

Desafíos y estrategias para el fortalecimiento de la gestión municipal y cultura del agua: Unión de Tula, El Grullo y Zapotitlán de Vadillo

Luz Emilia Lara y Bretón
Julia Sánchez Gómez
Carlos Mario Rodríguez Peralta
Coordinadores



Desafíos y estrategias para el fortalecimiento de la gestión municipal y cultura del agua: Unión de Tula, El Grullo y Zapotitlán de Vadillo.

Luz Emilia Lara y Bretón
Julia Sánchez Gómez
Carlos Mario Rodríguez Peralta
Coordinadores

2024

Desafíos y estrategias para el fortalecimiento de la gestión municipal y cultura del agua: Unión de Tula, El Grullo y Zapotitlán de Vadillo.

Coordinadores: Luz Emilia Lara y Bretón, Julia Sánchez Gómez y Carlos Mario Rodríguez Peralta

1ª. edición

175 pp.: 71 ilustraciones; 17 x 23 cm

ISBN CIESAS 978-607-486-735-0

ISBN CIATEJ 978-607-8734-75-7

T. 363 Ciencias sociales – Otros problemas y servicios sociales RNFD Sequía y suministro de agua

Primera edición, 2024

D.R. © Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A. C.

Av. Normalistas 800, Colinas de La Normal, 44270 Guadalajara, Jal.

Tel: (33) 33455200

<http://www.ciatej.mx>

D.R. © Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social

Benito Juárez 87, Tlalpan Centro, 14000, Ciudad de México, CDMX

Tel: 55 5747 5082 <https://www.ciesas.edu.mx>

Impreso y hecho en México

Printed and made in Mexico

Índice

Introducción	7
---------------------	---

Parte I: Caracterización espacial, socio-económica y jurídica de los municipios

Capítulo 1. <i>Caracterización social, económica y de recursos hídricos de El Grullo, Unión de Tula y Zapotitlán de Vadillo</i>	13
YAIR ROMERO-ROMERO, GUADALUPE JEANETTE GONZÁLEZ DÍAZ, CLAUDIA ALVARADO OSUNA	

Capítulo 2. <i>Desafíos jurídicos y estrategias para fortalecer capacidades de gestión del agua en tres municipios de la cuenca del río Ayuquila</i>	35
MARIANO JORGE BERET RODRÍGUEZ	

Parte II: Desafíos en la gestión del servicio de agua potable en los municipios

Capítulo 3. <i>Cultura del agua y morosidad: desafíos prioritarios en El Grullo, Jalisco</i>	67
LUZ EMILIA LARA Y BRETÓN	

Capítulo 4. <i>Suministro para todos y cultura en su uso: retos del servicio público de agua potable en Unión de Tula, Jalisco</i>	89
JULIA SÁNCHEZ GÓMEZ	

Capítulo 5. <i>Percepciones sobre la problemática del servicio de agua potable en Zapotitlán de Vadillo, Jalisco</i>	113
CARLOS MARIO RODRÍGUEZ PERALTA, LUZ EMILIA LARA Y BRETÓN	

Parte III: Estrategias tecnológicas y de participación ciudadana para el fortalecimiento en la gestión hídrica

Capítulo 6. <i>Educación no formal para el fortalecimiento de la cultura del agua en tres municipios de la cuenca del Río Ayuquila, Jalisco</i>	139
EDITH CARRILLO HERNÁNDEZ	
Capítulo 7. <i>Elementos para la evaluación de instalación de un humedal subsuperficial en una comunidad de Zapotitlán de Vadillo, Jalisco</i>	151
OSCAR AGUILAR JUÁREZ, KAREN PAOLA SEPÚLVEDA RUIZ, ARIEL VÁZQUEZ ELORZA	

Introducción

El aumento poblacional y la escasez de agua, combinados con los efectos del cambio climático, provocan grandes desafíos para la gestión de los recursos hídricos en todo el mundo. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2015), la escasez de agua afecta al 40% de la población mundial, con una tendencia a incrementarse. Para el año 2050, se estima que una de cada cuatro personas será afectada por la escasez debido a las sequías y desertificación. En específico en México, el 77% de la población vive en regiones con escasez de agua; y en estados como Jalisco se enfrentan fuertes competencias por el agua entre las agroindustrias aguacateras, agaveras, cañeras y de *berries*, entre otras (SIAPA, 2023).

La Organización Mundial de la Salud estima que cada persona requiere entre 50 y 100 litros de agua potable por día para satisfacer sus necesidades básicas y evitar emergencias de salud (CONANP, 2019). En ese sentido, en algunos de los municipios de Jalisco se promedia una dotación de más de 200 litros por día, por lo que el ahorro de agua es un tema prioritario para fomentar entre la población un uso sostenible del líquido, y evitar un consumo desproporcionado. Por otra parte, la difícil topografía de algunos municipios como Zapotitlán de Vadillo, hace que se presenten problemas de presión en la red de agua potable y se origine un desabasto discontinuo entre la población, ya que sus fuentes de agua son vulnerables porque están sujetas a variaciones climáticas y catástrofes naturales. Como ejemplo de lo anterior, en 2022 se suscitó un terremoto en ese municipio que dejó a gran parte de la población sin agua potable por más de dos meses. El efecto principal de esta problemática fue el deterioro de la calidad de vida de las personas y la intensificación de la marginación en los municipios, los cuales, con poco presupuesto y poca recaudación para realizar una adecuada gestión del recurso agua, se ven rebasados y orillados a implementar soluciones paliativas que no atacan a la raíz del problema. No obstante, se visualiza que pueden existir soluciones alternativas que atiendan a la problemática.

En ese contexto se planteó el proyecto “Fortalecimiento de capacidades e instrumentos para mejorar la gestión y gobernanza del agua en municipios de la Red de Alcaldesas de Jalisco”, con la finalidad de contribuir a mejorar la calidad de los servicios públicos y los procesos de gobernanza del agua en la región, a través del fortalecimiento y desarrollo de capacidades organizativas municipales y sociales, así como propuestas tecnológicas, normativas, de gobernanza, coordinación y políticas públicas, además del desarrollo de un sistema de monitoreo e información pública sobre calidad del agua, y la construcción de un sistema piloto de saneamiento. El proyecto surgió por iniciativa de un grupo de investigadores de la Comunidad de Investigación y Diálogo sobre Gobierno Local (CIDIGLO), en colaboración con investigadores del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) y del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ). El área de intervención se constituyó por tres municipios del estado de Jalisco: Unión de Tula, El Grullo y Zapotitlán de Vadillo. La presentación formal del proyecto en los municipios se llevó a cabo el día 21 y 22 de octubre de 2021. Se contó con la participación de autoridades de los ayuntamientos y funcionarios de las áreas de agua potable, medio ambiente y obras públicas. A partir de esa fecha se iniciaron las actividades en los municipios, entre ellas: talleres de diagnóstico y evaluaciones participativas para el cuidado y la gestión del agua potable en el municipio, así como capacitaciones sobre cultura del agua con los usuarios.

En la presente obra se exponen algunos de los principales resultados del proyecto, incluyendo encuestas, talleres, jornadas de capacitación, actividades que involucran la participación ciudadana y una propuesta de infraestructura tecnológica para Zapotitlán de Vadillo. Asimismo, con fines expositivos, el presente trabajo se integra por tres partes: 1) Caracterización espacial, socioeconómica y jurídica de los municipios; 2) Desafíos en la gestión del servicio de agua potable en los municipios; y 3) Estrategias tecnológicas y de participación ciudadana para el fortalecimiento en la gestión hídrica.

En la primera parte se realiza una caracterización espacial y socioeconómica de los tres municipios incluidos en la región de estudio, se consideran variables como pobreza, acceso a servicios básicos, principales actividades económicas desarrolladas, recursos hídricos con los que cuenta cada uno de ellos, entre otras variables. También se incluye un análisis que expone sus desafíos jurídicos, en aspectos como la reglamentación, instituciones, dependencias, entre otros, lo que permitió su caracterización en materia de normatividad municipal develando oportunidades de mejora.

La segunda parte aborda el conjunto de problemáticas, desde la perspectiva de los actores, incluyendo usuarios y funcionarios involucrados en el servicio de agua potable. Entre los problemas que agobian a los municipios se identificaron: la existencia de tomas clandestinas, la falta de cultura para el cuidado del agua, la morosidad, la infraestructura insuficiente, deteriorada y/u obsoleta, falta de capacitación del personal que presta el servicio, producto de los resultados obtenidos en entrevistas y talleres llevados a cabo tanto en Unión de Tula, como en El Grullo y Zapotitlán de Vadillo. Se trata de un diagnóstico participativo que permitió obtener información directamente de los actores involucrados, analizar las capacidades de administración y gestión de los servicios públicos municipales en materia de agua.

Finalmente, en la tercera parte se presenta un conjunto de estrategias implementadas o en proceso, derivadas de las problemáticas y necesidades detectadas. Se señala la importancia de una oferta educativa no formal articulada con acciones educativas formales, como un complemento para reforzar la cultura del agua en los usuarios, esto con base en los resultados obtenidos de las actividades de capacitación realizadas en los municipios. También se describe el diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales bajo la tecnología de humedal subsuperficial, que considera las implicaciones técnicas para su adecuación al sitio de la comunidad donde será instalado (San Francisco Mazatán, Zapotitlán de Vadillo), con la capacidad potencial de ser útil para el análisis de otros sitios en la región.

PARTE I

CARACTERIZACIÓN ESPACIAL, SOCIO-ECONÓMICA Y JURÍDICA DE LOS MUNICIPIOS

Capítulo 1.

Caracterización social, económica y de recursos hídricos de El Grullo, Unión de Tula y Zapotitlán de Vadillo

Yair Romero-Romero
Guadalupe Jeanette González Díaz
Claudia Alvarado Osuna

Esta investigación se propuso abordar la caracterización social, económica y de recursos hídricos de los municipios de El Grullo, Unión de Tula y Zapotitlán de Vadillo, ubicados en el estado de Jalisco, México. Se examinaron diversos aspectos, incluyendo el nivel de pobreza en la población, las tasas de deserción escolar, la actividad económica centrada en la agricultura, así como la disponibilidad y aprovechamiento de los recursos hídricos en cada municipio. Estos análisis proporcionan una comprensión integral de la situación socioeconómica y ambiental de la región, lo que resulta fundamental para diseñar estrategias y políticas públicas orientadas a mejorar las condiciones de vida de los habitantes y promover un uso sostenible del agua.

1. 1. Introducción

Este documento examina la caracterización social, económica y de los sistemas de agua de tres municipios: El Grullo, Unión de Tula y Zapotitlán de Vadillo, localizados en el estado de Jalisco. En cuanto a la caracterización social se identifica el número de viviendas y los servicios con los que cuentan, número de habitantes con acceso a seguridad social, población en edad escolar y el porcentaje de ellos que no asiste a la escuela. Finalmente se muestra el porcentaje de la población con algún nivel de vulnerabilidad.

La caracterización económica abordada en este capítulo considera e identifica a la Población Económicamente Activa (PEA) puntualizando el rango de edad por el cual se ubican en este tipo de población, género y tipo de actividad que realizan. También se analiza a la Población No Económicamente Activa (PNEA) y a qué dedican su tiempo. Como parte económica se consideró los sectores, productos y servicios en que se desarrolla la población y cómo esto influye en las actividades de la población en cuanto a las condiciones económicas para el desarrollo de los municipios, además permite identificar, generar y evaluar patrones poblacionales de forma que se garantice el acceso a información relevante sobre sus necesidades en servicios públicos, para mejorar la calidad de vida de quienes habitan el área de estudio.

Por último, se describen los recursos hídricos como ríos, aguas subterráneas y lagos de cada uno de los municipios. Las características plasmadas en este documento comparten una visión más integral de sus características.

El informe brinda datos de fuentes oficiales de los municipios, así como del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y bases de datos compiladas a nivel estatal. También se proporciona un conjunto de mapas, con el propósito de brindar una referencia territorial de las diferentes dimensiones abordadas.

1.2. Metodología

La metodología empleada para alcanzar el objetivo de esta investigación consistió como primero punto en delimitar como área geográfica de estudio a tres municipios del estado de Jalisco, México: El Grullo, Unión de Tula y Zapotitlán de Vadillo (figura 1.1). La elección de estos municipios se fundamenta en que este documento forma parte de los resultados presentados en el proyecto “Fortalecimiento de capacidades e instrumentos para mejorar la gestión y gobernanza del agua en municipios de la Red de Alcaldesas de Jalisco,” el cual considera específicamente a estos tres municipios. Unión de Tula y El Grullo se ubican geográficamente en la Sierra de Amula, mientras que Zapotitlán de Vadillo se sitúa en la región Sur de Jalisco (Gobierno del Estado de Jalisco, 2022).

Por otro lado, para lograr obtener información sobre la caracterización social, económica y de recursos hídricos de los municipios bajo estudio, se consideraron bases de datos e información de páginas web oficiales, tales como el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), la Comisión Estatal del Agua de Jalisco y la página web del Gobierno del Estado de Jalisco.

La depuración, organización y análisis de los datos recolectados se llevaron a cabo utilizando software de análisis estadístico como SPSS. A través de este software, se calcularon medidas de tendencia central y porcentajes, lo que permitió una caracterización de las condiciones sociales, económicas y de recursos hídricos de los tres municipios. Adicionalmente, se utilizó software de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como ArcGIS para georreferenciar los datos recolectados. Esto facilitó la visualización espacial de las características de los municipios.

Figura 1. 1. Localización de El Grullo, Unión de Tula y Zapotitlán de Vadillo en Jalisco, México.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2021).

1.3. Resultados

El estado de Jalisco tiene una extensión territorial de 78,595.9 km², la cual representa el 4.0% de la extensión territorial total de México. Entre los municipios de estudio, el de mayor área geográfica es Unión de Tula con 443.0 km², que corresponde a 0.6% de la superficie del estado de Jalisco, el siguiente es Zapotitlán de Vadillo con una superficie de 305.8 km², que representa el 0.4% de la superficie estatal, y finalmente El Grullo con 177.3

km², con 0.2% (INEGI, 2021). Unión de Tula y El Grullo se ubican en la Sierra de Amula y Zapotitlán en la región Sur de Jalisco (Gobierno del Estado de Jalisco, 2022) ver en la figura 1.1. Respecto a la densidad de población, El Grullo posee 146 habitantes/ km², Unión de Tula 31 habitantes/km², por último, Zapotitlán de Vadillo 24 habitantes / km² (cuadro 1.1).

Cuadro 1.1. Superficie y densidad de población de los municipios.

Municipio	Superficie (km ²)	Porcentaje de la superficie estatal (%)	Densidad de población (hab./km ²)	Demarcaciones territoriales / localidades
El Grullo	177.3	0.2	146.1	40
Unión de Tula	443.0	0.6	31.1	38
Zapotitlán de Vadillo	305.8	0.4	24.0	40

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021).

El municipio con mayor población es El Grullo con 25,920 habitantes, de los cuales el 63.3% se encuentra en un rango de edad entre 15 y 49 años, mientras que la población de 65 años y más es de 2,682 representa el 10.4% del total (gobierno municipal de El Grullo, 2022). En Unión de Tula habitan 13,799 personas, la media de edad de la población oscila alrededor de los 32 años, sólo el 13.6% tiene 65 años o más (INEGI, 2021). Finalmente, el municipio con menor población es Zapotitlán de Vadillo, la diferencia con los otros dos municipios anteriores, es que la mayoría son hombres (50.6%). Al igual que El Grullo el rango de edad que predomina se encuentra entre 15 y 49 años que corresponde al 59.9% de la población. El 11.4% de los habitantes tiene 65 años o más (Gobierno del Estado de Jalisco, 2022), ver cuadro 1.2.

Cuadro 1.2. Población por género en los municipios bajo estudio.

Municipio	Población total	Edad mediana	Hombres (%)	Mujeres (%)
El Grullo	25,920	34	48.8	51.2
Unión de Tula	13,799	32	48.4	51.6
Zapotitlán de Vadillo	7,466	22	50.5	49.5

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021).

