante que es reingresado al medio, es el agua que se almacena previo a su distribución entre la población.

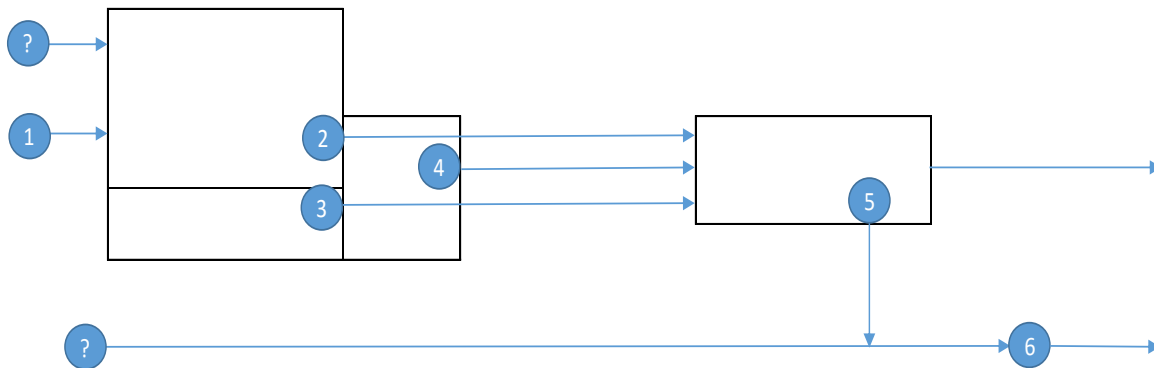


Figura 24. Esquema de construcción al rededor del manantial “Ojo de Agua” y puntos de aforo

Se realizaron cinco aforos con fechas 27 de enero, 02 de marzo, 06 de abril, 04 de mayo y 31 de mayo, los cuales constaron de la medición de los seis puntos anteriormente mencionados, durante el periodo enero-mayo de 2016, los cuales se realizaron con un flujómetro marca Global Water modelo FP201 con serial 92117 el cual cuenta con una hélice para medición del flujo y una computadora para la muestra de datos (ver figura 25 y 26).



Figura 25. Medición con flujómetro Global Water FP201



Figura 26. Computadora de flujómetro Global Water FP201

El área de flujo fue definida restando el segmento circular del tubo sin flujo de agua restada al área transversal total del tubo, en el arroyo se realizó una medición aproximada definiendo el área transversal con forma de trapecio, el tamaño del arroyo no supera los 20 centímetros de lado a lado en la superficie y los 10 cm a nivel de suelo. Los datos medidos en campo fueron vaciados en una tabla de Excel que convierte los datos medidos a metros por segundo, la tabla fue modificada para también calcular el área transversal de flujo en metros cuadrados con la altura sin agua del tubo y realiza las operaciones para obtener el gasto en litros por segundo.

Los datos medidos fueron relacionados cualitativamente con la precipitación mensual calculando la media aritmética simple de las estaciones de CONAGUA de La Joya, Banderilla, Mesa de Gómez, Xalapa Observatorio, Xalapa Centro, Xalapa CFE, Coatepec, Tapachapan y Briones, las cuales son las estaciones más cercanas al manantial "Ojo de Agua" (ver figura 27). Los datos de precipitación diarios de las estaciones mencionadas fueron facilitados por la Jefatura de Proyecto de Hidrometeorología de la Dirección Técnica del Organismo de Cuenca Golfo Centro de la CONAGUA, además se obtuvieron las normales climatológicas de las estaciones La Joya, Coatepec y Briones de la página de internet del Sistema Meteorológico Nacional (<http://smn.cna.gob.mx/>) de la CONAGUA, las cuales

fueron comparadas con los registros de precipitación de enero a mayo de 2016 de dichas estaciones.



Figura 27. Localización de las estaciones meteorológicas

En los casos de datos de precipitación diaria faltante, se realizó una estimación siguiendo el método del Servicio Meteorológico de los Estados Unidos (U.S. National Weather Service), en el cual se realiza un promedio ponderado de las estaciones con datos conocidos de ese día siguiendo la siguiente fórmula¹:

$$P_x = \frac{\sum (P_i W_i)}{\sum W_i}$$

¹ Obtenida de los documentos web: Presentación de Precipitación. Apuntes de Hidrología del Departamento de Irrigación de la Universidad Autónoma de Chapingo y la Guía del trabajo práctico No. 2 del Departamento de Hidrología de la Universidad Nacional del Nordeste.

Donde:

P_x = Dato faltante de precipitación del día

P_i = Dato conocido de precipitación del día en la estación i

$W_i = 1/D_i^2$; siendo D_i la distancia entre la estación del dato faltante y la estación i

Cabe señalar que dicho cálculo se aplicó en los casos en los que se contara con más de tres estaciones con datos mayores a cero o no se haya reportado como un valor inapreciable (menor a 0.1 mm); cuando un dato faltante se presentó en una fecha que no presentaba por lo menos tres estaciones con valores reportados mayores a 0 o diferentes a 'inapreciable', su valor se definió como cero; de la misma manera, los datos reportados como inapreciables se definieron como cero y no se incluyeron en los casos donde se presentaron cálculos para datos faltantes.

Una vez completos los datos, se realizó una suma de los datos diarios para obtener un total mensual por estación; a los resultados de este cálculo se les realizó una media aritmética simple, con la cual se obtuvo una precipitación mensual para la zona, la cual se relacionaron cuantitativamente con los valores obtenidos en los aforos.

3. Instrumento y selección de muestra a la población de Zoncuantla

Para la segunda variable, se elaboró un cuestionario de 27 preguntas elaborado con base en la metodología del Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz (Agua, Bosques, Cuencas y Costas) de la Universidad Veracruzana, metodología aplicada en encuestas que han realizado en trabajos anteriores.

El cuestionario se construyó en cuatro partes, siendo la primera de preguntas de información general personal y socioeconómica (preguntas 1, 2, 3, 4 y 5), el segundo y más amplio apartado fue el acceso y servicio de agua (preguntas 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 24, 25 y 26), el tercero, la percepción y opinión de la disponibilidad actual y futura del agua (preguntas 14, 15, 27) y por último la comunicación y toma de decisiones (preguntas 20, 21, 22 y 23). (Ver Anexo 2)

Para la aplicación del cuestionario se estableció un tamaño de muestra representativo utilizando la siguiente fórmula (Ochoa, 2013):

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Donde:

n = tamaño de muestra

N = tamaño del universo

Z = nivel de confianza

e = margen de error

p = probabilidad de éxito o proporción esperada

El tamaño del universo se estableció como la población total de la congregación de Zoncuantla de 1,584 habitantes según el censo del INEGI en el año 2010, el nivel de confianza Z y margen de error e corresponden a 95% y 0.15, la proporción esperada no es conocida por lo que se asigna un valor máximo de 0.5.

El tamaño de muestra se calculó de 42, los cuales fueron distribuidos de manera proporcional entre las cinco colonias, al hacer las proporciones se redondearon los valores obtenidos por lo que el número de encuestas finales fue de 44, como se muestra en la tabla 3. La encuesta fue aplicada durante el mes de abril de 2016, la muestra se extrajo de manera aleatoria simple a los habitantes que accedieran a

realizar la encuesta, esto sin distinguir su sexo, edad, nivel socioeconómico ni tiempo de residencia en la comunidad.

Tabla 3. Cálculo de personas a encuestar por localidad

Localidad	Población (INEGI, 2010)	Proporción	Encuestas a aplicar
Mariano Escobedo	561	35%	15
La Pitahaya (Congregación Zoncuantla)	389	25%	11
Colonia Seis de Enero	333	21%	9
Colonia Plan de la Cruz	253	16%	7
El Atorón	48	3%	2
Total	1584	100%	44

Con las respuestas obtenidas se construyó una base de datos en Excel; las respuestas abiertas se categorizaron en las clasificaciones pertinentes para su análisis, como se verá en la sección de resultados.

Capítulo IV. Resultados y discusión

1. Disponibilidad hídrica del manantial “Ojo de Agua”

A partir de los datos medidos en los puntos de ingreso a la caja rompedora de presión (2, 3 y 4) se registró la cantidad de agua que entró en la caja rompedora de presión y se restó el punto 5 (ver figura 28).

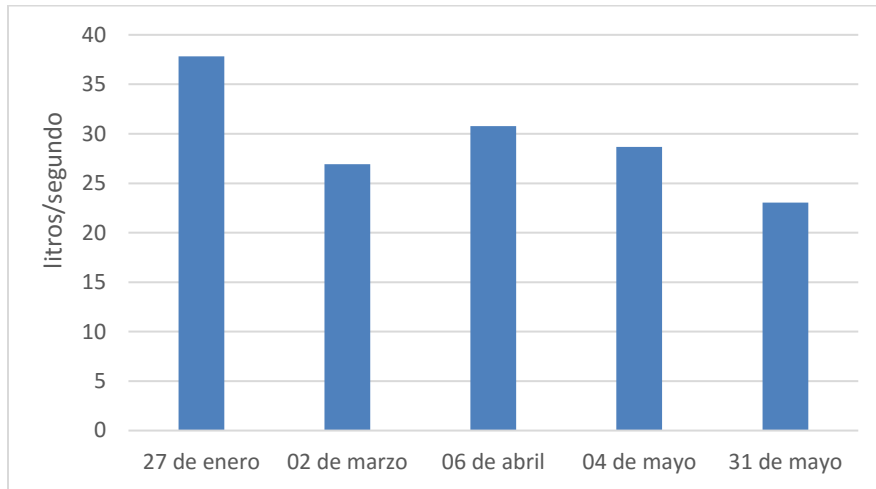


Figura 28. Entradas en caja rompedora de presión (l/s)

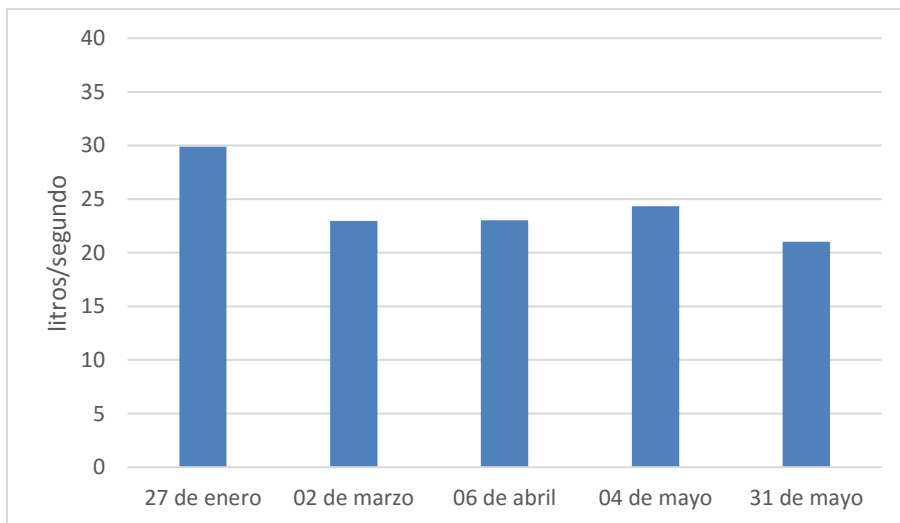


Figura 29. Entradas menos salidas en caja rompedora.

Lo medido en el punto 6 se graficó directamente (ver figura 30), este punto equivale al arroyo Tixtla y es la suma de las salidas de la caja rompedora de presión más el gasto de un manantial que se encontraba a un costado (ver figura 31).

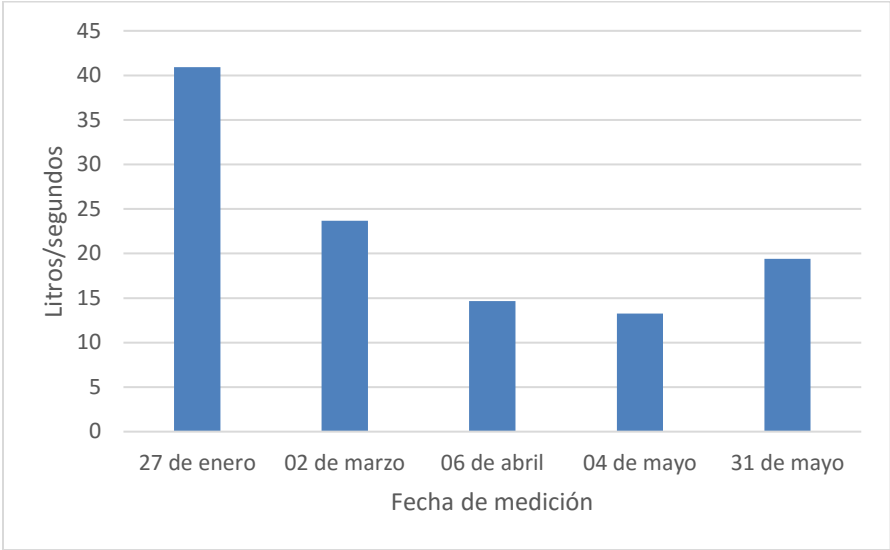


Figura 30. Gasto de arroyo Tixtla



Figura 31. Nacimiento de arroyo Tixtla.

Es importante mencionar que en las mediciones del 4 y 31 de mayo, el nivel de agua que había dentro de la caja captadora se encontraba por debajo del tubo que conduce el agua de la caja captadora a la caja rompedora de presión (ver figura 32).



Figura 32. Nivel del agua por debajo del tubo de la caja captadora (punto 2)

Con estas mediciones se puede ver que en la época de sequía para el año 2016, la fluctuación de la disponibilidad fue entre 20 y 30 litros por segundo. También es apreciable que la cantidad de agua que se aprovecha es mayor a la que se integra al ecosistema.

La cantidad de agua que se toma del manantial equivale a 1,090-1,636 litros diarios por persona.

La precipitación diaria de las estaciones más cercanas al manantial fue promediada y se muestra en la figura 33.

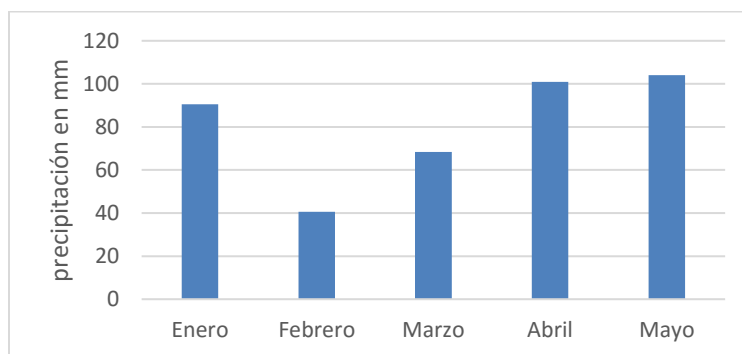


Figura 33. Precipitación mensual promedio de las estaciones cercanas al manantial "Ojo de Agua"

En las figuras 34, 35 y 36 se presenta la comparación de los datos de precipitación normal y la precipitación del año 2016 para las estaciones de La Joya, Briones y Coatepec. Como se observa, la precipitación en las estaciones Briones y Coatepec es mayor a la normal en los meses de enero, marzo y abril, es decir, la disponibilidad de agua es mayor a la normal de los 35 años de registros de la estación de Coatepec y a los 26 años de Briones, por su parte, La Joya presenta niveles superiores en enero y menores en abril y mayo.

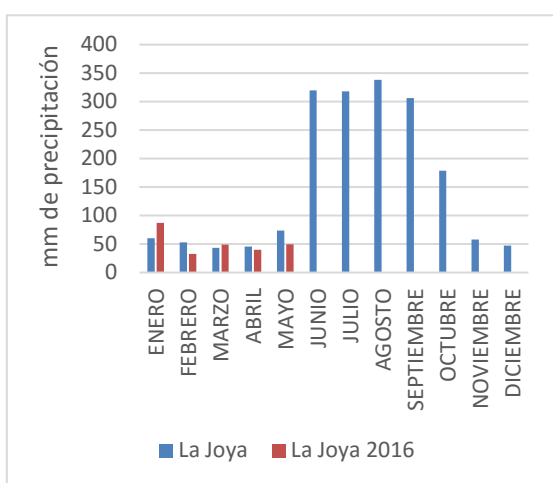


Figura 35. Precipitación en mm de la época seca del 2016 en comparación de las normales reportadas por el SMN en el periodo 1981-2010 en la estación La Joya.

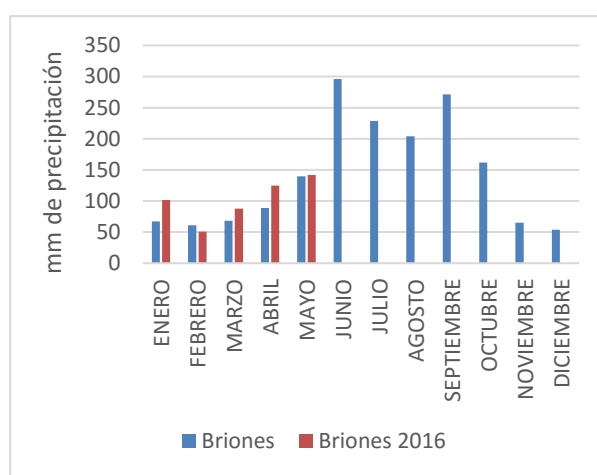


Figura 34. Precipitación en mm de la época seca del 2016 en comparación de las normales reportadas por el SMN en el periodo 1981-2010 en la estación Briones.

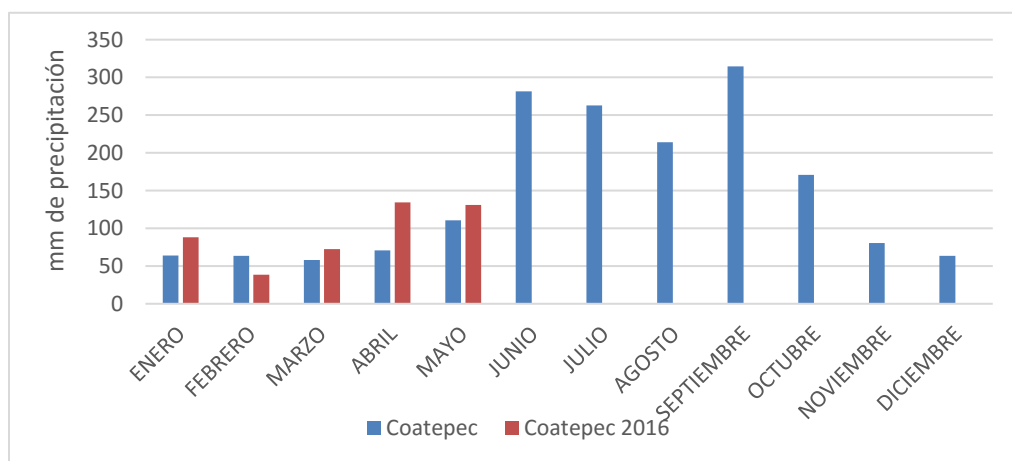


Figura 36. Precipitación de la época seca del 2016 en comparación de las normales reportadas por el SMN en el periodo 1951-2010 en la estación Coatepec.

En la tabla 4 se muestra una comparativa de los resultados obtenidos aforos, así como la gráfica de dicha tabla en la figura 37, siendo la columna de Zoncuantla, la cantidad de litros por segundo que se dirige a la caja de almacenamiento (entradas menos salidas) y la columna Ecurrimientos es el caudal del Arroyo Tixtla menos el sobrante de la caja rompedora de presión y el Total es la suma de Entradas y Ecurrimientos.

Tabla 4. Tabla comparativa de resultados de aforos y datos de precipitación

Fecha	Entradas (l/s)	Zoncuantla (l/s)	Ecurrimientos (l/s)	Arroyo Tixtla (l/s)	Total (l/s)	Precipitación (mm)
27 de enero	37.84	29.88	32.98	40.93	70.82	90.46
02 de marzo	26.92	22.97	19.73	23.67	46.64	40.55
06 de abril	30.77	23.02	6.92	14.67	37.69	68.37
04 de mayo	28.66	24.34	8.95	13.28	37.61	100.98
31 de mayo	23.04	21.01	17.36	19.39	40.40	104.05

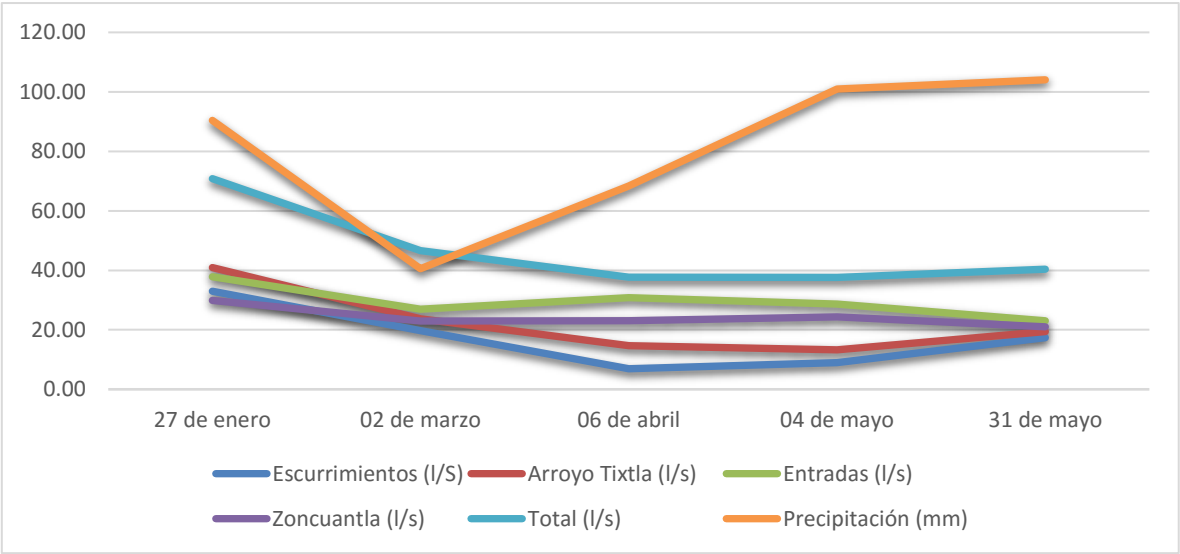


Figura 37. Gráfica comparativa, aforos y precipitación.

El volumen de agua que es dirigida a Zoncuantla no tiene una disminución importante porque la infraestructura en el manantial permite que se almacene para su conducción a la red de abastecimiento; son visibles disminuciones en las entradas pero que son compensadas con en la descarga de sobrantes. Sin embargo la disponibilidad natural sí tiene una disminución, como muestra el arroyo Tixtla en abril y mayo con menos del 50% de lo medido en enero.

2. Opinión y percepción de los habitantes de Zoncuantla respecto a la gestión del agua

El cuestionario realizado para conocer la opinión y percepción de los habitantes se divide en tres variables, 1) el acceso y servicio al agua; 2) la comunicación y toma de decisiones; y 3) la percepción de disponibilidad actual y futura del agua.

2.1. Acceso y Servicio de Agua

A partir de los datos obtenidos de los indicadores de acceso al agua, se observa que el 89% de los usuarios de Zoncuantla cuentan con servicio de agua dentro de su vivienda. El 11% restante respondió que cuenta con una llave en el predio de su vivienda, es decir, sí cuentan con el servicio de manera individual pero su casa no cuenta con la infraestructura interna y cuentan con una llave en el patio.

En cuanto al almacenamiento del agua en Zoncuantla, el 59% de las casas cuenta con un tinaco; el 18% con cisterna o aljibe; mientras que el 2% almacena en cubetas, el mismo porcentaje en garrafas y finalmente un 5% no cuenta con algún método de almacenamiento (ver figura 38).

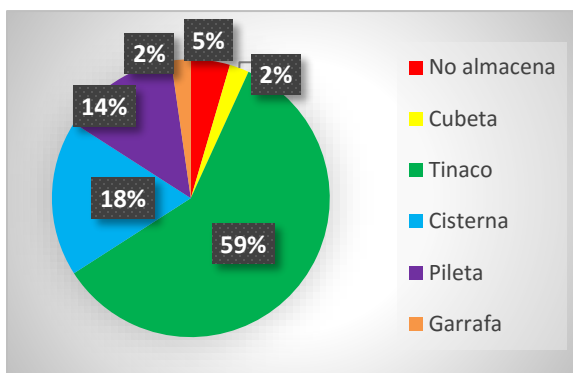


Figura 38. Forma de almacenamiento de agua en las viviendas de Zoncuantla

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

El almacenamiento del recurso es importante para la población, como se mencionó anteriormente. Ya que el contar con sistemas de almacenamiento eficientes permite a la población no quedarse sin el recurso. Dicha práctica es significativa entre la población, ya que la mayoría de la población almacena el agua.

En la figura 39 se muestran los días a la semana que llega agua a la vivienda, el 96% afirma contar con agua de manera constante y diariamente. Cabe mencionar que el 100% de los usuarios encuestados consideran suficiente la cantidad de agua que llega a su vivienda para sus actividades, pregunta que no fue graficada al presentarse siempre la misma respuesta.

En cuanto a la calificación de los usuarios al servicio de acceso que brinda el CMAS-Coatepec el 68% considero el servicio como bueno; el 18% como regular; y el 14% considero el servicio que brinda la CMAS-Coatepec como malo (ver figura 40).