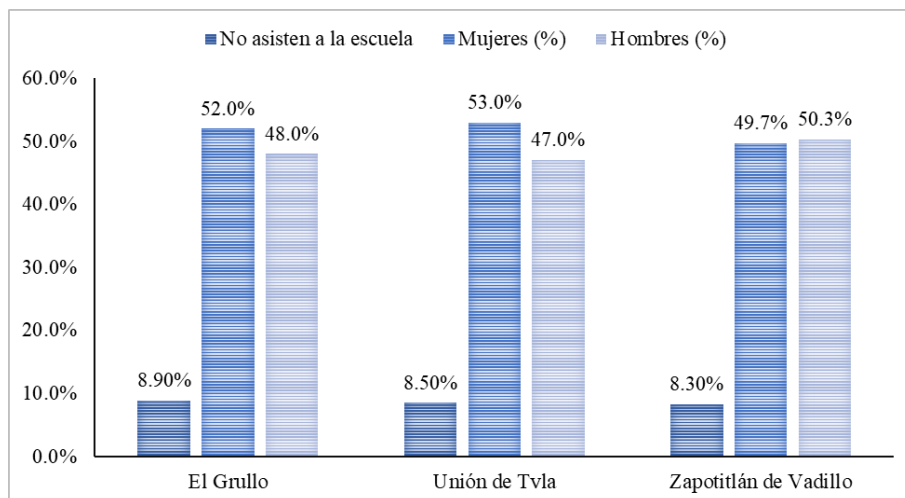
Educación

En el año 2022, el estado de Jalisco registró una tasa de alfabetización del 96.9% de la población de 15 años o más, con un promedio de 9.9 años de escolaridad. En contraste, el porcentaje de analfabetos fue del 3.1%. La proporción de la población con educación superior asciende al 22.3% (INEGI, 2021).

En los municipios considerados en este estudio, la población de 15 años o más presenta las siguientes características: El Grullo tiene una tasa de alfabetización del 96.4%, con un grado promedio de escolaridad de 9.2 años, y el 18.3% de sus habitantes ha alcanzado la educación superior. Unión de Tula presenta un 96.1% de alfabetización y un promedio de escolaridad de 8.7 años, con un 15.3% de la población con educación superior. Zapotitlán de Vadillo, por su parte, muestra un 93.7% de personas alfabetizadas, con un promedio de 8.3 años de escolaridad, y un 9.3% de habitantes con educación superior (INEGI, 2021).

La edad escolar según el INEGI comprende entre los 3 y 24 años, la población de los tres municipios que están dentro de este rango de edad, pero que no realizan actividades académicas es entre el 8.3% y 8.9%. En el caso de El Grullo y Unión de Tula, de la población que no asiste a la escuela, la mayoría son mujeres (INEGI, 2021), por lo que se puede inferir que en estos municipios sigue habiendo una brecha de género (figura 1.2).

Figura 1. 2. Población en edad escolar que no asiste a la escuela.



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021).

El municipio con el mayor número de viviendas con piso de tierra es Zapotitlán de Vadillo con el 13.9%, falta de drenaje (6.4%) y con carencia de energía eléctrica (9.8%). Por otro lado, el municipio con el mayor número de viviendas sin servicio de agua entubada es el municipio El Grullo (ver cuadro 1.3).

Cuadro 1.3. Viviendas y servicios en los municipios.

Municipio	Viviendas habitadas	Ocupantes por vivienda	Con piso de tierra	Con agua entubada	Con drenaje	Con energía eléctrica
El Grullo	7,458	3.5	1.2%	89.3%	99.6%	98.5%
Unión de Tula	4,125	3.3	1.9%	94.5%	99.3%	99.7%
Zapotitlán de Vadillo	1,963	3.8	13.9%	96.8%	93.6%	90.2%

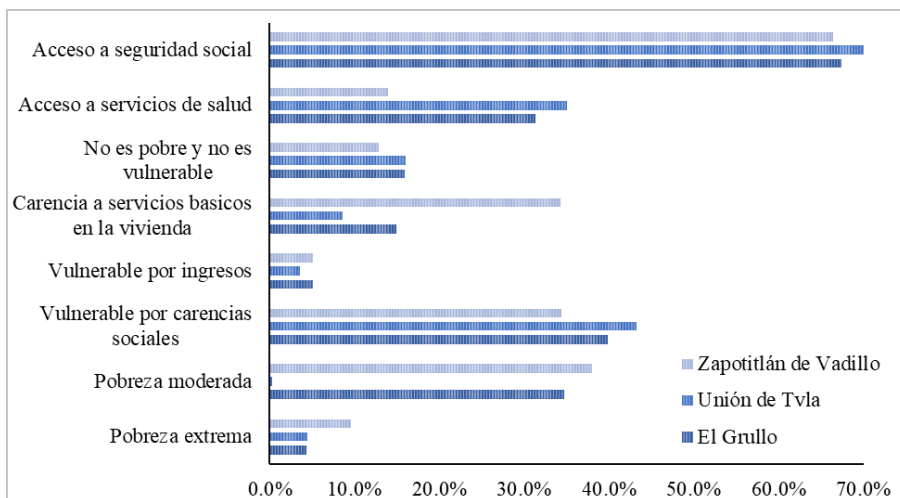
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021).

El nivel educativo promedio en los municipios de estudio se sitúa entre segundo y tercer año de secundaria, un ciclo escolar por debajo del promedio estatal. En cuanto a la proporción de la población que ha alcanzado la educación superior, los tres municipios presentan cifras inferiores al promedio de Jalisco. En particular, Zapotitlán de Vadillo se encuentra 13 puntos porcentuales por debajo del promedio estatal.

Hogares y vivienda

Unión de Tula es el municipio con más habitantes con acceso a seguridad social (70%), acceso a servicios de salud (35%). Pero también con el mayor número de personas vulnerables a carencias sociales con el 43.3%. El CONEVAL (2023) considera los siguientes indicadores para estimar las carencias sociales: ingreso corriente per capita, rezago educativo promedio en el hogar, acceso a los servicios de salud, acceso a seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, acceso a los servicios básicos en la vivienda, acceso a la alimentación y grado de cohesión social. Por otro lado, el municipio con mayor número de habitantes en pobreza extrema es Zapotitlán de Vadillo (9.6%), con pobreza moderada (38.0%), vulnerable por ingresos (5.1%) y número de viviendas con carencia de servicios básicos (34.3%) (figura 1.3).

Figura 1.3. Pobreza en los municipios bajo estudio.



Fuente: Elaborada con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2021).

El nivel educativo promedio en los municipios de estudio se sitúa entre segundo y tercer año de secundaria, un ciclo escolar por debajo del promedio estatal. En cuanto a la proporción de la población que ha alcanzado la educación superior, los tres municipios presentan cifras inferiores al promedio de Jalisco. En particular, Zapotitlán de Vadillo se encuentra 13 puntos porcentuales por debajo del promedio estatal.

Las estadísticas referentes a la población con alguna discapacidad, limitación, problema o condición mental son (INEGI, 2021):

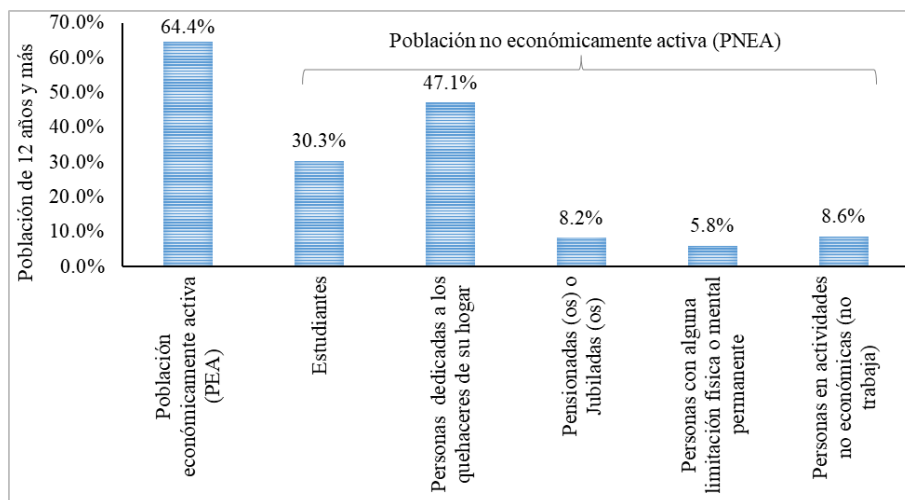
- El Grullo con 5,085 habitantes lo que representa al 19.6% de la población total.
- Tula es de 2,882 habitantes lo que representa al 20.9% de la población total.
- Zapotitlán de Vadillo con 1,209 habitantes lo que representa al 16.2% de la población total.

Caracterización económica

La población de El Grullo con 12 años de edad o más asciende a 20,477 personas (79.0% del total en el municipio), de las cuales el 64.4% son la Población Económicamente Activa (PEA) y el 35.34% de la Población No Económicamente Activa (PNEA). La PEA se integra principalmente por hombres con el 58.73% y mujeres con el 41.3%.

La principal actividad de la PNEA son las actividades domésticas (47.1%), actividad que es realizada principalmente por mujeres, lo cual podría explicar su bajo porcentaje de participación en la PEA. La segunda actividad que resalta entre la PNEA es estudiar, con el 30.32% (figura 1.4).

Figura 1. 4. Población de 12 años y más económicamente activa y no activa de El Grullo.

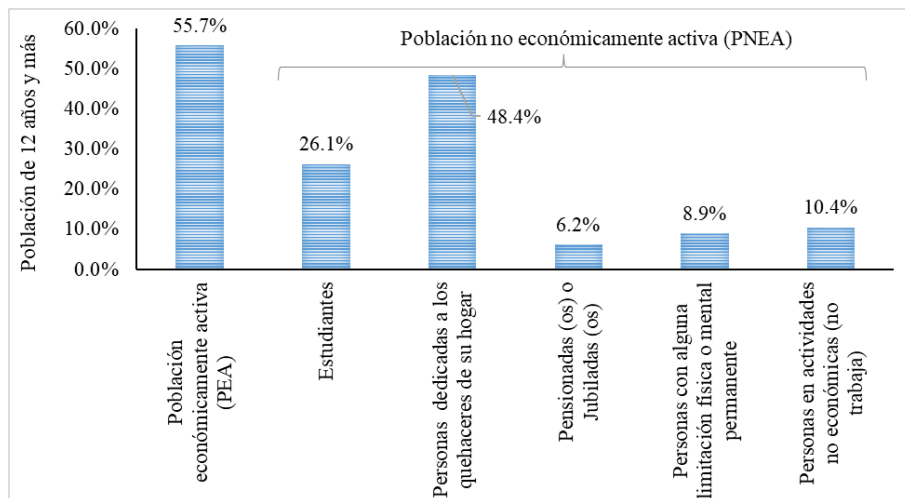


Fuente: Elaborada con datos estimados a partir del (INEGI, 2021).

La población de Unión de Tula con 12 años o más es de 11,017 personas, que corresponde al 79.8% del total en el municipio, de las cuales el 55.7% son PEA y el 43.82% PNEA. La PEA se integra principalmente por hombres con el 62.8% y mujeres con el 37.8%. La principal actividad de

la PNEA, son referentes a actividades domésticas (48.41%), actividad que es realizada principalmente por mujeres. La segunda actividad que resalta entre la PNEA es estudiar con el 26.14% (figura 1.5).

Figura 1. 5. Población de 12 años y más económicamente activa y no activa de Unión de Tula.

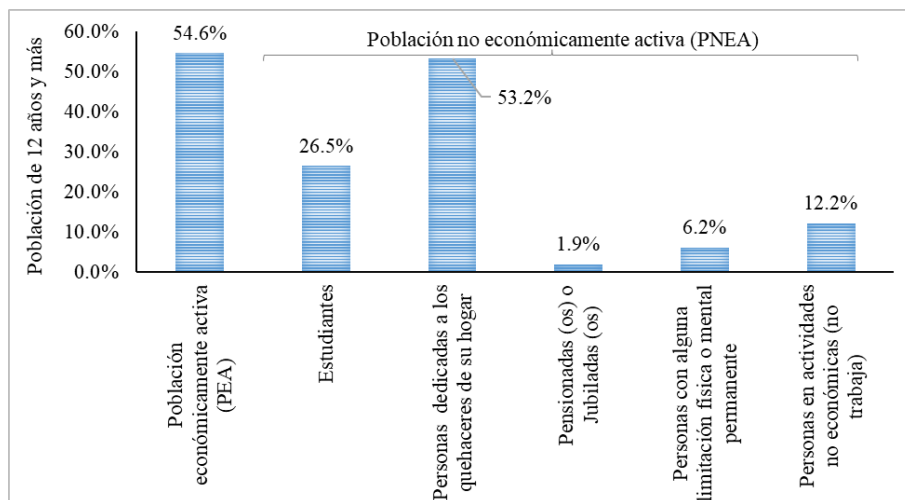


Fuente: Elaborada con datos estimados a partir del Censo de Población y Vivienda 2020.

Los habitantes de Zapotitlán de Vadillo con 12 años o más asciende a 5,752 personas (77.0 % del total en el municipio), de las cuales el 54.6% son PEA y el 44.85% corresponde a PNEA. La PEA se integra principalmente por hombres con el 68.11% y mujeres con el 31.89%. La principal actividad de la PNEA es la doméstica (53.22%), actividad que es realizada principalmente por mujeres. La segunda actividad que resalta entre la PNEA es estudiar con el 26.47% (figura 1.6).

La economía en el municipio El Grullo se basa en la prestación de servicios y la compra y venta de bienes y productos, seguida de la agricultura como fuente secundaria de ingresos. De esto se puede concluir que el 68.5% de la población ocupada está empleada en la industria terciaria, el 23.7% en la industria secundaria y el 7.8% en la industria primaria (INEGI, 2021).

Figura 1. 6. Población de 12 años y más económicamente activa y no activa en Zapotitlán de Vadillo.



Fuente: Elaborada con datos estimados a partir del Censo de Población y Vivienda 2020.

Por parte del municipio de Tula, el comercio al por menor es el sector más importante, seguido por los servicios (diferente a actividades públicas) y el alojamiento temporal, la preparación de alimentos y bebidas. Muy parecido a lo que realizan en el municipio de Zapotitlán de Vadillo donde en el primer trimestre de 2022 las ocupaciones con más trabajadores fueron empleados de ventas, despachadores y dependientes en comercios, comerciantes en establecimientos, albañiles, mamposteros y afines (INEGI, 2021).

Agricultura

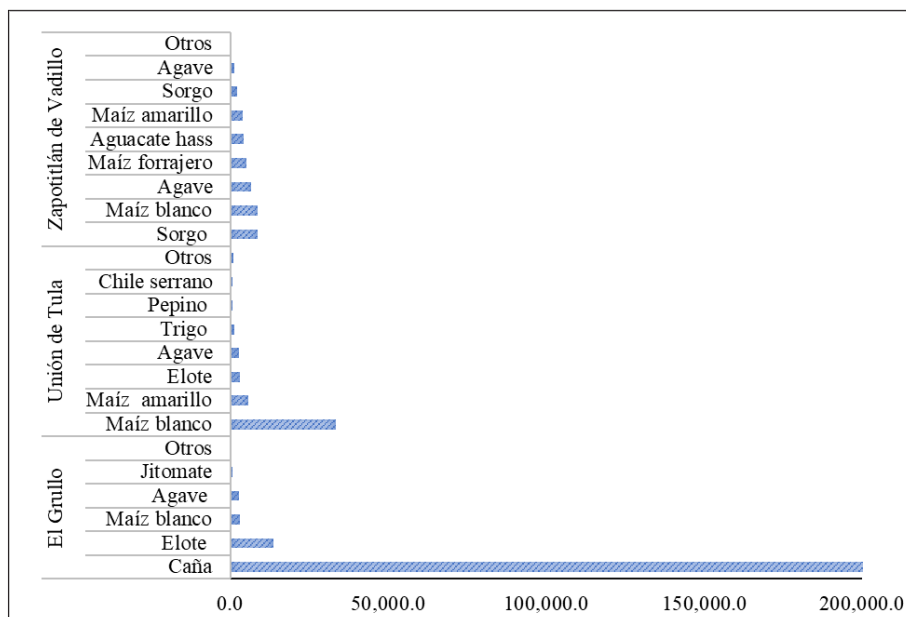
La temperatura media anual que se presenta en El Grullo es de 22.30 °C y una precipitación media anual de 900 mm, por lo que el clima es cálido subhúmedo (Comisión Estatal del Agua Jalisco, 2015a).