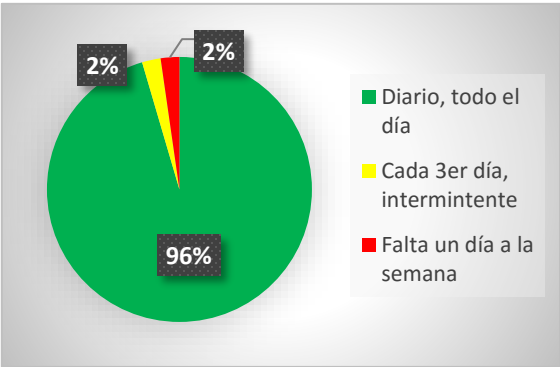


Figura 39. Días a la semana que llega agua a la vivienda de los habitantes de Zoncuantla

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

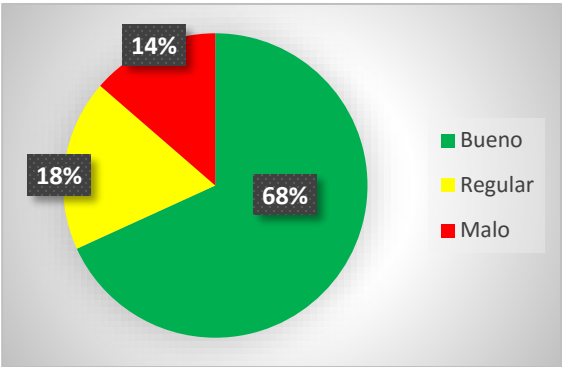


Figura 40. Calificación de los usuarios al servicio de acceso al agua que brinda la CMAS-Coatepec

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

Los meses en los cuales escasea el agua en la percepción de los habitantes de Zoncuantla se muestra en la figura 41, donde el 14% considera que no hay escasez durante el año; y el 86% percibe una disminución que reportan de uno a tres meses en un lapso de cuatro meses (un tercio del año), coincidiendo el 34% en el periodo de abril y mayo, siendo la respuesta de mayor incidencia.

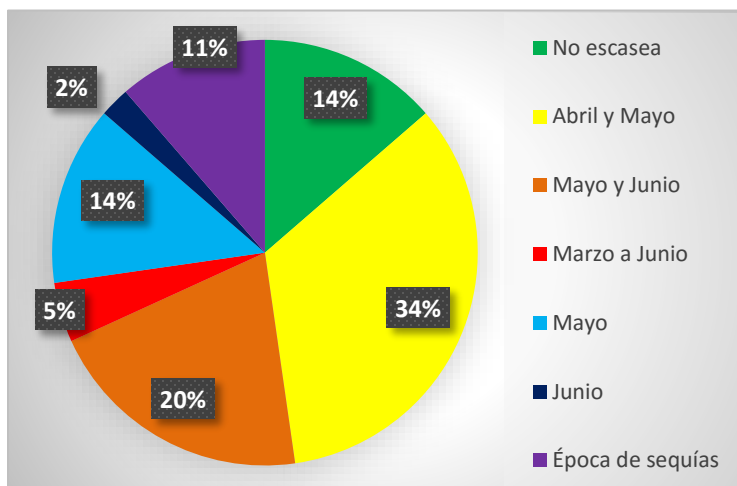


Figura 41. Meses que los usuarios perciben escasez de agua

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

Es interesante señalar, que un alto porcentaje de la población de interés califica el servicio que brinda CMAS-Coatepec como bueno por el hecho de disponer del agua casi todo el año, sin embargo, el 86% de la comunidad señala que existe escasez en distintos periodos entre los meses de marzo a junio; y sólo el 14% no percibe escasez, esto puede deberse a que almacenan el agua. Cabe agregar que los usuarios comentaron sentirse privilegiados en comparación a los habitantes de Xalapa, los cuales tienen programas anuales de tandeo, algo que en Zoncuantla no es común.

En cuanto a las causas de falta de agua, la mayoría destacó los problemas en la red (ver figura 42), en este caso refiriendo a las respuestas de fugas y descomposturas, la segunda respuesta de mayor incidencias consideraron que los cortes son debidos a cuestiones programadas de gestión, principalmente refiriendo al mantenimiento pero también corte de suministro y desvío programado del recurso hídrico. Finalmente 9 personas consideraron que siempre tienen agua; y 4 personas coinciden que los cortes del servicio se deben al fenómeno de estiaje y a la disminución en la cantidad de agua del manantial. Este indicador señala un problema de gestión en el contexto de las fugas y rupturas en la

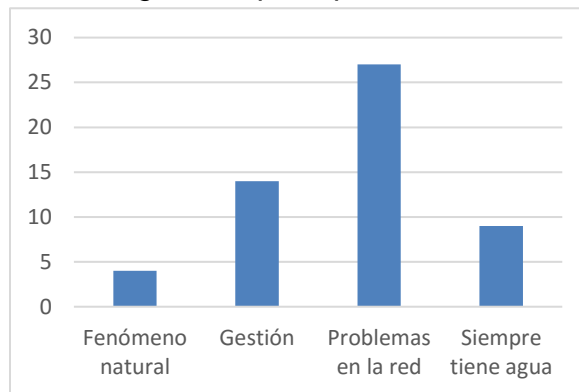


Figura 42. Causa por las cuales falta agua en las viviendas de los usuarios de Zoncuantla
 Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

red de abastecimiento por falta de mantenimiento. Como se mencionó anteriormente, los costos de la instalación de la red fue por parte de la comunidad; mientras que el pago del agua que realizan los usuarios a la CMAS-Coatepec no se refleja en la inversión en el marco del mantenimiento ni actualización de las redes.

Respecto a las acciones que realizan cuando no cuentan con el servicio de agua (ver figura 43), 24 de 44 personas utilizan agua que había almacenado, lo que coincide con la importancia antes mencionada de dicha práctica entre los usuarios; mientras que 11 personas mencionaron llamar por teléfono a la CMAS; y 14 dijeron tomar agua de otra fuente natural, ya sea el río Pixquiac, un pozo, otro nacimiento o colectar agua pluvial. Finalmente 6 personas aseguraron comprar agua, esto para uso alimenticio ya que mencionan no confiar en la calidad del agua de otras fuentes.

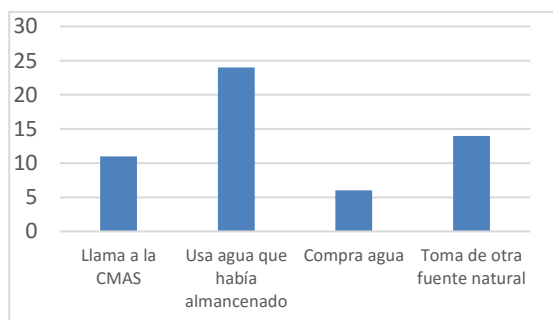


Figura 43. Acciones de los usuarios cuando no cuentan con servicio de agua

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis. 2016.

En cuanto a la atención a reportes, en la figura 44 se muestra que el 43% de las personas consideran eficiente la respuesta de la CMAS-Coatepec; frente al rechazo del 34%; mientras que un 23% asegura nunca haber realizado un reporte. Entre las

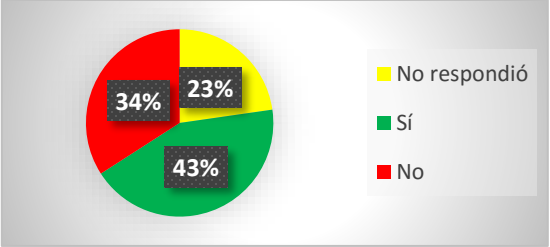


Figura 45. Eficiencia en la respuesta de CMAS-Coatepec a los reportes realizados por los usuarios del servicio de agua

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

causas por las cuales contestaron que no consideraban eficiente la atención a los reportes, la mayor incidencia fue que Don Eulalio atendía directamente sus reportes y no la CMAS, es importante notar cómo los habitantes diferencian entre Don Eulalio y la CMAS, siendo él un trabajador de la comisión (ver figura 45). Entre las demás respuestas se considera que existe una

mala gestión en la comisión, esta categoría agrupa una respuesta lenta, falta de coordinación interna, que siguen existiendo tomas clandestinas y que no cuentan con capacitación y profesionalización correcta; en tercer lugar se declaró que la CMAS definitivamente no atiende los reportes. El restante consideró que a pesar de los reportes, la CMAS no realiza las obras de mantenimiento necesarias, principalmente la conclusión del segundo tanque de almacenamiento, lo cual se traduce en una respuesta parcial a los reportes sin atender el problema directo.

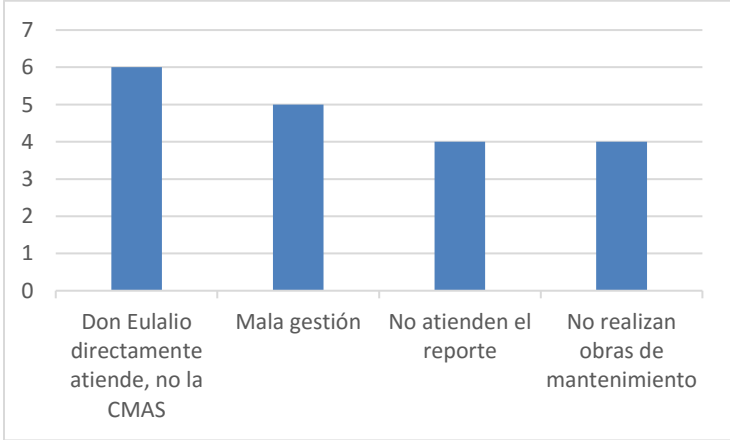


Figura 44. Razones por las cuales los usuarios no consideran eficiente la atención de la CMAS-Coatepec a los reportes realizados por los usuarios del servicio de agua

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

Sobre el tiempo de respuesta (ver figura 46), el 47% respondió que los reportes son atendidos en 24 horas o menos, el mismo porcentaje contestó que de 2 a 3 días y solamente el 6% de los que han reportado respondieron que tardan más de una semana, es importante recalcar que estos resultados están basados únicamente en las personas que contestaron haber hecho algún reporte.

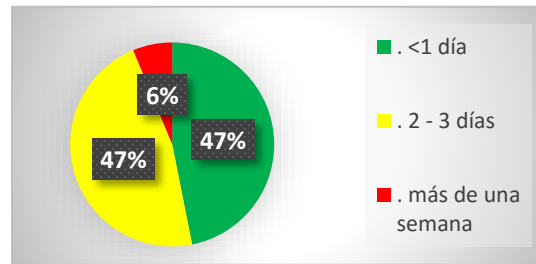


Figura 46. Tiempo en el que la CMAS-Coatepec atiende los reportes realizados por parte de los usuarios de Zoncuantla

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

Cabe señalar que a diferencia del acceso a recurso mismo que fue calificado por la población de Zoncuantla como bueno, como se mencionó anteriormente, el trabajo en la gestión referente al mantenimiento y atención a reportes no tiene la misma calificación positiva, ya que, un alto porcentaje no considera eficiente la atención a los reportes por parte de la CMAS. Además, en algunos casos la eficiencia de la comisión está en las acciones realizadas por una sola persona.

Finalmente, se presenta el indicador de los problemas relacionados con el agua más importante en la localidad actualmente (figura 47) y dentro de cinco años (figura 48). Es interesante ver como actualmente se considera el crecimiento poblacional como el problema más importante con 31 de las respuestas, mientras que a futuro el problema será la falta de disponibilidad, siendo la cantidad la primera y la contaminación la segunda, con 23 y 22 respuestas respectivamente. También es posible ver como actualmente algunas respuestas correspondieron a una mala gestión pero a futuro se cree existirá un problema ambiental y los encuestados no consideraron la gestión.

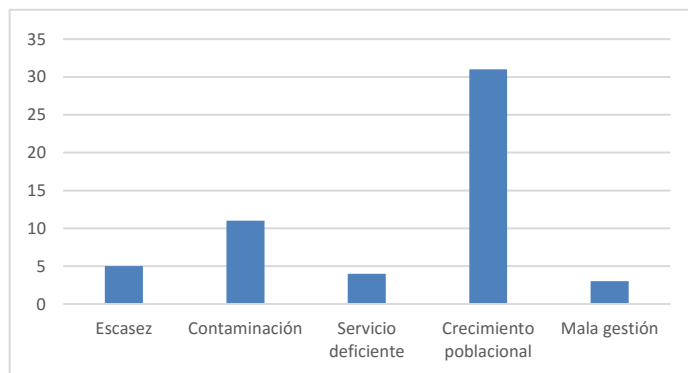


Figura 48. Problemas más importantes relacionados con el agua en Zoncuantla

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

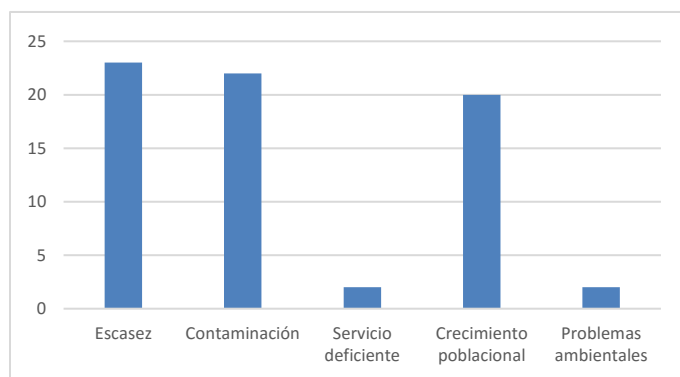


Figura 47. Problemas más importantes relacionados con el agua en Zoncuantla dentro de cinco años

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

Se señala que los principales problemas que la población detecta son escasez, contaminación y crecimiento, sin que CMAS tenga planes de previsión para resolver estos problemas.

2.2. Comunicación y toma de decisiones

Dentro de la comunicación y la toma de decisiones, se cuentan cuatro indicadores.

En cuanto al nivel de información sobre las diversas actividades realizadas con CMAS-Coatepec (actividades de ampliación o mantenimiento de redes, procesos de potabilización, campañas de Cultura del Agua, etc.) el 59% se considera nada informado y solamente el 9% se considera muy informado (ver figura 49); es

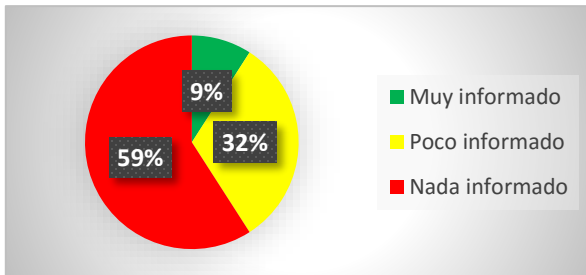


Figura 49. Nivel de información de los usuarios sobre las actividades que realiza la CMAS en su localidad

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

importante mencionar que de los encuestados que respondieron estar muy informados, la mitad forman parte de la AVP. En cuanto al por qué se consideraban muy, poco o nada informados, la mayoría se limitó a mencionar que la CMAS no informa a la población, mientras que 19% de las respuestas indicaron que no se

encontraban informados por la falta de interés del encuestado (ver figura 50). Es interesante observar como dos de los encuestados que contestar estar poco informados, dijeron que la poca información con la que contaban era porque Don Eulalio era el encargado de informarlos y uno afirmó que era la AVP de quien obtienen la información referente a las actividades de la CMAS.

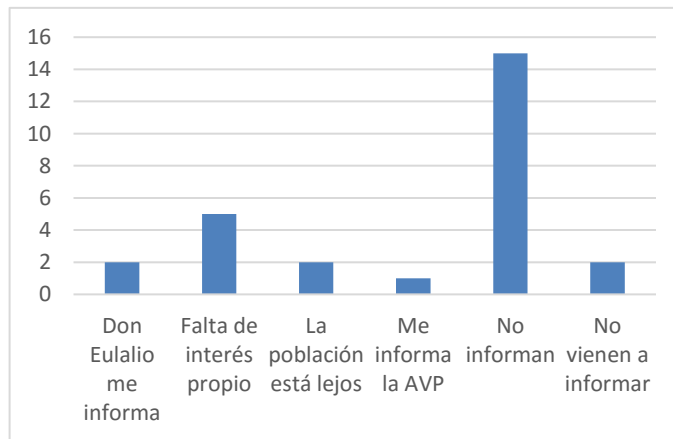


Figura 50. Razones por las cuales los usuarios se consideran muy, poco o nada informados de las acciones realizadas por CMAS-Coatepec

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

Al calificar la comunicación que tenían los usuarios con la CMAS-Coatepec, el 73% dijo que no existe ningún tipo de comunicación entre los usuarios y la comisión; mientras que solamente el 13% calificó su comunicación como buena. En cuanto a las causas por las cuales califican de esta manera la comunicación, la mayoría coincidió en que se debía a que la comisión no informaba y 6 de 21 hizo notar que sólo había comunicación cuando se realizaban los pagos del servicio de agua (ver figura 52).

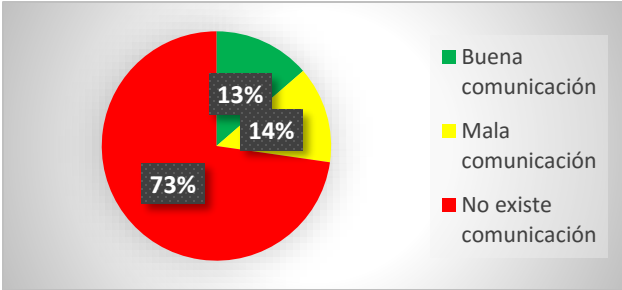


Figura 51. Calificación de los usuarios de Zoncuantla a la comunicación que tienen con la CMAS-Coatepec

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

comunicación, la mayoría coincidió en que se debía a que la comisión no informaba y 6 de 21 hizo notar que sólo había comunicación cuando se realizaban los pagos del servicio de agua (ver figura 52).

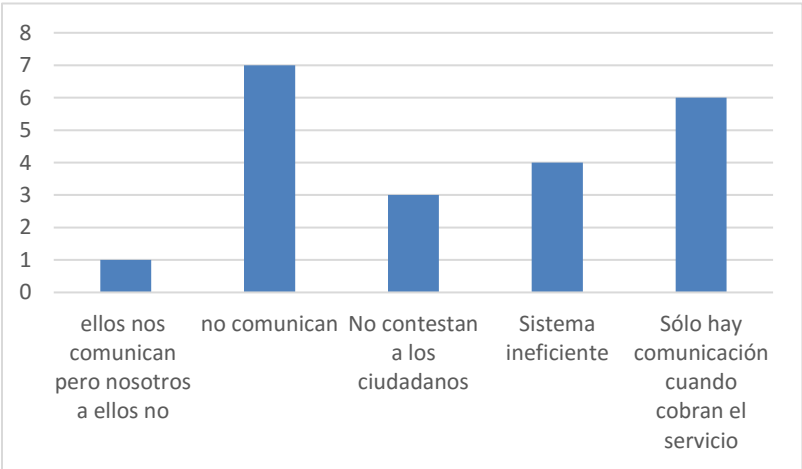


Figura 52. Causas por las cuales los usuarios de Zoncuantla consideran que tienen una buena, mala o nula comunicación con la CMAS-Coatepec

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

En la confianza que tienen los usuarios en el trabajo realizado por la CMAS, el 68% contestó que sí confiaba; el 30% que no; y 2% decidió no contestar la pregunta. En cuanto a las causas por las cuales sí o no confiaban, la mayoría mencionó que su confianza se debía a que cumplían con el servicio, es decir, mientras que consideran que no existe comunicación y no se encuentran informados, confían en el trabajo que realizan porque cuentan con agua en su vivienda. En cuanto a los que no confían, sus razones fueron que consideraban que eran ineficientes en su trabajo, realizan una mala gestión y hubo quien aclaró que confiaba en el trabajo realizado por Don Eulalio pero no en lo que realiza la comisión (ver figura 53).

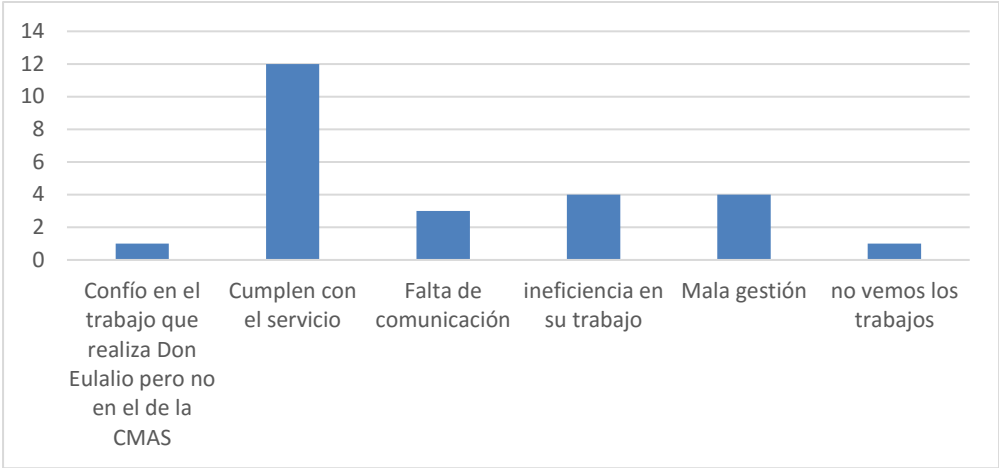


Figura 53. Causas por las cuales los usuarios de Zoncuantla confían o no en el trabajo realizado por la CMAS-Coatepec

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

La comunicación de CMAS-Coatepec con la población es prácticamente nula, no se conocen las políticas de gestión y manejo de la dependencia, ni las acciones de previsión para que la comunidad de Zoncuantla siga contando con el recurso hídrico en un futuro mediato. En contraste, se menciona también que un alto porcentaje dice tener confianza en las labores que CMAS realiza en la comunidad, esto debido al trabajo que realiza Don Eulalio, quien es el encargado del manejo y la gestión del recurso en la comunidad de Zoncuantla, el cual está en constante comunicación con la población.

En cuanto al indicador de influencia de la ciudadanía dentro de las decisiones de la CMAS, el 70% contestó que no; y solamente el 30% que sí tenían influencia en las acciones de la autoridad. En cuanto a las razones de esta respuesta, la mayoría aseguró que CMAS no hacía caso a la ciudadanía y en segundo lugar se consideraba que no les preguntaban su postura (ver figura 54).

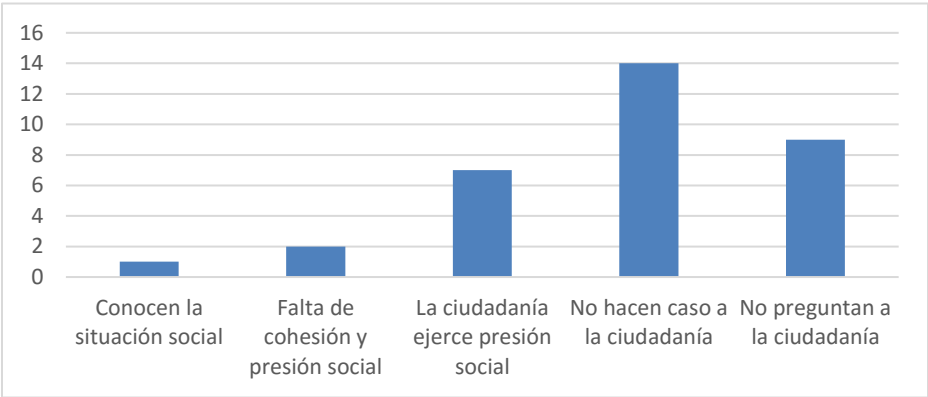


Figura 54. Causas por las cuales los usuarios consideran que la ciudadanía tiene o no influencia en las decisiones de la CMAS-Coatepec

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

Como se ve en este caso, la comunicación es casi inexistente. Los usuarios identifican que la AVP tiene comunicación con la CMAS-Coatepec y que en ocasiones se influye mediante la presión social pero la mayor del tiempo la comisión no muestra interés en los habitantes; algunos consideran que se debe a la lejanía con Coatepec y otros al tamaño de la comunidad pero en cuanto a comunicación y toma de decisiones es claro que los habitantes no consideran estar incluidos en las decisiones dentro de la gestión del recurso, más allá de ser los usuarios.

Como se puede observar, los habitantes de Zoncuantla no tienen incidencia y no son escuchados por la CMAS-Coatepec, es decir la gestión del agua no promueve una participación ciudadana.

2.3. Percepción sobre la disponibilidad actual y futura

Dentro del indicador de disminución en la disponibilidad del agua en su colonia en relación a cinco años atrás, el 55% contestó que sí percibe una disminución; y el 45% que no. En cuanto a las razones (ver figura 55) mencionaron que el aumento de tomas como la principal; la segunda de mayor incidencia fueron las referentes a la gestión, como son la baja en la presión del sistema o que los cortes de agua se presentan con mayor frecuencia que los años anteriores.