El principal producto cultivado en El Grullo es la caña de azúcar, de la cual se produce 205,750.00 toneladas anuales; los productos clasificados como otros (figura 1.7) son aquellos con menor producción como alfalfa, pepino, calabacita, limón y sorgo (SIAP, 2022).

En Unión de Tula, la temperatura media anual es de 20.7 °C y una precipitación media anual de 888 mm, por lo que el clima es semicálido-semihúmedo (Comisión Estatal del Agua Jalisco, 2015b). El clima es adecuado para la producción de maíz blanco el cual es el producto que más se cosecha en Tula, con 33,750.84 toneladas anuales, los productos clasificados como otros son chile jalapeño, avena, sorgo, jitomate y chile calorero (SIAP, 2022).

Zapotitlán de Vadillo tiene una temperatura anual de 20.2 °C, con una precipitación de 951 mm, el clima del estado es semicálido-semihúmedo (Comisión Estatal del Agua Jalisco, 2015c). El clima es idóneo para la producción de sorgo y maíz blanco los cuales son los productos que más se cosechan en el municipio, aquellos productos clasificados como otros son: tomate, café, frijol bayo y frijol flor de junio (SIAP, 2022).

Figura 1. 7. Agricultura en los municipios de El Grullo, Unión de Tula y Zapotitlán de Vadillo



Fuente: Elaborada con datos de SIAP (2022).

Principales sectores, productos y servicios

En los tres municipios se dedican a la ganadería y se cría ganado bovino de leche y carne, porcino, aves de corral y postura, así como el cuidado de colmenas, con la diferencia de que en Zapotitlán de Vadillo también se cría el ganado caprino. En el municipio de El Grullo las principales actividades de industria son talabartería, elaboración de huaraches, sandalias y cajas de madera para empaque. En Zapotitlán de Vadillo predominan los giros dedicados a la venta de productos de primera necesidad y los comercios mixtos que venden diversos artículos, esto también se realiza en el municipio de Unión de Tula.

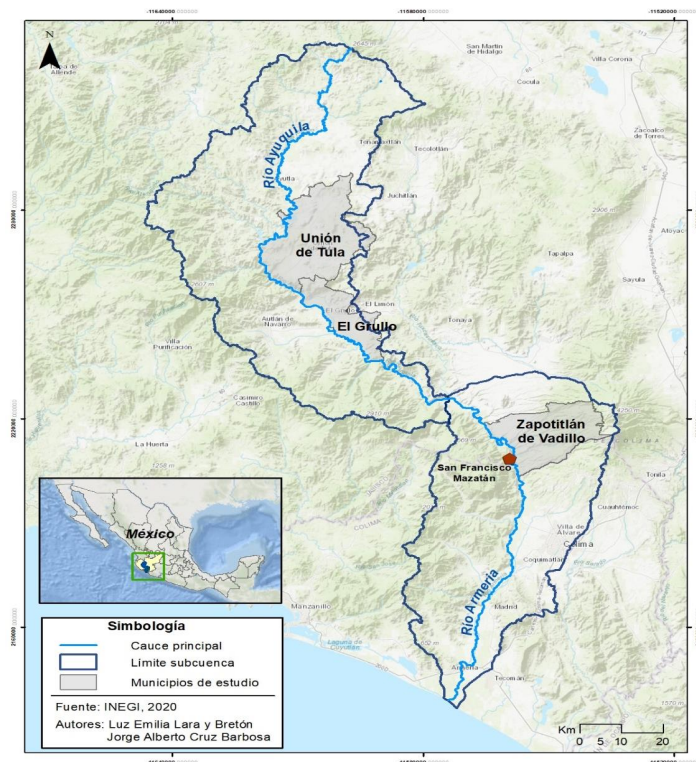
El Grullo se dedica a comercializar especies maderables como pino, encino y roble, todos ellos en pequeña escala (gobierno municipal de El Grullo, 2022), mientras que en Zapotitlán de Vadillo trabajan principalmente en sus bosques de coníferas, el fresno, pino, oyamel y encino (Gobierno del Estado de Jalisco, 2022). Por otra parte, en Unión de Tula predomina la industria extractiva de yacimientos de cobre y manganeso, que son extraídos en pequeños fundos y en pequeña escala, contrario al municipio de El Grullo donde existen yacimientos de cobre y manganeso, pero aun sin explotar.

En el municipio de El Grullo se dedican a la pesca, capturando las especies de chacal (langostino), carpa y bagre. En el municipio de Unión de Tula se captura en pequeña escala tilapia, mojarra y lobina (Gobierno del Estado de Jalisco, 2000). En el municipio de El Grullo se prestan servicios financieros, profesionales, técnicos, comunales, sociales, personales y de mantenimiento. De igual manera en Unión de Tula se prestan servicios financieros, profesionales, técnicos, administrativos, comunales, sociales, turísticos, personales y de mantenimiento. Mientras que en Zapotitlán de Vadillo se prestan servicios técnicos, comunales, sociales, personales y de mantenimiento (gobierno municipal de El Grullo, 2022).

Hidrografía

El municipio de El Grullo cuenta con el río Ayuquila; Zapotitlán de Vadillo con los ríos Armería y Alseseca; finalmente Unión de Tula tiene los ríos Ayuquila y Ayutla (figura 1.8).

Figura 1.8. Cuencas dentro del territorio municipal de Unión de Tula.



Fuente: IIEG, con base en CONAGUA (2021).

Unión de Tula tiene cuatro embalses o depósitos artificiales de agua, tres cuerpos de agua (los cuerpos son definidos como extensiones de agua que se encuentran por la superficie terrestre o en el subsuelo, tanto en estado líquido como sólido). Finalmente, Tula tiene cinco presas, con el criterio de contar con almacenamiento mayor a 0.5 mm³ (cuadro 4).

Cuadro 1. 4. Hidrografía de los municipios de El Grullo, Zapotitlán de Vadillo y Unión de Tula

Municipio	Ríos	Embalses	Cuerpos de agua	Presas
El Grullo	Ayuquila	---	---	---
Unión de Tula	Ayuquila	Trigomil	San Agustín	General Ramon Corona Madrigal
		Tacotán	El Castillo	Tacotán
	Ayutla	Charco Azul	El Bonete	Lic. Ignacio L. Vallarta
		Alcaparrosa		Alcaparrosa
				San Agustín
Vadillo	Armería	---	---	---
	Alseseca			

Fuente: Comisión Estatal del Agua Jalisco (2015a, 2015b, 2015c).

Disponibilidad de aguas superficiales

Una “región hidrológico-administrativa” es conformada por un grupo de regiones, denominadas como “región hidrológica” la cual es un área territorial conformada en función a sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas en las que considera a la “cuenca hidrológica” como una unidad básica para la gestión de los recursos hídricos. El territorio nacional está dividido en 37 regiones hidrológicas-administrativas, 37 regiones hidrológicas y 1,471 cuencas hidrológicas.

El Grullo, Unión de Tula y Vadillo se encuentran en la región hidrológica-administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico; Región Hidrológica 16 Armería-Coahuayana. Las cuencas hidrológicas con las que cuenta cada uno de los municipios se describe en la cuadro 1.5.

Cuadro 1.5. Cuencas hidrológicas de los tres municipios.

Municipio	Cuencas hidrológicas	Ocupación territorial	Superficie de aportación	Volumen disponible de salida	Estatus según DOF
El Grullo	Canoas	85.0 %	1,302.3 km ³	290.5 mm ³	Veda
El Grullo	El Rosario	8.5 %	1,696.4 km ³	99.5 mm ³	Veda
El Grullo	Corcovado	6.5 %	1,609.9 km ³	101.0 mm ³	Veda
Unión de Tula	Tacotán	12.7 %	1,170.1 km ³	30.9 mm ³	Veda
Unión de Tula	Corcovado	83.5 %	1609.9 km ³	101.0 mm ³	Veda
Vadillo	Canoas	20.7 %	1302.3 km ³	290.5 mm ³	Veda
Vadillo	Armería	79.4 %	2,208.7 km ³	724.3 mm ³	Veda

Fuente: Comisión Estatal del Agua Jalisco (2015a, 2015b, 2015c).

El estatus o clasificación la establece la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) de la siguiente manera:

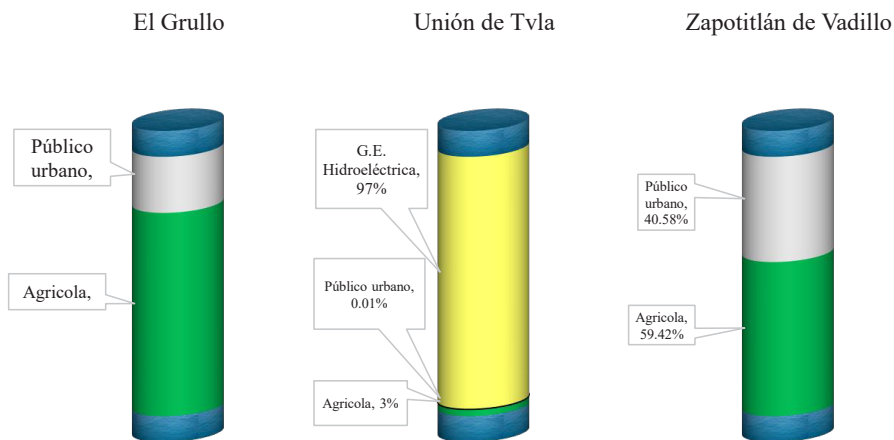
Disponibilidad: Aquellas cuencas que existe un volumen disponible de aguas superficiales para otorgar nuevas concesiones.

Sin disponibilidad: Existe un déficit de aguas superficiales, por lo que no hay volumen para otorgar nuevas concesiones.

Veda: No se autorizan aprovechamientos de agua adicionales a los establecidos legalmente.

Los municipios de El Grullo y Vadillo la mayoría del recurso es aprovechado para el sector agrícola, el resto para el público urbano. En el caso de Unión de Tula, la mayoría es aprovechado para la generación de energía hidroeléctrica (figura 1.9).

Figura 1. 9. Aprovechamiento de aguas superficiales



Fuente: Comisión Estatal del Agua Jalisco (2015a, 2015b, 2015c).

Disponibilidad de aguas subterráneas

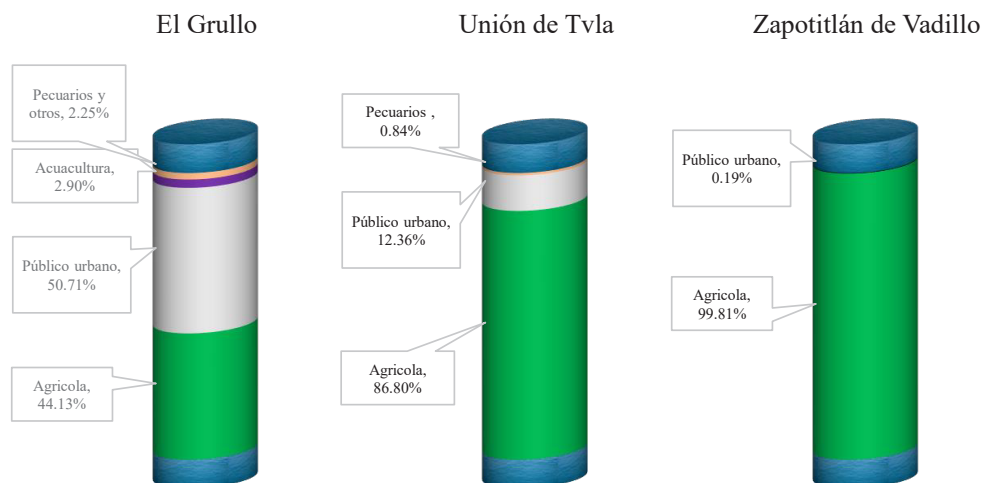
Un acuífero es un yacimiento de agua que circula o se almacenan en el subsuelo (González Herrera et al., 2018). El país cuenta con 653 acuíferos, en el estado de Jalisco se identifican 59 acuíferos, 21 de ellos en un estatus sobreexplotado (no existe un volumen disponible de aguas subterráneas para nuevas concesiones) y 38 subexplotados (existe un volumen disponible de agua para nuevas concesiones) (Comisión Estatal del Agua Jalisco, 2015a). Los acuíferos que se encuentran localizados en los municipios en estudio se describen en la cuadro 1.6.

Cuadro 1.6. Acuíferos localizados en El Grullo, Unión de Tula y Zapotitlán de Vadillo.

Municipio	Acuífero	Ocupación del territorio municipal (%)
El Grullo	Autlán	97.6
El Grullo	Unión de Tula	2.4
Unión de Tula	Unión de Tula	87.8
Unión de Tula	Autlán	12.3
Vadillo	Autlán	100.0

Fuente: Comisión Estatal del Agua Jalisco (2015a, 2015b, 2015c).

Figura 1.10. Aprovechamiento de aguas subterráneas.



Fuente: Comisión Estatal del Agua Jalisco (2015a, 2015b, 2015c).

1.4. Conclusión

Considerando los tres municipios en estudio, se identificó que el 91% de la población en edad escolar asiste a alguna institución educativa, además, los municipios de El Grullo y Unión de Tula la mayor parte de la población son mujeres (51.4% en promedio), sin embargo, la representación de la población femenina en las aulas es menor (47.5%) respecto a la población estudiantil masculina. La mayoría de la población de los tres municipios es pobre o vulnerable, además de no tener acceso a servicios de salud. Pero el de mayores carencias es el municipio de Vadillo, debido a que el 13.90% de las viviendas tiene piso de tierra, 6.32% no tienen drenaje y 9.83% no tienen servicio de energía eléctrica. El 33.60% de la población de Vadillo, no tiene acceso a seguridad social, el 86% no tiene acceso a servicios de salud, el 38% de la población se encuentra en pobreza moderada y 9.60% en pobreza extrema.

De la población de los tres municipios, más del 54% es económicamente activa, es decir se desarrollan en algún sector económico; de la población económicamente inactiva en primer lugar mencionan dedicarse al hogar (actividad principalmente desarrollada por mujeres), en segundo sitio están los estudiantes mientras que un 10% de la PNEA quienes no hacen nada. Sobre la agricultura, El Grullo sobresale por ser productor de caña de azúcar y Unión de Tula por la cosecha del maíz blanco. Los tres municipios se dedican a la ganadería, además, una de las actividades que caracteriza a El Grullo y Vadillo es la tala de especies maderables.

En cuanto a los recursos hídricos, Unión de Tula es el municipio con mayores recursos hídricos: cuenta dos ríos, cuatro embalses, tres cuerpos de agua y cinco presas. Vadillo cuenta con dos ríos y finalmente El Grullo con un río. Sobre cuencas hidrológicas El Grullo tiene tres y Unión de Tula y Vadillo dos cada uno. El aprovechamiento de las aguas superficiales y subterráneas principalmente se destina al sector agrícola, en segundo lugar, al uso para el público urbano y finalmente a la generación de energía eléctrica.

Al basarse en la información expuesta a lo largo de este capítulo se concluye mencionando que el objetivo se cumplió y se agradece al proyecto “Fortalecimiento de capacidades e instrumentos para mejorar la gestión y gobernanza del agua en tres municipios de la red de alcaldesas de Jalisco” por la oportunidad de desarrollar la presente investigación.