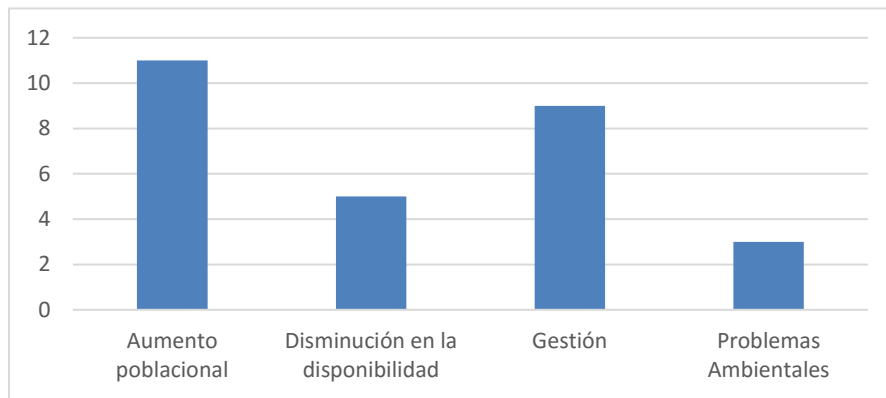


Figura 55. Causas por las cuales los usuarios perciben una disminución de disponibilidad del agua en su colonia respecto a hace 5 años

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

En cuanto si consideraban que dentro de cinco años el agua será suficiente, el 66% respondió que consideraban que no sería suficiente; el 32% que sí; y 2% dijo no saber. Cuando se les preguntó por qué, 20 de 40 respondió que debido al aumento poblacional; el 5 culpa a la falta de cultura del agua de la población; y la misma cantidad a fenómenos naturales, como las sequías o la canícula (ver figura 56).

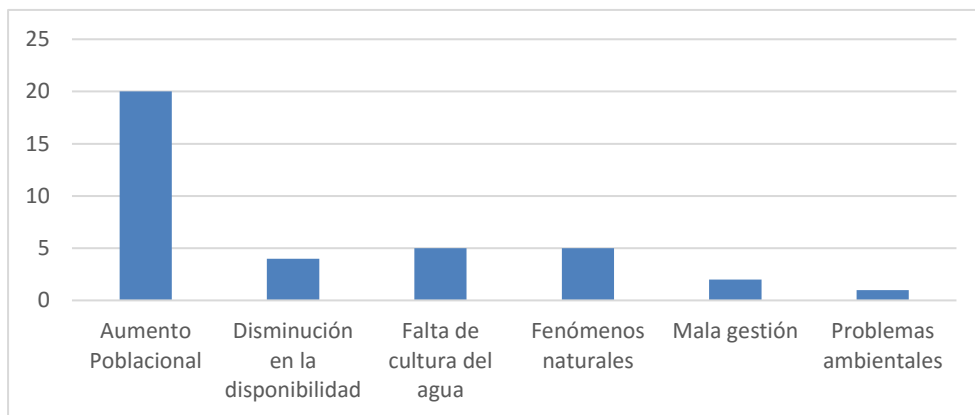


Figura 57. Causas por las cuales los usuarios consideran que no será suficiente el agua en su comunidad dentro de 5 años

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

Sobre si los encuestados creen que la escasez del agua en la zona donde viven será un problema grave en el futuro, el 89% consideró que sí lo será. En cuanto a las razones, la respuesta con mayor incidencia fue el aumento poblacional, lo que coincide con las respuestas de las preguntas anteriores, que cabe aclarar, no fueron continuas dentro de la encuesta. En cuanto a otras respuestas, la segunda de mayor incidencia fue que habrá una disminución y en algunas respuestas mencionaron el problema del agua como un contexto mundial, no solamente local (ver figura 57).

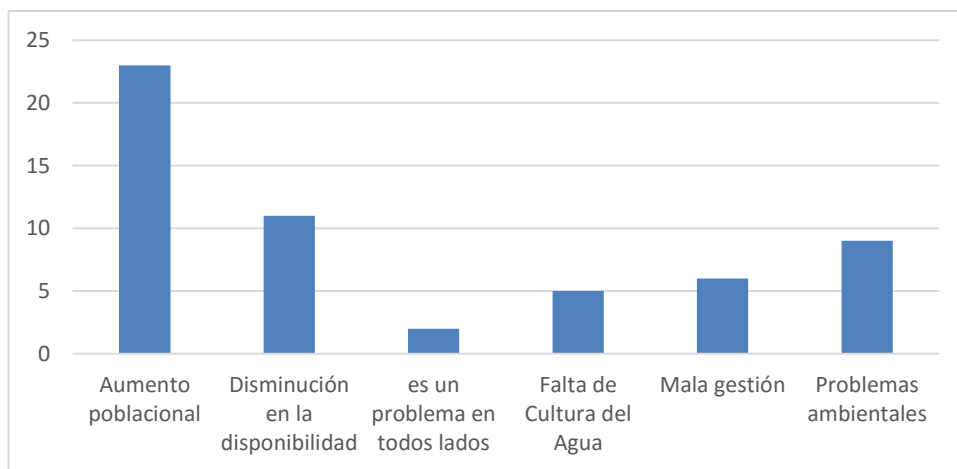


Figura 56. Causas por las cuales los usuarios creen que la escasez del agua en la zona que vive será un problema grave en el futuro

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

Lo que se observa en este indicador es una preocupación grave en cuanto al aumento de la población. Ya que CMAS no informa desde hace varios años la cantidad de tomas con las que se cuentan en Zoncuantla, siendo el último registro de 512 tomas en el 2005 (Aranda, Sotres, & Castilleja, 2013), año en el que la población era de 1,477 habitantes, a lo cual hay que agregar las tomas clandestinas y sin contrato que los habitantes reportan y acusan a la Comisión de no hacer las acciones correspondientes.

Al analizar los indicadores (ver figuras 55, 56 y 57), se encuentra como principal preocupación el aumento poblacional, es decir, el crecimiento de número de personas que utilizan el recurso natural del manantial “Ojo de Agua”, del cual no se tienen datos de disponibilidad, lo cual lleva a una menor disponibilidad per cápita y no se cuenta con una fuente alterna.

Además, se señalan la deficiente gestión, la disminución en la disponibilidad del agua y los problemas ambientales como importantes y recurrentes. En cuanto a los problemas ambientales, algunos se deben a la mala gestión, como puede ser la falta de protección en las zonas de recarga y la contaminación del recurso por diversas actividades, Los usuarios también señalaron la falta de cultura de agua, la cual es parte de la gestión que debe realizar la CMAS, al informar a los usuarios sobre la importancia del recurso hídrico, las buenas prácticas y el buen manejo de éste; lo cual se complica al no existir comunicación entre la dependencia gubernamental y la comunidad, como se estableció anteriormente.

Finalmente los usuarios hicieron recomendaciones para mejorar el servicio. Como se puede apreciar, la principal respuesta es que falta una cultura del agua, directamente relacionado a la falta de comunicación; los habitantes perciben que no se realiza un cuidado del recurso hídrico. La segunda respuesta de mayor incidencia es que se debe mejorar la infraestructura, que incluyó recomendaciones de mejora en tubería y sistema de almacenamiento, finalmente la tercera respuesta fue mejorar la comunicación. En la figura 58 se muestran los resultados agrupados.

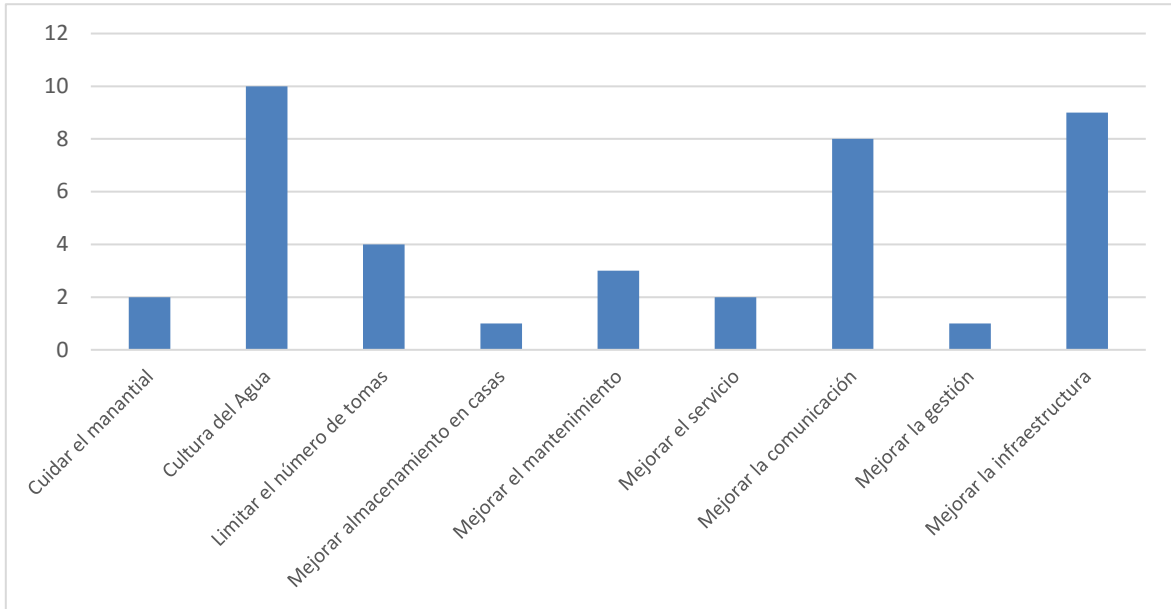


Figura 58. Recomendaciones por parte de los usuarios de Zoncuantla para la mejora del servicio de agua por parte de la CMAS-Coatepec

Fuente: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC, Menchaca, Brindis, 2016.

Conclusiones y recomendaciones

No se puede establecer que la disponibilidad de agua del manantial “Ojo de Agua” asegure el abastecimiento en un futuro mediano, ya que no se cuenta con registros históricos de disponibilidad de por lo menos tres años consecutivos para determinar la variabilidad de la cantidad del recurso hídrico. Esto es acorde con lo percibido por la población de que existe una disminución de la disponibilidad en los últimos cinco años.

Cabe hacer mención que la concesión del aprovechamiento del recurso hídrico está decretado por cuatro litros por segundo, siendo el aprovechamiento medido de cinco veces o más a la cantidad estipulada. Además, la precipitación en 2016 fue mayor a la normal no permite definir un caudal para el manantial “Ojo de Agua”, como tampoco se conocen los tiempos de recarga referentes al acuífero.

Por otra parte, CMAS tiene como propósito “Operar y administrar el sistema de Agua, Drenaje y Saneamiento para contribuir al bienestar social y al desarrollo sustentable de nuestra comunidad”, la cual no es concordante con la falta de planes y acciones para el cuidado del manantial y su zona de recarga, la cual no ha sido determinada como se ha mencionado.

Los indicadores muestran como la población percibe que el problema de la CMAS-Coatepec reside en un servicio deficiente, una infraestructura insuficiente y la falta de comunicación e incidencia en la toma de decisiones, por lo que se concluye que la gestión actual de la CMAS-Coatepec se enfoca principalmente en el acceso al agua y no a realizar una GIRH. Cabe recordar que la infraestructura actual no fue establecida mediante la cooperación económica de los habitantes de Zoncuantla.

Los habitantes se han acercado a la CMAS-Coatepec buscando una gestión más eficiente, se les ha solicitado terminar la segunda caja de almacenamiento y limitar el número de tomas, a lo cual la autoridad no hace caso.

La comisión debe trabajar en un sistema de GIRH que incluya la medición de la disponibilidad en cantidad y calidad; la distribución eficiente del recurso en las redes que abastecen a la población; el análisis sobre la oferta y la demanda del recurso

hídrico; el tratamiento de agua con técnicas de bioremediación para su reuso; a los habitantes como actores dentro de la gestión y que tengan influencia en la toma de decisiones.

Finalmente se plantean las siguientes recomendaciones:

- Continuar con los aforos en el manantial “Ojo de Agua”: se recomienda la implementación de instrumentos de medición más actuales que presenten datos más exactos y una mayor periodicidad en las mediciones, así como el aumento de puntos de medición, como podría ser la salida de la caja rompedora de presión y la entrada a la caja de almacenamiento en la comunidad de Zoncuantla. Es posible la implementación de sistemas de aforo automáticos y de consulta remota, estos sistemas sumados al aumento de puntos de aforo podrían arrojar datos de interés para la gestión integral.
- Mejorar la infraestructura en el manantial: se recomienda la compostura de la caja captadora o la construcción de una nueva, las dos bardas que se construyeron por la ruptura de la caja captadora abren el sistema al ambiente, fue posible observar flora y fauna en contacto con el agua, incluso se observó una rana muerta en el agua, esto pone en riesgo de contaminación al recurso hídrico que no recibe un tratamiento de potabilización adecuado.
- Identificar y proteger el área de recarga del manantial “Ojo de Agua”: se recomienda realizar un estudio hidrogeológico para definir el área de recarga, además, la reducción en la deforestación de la zona, si es que existe, así como su reforestación.
- Buscar una posible fuente de agua alterna: los acuíferos y manantiales son cuerpos hídricos frágiles y un movimiento de tierra podría desviar su cauce como se presentó con el río Atoyac en marzo de 2016 (Ávila, 2016), lo que podría afectar a los 1,584 habitantes que se abastecen del manantial “Ojo de Agua”.
- Invertir en la infraestructura existente en torno a la red de distribución, iniciando con la culminación de los trabajos en la segunda caja de almacenamiento y su puesta en operación.