1.5. Bibliografía

- Comisión Estatal del Agua Jalisco. (2015a). *Ficha técnica hidrológica municipal. El Grullo*. www.jalisco.gob.mx
- Comisión Estatal del Agua Jalisco. (2015b). *Ficha técnica hidrológica municipal. Unión de Tula*. www.jalisco.gob.mx
- Comisión Estatal del Agua Jalisco. (2015c). *Ficha técnica hidrológica municipal. Zapotitlán de Vadillo*. www.jalisco.gob.mx

- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CON-EVAL), (2023). *Indicadores de carencia social*. CONEVAL. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Medici%C3%B3n/Indicadores-de-carencia-social.aspx>
- Gobierno del Estado de Jalisco. (2000). *Unión de Tula - Gobierno del Estado de Jalisco*. <https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/union-de-tula#:~:text=Se%20le%20dio%20el%20nombre,%2C%20Villase%C3%B1or%2C%20Lazcano%20y%20Arriola>.
- Gobierno del Estado de Jalisco. (2022). *Zapotitlán de Vadillo*. <https://jalisco.gob.mx/wx/jalisco/municipios/zapotitlan-de-vadillo>
- Gobierno Municipal de El Grullo. (2022). *Municipio de El Grullo, Jalisco*. <https://elgrullo.gob.mx/Pagina.aspx?id=573269d5-3387-4f2d-aa3f-e76f3312f1a1>
- González Herrera, R. A., Albornoz Euán, B. S. I., Sánchez Y Pinto, I. A., & Osorio Rodríguez, J. H. (2018). The Yucatán aquifer. Analysis of the risk of contamination with support of a geographic information system. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 34(4), 667–683. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.04.09>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021, marzo). Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.Inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/2/3>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2022, octubre 20). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

Capítulo 2.

Desafíos jurídicos y estrategias para fortalecer capacidades de gestión del agua en tres municipios de la cuenca del río Ayuquila

Mariano Jorge Beret Rodríguez

Este capítulo sintetiza la investigación jurídica realizada para analizar la normatividad municipal y las capacidades de administración y gestión de los servicios públicos municipales de agua en los municipios jaliscienses de Zapotitlán de Vadillo, Unión de Tula y El Grullo, pertenecientes a la cuenca del río Ayuquila, con la finalidad de identificar oportunidades de mejora y colaboración con los municipios para llevarlas a la práctica. Da cuenta de una metodología innovadora diseñada para el acopio de la normatividad vigente y sistematización en gabinete, así como el trabajo de campo para verificar su validez y obtener información sobre su aplicación administrativa, efectividad y cumplimiento.

Aporta una aproximación al régimen jurídico de los servicios públicos municipales en materia de agua en Jalisco, y explora los desafíos jurídicos que abordan los municipios en aspectos clave como la reglamentación, las instituciones y dependencias, la titularidad y derechos, las relaciones de coordinación y concertación, la organización administrativa y diversos procedimientos de gestión. Los resultados muestran fragilidad jurídica en la gestión pública del agua en los tres municipios, para lo que detalla estrategias de fortalecimiento jurídico a través de procesos de gobernanza en el diseño y aplicación de instrumentos jurídicos locales respecto al agua desde la investigación aplicada y su incidencia pública.

Se sugiere brindar el mejor acompañamiento técnico posible durante los procesos de gestión del agua en los municipios, asimismo analizar a mayor profundidad la implementación de instrumentos para encontrar contradicciones, vacíos y potencialidades.

2.1. Introducción

El marco jurídico puede ser tanto un impulsor de prosperidad y garantía de legalidad, como un detractor capaz de maniatar la actuación pública en la gestión del territorio y el patrimonio social¹, e inclusive vulnerar derechos humanos.

Las presiones a las que el contexto económico, político y social inmediato somete a los gobiernos locales son en la actualidad significativas. García del Castillo (2015:139) argumenta que los gobiernos locales son protagonistas, pero también víctimas y rehenes del deterioro de las instituciones del Estado-nación y del régimen geopolítico global imperante.

El mismo autor identifica tres aspectos clave para entender la realidad municipal: el marco jurídico institucional, los modelos de gestión y la democratización de la tarea de gobierno, como sistemas abiertos interrelacionados. Resulta imprescindible considerar que existe una íntima y natural interdependencia entre dichos aspectos clave y elementos fundamentales del ordenamiento y de la gestión territorial como el agua. De poco sirve tener buenas normas sin desarrollar la capacidad de aplicarlas de manera congruente, y de igual manera tener capacidades idóneas sin fundamentaciones jurídicas que habiliten prácticas administrativas y sociales seguras, oportunas y democráticas.

Esta investigación se centra en el área del marco jurídico institucional referido para comprender su existencia, suficiencia y elementos de aplicación, aunque toca contextos de los otros (aspectos clave) o “las otras” áreas.

Cabe también destacar el momento gubernamental en el que se realizaron las actividades de investigación, ya que fue el primer semestre del término constitucional de las administraciones municipales 2021-2024. Por ello los resultados que se obtuvieron son de utilidad para comprender las

¹ Se trae aquí a colación el concepto jurídico de “patrimonio social” vigente en el artículo 45 del Código Civil del Estado de Jalisco: El patrimonio social está compuesto por los ecosistemas, ya que de su equilibrio dependen la vida y el sano desarrollo productivo. Todo ser humano tiene derecho a desarrollarse en un medio ambiente sano. Se considera de orden público e interés social la preservación y restauración del equilibrio ecológico. (únicos párrafos). Complementa lo anterior el Artículo 44 al expresar que “El patrimonio social compete a todos los seres humanos y pertenece a la presente y futuras generaciones.” (único párrafo).

circunstancias jurídico-administrativas bajo las cuales se administran y operan los servicios de agua al inicio de cada periodo constitucional local. Asimismo, corresponde a ese entonces la información de gabinete pues se recabó en el otoño de 2021, salvo excepciones actualizadas hasta mayo de 2022, y ha de entenderse limitada a ese momento.

2.1.1. Aproximación al régimen jurídico de los servicios públicos municipales en materia de agua en Jalisco

Las bases constitucionales que atribuyen los servicios públicos de agua a los municipios son principalmente el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y del artículo 79 de la Constitución Política del Estado de Jalisco. Derivado de dichas bases constitucionales, y dado que ninguna actividad humana puede prescindir del agua para llevarse a cabo, se encuentra vigente una multitud de instrumentos normativos que delimitan atribuciones y competencias municipales en ámbitos diversos que inciden en el territorio, y por tanto en la cuenca. El artículo 45 de la Ley de Aguas Nacionales vigente expresa que es competencia de las autoridades municipales, con el concurso de los gobiernos de los estados en los términos de esta ley, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales que se les hubieran asignado, incluyendo las residuales, desde el punto de su extracción o de su entrega por parte de la autoridad del agua.

Por su parte, la Ley del Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios (en adelante LAEJM) es la norma marco del agua en Jalisco. El artículo 15 de la LAEJM referido a los principios que orientarán la política y la programación hídrica del Estado, y que deben observarse para la aplicación e interpretación de la propia LAEJM y las disposiciones que de ella deriven, en su fracción IV establece que: “La gestión del agua se hará en forma integrada a partir de la cuenca o subcuencas hidrológicas, como unidades idóneas de gestión hídrica, tomando en consideración el ordenamiento del territorio del estado y de sus municipios, así como la participación de la población ” (Congreso del Estado de Jalisco, 2018). También la LAEJM en su artículo 84 establece que serán principios rectores en materia servicios

de agua potable, alcantarillado y saneamiento, el garantizar a los usuarios el suministro de un servicio de calidad aceptable al costo más económico posible, a efecto de promover y hacer efectivo el derecho al agua potable y el saneamiento como un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos mediante:

- I. La distribución justa y equitativa de los beneficios y costos que generan los servicios de agua potable y saneamiento; y
- II. El pago justo, proporcional y equitativo de las contraprestaciones de los servicios a cargo de los usuarios que aseguren su sustentabilidad técnica y financiera.

El título segundo de la LAEJM denominado “De las autoridades municipales”, expresa en resumen lo siguiente:

Los municipios tienen a su cargo los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales (artículo 44).

Se consideran como servicios públicos todos aquellos prestados a usuarios que no posean derechos propios de explotación de aguas o vertido a cauces nacionales o de jurisdicción estatal (artículo 44).

Corresponde a los municipios el saneamiento de las aguas residuales de los servicios a su cargo, por lo que el servicio de saneamiento será inherente a la prestación del servicio de agua potable, lo mismo que el pago de derechos y sanciones por vertido a cauces nacionales o de jurisdicción estatal (artículo 45).

Los municipios, previo acuerdo entre sus ayuntamientos, podrán coordinarse y asociarse para la más eficaz prestación de los servicios a que se refiere esta ley.

La LAEJM en sus artículos 48 y 49 contempla para el ámbito intermunicipal solamente la posibilidad de constituir organismos operadores descentralizados para efectos de la prestación de los servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición final de sus aguas residuales. Sin embargo, entre las atribuciones que contempla su artículo 52 no se señala alguna en materia de programación hídrica o de manejo integral de cuenca, pues van encaminadas meramente a la prestación de dichos servicios. Esto resulta un área de oportunidad para un organismo público descentralizado (OPD) intermunicipal con visión de cuenca y para la integración de la cuenca en sentido rural y urbano, y no solamente de prestación de servicios públicos, lo cual en la región de estudio ha sido la razón de ser de la Junta Intermunicipal de Medio Ambiente para la gestión

Integral de la Cuenca Baja del Río Ayuquila (JIRA) desde su constitución en agosto de 2007.

Los Ayuntamientos expedirán los reglamentos relativos a la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado, tratamiento y disposición final de sus aguas residuales, observando las disposiciones definidas por las leyes federales y las bases generales que se establecen en el presente Título, la Ley del Gobierno y la Administración Pública Municipal y la Ley de Hacienda del Estado de Jalisco (artículo 85 Bis). Al respecto, y como fundamento jalisciense del marco competencial y operativo municipal como autoridad reguladora, el artículo 40 de la Ley del Gobierno y la Administración Pública Municipal del Estado de Jalisco, indica que los Ayuntamientos en materia de Ordenamientos Municipales pueden expedir, de acuerdo con las leyes estatales en materia municipal:

- I. Los bandos de policía y gobierno; y
- II. Los reglamentos, circulares y disposiciones administrativas de observancia general, dentro de sus respectivas jurisdicciones, que regulen asuntos de su competencia.

Aunado a ello, el reglamento de la LAEJM contempla parte del régimen municipal entre sus artículos 42 y 45, establece en su artículo 42 que corresponde a los municipios proporcionar los servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales, tratamiento, uso y confinamiento de biosólidos, preferentemente a través de organismos operadores descentralizados, municipales o intermunicipales, creados en la forma prevista por la Ley y la Ley del Gobierno y Administración Pública Municipal.

Se destaca de la LAEJM, para efectos, que el artículo 83 *in fine* incorpora el aseguramiento de un “mínimo vital”, al señalar que “los municipios y organismos operadores de los servicios se encontrarán obligados a permitir a los habitantes en forma permanente, regular, continua y uniforme, el acceso al agua potable para satisfacer sus necesidades vitales y sanitarias para uso habitacional, aún en el caso de adeudos no cubiertos por servicios prestados asegurando el suministro de agua de 50 litros por habitante por día”.

Con dichos fundamentos se pueden reconocer de manera básica las atribuciones, funciones y responsabilidades conferidas al municipio en materia de agua. Su interpretación y aplicación en la realidad son algo muy diferente, y es sobre ello que trata este capítulo, con base en la experiencia de investigación jurídica realizada.

2.2. Aportaciones de los métodos y herramientas de investigación

Durante el desarrollo de la investigación se generó un proceso con elementos de análisis propios, dado que en la literatura no se reconocen estudios que planteen metodologías de investigación jurídica para caracterizar los instrumentos normativos y su aplicación en el ámbito municipal, cuyos pasos generales se exponen a continuación.

En primera instancia, y con el objetivo de identificar la reglamentación ambiental de los municipios se realizó su acopio y sistematización en gabinete. El método empleado fue la consulta virtual de páginas oficiales y portales de transparencia de los municipios², a través de trabajo de gabinete para recabar y sistematizar la reglamentación, previo a identificar la vigencia de cada una de las normas a través de medios electrónicos. Posteriormente, en las primeras visitas a los municipios, se procedió a verificar su existencia, validez, vigencia y vigor, y a conocer de primera mano aspectos clave de aplicación y efectividad de la normatividad.

El trabajo de campo se nutrió principalmente de la realización de 15 entrevistas semiestructuradas, al menos cuatro reuniones de diálogo colaborativo, y observaciones directas durante diversas visitas técnicas a los municipios y recorridos en la región de estudio.

Los perfiles de los entrevistados fueron diversos, aunque se priorizaron aquellos servidores públicos con funciones y responsabilidades de carácter jurídico y legal en materia de agua, sea de manera directa o indirecta. Se conversó con los titulares de sindicaturas y secretarías generales de los tres municipios, así como con los directores de agua de cada uno, y sus responsables operativos; con titulares y personal auxiliar de la dirección de reglamentos, contralorías, de la unidad de transparencia y del juzgado municipal; y con otros integrantes de los gabinetes municipales, como direcciones de ecología, encargados de la hacienda municipal, obras públicas, participación ciudadana, y recursos humanos.

Para las entrevistas se diseñó un guion *ad hoc* con seis apartados y

² Información pública municipal alojada en el portal de transparencia del Gobierno de Jalisco, concretamente en <https://www.jalisco.gob.mx/transparencia/municipios>

60 reactivos en total, cuyos contenidos se preguntaron de manera selectiva a uno o varios entrevistados en cada uno de los municipios, y que son de manera sintética los siguientes:

- Reglamentación municipal servicios de agua y relativas: siete reactivos.
- Cabildo y comisiones: ocho reactivos.
- Titularidad y derechos de infraestructura: 12 reactivos.
- Coordinación: nueve reactivos.
- Concertación, participación, órganos y organismos auxiliares: seis reactivos.
- Organización administrativa y procedimientos: 18 reactivos.

Derivado de los estudios de gabinete y de campo referidos, se pudo caracterizar jurídicamente la gestión del agua en los municipios, identificar y sistematizar diversas oportunidades jurídicas o desafíos de mejora de la reglamentación de interés, así como plantear estrategias de fortalecimiento de capacidades municipales desde el ámbito jurídico, normativo y administrativo. Los siguientes apartados dan cuenta de ello, de manera resumida y concentrada.

2.3. Resultados y discusión

Algunas situaciones de fragilidad jurídica en la gestión pública del agua en los municipios con los que se colabora se hicieron evidentes con la realización de los diagnósticos jurídicos municipales, al igual que se evidenciaron el compromiso de los ayuntamientos y su personal para hacer malabares con las capacidades y presupuestos disponibles en sus administraciones. Si bien se destacan aquí las dificultades y faltantes en un sentido jurídico y administrativo, para promover alternativas de mejora en colaboración, no por ello se deja de reconocer lo que sí se tiene, y funciona de una u otra manera gracias a la suma de voluntades que creen en una determinada apuesta política local. Se presentan, en resumen, los principales hallazgos y desafíos jurídicos encontrados en cada una de las seis temáticas referidas.

2.3.1 Reglamentación municipal en los servicios de agua y relativos

Se analizó la existencia y vigencia de la reglamentación municipal (complemento de la sistematización previa de gabinete), marco competencial, lagunas o necesidades de actualización.

En el ámbito de la técnica reglamentaria, los municipios cuentan en algunos casos con reglamentos de relevancia para la gestión del agua de estructura y contenidos razonables para habilitar una gestión local de calidad, e incluso de años recientes. Pero también adolecen de instrumentos normativos adecuados para llevar a la práctica las responsabilidades que se les encomienda en materia de servicios públicos y de tutela del territorio. Destaca la inexistencia de un reglamento sobre el agua en Zapotitlán de Vadillo, cuya elaboración se consideró un problema de orden prioritario por los participantes del taller *Diagnóstico participativo para la gestión y cuidado del agua* llevado a cabo en Zapotitlán, dado que tampoco cuenta con un reglamento orgánico que norme las dependencias con atribuciones y responsabilidades en la materia, y la Dirección de Agua no cuenta con atribuciones definidas de manera propia. Colaborar en la elaboración o mejora de otros reglamentos también puede ser de importancia en el caso de Zapotitlán de Vadillo, por ejemplo, en materia de construcciones, aseo público y residuos.

Aunado a ello, no se encuentran las gacetas con los reglamentos, o solamente son unas pocas, o se conservan en formato electrónico solamente de alguna administración municipal. El Ayuntamiento de El Grullo cuenta con muy buena sistematización, que incluye acceso a reglamentos, fecha de publicación, vigencia e información de reformas, en su caso, así como con buscador y clasificador. Contempla, además, los ya abrogados, con su respectiva referencia a ello en el título, lo cual permite conocer su contenido a pesar de ya no estar vigente. En el caso de Unión de Tula, el ayuntamiento cuenta con un listado de reglamentos municipales con sus fechas de actualización, lo cual se reconoce como una buena práctica, sin embargo, se trata de la fecha en la que fueron subidas al portal, no la de su publicación oficial.

Los encargados de los portales de los municipios deben procurar un

mejor y más directo acceso a los reglamentos que aplican. Con frecuencia hay que buscarlos en los sitios de transparencia, donde no cualquier ciudadano iría a buscarlos, y es recurrente que ahí tampoco se encuentren, e incluso si se encuentran, no es garantía de que sean los instrumentos vigentes, pues suelen ser versiones no publicadas en la gaceta municipal, instrumento de publicación oficial de cada ayuntamiento.

El reglamento de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento del municipio de El Grullo, fue aprobado en diciembre de 2008 por el Ayuntamiento, y establece las medidas necesarias para la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Sin embargo, su contenido dispuesto en cuatro columnas hace complicada su lectura, por lo que debiera poder consultarse en una versión más comprensible.

A decir del director de la Junta Municipal del Agua Potable y Saneamiento (la Junta) la reglamentación actual “permite trabajar” y “está bien”, sin embargo, considera que requiere actualización en varios aspectos, sobre todo en cuanto a infracciones por parte de los usuarios y sus respectivas sanciones, así como en materia de participación social. Además, sería deseable realizar reformas relativas al Sistema Intermunicipal del Agua, El Grullo, Autlán y El Limón (SIMAGAL) en tanto que es organismo público descentralizado con un rol protagónico en el reglamento. Resulta de interés interpretar la existencia de la figura de la Junta (y particularmente de su dirección) dado que la dirección de agua potable y alcantarillado continúa existiendo en el reglamento orgánico del Ayuntamiento del municipio de El Grullo, Jalisco. Mientras, al acudir al enlace del organigrama de la Junta, y por denominaciones textuales, pareciera que el director cumple a su vez con el cargo y las funciones de la dirección mencionada.

Por su parte el reglamento para la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de Unión de Tula, de calidad técnica razonable, también establece las bases generales y medidas necesarias para la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, regula las facultades y obligaciones, así como la organización y el funcionamiento del “Sistema de Agua potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de Unión de Tula, Jalisco” (OSIAPA) y la comisión tarifaria.

Como resultado del primer taller de diagnóstico participativo para el cuidado y la gestión del agua potable en el municipio, en materia normativa y de reglamentación, los servidores públicos participantes compartieron que requiere ser revisada y es parte del árbol de problemas, tanto por encontrarse desactualizada como por su inexistencia en algunos aspectos, sobre todo en materia de sanciones e incentivos para los usuarios.

2.3.2. Cabildo y comisiones

Se indagó sobre comisiones, capacidades y necesidades institucionales, planes de trabajo, actas e informes (complemento de la sistematización previa de gabinete).

Las comisiones de cabildo que trabajan los temas de agua se encontraron instaladas e integradas en los tres municipios. No se encontraron desarrollados sus respectivos planes de trabajo, y en cuanto a actas de sesiones e informes de las comisiones de periodos anteriores, se pudo saber que casi no se realizan, y de hecho no se pudo acceder a documentos al respecto, ni en los portales de transparencia municipales, ni en archivos de los municipios. Sin embargo, pueden existir en registros de actas de la secretaría general, quien tiene la función específica respecto al libro de actas de cabildo, o incluso en archivos muertos.

2.3.3. Titularidad y derechos de infraestructura

Se recabó información sobre titularidad de concesiones de aguas subterráneas y superficiales; titularidad de sistemas abastecimiento y patrimonio e inventario de inmuebles municipales relacionado con los servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (APAS).

Zapotitlán de Vadillo cuenta con los títulos de las asignaciones de agua, pues todo se integró y aseguró legalmente para poder ejecutar inversiones gubernamentales en la reciente rehabilitación de las líneas de abastecimiento, lo cual incluyó el estar al corriente de los pagos de derechos. En algunos casos se tienen arreglos con el ejido para facilitar la infraestructura

municipal de abastecimiento de agua. No cuentan con infraestructura de tratamiento de agua en cabecera, y es complicado instalarla debido a la orografía, entre otras cuestiones.

Unión de Tula cuenta con los títulos de algunos de los pozos ya que los pozos que no están en cabecera siguen a nombre de la respectiva comunidad. Cabe precisar que como no todas las comunidades están adheridas al organismo (OSIAPA) no se cuenta con toda la información ahí.

El municipio no cuenta con permisos de descarga, según tienen conocimiento en el OSIAPA; donde entienden que se pagan derechos de descargas de agua, pero no tienen documentación sobre ello. Tampoco cuentan de momento con autorizaciones para el manejo de los lodos de depuración. Por lo que respecta al inventario de patrimonio e inmuebles municipales relacionado con los servicios de APAS, no se ha tenido acceso, y se desconoce si existe, pero debiera existir al ser el OSIAPA un organismo descentralizado municipal con autonomía y patrimonio propios.

En El Grullo la mayoría del agua que se aprovecha proviene de fuentes subterráneas y se extrae mediante pozos; otra parte proviene de la Sierra de Manantlán que llega por gravedad, en el oriente del municipio. Los títulos corresponden al municipio, y la Junta también cuenta con ellos, de hecho, resguarda los originales, y al momento no se han cedido parcial o totalmente derechos de dichos títulos. La Junta sí tiene titularidad de algunos pozos para uso público, ubicados en varias localidades, y una bodega donde antes era el pozo 4, que siempre ha ofrecido gran cantidad de agua que sale con minerales, azufrosa, caliente y con fuerte olor. No obstante, cuentan con unos cuatro pozos públicos alquilados a particulares por encontrarse en predios privados, en lo correspondiente al espacio que ocupan. Al igual que en otros municipios, no se identificó el inventario de patrimonio e inmuebles municipales relacionado con los servicios de APAS.

Los derechos de aprovechamiento y los de descargas se pagan trimestralmente, aunque, según la Junta, nunca se ha tratado el agua en el municipio hasta hace poco que se construyó la PTAR, pero como aún no ha sido recibida por el municipio, la sigue operando la Comisión Estatal del Agua (CEA), no se ha hecho uso del programa de devolución de derechos por

agua residual tratada (PRODDER), hasta que se reciba y opere. Se pagan, alrededor de 300,000 pesos al trimestre. Y en principio no reconocen otros instrumentos administrativo-económicos en materia de agua.

2.3.4. Coordinación

Interesó analizar la coordinación horizontal (municipal), con el organismo operador (si aplica), la coordinación horizontal (intermunicipal), así como la coordinación vertical y la concurrencia.

La coordinación horizontal de escala municipal resulta un aspecto clave de la gestión local donde concurren de manera natural y horizontal direcciones municipales como tesorería, obras públicas, cultura, ecología, participación ciudadana, desarrollo rural, entre otras.

En Zapotitlán de Vadillo se apoyan las unas a las otras de manera natural, al ser un municipio pequeño se resuelva la colaboración necesaria sin muchas formalidades. Unión de Tula arrastra diversas dificultades de coordinación entre el OSIAPA y por ejemplo la Dirección de Obras Públicas, con quien aquella tuvo muchos conflictos anteriormente, en razón de que ésta cerraba llaves sin avisar, y normalmente se enteraban de lo que sucedía por los reportes de la población, ya que el usuario había sido afectado.

Otro ejemplo es que la información sobre drenaje sólo la tiene OSIAPA, y como no hay un mapa de la infraestructura, se guían por los mapas mentales de quienes cuentan con mayor tiempo en el servicio. Otro aspecto a tener en cuenta es que el OSIAPA no tiene dirección jurídica o personal con formación en derecho, aunque sí existen en otras dependencias jurídicas municipales, como en la unidad de atención a víctimas del delito, y en el DIF, carencia que cubren con apoyo desde sindicatura cuando resulta necesario. Sin embargo, existe una buena coordinación con el municipio para la realización de algunas actividades como, por ejemplo, cuando se requiere maquinaria requerida para los servicios, pues en el OSIAPA no cuenta con la propia.

En El Grullo se realizan actividades coordinadas de manera natural con diversas direcciones y dependencias locales para la operación y administración de los sistemas de agua, entre las que destacan Catastro

municipal (en razón de las fincas que se dan de alta y requieren el servicio de agua), junto con Desarrollo Urbano y Obras Públicas, considerando cuestiones de programación y dotación del servicio, así como las necesidades de infraestructura que conlleva, al igual que la actuación coordinada en materia de pavimentos que requieren ser intervenidos. La Junta cuenta con muy escasos recursos económicos para la realización de sus funciones; inclusive recurren a créditos por dos o tres meses de parte del municipio para operar (gasolinas, maquinaria y otros gastos varios), y cotidianamente utilizan la retroexcavadora del municipio a través del programa “A toda máquina” del Gobierno de Jalisco. Con Protección Civil la Junta colabora por la existencia de dos o tres calles que se inundan de manera recurrente durante el temporal de lluvias, y cuando se desborda el río. Aunque como tal la Junta cuenta con un protocolo u operativo formal o normalizado para saber cómo actuar en casos ordinarios y extraordinarios. Los aspectos de rastro, incluidas las descargas, los ve Ecología, con quien la Junta “va de la mano”. Sin embargo, la Junta en principio no supervisa ni vigila su desempeño ambiental en materia de manejo de aguas del rastro municipal, especialmente las descargas de aguas de las faenas propias del rastro.

La coordinación horizontal con municipios vecinos, en el caso de Zapotitlán, se da de manera natural con los municipios con los que comparten líneas de abastecimiento de agua, como San Gabriel o Tolimán, las cuales pasan por Zapotitlán; y no tanto con los demás municipios, salvo por colaboraciones a través de la JIRA. La pertenencia y colaboración con JIRA resulta significativa, al igual que su presencia y conocimiento de la problemática ambiental del municipio, especialmente en materia de agua y residuos, al punto de que les ha apoyado para realizar el Plan Municipal de Desarrollo y Gobernanza de la actual administración.

Al respecto, en Unión de Tula existe una coordinación estrecha con El Grullo a través de los síndicos, con quienes tienen muy buena relación y se consultan entre sí. Con el resto de los municipios no hay problemas, pero no ha habido reuniones de colaboración. Se reconoce la coordinación del municipio con JIRA, en temas de monitoreo del agua y educación (desde

la dirección operativa del OSIAPA), y a través de las escuelas y el trabajo en temas ambientales como la separación de basura y otros.

Destaca la coordinación de El Grullo a través del Sistema Manantlán, al cual corresponde la parte oriente de El Grullo, junto con los municipios vecinos de El Limón y Autlán de Navarro en varias zonas geográficas que bajan hacia el río. El Sistema Manantlán cuenta con sus propios lineamientos, vehículos y operación cuya función de dirección y responsabilidad se alterna entre los anteriores tres municipios. En el caso de El Grullo primordialmente son las colonias San Isidro, El Pedregal y otros desarrollos próximos a éstas. También se colabora con la JIRA en varios aspectos, por ejemplo, la Junta facilita maquinaria para los desazolves a realizar en el rancho La Laja, donde la JIRA tiene un sistema de tratamiento pasivo de agua, para evitar que se desborden y puedan llegar al río. También en materia de tratamiento de aguas residuales con humedales artificiales.

En cuanto a la coordinación vertical, con dependencias del gobierno de Jalisco y el gobierno federal, en El Grullo se da a través de diversos apoyos y programas, además de trámites de administración del agua, no así con convenios de coordinación signados.

En Zapotitlán de Vadillo destaca que se recibe apoyo de la CEA para asegurar la cloración del agua abastecida, y se obtuvieron recursos de la Secretaría de Infraestructura y Obra Pública (SIOP) para rehabilitar dos tramos de tubería de abastecimiento (uno de 1.4 kilómetros y otro de 900 metros) que se encontraban en muy malas condiciones. Con el gobierno federal, solamente se da coordinación con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para buscar algún recurso, o para la regularización de asignaciones, y ponerse al corriente de pagos de derechos de carácter federal.

Por otro lado, Unión de Tula recibe apoyo de CEA con estudios físico-químicos y vector principalmente. Con el gobierno federal, ha solicitado apoyo de la CONAGUA para buscar algún apoyo, y en cuestión de trámites, principalmente para pagos de derechos por extracción, que es habitual y se hacen en línea, y en seguimiento de obligaciones legales derivadas de la titularidad de los pozos y concesiones.

En el caso de El Grullo la coordinación vertical es principalmente con la CEA en asuntos de cultura del agua, pues se sigue de cerca el modelo

CEA para los centros de cultura del agua en los municipios jaliscienses. Con el gobierno federal, más allá de coordinación, existe una relación administrativa natural con la CONAGUA en asuntos propios de esta comisión, por ejemplo, para obtener recursos federales y lograr reembolsos.

2.3.5. Concertación, participación, órganos y organismos auxiliares

Estos aspectos se centraron en reconocer lo que genera inequidad en el acceso a los servicios y en materia de calidad y saneamiento; la existencia y operación de consejos, comités, comisión tarifaria u otros en materia de agua, así como en experiencias en cultura de legalidad en agua.

La concertación social y política se ha visto por el momento bastante debilitada en los municipios. Será a través de una ciudadanía mejor informada como se puedan fortalecer los mecanismos de participación y control social de las decisiones sobre el bien común hídrico. La participación parece reducirse a los órganos institucionales más a modo de trámite que para resolver los problemas reales y de fondo de la gestión del agua. O se da de manera reactiva ante injusticias por incapacidad de la infraestructura o fallas en los servicios. El abastecimiento es lo que más importa a la población, lo que es natural pues la infraestructura no siempre se ve. Han de ponerse en juego de modo más manifiesto para romper dos tendencias que aquejan a los sistemas de agua: el hábito de que “lo que no se ve no se aprecia”, y la cultura de rápido alejamiento de las aguas grises y negras, que contaminan tanto las áreas urbanas y rurales donde se habita, como los ecosistemas en los que descargan.

En Zapotitlán existen comités de agua en las comunidades, no en cabecera. Han diseñado un esquema renovado de procesos de participación, pero la gente no se interesa en participar, según comparten diversos servidores. Dichos procesos se facilitan a través de la dirección de participación ciudadana, cuyo titular comparte que sí se cuentan con las capacidades personales y técnicas para realizar estas actividades, sin embargo, lo que falta y se requiere es contar con vehículos adecuados, por lo accidentado y complicado que son los caminos. Destaca el caso de la localidad de San José del Carmen, que gestiona directamente el agua, recaudan para el municipio,

e incluso otorgan autorizaciones para tomas de agua desde hace más de una década, de cuya organización y experiencia hay mucho que aprender.

En Unión de Tula cuentan con un caso similar, y es la delegación de San Clemente, una delegación grande, que tiene su comité, y su administración bastante autónoma. Los fontaneros son de la misma comunidad, y el OSIAPA paga la luz correspondiente; mientras que Ixtlahuacán otra localidad grande, no está adherida al OSIAPA. Consideran que a la gente le gusta interesarse por este tipo de temas, más si el tema es contar con los servicios.