- Mejorar la comunicación e interacción entre la CMAS-Coatepec y los habitantes de Zoncuantla: la inclusión e influencia de todos los actores en la toma de decisiones es importante en la GIRH y mejora la relación entre las autoridades y los usuarios.
- Implementar campañas de cultura del agua y educación ambiental: es importante que los usuarios sean conscientes de la problemática ambiental global, así como el uso eficiente del recurso hídrico, esto incluye que se recomiende a los habitantes que no cuentan con sistemas de captación y almacenamiento, la instalación de ellos.
- Realizar estudios de la calidad del recurso hídrico que proviene del manantial “Ojo de Agua”: como se ha mencionado, la disponibilidad se encuentra relacionada con la cantidad y la calidad, la CMAS-Coatepec debe asegurar que el recurso hídrico que se distribuye a los usuarios cumple con los estándares de calidad establecidos en la normatividad mexicana, lo cual actualmente no se monitorea.
- Realizar estudios de opinión y percepción de los usuarios de Zoncuantla sobre la gestión realizada por la CMAS-Coatepec cuando se realicen cambios en ésta, de manera que los resultados puedan ser comparada con los que se presentan en este trabajo.

Referencias

- Alvarado, E. L. (2010). *Agua: efectos provocados por las actividades antropogénicas en la microcuenca del río Pixquiac*. Xalapa, Ver.: Tesis de grado de Ingeniería Ambiental. Universidad Veracruzana. Facultad de Ingeniería Química.
- ANAM. (2014). *Geo Panamá 2014: Informe del estado del ambiente*. Panamá: Autoridad Nacional del Ambiente.
- Anduiza, E., Di Masso, M., Pardos-Prado, S., & Tábara, D. (2006). *Opinión Pública y Medio Ambiente*. GRAÓ, de IRIF, SL.
- Aranda Delgado, E. (2014). *Manantial Ojo de Agua*. Asociación de Vecinos del Pixquiac-Zoncuantla, A.C. Obtenido de <http://zoncuantla.org/wp-content/uploads/2014/02/Manantial-Ojo-de-Agua-2014.pdf>
- Aranda, E., Sotres, F., & Castilleja, E. (2013). *Problemática de Manejo de los Recursos Hídricos de la Comunidad de Zoncuantla, Coatepec, Ver.* Morelia Michoacan: III Congreso Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas.
- Assessment, M. E. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, D.C.: Island Press.
- Ávila, E. (03 de marzo de 2016). *Veracruz: y ahora se les seca el río*. Obtenido de El Universal: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/estados/2016/03/3/veracruz-y-ahora-se-les-seca-el-rio>
- Balvanera, P., & Cotler, H. (2007). Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta Ecológica*(84), 8-15.
- Bateman, A. (2007). *Hidrología básica y aplicada*. Universidad Politécnica de Cartagena. Obtenido de Universidad Politécnica de Cartagena.

- Benez, M. C., Kauffer, E. F., & Álvarez, G. d. (2010). Percepciones ambientales de la calidad del agua superficial en la microcuenca del río Fogótico, Chiapas. *Frontera Norte*, 22(43).
- Brenes, C. (20 de junio de 2007). *Hidrografía de cuerpos de agua continentales*. Recuperado el 12 de mayo de 2016, de Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria:
<http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/hidrografiaaguascont.pdf>
- Breña, A. F., & Jacobo, M. A. (2006). *Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Campos, D. (1998). *Procesos del Ciclo Hidrológico*. San Luis Potosí, S.L.P.: Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería.
- Carabias, J., & Landa, R. (2005). *Agua, Medio Ambiente y Sociedad: Hacia la gestión Integral de los recursos hídricos en México*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Castro, L. M., Carvajal, Y., & Monsalve, E. A. (2006). Enfoques teóricos para definir un caudal ambiental. *Ing. Univ. Bogotá*, 179-195.
- Chávez Zárate, G. (2004). Del Gobierno y la Gobernabilidad de los Recursos Hídricos en México. En H. Cotler, *El Manejo de Cuencas en México: Estudios y Reflexiones para Orientar la Política Ambiental* (págs. 173-182). SEMARNAT - INE.
- CMAS Coatepec. (28 de 06 de 2016). *Acerca de la CMAS*. Obtenido de CMAS Coatepec: http://www.cmascoatepec.gob.mx/?page_id=11
- CMAS-Coatepec. (17 de Enero de 2016). *Transparencia y acceso a la información pública*. Obtenido de Normatividad:
http://www.cmascoatepec.gob.mx/?page_id=289

- CONAGUA. (2002). *Compendio básico del agua en México*. México: Comisión Nacional del Agua.
- CONAGUA. (2012). *Estadísticas del agua en México: Edición 2012*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONAGUA. (2013). *Estadísticas del Agua en México: Edición 2013*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONAGUA. (2014). *Estadísticas del Agua en México: Edición 2014*. México: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONAGUA. (2015). *Estadísticas del agua en México: Edición 2015*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Cotler, H. (2007). *El manejo integral de cuencas en México*. México, DF: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Delgado, E. A. (2014). *La Historia del Abasto de Agua Potable para la Comunidad de Zoncuantla, Coatepec, Ver.* Asociación de Vecinos del Pixquiac-Zoncuantla, A.C.
- DOF. (2015). *Ley General de Vida Silvestre*. Diario Oficial de la Federación.
- Domínguez, J. (2010). El acceso al agua y saneamiento: Un problema de capacidad institucional local. Análisis en el estado de Veracruz. *Gestión y Política Pública*, 19(2), 311-350.
- Dourojeanni, A. C. (2007). Si sabemos tanto sobre qué hacer en materia de gestión integrada del agua y cuencas ¿por qué no lo podemos hacer? En H. Cotler, *El manejo integral de cuencas en México* (págs. 149-184). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- FAO. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

- Fernandez, Y. (2008). ¿Por qué estudiar las percepciones ambientales? *Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad*, 179-202.
- Forslund, A. (2009). *Securing Water for Ecosystems and Human Well-being: The Importance of Enviromental Flows*. Estocolmo: Swedish Water House Report 24.
- García, A. (29 de abril de 2016). Veracruz tiene 35% de agua superficial de México, pero la mayoría esta contaminada, alerta SPC. *Imagen del Golfo*. Recuperado el 18 de mayo de 2016, de <http://www.imagendelgolfo.com.mx/resumen.php?id=41126937>
- Garcia, I., Martínez, A., & Vidriales, G. (2008). *Balance Hídrico de la Cuenca del río Pixquiac (Documento Técnico). Delimitación de zonas prioritarias y evaluación de los mecanismos existentes para pago de servicios ambientales hidrológicos en la cuenca del río Pixquiac, Veracruz, México*. Sendas A.C.
- Garrido Pérez, A., Cuevas, M., Cotler, H., I. González, D., & Tharme, R. (2010). Evaluación del grado de alteración ecohidrológica de los ríos y corrientes superficiales de México. *Investigación Ambiental*, 25-46.
- Gómez-Baggethun, E., & de Groot, R. (2007). Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. *Ecosistemas*, 16(3), 4-14.
- González Villareal, F. J., & Arriaga Medina, J. A. (2014). Crisis de los Sistemas de Agua Potable en México. *H2O Gestión del agua*.
- Gutierrez Montenegro, M. O., Orona Meza, A., Ortega Martínez, V., & Jáquez Matas, S. (2013). Visión del Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas.
- Gutiérrez, M. O., Orona, A. F., Ortega, V. M., & Jáquez, S. V. (2013). Visión del Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas.

- GWP. (2000). *Manejo Integrado de Recursos Hídricos TAC Background Papers No. 4*. Suecia: Global Water Partnership.
- GWP. (2007). *Roadmapping for Advancing Integrated Water Resources Management (IWRM) Processes*. ON-Water.
- GWP. (2013). *Guía para la aplicación de la Gestión Integrada del Recurso Hídrico a nivel municipal*. Honduras: Global Water Partnership Central America.
- Hudson, N. W. (1997). *Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y de la escorrentía*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Jacobo Marín, D. (2010). El acceso al agua en México ¿un derecho humano? *Contribuciones a las Ciencias Sociales*.
- Jonch-Clausen, T. (2004). *...Integrated Water Resources Management (IWRM) and Water Efficiency Plans by 2005*. Suecia: Global Water Partnership.
- (2007). *Ley de Aguas del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave*.
- Maass, M., & Cotler, H. (2007). El protocolo para el manejo de ecosistemas en cuencas hidrográficas. En H. Cotler, *El manejo integral de cuencas en México* (págs. 41-58). DF, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Maderay, L. E. (2005). *Principios de Hidrogeografía: Estudio del Ciclo Hidrogeológico*. DF, México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía.
- MDGIF. (2010). *Estudios de Disponibilidad y Calidad de Agua en Xalapa-Enríquez, Veracruz*. Xalapa, Ver.: Fondo para el logro de los Objetivos del Milenio.
- Menchaca Dávila, M. d., Alvarado Michi, E. L., Zapata Cuéllar, K., & Pérez Hernández, M. A. (s.f.). *Construcción del riesgo por contaminación del agua y el principio de precaución en la microcuenca del Pixquiac, Veracruz*.

- Menchaca, M. d. (2008). *Manuscrito no publicado*. Xalapa, Ver.: Centro de Ciencias de la Tierra.
- Ménchaca, M. d. (2016). *Manuscrito no publicado*. Xalapa, Ver.: Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, OABCC.
- Menchaca, M. d., & Alvarado, E. L. (2011). Efectos Antropogénicos provocados por los usuarios del agua en la microcuenca del río Pixquiac. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*(1), 85-96.
- Menchaca, M. d., & Alvarado, E. L. (2011). Efectos Antropogénicos provocados por los usuarios del agua en la microcuenca del río Pixquiac. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*(1), 85-96.
- Menchaca, M. d., Alvarado, E. L., Zapata, K., & Uscanga, L. A. (2014). *Riesgo: Antropización de los Servicios Ambientales, Amenaza por Contaminación del Agua y Vulnerabilidad en la Microcuenca del río Pixquiac, Veracruz, México*. Tuxpan, Veracruz: Memorias. Congreso Internacional de Investigación en Ciencias y Sustentabilidad de Academia Journals.
- Ochoa, C. (11 de noviembre de 2013). *¿Qué tamaño de muestra necesito?* Recuperado el enero de 2016, de Netquest:
<http://www.netquest.com/blog/es/que-tamano-de-muestra-necesito/>
- ONU. (2015). *Objetivos de Desarrollo del Milenio: Informe 2015*. Organización de las Naciones Unidas.
- Paré, L., & Gerez, P. (2012). *Al filo del agua: cogestión de la subcuenca del río Pixquiac, Veracruz*. México.
- Paré, L., & Gerez, P. (2012). *Al filo del agua: cogestión de la subcuenca del río Pixquiac, Veracruz*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- PNUD. (2006). *Informe sobre Desarrollo Humano*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

- PNUMA. (2007). *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial: medio ambiente para el desarrollo GEO-4*. Dinamarca: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- PNUMA. (2007). *Water Quality Outlook*. Ontario, Canada: United Nations Environment Programme Global Environment Monitoring System/Water Programme.
- Puigdefábregas, J. (2001). Factores que controlan las relaciones entre precipitación, escorrentía e infiltración en zona árida y sus implicaciones en la gestión del agua. *Problemática de la gestión del agua en regiones semiáridas*, 29-36.
- Richter, B., Baumgartner, J., Wiginton, R., & Braun, D. (1997). How much water does a river need? *Freshwater Biology*, 231-249.
- Rivera Landeta, A. (2010). *El derecho humano al agua en Veracruz*. Xalapa, Ver.: Tesis para obtener el título de Licenciado en Derecho por la Universidad Veracruzana, Facultad de Derecho.
- Rojas, Ó. (2006). *Manual Básico para Medir Caudales*. Fondo para la Protección del Agua.
- Salas, M. d. (2010). *Estudio geológico e hidrogeoquímico de un sistema de manantiales en la región de Xalapa, Veracruz*. DF, México: Tesis para obtención de grado de Maestro en Ciencias de la Tierra. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Secretaría de Economía. (2012). *NMX-AA-159-SCFI-2012 Que estable el procedimiento para la determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas*. DF, México.
- SEMARNAT. (2004). *Introducción a los servicios ambientales*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