También se reconoce que la comisión tarifaria se instala en cada administración, y que cambian las personas que representan a los usuarios según los intereses de cada administración. La comisión tarifaria es el órgano a través del cual se realizan estudios, se formulan propuestas y se aprueban las tarifas de los servicios de APAS que proporciona el OSIAPA.

El Grullo en su reglamento de los servicios de agua establece claramente la existencia del consejo de administración, y de la comisión tarifaria, así como los comités en localidades, entre otros, sin embargo, ningún entrevistado reconoció su existencia. A decir de los entrevistados de la Junta las capacidades institucionales para la concertación y la participación social en materia de agua “son muy básicas”. Desde Ecología se reconoce un comité en asuntos ecológicos y agropecuarios que agrupa a diversos actores interesados y que sesiona de manera itinerante según donde se dan los temas a tratar. En materia ecológica existe un comité en La Puerta del Barro, que funciona como agrupación ciudadana activa.

La cultura de legalidad en agua en los municipios se aplica de manera diferente, aunque con coincidencias en algunos aspectos como su cuidado y el no desperdicio, tanto en niños como en adultos y adultos mayores. En Zapotitlán no se han realizado las campañas de regularización, sensibilización sectorial u otras actividades como las relacionadas con aspectos contributivos.

En Unión de Tula se mostraron partidarios de trabajar en cultura del agua con usuarios productivos específicos, sobre todo con los que más consumen en razón de sus actividades; incluso ponerles medidor solamente

a ellos, y así ir avanzando en la conveniencia de que haya medidores para todos. Desde el OSIAPA reconocen que un programa especial como tal en materia de cultura de legalidad en agua no existe; se trabaja bajo el esquema de Espacios de Cultura del Agua de la CEA casi siempre con el sector educativo, con las mujeres que son quienes hacen mayor uso del agua, y se reconoce que también se podría trabajar con el sector agropecuario.

En El Grullo no se han realizado actividades de ese tipo, más allá de las campañas de sensibilización y regularización en periodos de recaudación por excelencia de los pagos por agua. Todavía no se ha trabajado con sectores productivos específicos, aunque se tiene en mente. Los periodos electorales restringen un poco estas actividades, por lo sensible que puede llegar a ser.

Se trabaja desde la Junta según pautas de la CEA, y en coordinación con Ecología para asuntos de interés común. La CEA le da seguimiento al programa de cultura del agua, y proporciona recursos en especie, así como por ejemplo las constancias de participación. El modelo inicial de contar con un centro de cultura del agua para el desarrollo de las actividades no les funcionó, y actualmente se apoyan en las instalaciones de las escuelas y otros espacios municipales. Es importante para la Junta que la población conozca lo que no se ve de la gestión del agua en el municipio, incluso lo que cuestan los servicios. Por ejemplo, sí desarrollaron algunas visitas guiadas de la población a algún pozo, y les funcionó bien. Querían proyectarlo a grupos organizados en diversas colonias, pero no se llegó a implementar, entre otras cosas porque es más difícil en el adulto.

2.3.6. Organización administrativa y procedimientos

Se abordaron diversas cuestiones relativas a los usuarios, a la documentación de medios y flujos administrativos, a la prevención y control de la contaminación, medios y medidas administrativas de inspección-vigilancia, y a la aplicación de sanciones.

En Zapotitlán de Vadillo existe y se signa un contrato de prestación de servicios, se realiza un formato de solicitud, tras la cual se programa una visita y posteriormente se autoriza. Se lleva un libro de registros de

tomas desde hace décadas, que hace las veces de un padrón, pero este no se ha podido reconocer. Algo que dificulta las cosas es que el municipio no cuenta con plan municipal de desarrollo urbano, ni planes parciales en su desarrollo, ni de manera individual, y hay algunos fraccionamientos y zonas de la cabecera que se han construido sin licencias, y que se encuentran irregulares en materia de agua y saneamiento.

En Unión de Tula se firma un contrato de prestación de servicios de APAS en tres tantos, que contempla tanto la toma de agua como la de drenaje, de ser el caso. Los contenidos mínimos de dicho contrato se encuentran regulados en el artículo 93 del reglamento municipal de agua. El contrato ya tiene tiempo, se ha actualizado en costos, en el clausulado muy poco, sólo han puesto algunas cláusulas especiales para prevenirse, como cuando contemplan que no pueden asegurar el agua en cierta zona. Asimismo, existe el padrón de usuarios de servicios de APAS, que es una base de datos que indica titular, toma que se paga, y referencias de donde está, así como si la toma es doméstica o no, pero no la ubicación exacta con coordenadas o el domicilio exacto.

El Grullo formaliza los servicios para los usuarios a través de dos tipos de recibo: uno para el alta de nuevo servicio (que requiere de una verificación previa), y otro para documentar los pagos, ya sean mensuales o anuales, los cuales se actualizan periódicamente en razón de la tarifa aplicable correspondiente. Asimismo, existe una base de datos de usuarios de servicios que se alimenta y actualiza, y que hace las veces de padrón de usuarios.

La documentación de medios y flujos administrativos resulta precaria en los tres municipios.

Destaca Zapotitlán de Vadillo, donde la dirección de agua potable cuenta con un manual de organización, que solamente recoge su objetivo general, misión y visión, así como las funciones de su director. En cuanto al manual de servicios, o de procedimientos en materia de agua, solamente cuentan con un documento que en cuadro identifica servicio, descripción, requisitos y costo (en administración 2018-2021). Los servicios que se incluyen y describen son: Conexión de agua, conexión de drenaje, cobro anual de agua potable, reparación y empedrado. Cuentan también con los

manuales de organización de numerosas dependencias, que tuvieron el apoyo de la Secretaría General para tenerlos y aplicarlos, y que se desarrollaron en el marco de la Agenda desde lo Local (INAFED). Todos se encuentran disponibles en el portal web municipal.

En Unión de Tula el OSIAPA no cuenta como tal con un manual de organización ni un manual de servicios, ante lo cual comparten que cada quien conoce su área, pero que servirían como referencias. Sí tienen un manual de procedimientos de 2018 que no ha sido modificado, para cuya elaboración les apoyó la CEA. No obstante, tanto detalle como qué hacer en caso de una fuga, por ejemplo, para actuar, no tienen, e indican sería bueno tenerlos para que los conozca el usuario.

La Junta de El Grullo no cuenta con manual de organización, ni manual de procedimientos ni de servicios. Con lo que sí se cuenta es con una bitácora de reparación de vialidades, tanto para concreto como para empedrados, esto derivado de las operaciones particulares de la Junta como conjuntas con la Dirección de Obras Públicas, y que se entiende ligado a asuntos de acreditación de inversiones y gastos municipales con recursos propios y de programas de apoyo gubernamental.

En cuanto a los medios para recibir sugerencias, quejas u otros, en Zapotitlán de Vadillo éstas se dan de manera presencial en Presidencia, o a través de los agentes municipales en las localidades, aunque también se reciben por vía telefónica a la oficina, o incluso a los teléfonos personales en ocasiones, ya que es “pueblo chico” y todos se conocen. En Unión de Tula se dan por vía telefónica a la oficina de OSIAPA, y también por la web del OSIAPA, redes sociales (Facebook) de lo cual se genera una bitácora que realiza su unidad de transparencia y comunicación. En El Grullo, por lo común el director de la Junta las resuelve de manera personal, por teléfono o incluso a través de redes sociales como Facebook se reciben y resuelven diversas necesidades de los usuarios.

Por lo que respecta a conflictividad entre usos y usuarios, esta no parece ser significativa en ninguno de los municipios. Lo que más se da son pequeñas controversias en razón de que alguien usa demasiada agua, o se deja correr el agua, los cuales se solucionan de manera amistosa, según

resulta de las correspondientes entrevistas. La gente llega a acuerdos entre ellos, no llega a las dependencias para que tengan que ejercer actos de autoridad, si acaso de conciliaciones informales que concluyen con acuerdos amistosos de buena fe. Desde los juzgados municipales comparten que sobre temas de agua o ambientales no hay casos, no se han suscitado y en los que se han dado no pasan del emplazamiento, pues se concluyen con dichos acuerdos. En Unión de Tula, desde sindicatura se manifiesta que hay gente que reniega cuando los ganaderos llenan sus cisternas de agua en época de secas (las llenan y transportan) principalmente porque se tira mucho el agua en la toma específica que tienen los ganaderos. Y que aún no se han aplicado medidas jurídicas, pero en caso de continuar y ser necesario, serían ejecutadas.

En El Grullo lo que sí reconocen es que hay muchas tomas clandestinas, o varios inmuebles (registrados de manera independiente en Catastro) que con una sola toma se surten, cuando deberían según la norma contar con una toma cada uno.

Los mecanismos de prevención y control de la contaminación también presentan desafíos en los municipios. Las capacidades gubernamentales no son suficientes para prevenir y controlar la contaminación del agua proveniente de actividades productivas y domésticas con impactos en los ecosistemas acuáticos e inclusive en la salud de la población.

En Zapotitlán de Vadillo no se identifican actividades productivas que generen descargas contaminantes de mayor riesgo por sustancias, pero debieran realizar trabajos a detalle para cerciorarse de ello, dado que no cuentan con sistema de saneamiento de agua ni en cabecera ni en prácticamente ninguna localidad.

En Unión de Tula ocurre que el OSIAPA sólo verifica las instalaciones, pero no la descarga. Les corresponde, pero debe ser en coordinación con Ecología, por ejemplo, de descargas de animales. Afortunadamente los drenajes van cerrados en la parte urbana, y las residuales van entubadas o canalizadas hasta la planta, salvo algunas excepciones que no están conectadas. Respecto a actividades productivas que generan descargas contaminantes de mayor riesgo por sustancias, en la zona centro ya no hay

tanto problema con los corrales como antes; en las orillas sí sigue siendo común el asunto, o cerca de “el vallado” como se le dice a las áreas junto al canal de descargas, más por lo que se consume y desperdicia que por contaminación, aunque un área de trabajo a futuro podría ser con los talleres automotrices. Un ejemplo de descargas contaminantes domésticas es un fraccionamiento en la localidad de Santa Ana, que está alejado y solicitan les lleven los servicios. Se supone que el fraccionador debe entregar el fraccionamiento con los servicios y la infraestructura, pero sólo lucra con ello, lo cual ocasiona incluso problemas de saneamiento. Lo mismo pasa en El Bicentenario, que sí tiene la infraestructura de drenaje, pero no de tratamiento, y está descargando directamente al arroyo. Además, el fraccionador compró sus propios materiales sin las especificaciones técnicas necesarias que las hagan compatibles con las del OSIAPA.

En El Grullo la prevención y control de la contaminación parece exceder las capacidades de actuación de la Junta, y queda exclusivamente en manos de la Dirección de Ecología, quienes no se hacen cargo del destino final de las aguas negras, aunque sí lo verifican desde los temas ambientales, y que se cumplan las normas al respecto. Desde Ecología por ejemplo, resuelvan lo que les corresponde en materia de impacto ambiental, sobre todo cuando son industrias (una gasera o un Aurrerá, por ejemplo), y para talleres se encargan de ver que se tengan recipientes para residuos, a quienes se los van a recolectar prestadores de servicios autorizados. En cuanto a actividades productivas que generan descargas contaminantes de mayor riesgo por sustancias, refieren que son los talleres y los restaurantes, y seguramente otras actividades clandestinas que no tienen manera de saber qué descargan. También las granjas pecuarias, que emiten olores fuertes por falta de aseo, sobre todo en periodos de calor, aunque afortunadamente se encuentran en la periferia urbana. Las descargas de estas granjas no llegan al dren urbano, sino que se suma a éste en un área exterior. Están en conversaciones para que los titulares de las granjas traten las aguas de manera previa, aunque ello no sea por completo. Van directamente con cada productor, pero no lo trabajan de manera coordinada con desarrollo agropecuario municipal, y también se apoyan con el personal de SEMADET

en la región (con sede en Autlán) para el tema de cumplimiento ambiental voluntario o forzoso, aunque más en cuestión de residuos que propiamente de agua, como en los casos de cadáveres de animales. Del mismo modo, la inspección y vigilancia es reducida en los municipios, y no se cuenta con documentación de denuncias históricas o en curso, sean estas populares, municipales, en materias de competencia estatal o federal, u otras.

En Zapotitlán de Vadillo no realizan actividades administrativas o sanciones formales en materia de agua. Si hay alguna queja o algún indicio se trata de verificar y resolver de manera sencilla, con apercibimientos que no impliquen procedimientos administrativos, ni aplicar medidas de reducción o suspensión en la prestación de los servicios ante incumplimientos.

Unión de Tula cuenta con un inspector de reglamentos (abogado, con aproximadamente un año en el cargo -ratificado-) que cuenta con sus formatos y desahoga las diligencias, muy atento a sus funciones para apoyar a cualquier área, y en el momento que se le requiere. Toda la actividad administrativa sancionadora se lleva a cabo por dicho inspector por medio de la sindicatura. El OSIAPA interviene cuando se está haciendo otro uso diferente del autorizado, pero no sobre asuntos de ecología, de salud u otras (cabe recordar que no cuenta con un jurídico propio), además de que no disponen de formatos para notificaciones o actas de verificación de visitas. Sin embargo, la mayoría de los incumplimientos se solventan de manera verbal según el OSIAPA, y no es muy frecuente que tengan que aplicar medidas de reducción o suspensión en la prestación de los servicios ante incumplimientos.

En El Grullo, los procedimientos existen, pero no se aplican plenamente. De manera interna lo realiza el director general de la Junta cuando llega a ser necesario, pero no se cuenta con procedimientos que los apliquen, a pesar de que se tiene esa facultad. Si se da una fuga interna notifican e invitan a cumplir, y si no resulta lo anterior cancelan el servicio con una válvula que reduce el flujo de agua. No se les suspende por completo para no meterse en problemas, mientras que las fugas externas la Junta las repara. Se pensó en instalar válvulas antimorosos que requieren unas llaves especiales para operarlas, y si se intentan violar puede apreciarse, pero es

algo delicado que habría que conversar con Presidencia. Se cuenta con un prestador de servicios sociales de la Universidad de Guadalajara que lleva los requerimientos con los adeudos y temporalidades (años) del mismo e invita a ponerse al corriente, y existe el interés de la Junta en pagarle aparte para que continúe realizando esas labores, ya que es una persona muy cumplida y organizada que les ha ayudado considerablemente.

2.3.7. Estrategias de fortalecimiento jurídico

Para llevar a cabo los servicios públicos con calidad, y encaminarse a una sostenibilidad capaz de garantizar los derechos humanos y la viabilidad ecosistémica, los municipios requieren instrumentos y procesos adaptativos, es decir, que se vayan construyendo y aprendiendo de las experiencias, sustentado en información científica y local, y que pretenda tanto la resolución de un complejo conjunto de problemas interrelacionados, como la resolución de problemas comunes, por lo que requiere la concurrencia, la cooperación y la colaboración de diversos actores e instituciones con una visión común (Cotler y Caire, 2009).

Las temáticas que suscitan interés jurídico en el proceso de la investigación se han compartido con los actores con los que se colabora, al menos con los municipios y la JIRA, a través del diálogo y puesta en valor de los resultados.

Sobre las oportunidades de mejora de capacidades e instrumentos jurídicos y administrativos para la gestión integral del agua, se procedió a su priorización junto a los actores clave con los que se colabora, y a ello fueron enfocados los esfuerzos de investigación e incidencia, muy en especial a través de un programa encaminado al fortalecimiento de capacidades en las tres escalas de acción más importantes: la humana o micro, la organizativa o meso, y la pública o macro, a través de una selección de programas de cursos y talleres jurídicos.

Se ha iniciado la elaboración de un futuro reglamento de agua de Zapotitlán de Vadillo, dado que el municipio no cuenta con uno, y en razón de ello, su fragilidad jurídica es considerable, al igual que sus potenciales

repercusiones, que incluso llegarán a arropar jurídicamente la seguridad formal de las inversiones realizadas en el sistema de saneamiento de San Francisco Mazatán.

El proceso se encamina a contar con el reglamento a partir de un proceso de fortalecimiento de capacidades personales y colectivas, y las contribuciones que aportan los participantes, que son personal directivo y operativo de las dependencias involucradas en la gestión del agua en el municipio, con la integración y colaboración de directivos de la JIRA.

Una consideración especial sobre los trabajos del reglamento de agua de Zapotitlán de Vadillo es que por sí mismo poco podrá cambiar si no se elaboran los manuales de organización, procedimientos, trámites y servicios en materia de agua, a la vez que se generen condiciones para aplicarlos; por lo cual estas herramientas deberán realizarse en el corto plazo.

En el ámbito de la técnica reglamentaria, se analizará a mayor profundidad la implementación del marco jurídico del agua en temáticas significativas para encontrar contradicciones, vacíos y potencialidades, así como proporcionar el acompañamiento técnico durante los procesos de elaboración y toma de decisiones reglamentarias en los municipios. Para ello se ha puesto a disposición el taller de actualización de reglamentación municipal en materia de servicios de agua, que tiene por objetivo analizar la reglamentación para identificar y promover oportunidades de mejora.

Para otorgar certidumbre sobre la reglamentación existente y vigente, y el problema de que las gacetas no se encuentran o solamente son unas pocas recientes, o se conservan en formato electrónico solamente las de una determinada administración municipal. Se promoverá la identificación de los instrumentos normativos municipales vigentes, y se realizó en Zapotitlán el taller *Régimen y procesos de reglamentación municipal*, diseñado para:

- Conocer los fundamentos jurídicos y los procesos de elaboración y aprobación de reglamentos municipales.
- Favorecer la colaboración social en dichos procesos, y
- Generar iniciativas de mejora reglamentaria.

Dado que existen operaciones administrativas indefinidas se propusieron los siguientes talleres:

- *Régimen competencial en materia de agua.* Para conocer las atribuciones y roles de instancias en diversos niveles de gobierno, órganos y organismos auxiliares, favorecer la coordinación gubernamental, y promover la concertación y participación social.
- *Elaboración y mejora de manuales de organización, procedimientos, trámites y servicios.* Que pretende analizar de manera crítica los procesos de gestión y administración pública del agua, favorecer la calidad de la gestión del agua, promover la equidad y la no discriminación en la gestión y administración pública del agua e identificar acciones que contribuyan a mejorar la gestión y administración pública del agua.

Con los anteriores talleres se pretende buscar alternativas de solución para las siguientes situaciones:

- Falta de aplicación cabal de funciones de las dependencias, entidades y organismos encargados de la tutela, administración y gestión del agua.
- Insuficiente coordinación.
- Falta de estrategias de gestión sustentable del agua y territorio.
- Ejercicio de concurrencias incompletas o desconocidas en la práctica administrativa.
- Inexistencia o no aplicación de manuales de organización, procedimientos, trámites y servicios en materia de agua:
- Falta de sistemas de monitoreo, seguimiento y evaluación de las decisiones con repercusión hidrosocial.
- Falta de continuidad en planes, programas, estrategias y acciones.
- Complicación en la generación y sostenimiento de condiciones de confianza y credibilidad.
- Dificultades para entendimientos comunes sobre las problemáticas del agua con relación al suelo, la vivienda y el territorio, así como sus servicios ambientales

Los talleres sobre transparencia y disponibilidad de información pública en materia de agua así como mecanismos y alternativas de participación o control social para la democratización hídrica local (con énfasis en participación institucionalizada, presupuestos participativos y testigos sociales) se orientaron a paliar dichas problemáticas.

Finalmente, el contar con procedimientos adecuados de inspección, vigilancia y sanciones en materia de servicios de agua que doten de seguridad jurídica tanto a la actuación administrativa como al usuario del agua resulta fundamental para llevar la gestión del agua y la sustentabilidad del territorio a un lugar mejor de donde se encuentran. También lo es la búsqueda de incentivos adecuados, la justicia y la proporcionalidad en las actividades de gestión del agua local. Dichos procedimientos o no existen, o son letra muerta, ya sea por inacción o por desconocimiento.

Al respecto se han diseñado programas formativos que fortalecen las capacidades municipales con:

1. Herramientas legales para la defensa del agua, el ambiente y el territorio, cuyos objetivos son conocer los cauces, vías legales y recomendaciones para denunciar, dar seguimiento y llegar a concluir procedimientos jurídicos de defensa del agua, el ambiente y el territorio.
2. Mecanismos de prevención y control de la contaminación en materia de agua, para:
 - Promover grupos locales de vigilancia ambiental participativa.
 - Analizar de manera crítica los procesos de prevención y control de la contaminación en materia de agua.
 - Favorecer la calidad de la gestión del agua.
 - Promover la equidad y la no discriminación en la prevención y control de la contaminación en materia de agua, e identificar acciones que contribuyan a mejorar la prevención y el control de la contaminación en materia de agua.
 - Elaboración y mejora de procedimientos de inspección, vigilancia y sanciones en materia de servicios de agua, que concretan por ejemplo formatos y actas de verificación, acción gubernamental coordinada, con seguridad jurídica de las partes.

2.4. Conclusiones

Los resultados iniciales de esta investigación realizada muestran fragilidades jurídicas de la gestión pública del agua en los municipios con los que se colabora, entendidas estas en razón de inexistencia de marcos regulatorios precisos y de instrumentos jurídicos que faciliten la administración sustentable de los sistemas locales de agua.

Se puede reconocer una insuficiente coordinación para satisfacer la problemática así como una falta de estrategias de gestión sustentable del agua y el territorio.

Esta desvinculación entre la planificación del desarrollo y la planificación territorial, a su vez provoca y perpetúa la falta de recursos, infraestructura y servicios en materia hídrica local. Lo anterior se ve potenciado por la inexistencia o no aplicación de instrumentos normativos y de gestión, como los manuales de organización, procedimientos, trámites y servicios en materia de agua.

Se requiere también contar con procedimientos adecuados de prevención y control, de inspección y vigilancia, que doten de seguridad jurídica tanto a la actuación administrativa como al usuario del agua. Los aspectos anteriores resultan fundamentales para llevar la gestión del agua y la sustentabilidad del territorio a un lugar mejor de donde se encuentran, como también lo es la búsqueda de incentivos adecuados, la justicia y la proporcionalidad en las actividades de gestión local del agua.

Sería deseable hacer patente, a través de información focalizada, el estatus del agua en el municipio, así como sobre su cantidad y calidad, las necesidades de planeación y operación de los sistemas, así como los costos reales de los servicios, tanto como elemento de carácter informativo, como para profundizar en la puesta en común de la realidad local en cuanto al agua, que a la postre pueda, junto con actividades de cultura y educación, sensibilizar sobre las necesidades económicas de los servicios del municipio, reducir la morosidad, prestar el servicio de una manera más equitativa, e inclusive a mediano y largo plazos poder sustentar esquemas de micromedición que redunden en una mejor, más justa y proporcionada administración del agua.

Resulta conveniente analizar a mayor profundidad la implementación del marco jurídico del agua en temáticas significativas para encontrar sus contradicciones, vacíos, potencialidades y proporcionar el acompañamiento técnico durante los procesos de elaboración y toma de decisiones en los municipios. No por tener mejores normas se mejora en automático la gestión pública, pero ayuda. Los reglamentos son instrumentos de la democracia local que han de responder a un tiempo y espacio determinado, por lo que es un grave error copiar reglamentos de otros municipios sin un proceso de construcción colectiva de los textos así como al detalle que resulte prudente. Es necesario abrir las iniciativas de mejora reglamentaria y de los demás instrumentos formales de gestión local del agua a la población. Los reglamentos han de reconocerse y crearse por la población interesada, con el acompañamiento técnico y el proceso de formación ciudadana en cultura de legalidad oportuno.

Esta experiencia de investigación demuestra que, desde la investigación jurídica aplicada, y su incidencia pública, se puede mejorar la realidad a través de procesos de gobernanza del diseño y aplicación de la reglamentación local del agua y demás instrumentos legales que se orientan a garantizar los derechos humanos al agua y al saneamiento, al ambiente sano, y tantos otros que son interdependientes de estos.

2.5. Bibliografía

- Ayuntamiento de El Grullo, Jalisco (2018). *Reglamento orgánico del Ayuntamiento del municipio de El Grullo, Jalisco*. Texto original y modificaciones expedidas al 30 de noviembre de 2018. https://elgrullo.gob.mx/Documentos/Ordenamientos/20031227_org_3f523743-0ee2-4947-b5b6-8c694b0b3fd0.pdf
- Ayuntamiento de El Grullo, Jalisco (2022). *Reglamento de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento del municipio de El Grullo, Jalisco*. Texto original sin modificaciones conocidas

- al 30 de agosto de 2022. [https:// elgrullo.gob.mx/Documentos/Ordenamientos/20081210_org_6474d-ce0-a796-4631-8409-ef6e3af2d293.pdf](https://elgrullo.gob.mx/Documentos/Ordenamientos/20081210_org_6474d-ce0-a796-4631-8409-ef6e3af2d293.pdf)
- Ayuntamiento de Unión de Tula, Jalisco (2008). *Reglamento para la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de Unión de Tula, Jalisco*. Texto original de Gaceta municipal del 2 de junio de 2008, sin modificaciones conocidas al 30 de agosto de 2022. https://uniondetula.gob.mx/filetransparencia/Articulo_8/Fraccion_II/d/ReglamentosMunicipales/REGLAMENTO%20DE%20SISTEMA%20DE%20AGUA%20POTABLE.pdf
- Cámara de Diputados (2022). *Ley de Aguas Nacionales*. Texto original y reformas decretadas al 11 de mayo de 2022. México. Diario Oficial de la Federación del 11 de mayo de 2022. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (2021). Texto original y reformas decretadas al 28 de mayo de 2021. *Diario Oficial de la Federación* del 28 de mayo de 2021. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- Constitución Política del Estado de Jalisco. (2022). Texto original y reformas decretadas al 16 de junio de 2022. Decreto 28770/LXIII/22. *Periódico Oficial El Estado de Jalisco* del 16 de junio de 2022. <https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/06-16-22-vi.pdf>
- Congreso del Estado de Jalisco. (2018). *Ley del Agua para el Estado de Jalisco y sus municipios*. Texto original y reformas decretadas al 2 de agosto de 2018. Decreto 26842/LXI/18. *Periódico Oficial El Estado de Jalisco* del 2 de agosto de 2018. https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/08-02-18_v.pdf
- Congreso del Estado de Jalisco. (2019). *Reglamento de la Ley del Agua para el Estado de Jalisco y sus municipios*. Texto original y reformas decretadas al 24 de octubre de 2019. Acuerdo DIGELAC ACU

- 071/2019. *Periódico Oficial El Estado de Jalisco* del 24 de octubre de 2019. <https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/10-24-19-ii.pdf>
- Congreso del Estado de Jalisco. (2020). *Ley de Hacienda del Estado de Jalisco*. Texto original y reformas decretadas al 8 de febrero de 2020. Decreto 28770/LXIII/22. *Periódico Oficial El Estado de Jalisco* del 8 de febrero de 2020. <https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/02-08-20-iii.pdf>
- Congreso del Estado de Jalisco. (2021). *Ley del Gobierno y la Administración Pública Municipal*. Texto original y reformas decretadas al 2 de octubre de 2021. Decreto 28445/LXII/21. *Periódico Oficial El Estado de Jalisco* del 2 de octubre de 2021. <https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/10-02-21-v.pdf>
- Congreso del Estado de Jalisco. (9 de abril de 2022). *Código Civil del Estado de Jalisco*. Texto original y reformas al 9 de abril de 2022. Decreto 28770/LXIII/22. *Periódico Oficial El Estado de Jalisco* del 9 de abril de 2022. <https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/04-09-22-iv.pdf>
- Cotler H. & Caire G. (2009). *Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México*. México. Instituto Nacional de Ecología-WWF-Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P.
- García del Castillo, R. (2015). Los municipios mexicanos: evolución, contexto y desafíos actuales. *Revista Iberoamericana de Estudios Municipales (RIEM)*, 11 (6), pp 115-143. Instituto Chileno de Estudios Municipales-Universidad Autónoma de Chile. https://revistas.uaautonoma.cl/index.php/riem/article/view/374_ref_6bdb7cce-ddb4-4747-b0e7-04b006697079.pdf

PARTE II:

**DESAFÍOS EN LA GESTIÓN DEL SERVICIO DE AGUA
POTABLE EN LOS MUNICIPIOS**

Capítulo 3.

Cultura del agua y morosidad: desafíos prioritarios en El Grullo, Jalisco

Luz Emilia Lara y Bretón

Actualmente, la administración de los recursos hídricos por parte de los municipios representa un desafío, no sólo en términos de estrategias de suministro, potabilización, distribución y saneamiento, sino que también demanda estrategias sólidas para fomentar un uso sustentable y democrático del agua tanto en el sector comercial como en el doméstico.

Conocer las prácticas en el consumo del agua, las percepciones de los habitantes y los valores que las definen, se vuelve un asunto prioritario para dirigir estrategias que contribuyan a enfrentar la escasez, la contaminación, la exclusión, así como la falta de recursos monetarios y humanos para la gestión sustentable del agua en los municipios pequeños.

A través de un estudio de caso, sustentado con datos emanados de técnicas cualitativas y cuantitativas, en este capítulo se exponen los desafíos en materia de cultura de agua que enfrenta la administración del gobierno local de El Grullo, al sur de Jalisco, donde los habitantes valoran positivamente el recurso hídrico por su importancia inherente; sin embargo, no dimensionan su rol dentro del ciclo integral del agua, por lo que su afectividad en cada una de las etapas del ciclo no es percibida ni valorada, incrementando la fragilidad en la sustentabilidad del recurso, siendo necesario incrementar el conocimiento e involucramiento de los habitantes. En este tenor, los principales desafíos para este municipio, como para muchos otros en el país, se centran en la transparencia y cultura contributiva, la cultura del cuidado y una visión sustentable de la cuenca.

3.1. Introducción. El agua, derecho humano que fluye a contracorriente

Si bien todos tenemos derecho al agua, no todos tenemos garantizado el derecho de forma equitativa. El agua es un recurso finito, difícil de obtener e imprescindible para la vida misma, lo cual ha llevado a que cada cultura o sociedad priorice y valore de diversas maneras a quiénes, para qué y cuánta agua se utiliza.

Establecer dicha gobernabilidad demanda una creación y coordinación de esfuerzos y voluntades para el manejo democrático del agua (cfr. PNUD, 2012). Los gobiernos locales o municipales son los principales responsables de la gestión del agua potable en los municipios de menos de 50 mil habitantes, donde por lo general no existe un organismo público descentralizado (OPD) que realice esa función. La gestión adecuada del recurso demanda la creación y coordinación de esfuerzos y voluntades para el manejo democrático del agua, es decir, para la gobernabilidad democrática del agua es necesaria la suma de voluntades entre los gobiernos, organismos y sociedad civil, desde un marco de derechos humanos y desarrollo social, para establecer quién y cómo usa o controla el recurso hídrico (*Ibid*).

Los ayuntamientos locales, a través de sus direcciones de agua potable, enfrentan diversas adversidades para garantizar un acceso democrático y sustentable del recurso hídrico, que impiden que éste fluya de manera equitativa, suficiente y segura. Los principales factores limitantes que se convierten en desafíos para que los gobiernos municipales puedan garantizar el derecho humano al agua van desde el agroextractivismo (cfr. McKay et. al. 2021), la burocratización, la corrupción, la falta de capacidades tecnoeconómicas, hasta la falta de cultura sobre el cuidado del agua en la población.