- SEMARNAT. (2012). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México*. México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SEMARNAT. (2013). *Cuencas Hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión*. México, DF: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Shiklomanov, I. A. (1998). *World Water Resources*. St. Petersburg, Russia: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Sosa, F. S. (2012). El futuro de la disponibilidad del agua en México y las medidas de adaptación utilizadas en el contexto internacional. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, SOCIOTAM*, 22(2), 165-187.
- Tapia, G., Molina, J. P., Pérez, G. B., & Torres, A. A. (2012). *Metodología para la medición de la velocidad de flujo en un río en el diagnóstico de la socavación en pilas de un puente, utilizando un dispositivo electrónico*. Sanfadila, Querétaro: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- Toledo, A. (2006). *Agua, hombre y paisaje*. México: Instituto Nacional de Ecología.
- Travieso, A. C. (2015). Bases metodológicas para un plan estratégico de gestión integrada de los recursos hídricos. En T. García, & A. C. Travieso, *Derecho y gestión del agua* (págs. 199-214). México, D.F.: Ubijus Editorial, S.A. de C.V.
- UNESCO. (2003). *Háblame de los océanos*. Paris, Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- UNESCO. (2006). *Water, a shared responsibility: The United Nations World Water Development Report 2*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Universidad de Chapingo. (23 de abril de 2013). *Presentación de Precipitación. Apuntes de Hidrología*. Obtenido de Departamento de Irrigación, Universidad Autónoma de Chapingo:

http://irrigacion.chapingo.mx/planest/documentos/apuntes/hidrologia_sup/UNIDAD4-PRECIPITACION.pdf

Universidad Nacional del Nordeste. (30 de marzo de 2007). *Guía del trabajo práctico No. 2*. Obtenido de Departamento de Hidrología. Universidad Nacional del Nordeste: <http://ing.unne.edu.ar/pub/hidrologia/hidro-tp2.pdf>

Valencia, J. C., Díaz, J. J., & Vargas, L. (2007). La gestión integrada de los recursos hídricos en México: un nuevo paradigma en el manejo del agua. En H. Cotler, *El manejo integral de cuencas en México* (págs. 213-258). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Vidriales, G. (2009). *Ubicación de la cuenca del río Pixquiac*. Obtenido de Comité de Cuenca del río Pixquiac: <https://comitecuencapixquiac.wordpress.com/documentos-de-interes/>

Vidriales, G. (2010). *Hacia la gestión compartida de la cuenca del río Pixquiac*. Senderos y Encuentros para un Desarrollo Autónomo Sustentable, A.C.


Wang, K., & Dickinson, R. E. (2012). A Review of global terrestrial evapotranspiration: observation, modeling, climatology, and climatic variability. *Reviews of Geophysics*, 50(2).

WRI. (2000). *A Guide to World Resources 2000-2001: People and Ecosystems: The Fraying Web of Life*. Washington, D.C.: World Resources Institute.

WWAP. (2016). *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016: Agua y Empleo*. París: UNESCO.

Zapata, K. (2014). *Análisis de la Calidad de Agua y la Percepción de las Fuentes Naturales de la Microcuenca del Río Pixquiac, Veracruz, México*. Universidad Veracruzana.

Anexo 1: Concesión federal del manantial "Ojo de Agua"



El Poder Ejecutivo Federal, por conducto de LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA, órgano administrativo desconcentrado de Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, que en lo sucesivo se denominará "LA COMISIÓN", con fundamento en lo dispuesto los artículos 27, párrafos quinto y sexto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 35, fracciones XXIV, XXV, XXVI, XXVII, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o., 5o., 9o., fracciones IV, V, VI y VII; 12, 16, 20, 21, 22, 23, 24, párrafo segundo, 26, 27, 28, 29, 33, 37, 42, 43, 47, 49, 50, fracción II, 60, 65, 70, 77, 82, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 98, 107, 109, 112, 113, fracción VII, 118, Sexto Transitorio, Decimoprimer Transitorio y demás relativos de la Ley de Aguas Nacionales; fracciones III y VI; 4o., fracción I; 5o., fracciones IV, VII y XV; 118, fracciones IV y V; 119, fracción I, inciso A); 120, 121 y 122 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 16 y 20 y demás relativos y aplicables de la Ley General de Bienes Nacionales,

OTORGA

TÍTULO DE CONCESIÓN

No

A: H. AYUNTAMIENTO DE COATEPEC, VERACRUZ, que en lo sucesivo se denominará "LA CONCESIONARIA", de nacionalidad MEXICANA, con Registro Federal de Contribuyentes PMC-8501011LF5, con domicilio en PRESIDENCIA MUNICIPAL I COATEPEC, VER., Municipio o Delegación de Coatepec, de la Entidad Federativa de Veracruz, y Código Postal

SI PARA EXPLOTAR, USAR O APROVECHAR AGUAS NACIONALES SUPERFICIALES POR UN VOLUMEN DE METROS CÚBICOS ANUALES, EN LOS TÉRMINOS DE ESTE TÍTULO

NO PARA EXPLOTAR, USAR O APROVECHAR AGUAS NACIONALES DEL SUBSUELO POR UN VOLUMEN DE METROS CÚBICOS ANUALES, EN LOS TÉRMINOS DE ESTE TÍTULO

NO PARA EXPLOTAR, USAR O APROVECHAR CAUCES, VASOS, ZONA FEDERAL, O BIENES NACIONALES A

CARGO DE LA COMISIÓN.

PERMISO


SI PARA CONSTRUIR LAS OBRAS NECESARIAS PARA EXPLOTAR, USAR O APROVECHAR AGUAS NACIONALES

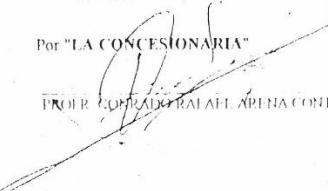
NO PARA DESCARGAR AGUAS RESIDUALES.

La(s) concesión(es) y el (los) permiso(s) se entienden otorgados sin perjuicio de derechos de terceros y se sujetan a las condiciones generales y específicas contenidas en el reverso de este título y los anexos números UNO en UN hojas, que forman parte del mismo para todos los efectos legales. En el caso de que la explotación, uso o aprovechamiento de agua se otorgue a una dependencia pública o organismo descentralizado, el presente título se considerará de asignación en dicha parte.

La(s) concesión(es) y el permiso de descarga de aguas residuales se otorga(n) por un plazo de CINCUENTA años(s), contados a partir de la fecha del presente título.

San Luis Potosí, San Luis Potosí a 28 de Junio de

Por "LA COMISIÓN" 
ING. MANUEL DIAZ LEYVA
GERENTE REGIONAL NORESTE
FOLIO 0018074

Por "LA CONCESIONARIA" 
POR RUFINO RAFAEL APÉSTA CONTRERAS
82467

PRIMERA. - La(s) concesión(es) y el(los) permiso(s) así como los derechos que se desprenden del presente título son de interés público y quedan sujetos a lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, y en lo que no se oponga a los mismos, a las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables en la materia

SEGUNDA. - "La Comisión" tiene el carácter de autoridad en relación a las aguas y bienes nacionales que son objeto de concesión, por lo que supervisará en todo tiempo que "La Concesionaria" se apegue a la ley, y lo estipulado en este título y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. "La Concesionaria" se obliga a permitir las vistas de inspección o fiscalización por el personal autorizado por "La Comisión" y a proporcionarle la información y documentación que le solicite en relación con el presente título.

TERCERA. - La presente concesión no crea derechos reales, otorga simplemente frente a la administración y sin perjuicio de terceros, el derecho a realizar los usos, aprovechamientos o explotaciones de los bienes nacionales, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes, reglamentos, normas y las presentes condiciones. El título de concesión garantiza la existencia e invariabilidad del volumen de agua concesionada. Las aguas nacionales, los cauces, vasos y sus riberas, son inalienables, inembargables e imprescriptibles, conforme a lo dispuesto en el artículo 27 constitucional y la legislación reglamentaria respectiva.

CUARTA. - El otorgamiento del presente título de concesión y permiso(s) queda condicionado a que "LA CONCESIONARIA":

- I. Establezca las medidas necesarias para prevenir y controlar la contaminación de los cuerpos receptores por las descargas de aguas residuales con motivo de los usos o actividades que realice, así como, en su caso, efectuar el tratamiento previo necesario en los términos de la ley y disposiciones reglamentarias y normativas aplicables.
- II. Se ajuste a las condiciones particulares de descarga que fije o modifique "La Comisión" o que con anterioridad haya fijado la autoridad competente, o en su defecto a las normas oficiales mexicanas para la descarga de aguas residuales y, en su caso, a las normas oficiales mexicanas para el tratamiento de agua para uso o consumo humano.
- III. Cumpla con las normas oficiales mexicanas y condiciones particulares que expida "La Comisión" para un uso eficiente del agua y realice su reuso, en los términos de la ley y disposiciones reglamentarias.
- IV. Ejecute las obras y trabajos de explotación, uso o aprovechamiento de aguas en los términos y condiciones que establece la ley, el reglamento y el presente título, compruebe su ejecución y las medidas para prevenir efectos negativos a terceros o al desarrollo hidráulico de la fuente de abastecimiento o de la cuenca.
- V. Efectúe la medición del volumen de extracción de agua así como la medición de la cantidad y calidad de las descargas de aguas residuales, en los términos de la ley y disposiciones reglamentarias, e informar a "La Comisión" en los términos de los anexos del presente título.
- VI. Entere oportunamente los derechos federales, contribuciones de mejoras y aprovechamientos fiscales que se deban cubrir en los términos de la legislación fiscal federal, como motivo del otorgamiento y ejercicio de los derechos a que se refiere el presente título.
- VII. Informe a "La Comisión" de cualquier cambio que ocurra o que se efectúe y que modifique o pueda modificar los términos o condiciones conforme a los cuales se otorgó el presente título y tramitar oportunamente los permisos o autorizaciones previstos en la ley y disposiciones reglamentarias.
- VIII. Cumpla con la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento y se ajuste a lo dispuesto en el reglamento y/o decreto de veda correspondiente expedido por el Ejecutivo Federal, así como adoptar las medidas necesarias en circunstancias de sequías extraordinarias o sobreexplotación que dicte autoridad competente.

En caso de incumplimiento se procederá a la suspensión de la concesión, independientemente de la sanción que proceda, y de las demás medidas aplicables previstas en la ley y en las disposiciones reglamentarias.

QUINTA. - "La Comisión" conforme a la Ley de Aguas Nacionales, su reglamento y el presente título no asume perjuicio o reclamación alguna por daños causados por avenida ordinarias o extraordinarias. "La Comisión" no será responsable ni contraerá obligación alguna en el caso de que los bienes concesionados, así como los cultivos, cosechas y bienes del concesionario se dañen o perjudiquen por caso fortuito o fuerza mayor o por cualquier otra causa ajena.

SEXTA. - "La Concesionaria" podrá realizar ante "La Comisión" las gestiones correspondientes para obtener la prórroga de la presente concesión, cuando subsista la necesidad de explotar, usar o aprovechar las aguas o bienes nacionales objeto del presente título de concesión y permisos, siempre que no haya incurrido en las causas de terminación a que se refiere la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento, y la solicite dentro de los cinco años previos al término de su vigencia, de conformidad con el artículo 24 de la Ley de Aguas Nacionales.

En el caso de los permisos contenidos en el presente título, se podrán prorrogar en los mismos términos que las concesiones

SEPTIMA. - Los derechos de explotación, uso o aprovechamiento que ampara el presente título cuando estén vigentes e inscritos en el Registro Público de Derechos de Aguas, son susceptibles de transmitirse a terceros en la misma cuenca o acuífero, previa autorización de "La Comisión" o mediante aviso en los casos que así lo prevé la ley y las disposiciones reglamentarias. Las transmisiones se deberán inscribir en el Registro Público de Derechos de Agua dentro de los 15 días hábiles siguientes a la transmisión para producir efectos frente a "La Comisión" y frente a terceros. En caso de transmisión total de derechos se deberá entregar al adquirente el original del presente título. De no hacer la inscripción conforme al artículo 37 de la Ley de Aguas Nacionales, la transmisión será nula de pleno derecho y se procederá a la revocación del presente título, conforme al artículo 27, fracción II, inciso c de la ley citada.

En las transmisiones de derechos que se efectúen ante Notario Público, corresponderá a éste gestionar la autorización respectiva e inscribir en el Registro Público de Derechos de Agua dicha operación.

OCTAVA. - Los derechos que ampara el presente título, se suspenderán o se terminarán en los casos o por las causas previstas en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento independiente de la aplicación de las sanciones que por incumplimiento procedan en los términos de los mismos; igualmente, se terminarán por desaparición de la finalidad o del bien objeto de la concesión y por nulidad de conformidad con lo dispuesto por el artículo 21, fracciones III y IV, 24 y demás aplicables de la Ley General de Bienes Nacionales

NOVENA. - Es causa de caducidad por dejar de aprovechar las aguas objeto de esta concesión durante 3 (tres) años consecutivos. Si durante ese mismo lapso solamente se utilizó una parte del volumen de agua autorizada, la caducidad se declarará sobre el volumen que no hubiese sido utilizado.

DECIMA. - En caso de suspensión, revocación o de caducidad, "La Comisión" notificará a "La Concesionaria" la falta o faltas en que hubiere incurrido o la procedencia de la caducidad y le concederá un término de 15 (quince) días hábiles para su defensa.

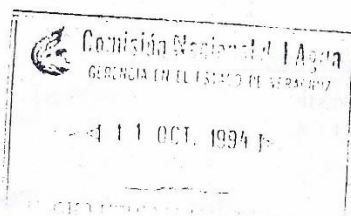
DECIMAPRIMERA. - Al término de la vigencia de este título de concesión terminarán igualmente los permisos respectivos y revertirán los bienes concesionados de pleno derecho al control y administración de "La Comisión"; asimismo, pasarán sin costo alguno a "La Comisión", las obras que se construyeron dentro de los cauces, vasos o zonas federales de las aguas nacionales, así como las que se construyeron en los bienes nacionales inherentes a dichas aguas a que se refiere el artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales o, en su caso, a las que se refiere la Ley General de Bienes Nacionales. "La Comisión" podrá exigir a "La Concesionaria" que al término de la concesión de bienes nacionales y previamente a su entrega, proceda por su cuenta y costo a la demolición y remoción de aquellas obras e instalaciones que hubiere ejecutado y que, por sus condiciones, ya no sean de utilidad a juicio de "La Comisión".

DECIMASEGUNDA. - El presente título se otorga conforme a la documentación e información que bajo protesta de decir verdad se han presentado por "La Concesionaria", en el entendido que la falsedad de la misma, independientemente de la aplicación de las sanciones que correspondan, motiva la nulidad del presente título, conforme a lo dispuesto en la ley y la presente concesión y permiso.

DECIMATERCERA. - Al presente título se le anexarán en lo futuro las modificaciones o condiciones adicionales relacionadas con el aprovechamiento a que se refiere el presente título, las cuales se considerarán formando parte del presente instrumento de concesión y permisos, para todos los efectos legales, una vez suscritos por "La Comisión" y "La Concesionaria".

DECIMACUARTA. - "La Concesionaria" se compromete, en caso de que el acuífero llegue a la sobreexplotación o se encuentre sobreexplotado, a sujetarse a las políticas de ajuste de volúmenes que se implementen en el reglamento del acuífero, para su estabilización o recuperación.

DECIMOQUINTA. - "La Concesionaria" firma de conformidad el presente título, enterada de su alcance legal y aceptando íntegramente las condiciones previstas en el mismo



CONDICIONES ESPECIFICAS PARA LA EXPLOTACIÓN, USO O APROVECHAMIENTO DE AGUAS NACIONALES SUPERFICIALES Y PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS NECESARIAS.

Procedente de "LA CONCESIONARIA" H. AYUNTAMIENTO DE COATEPEC, VERACRUZ
 Título de concesión No. 3VER100123/28HOG94

PRIMERA - Especificaciones:

Fuente de abastecimiento:	Manantial "Ojo de Agua"			
Cuenca	La Antigua			
Afluente	Río Pixquiac			
Región Hidrológica:	Papaloapan			
Entidad Federativa	Veracruz			
Municipio o Delegación	Coatepec			
Localidad	ZONCUANTLA			
Coordenadas del Punto de extracción:	Latitud	19° 0'32"	Longitud	96° 52'53"
Uso inicial	PUBLICO URBANO			
Volumen de consumo (m ³ /año)	123840.00	Gasto requerido (l/seg)	4.00	
Volumen de extracción (m ³ /año)	123840.00	Gasto máximo (l/seg)	4.00	
Volumen de descarga (m ³ /año)	0			

SEGUNDA - Especificaciones de la obra que se permite construir:

Descripción del proyecto de las obras a realizar que se precisa en el reverso.
 Plazo para ejecutar y terminar la obra SEIS meses.
 Superficie y colindancias del terreno en que se construirá, que se precisan en el reverso

TERCERA - La explotación, uso o aprovechamiento de agua se sujetará además a las siguientes condiciones específicas:
 15 DIAS DEL AÑO DURANTE 24 HORAS DIARIAS. EL VOLUMEN DE DESCARGA NO HA SIDO CUANTIFICADO.

CUARTA - "LA CONCESIONARIA", se obliga a:

- I. Vigilar, conservar y aun modificar sus obras hidráulicas, en los términos de las normas que "LA COMISIÓN" expida al efecto y, en los términos del artículo 98 de la Ley de Aguas Nacionales, ajustarse a las medidas correctivas que sea necesario ejecutar y que señale "LA COMISIÓN", así como acatar las instrucciones que por escrito le señale "LA COMISIÓN" al respecto, mismas que formarán parte integrante del presente título;
- II. Instalar medidores y demás accesorios para determinar gastos, volúmenes y niveles del agua.
- III. Permitir la lectura y verificación del funcionamiento y precisión de los medidores para comprobar el cumplimiento de las disposiciones fiscales aplicables;
- IV. Presentar a "LA COMISIÓN" la información sobre el volumen de aguas nacionales explotadas, usadas o aprovechadas al amparo del presente título, en forma trimestral en los meses de abril, julio, octubre y enero, cuando "LA CONCESIONARIA" no presente o deba presentar declaración fiscal por los derechos por el uso o aprovechamiento de aguas nacionales, en los términos de la Ley Federal de Derechos
- V. Construir en el terreno únicamente las obras que permita "LA COMISIÓN", de acuerdo a los planos y especificaciones previamente aprobados;
- VI. Construir las obras bajo su responsabilidad, debiendo permitir en cualquier tiempo, el acceso a las mismas o al terreno de que se trata, para que "LA COMISIÓN" ejerza la inspección y vigilancia que le competen de acuerdo con las facultades que para tal efecto le señala la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento; y
- VII. Ejercer los derechos y cumplir con las obligaciones establecidas en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento

QUINTA - En el caso de asignación o concesión de agua para uso público urbano a centros de población o asentamientos humanos, otorgada a personas distintas a los municipios, los titulares de las mismas asumen la obligación de transmitir este título al Municipio respectivo, en caso de que el Ayuntamiento decida asumir la prestación del servicio público de agua potable y alcantarillado

SEXTA - "LA COMISIÓN" podrá revocar el permiso a que se refiere este anexo, además de los motivos previstos en las condiciones generales de este título, cuando se compruebe que posteriormente se realicen o modifiquen las obras, sin permiso de "LA COMISIÓN"

Las obras realizadas sin permiso de "LA COMISIÓN" serán retiradas por el infractor por su cuenta, dentro del plazo que al efecto señale "LA COMISIÓN" y de no hacerlo, ésta podrá demolerlas con cargo al mismo infractor.

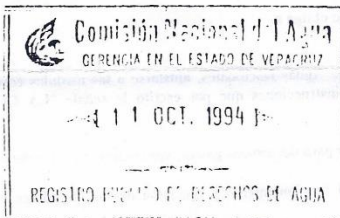


FOLIO 0037576

APROVECHAMIENTO DESCRITO EN EL ANVERSO

CAJA DE CAPTACION, LINEA DE CONDUCCION DE 5,372m CON TUBERIA PVC DE 7.62cm (3") Y 10.16cm (4") DIAMETRO Y TANQUE DE REGULARIZACION Y ALMACENAMIENTO DE 50m³ DE CAPACIDAD.

SUPERFICIE Y COLINDANCIAS DEL PROYECTO DE OBRA AUTORIZADO
ZONA FEDERAL Y EJIDO SAN ANTONIO HIDALGO, MUNICIPIO DE SAN ANDRES TLALNEHIAJAYOC'AN.



EL SUSCRITO LIC. ADOLFO MARTINEZ MONTANO, SECRETARIO DEL AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL DE ESTA CIUDAD: - - - - -

- - - - - H A C E C O N S T A R - - - - -

Que la presente fotocopia Constante en tres fojas concuerda fiel y exactamente con su Original que tuve a la vista en esta Secretaría.

A petición de parte interesada, se expide la presente, a los trece días del mes de Octubre de mil novecientos noventa y cuatro.

ATENTAMENTE.
"SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCION".
EL SECRETARIO DEL H. AYUNTAMIENTO.

LIC. ADOLFO MARTINEZ MONTANO.

Anexo 2: Encuesta aplicada en la congregación de Zoncuantla, municipio de Coatepec, Veracruz.



Encuesta de Opinión y Percepción sobre la gestión de agua en la comunidad de Zoncuantla, Coatepec, Ver.

Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, ABCC
(Agua, Bosques, Cuencas y Costas)

Universidad Veracruzana



Estimado(a) Señor(a), buenos días/tardes:

Mi nombre es Aldo Brindis Morandín y vengo del Observatorio del Agua para el Estado de Veracruz, del Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana.

Estoy haciendo una encuesta sobre el servicio del agua que realiza la Comisión Municipal de Agua y Saneamiento en su localidad, le haré algunas preguntas para obtener información que favorezca el mejoramiento del servicio que usted recibe en relación al agua.

Fecha de entrevista: _____

Colonia: _____

Informante: _____

Edad: _____

Sexo: Femenino Masculino

1. ¿Qué grado de escolaridad tiene?

Sin estudios

Primaria Completa Incompleta

Secundaria Completa Incompleta

Preparatoria Completa Incompleta

Universidad Completa Incompleta

Posgrado Maestría Doctorado

2. ¿Usted trabaja?

Sí No

3. ¿En qué trabaja?

4. ¿Aproximadamente cuál es el ingreso mensual de toda su familia considerando a todos los miembros que trabajan?

5. ¿Cuántos años tiene viviendo en esta colonia?

6. ¿Cuenta con servicio de agua dentro de su vivienda?

Sí No

7. ¿De dónde obtiene el agua que usa en su vivienda?

Llave de casa

Llave comunitaria

Pipa

Pozo

Río

Manantial

Otro _____

8. ¿Cómo almacena el agua en su vivienda?

Cubeta

Tinaco

Cisterna o Aljibe

Otro _____

9. Generalmente ¿cuántos días a la semana llega agua a su vivienda?

Diario Todo el día Intermitente

Cada tercer día Todo el día Intermitente

Dos veces por semana Todo el día Intermitente

Una vez a la semana Todo el día Intermitente

Otros _____

10. ¿Considera usted que es suficiente la cantidad de agua que llega a su vivienda para todas sus actividades?

Sí No

11. ¿En qué meses escasea más el agua?

12. Generalmente cuando usted no tiene agua ¿a qué se debe?

**13. ¿Qué hace usted cuando no cuenta con el servicio de agua en su casa?
(puede seleccionar más de una opción)**

Llama a CMAS

Usa agua que había almacenado

Compra agua

Toma agua de otra fuente natural

Otro _____

**14. ¿Usted percibe que ha disminuido la disponibilidad de agua en su colonia
en relación a hace 5 años?**

Sí No

¿Por qué?

**15. ¿Considera usted que será suficiente el agua en su comunidad dentro de
5 años?**

Sí No

¿Por qué?

16. Actualmente, ¿cuál es el problema más importante relacionado con el agua en su localidad?

Escasez

Contaminación

Servicio deficiente

Crecimiento poblacional

Otro _____

17. Usted considera que el servicio de acceso al agua que brinda la CMAS es:

Bueno

Regular

Malo

18. Cuando usted reporta la falta de agua en su casa ¿Cuánto tiempo tardan en restablecer el servicio?

19. Cuando usted ha reportado a la CMAS problemas relacionados a falta de agua, fugas, malas prácticas, etc., ¿Considera eficiente el trabajo que realiza?

Sí No

¿Por qué?

20. ¿Qué tan informado está de las actividades que realiza la CMAS en su localidad? (Ampliación o mantenimiento de redes, procesos de potabilización, campañas de Cultura del Agua, etc.)

Muy informado

Poco informado

Nada informado

¿Por qué?

21. ¿Cómo considera la comunicación con la CMAS?

Buena

Mala

Ninguna

¿Por qué?

22. ¿Confía en el trabajo realizado por la CMAS?

Sí No

¿Por qué?

23. ¿Considera que la ciudadanía influye en las decisiones de la CMAS?

Sí No

¿Por qué?

24. ¿Considera usted que la distribución del agua entre la población de su colonia es equitativa?

Sí No

¿Por qué?

25. ¿Qué recomendaría para un mejor servicio del agua?

26. Dentro de 5 años, ¿cuál cree usted que será el problema más importante relacionado con el agua en su localidad?

Escasez

Contaminación

Servicio deficiente

Crecimiento poblacional

Otro _____

27. ¿Usted cree que la escasez del agua en la zona que vive será un problema grave en el futuro?

Sí No

¿Por qué?