En el contexto anterior, en este capítulo se exponen los desafíos en materia de cultura sobre el agua que enfrenta la administración del gobierno local de El Grullo, a través de la percepción de funcionarios que brindan el servicio de agua potable, pobladores jóvenes, adultos y comerciantes de El Grullo, un municipio que destaca por su vocación agrícola en el cultivo de caña de azúcar, desde hace más de tres siglos.

3.2. Metodología

A través de cuatro mesas de diálogo se construyó un diagnóstico de desafíos y problemáticas detectadas por los funcionarios para la gestión hídrica. En estas mesas también participaron integrantes de la Junta Intermunicipal de Medio Ambiente y la Unión de Comerciantes y Profesionistas del municipio. Estas mesas de diálogo se complementaron con recorridos de reconocimiento en campo.

Además, se realizó una encuesta a pobladores en general, con tres temáticas: uso y cuidado del agua, gestión del agua potable y recaudación.³ Se realizó un muestreo no probabilístico discrecional de 95 personas de entre 14 y 81 años de edad, de los cuales 64 eran mujeres y 31 hombres. Se encuestó a un número mayor de mujeres porque estas son las principales administradoras del agua en el hogar, al ser las principales responsables de las actividades domésticas que involucran el líquido, como la higiene y limpieza. Asimismo, son las que padecen mayormente la falta del líquido, no sólo porque les hace falta para realizar las actividades domésticas, sino porque la mayoría de las veces la responsabilidad de acarrear agua recae en ellas, asimismo, si los miembros de la familia enferman con padecimientos relacionados a la falta de higiene o mala calidad del agua (diarrea, lombrices, infecciones gastrointestinales, entre otras) tradicionalmente, las mujeres se deben encargar de cuidar a las y los enfermos (cfr. PNUD, 2012), sobrecargando sus rutinas y su salud emocional.

³ Dicho diagnóstico se realizó en el marco del proyecto A400. Fortalecimiento de capacidades para la gestión sustentable del agua en municipios de la Red de Alcaldesas de Jalisco y el PRONAI No. 319055 del CONACYT.

Figura 3. 1. Reuniones y visitas de campo realizadas en El Grullo.



a) Mesa de diálogo con funcionarios municipales, b) Aplicación de encuestas a la población,
c) Mesa de diálogo con actores de interés, d) Recorrido por la PTAR.

Fuente: colección propia.

3.3. Resultados

Los resultados muestran que existe una preocupación por parte de los usuarios y prestadores del servicio del agua potable en cuanto a la suficiencia y calidad, no obstante, no es común que los usuarios dimensionen su consumo y su uso dentro del ciclo integral del agua. Asimismo, hay casi nula circulación de información sobre las fuentes de agua, la cultura de agua, del desagüe y de su reintegración al ciclo natural del agua.

3.3.1 El ciclo integral del agua en El Grullo

Tener agua en las ciudades implica todo un sistema de servicios (ver capítulo 2) y tecnologías que modifican el ciclo natural del agua. A dicho sistema

se le conoce como ciclo urbano o integral del agua¹. En el ciclo urbano del agua se desarrollan diversas actividades antrópicas que pueden dañar de forma irreversible el ecosistema (cfr. Ibarloza, Malles y Azkue, 2025), por lo que es esencial conocerlo y dimensionar el papel de los usuarios del agua en los procesos de contaminación y abatimiento del recurso.

El ciclo integral del agua engloba los pasos a través de los cuales los humanos aprovechamos en las ciudades el agua disponible en la naturaleza e implica la gestión de los gobiernos para preservar, administrar y distribuir el recurso hídrico a través de seis etapas: Captación, potabilización, almacenamiento, distribución, saneamiento y depuración.⁴

CAPTACIÓN. Se refiere al proceso mediante el cual se obtiene de la naturaleza el volumen de agua requerido para el consumo humano y las actividades antrópicas. Esta captación se obtiene de aguas subterráneas mediante pozos, de aguas superficiales mediante embalses o presas y de la atmósfera mediante la captación de agua de lluvia o de rocío. En el caso del municipio de estudio, El Grullo, el 80% del agua para la capital del municipio se obtiene de pozo, mientras que el otro 20% proviene de un manantial en la sierra de Manantlán.

POTABILIZACIÓN. El agua recién captada de la naturaleza requiere de cierto tratamiento para que sea segura para el consumo humano. Por agua segura se entiende que no debe contener microorganismos o sustancias químicas o radiactivas que pueden constituir una amenaza para la salud de las personas. Además, el agua debe tener un olor, sabor y color aceptables para uso personal y doméstico (PNUD, 2012).

En El Grullo, como en la mayoría de los lugares del país, el método de potabilización utilizado es la cloración. Para ello se requiere de una infraestructura llamada planta de potabilización, la cual es una cisterna junto al pozo donde se clora el agua, previa a su distribución.

⁴ Dado que en este texto se analiza la gestión del recurso hídrico, es decir, desde los gobiernos locales y utilizado sólo en las ciudades, se optó por emplear las etapas del ciclo integral o urbano del agua para exponer los resultados obtenidos.

ALMACENAMIENTO. El agua potabilizada es almacenada en tanques o cisternas conectados a la red de distribución. El objetivo es tener suficiente agua en un depósito cercano a la zona urbana y desde ahí controlar el suministro. En El Grullo, este control se lleva a cabo mediante una estación de bombeo que requiere mantenimiento continuo y personal operativo. Este proceso es de los que mayor gasto representa para el ayuntamiento ya que implica el pago de electricidad y los costos de reparación de la bomba cada vez que se avería. Además, hay un gasto adicional para el municipio en esta etapa, ya que en uno de los sitios de almacenamiento deben pagar renta a un particular por encontrarse dentro de su predio.

DISTRIBUCIÓN. Se refiere al proceso mediante el cual se reparte el agua almacenada por distintas escalas de redes de tuberías a los puntos de distribución y de estos a tuberías de menor diámetro que llegan hasta cada uno de los domicilios. En El Grullo, el 99% de los hogares cuentan con la conexión a dicha red, por lo que la cobertura no es un problema, pero sí lo es el avanzado estado de deterioro al que ha llegado la infraestructura de distribución y drenaje del municipio, ya que hay tuberías muy viejas e incluso aún de asbesto o amianto, el cual es un material que puede causar problemas de salud como cáncer de pulmón o mesotelioma, tras una exposición frecuente a las fibras de este material en el agua y que permanecen en el cuerpo provocando inflamación y cicatrización de diversos órganos del tórax (INC, 2022).

El mantenimiento o reparación de esta red también es un reto para la administración actual ya que además desconocen la localización de la red pues no existe un plano de la red —lo cual es común en los municipios— y para reparar alguna fuga deben abrir varios metros en la calle para encontrar válvulas u otros puntos de importancia en la reparación.

SANEAMIENTO. Para el saneamiento se recoge el agua utilizada en los hogares y comercios; de ahí se lleva a través de la red de drenaje hacia las plantas de depuración o tratadoras de aguas residuales (PTAR). Para El Grullo, los diferentes grados de pendiente han sido un reto para el diseño

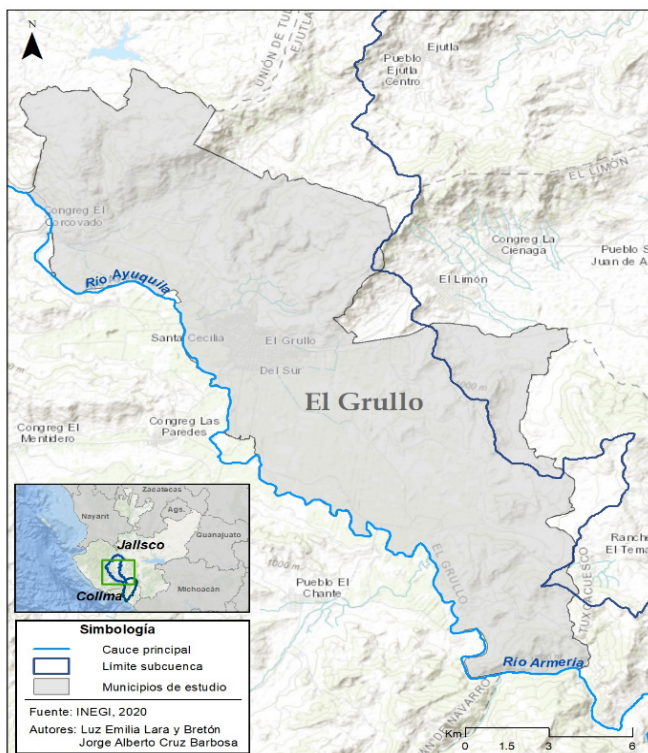
de la red de drenaje ya que actualmente existe una colonia que en temporal de lluvias suele inundarse con aguas grises, esto se debe a que el diseño de la red no es el adecuado y no hay separación de aguas pluviales, siendo insuficientes las existentes. Aunado a lo anterior, en tiempo de zafra deben estar pendientes de mantener las alcantarillas libres de cenizas que puedan obstruir el flujo y que reduzcan la capacidad de caudal de las tuberías.

DEPURACIÓN. El agua residual es dirigida a la PTAR donde se depura para regresarla a la naturaleza en las mejores condiciones posibles. Desde el 2021 en El Grullo existe una de estas plantas que, a través del proceso de lodos activos, depura el agua para su desemboque en el río Ayuquila. Dicha PTAR aún es operada por una empresa particular contratada por la Comisión Estatal del Agua (CEA), pero una vez que esté estabilizada será entregada al gobierno municipal para que éste la opere. Aunque la actual administración considera que existen varios riesgos al recibir la PTAR ya que para su funcionamiento requiere la manipulación de gas cloro, lo que es un alto riesgo para el personal poco calificado, asimismo existe la preocupación de que no funcione la desecadora de lodos, así como el destino final de los lodos cuando ya no quepan en la PTAR. Otra gran preocupación para el ayuntamiento es el alto costo de electricidad que demanda la PTAR y que no podrían pagar con la actual recaudación. Como se ha enunciado brevemente, en cada una de las etapas del ciclo integral del agua se presentan retos para la gestión democrática y eficiente del agua, mismos que actúan en forma sistémica.

3.3.2 El Grullo, un pueblo empantanado en la morosidad

Las toponimias revelan alguna característica dominante de los lugares por la que adquieren su nombre. Se etiquetan impregnadas de simbolismo, sentido y calcando la cultura humana en el territorio (cfr. Folgueira, 2009). El nombre de El Grullo refiere a un zacate pantanoso predominante en la región (cfr. Gob. del Edo. Jalisco), lo cual indica que en ese lugar alguna vez existieron terrenos pantanosos, es decir con agua, como se observa en su escudo de armas en el que hay un ave grulla posada sobre un zacate grullo.

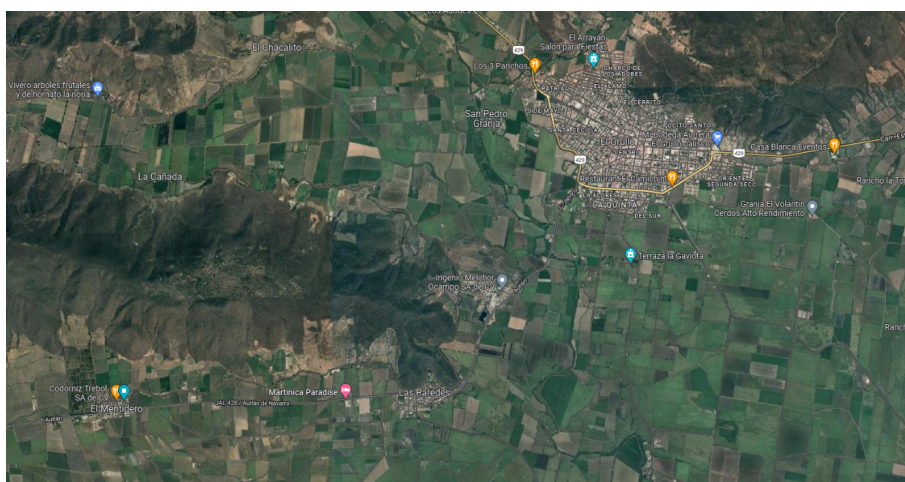
Figura 3. 2. Localización de El Grullo.



Fuente: Elaborada por Jorge A. Cruz Barbosa y Luz E. Lara y Bretón con base en INEGI (2020).

Los terrenos pantanosos conformaban la ribera del río Ayuquila-Armería (ver figura 3.2). A la llegada de los españoles, fueron utilizados para instalar plantaciones principalmente de caña de azúcar que abastecían en esa época a la industria alcohólica de la región. Hoy en día, las más de 5 mil hectáreas de caña que tiene el municipio (SIAP,2021), abastecen al ingenio azucarero Melchor Ocampo (figura 3.3). Cabe mencionar que estas plantaciones cuentan con riego aprovechado del cauce del río Ayuquila-Armería, por lo que la agricultura es el principal uso del agua en la cuenca.

Figura 3.3. Vista área del valle cañero e Ingenio Melchor Ocampo en El Grullo.



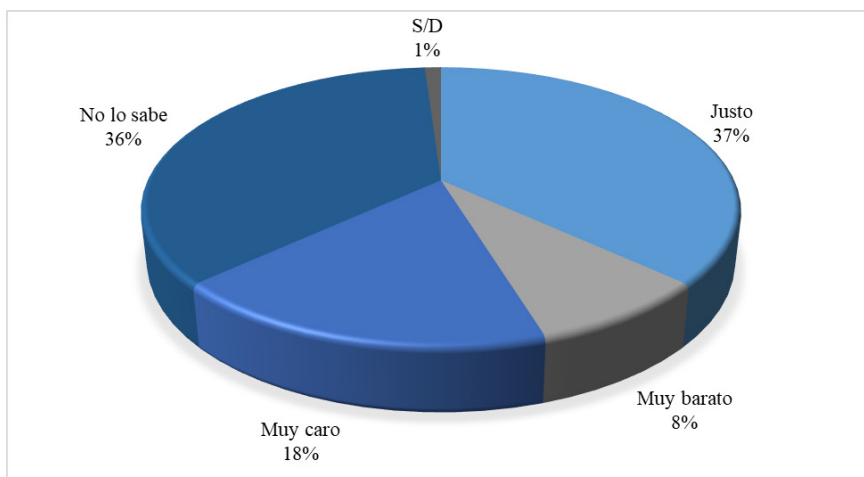
Fuente: Googlemaps. Señales propias.

El Grullo tiene una población de 25,920 personas de las cuales 13,294 son mujeres y 12,626 son hombres (INEGI, 2020). El número total de hogares es de 7,458, de los cuales el 88% se concentran en la cabecera municipal, y el resto se localizan en rancherías o pequeños poblados rurales, es decir, de menos de 2,500 habitantes. Además, hay un total de 1,491 viviendas desocupadas (INEGI, 2020).

Estos hogares son los principales demandantes de agua potable a los que brinda servicio el ayuntamiento. Cada vivienda tiene en promedio de 3 a 4 habitantes. De acuerdo con INEGI (2020), el 99% de las viviendas

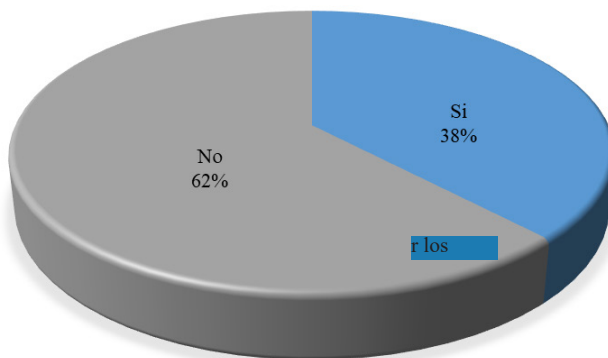
cuentan con agua potable. No obstante, el servicio actual del agua potable enfrenta una importante cartera vencida de cuotas de agua, de más de 20 millones de pesos, de acuerdo con datos proporcionados por los funcionarios. Además, presentan un alto porcentaje de morosidad, de alrededor del 40%. ¿A qué se debe la falta de cultura contributiva? La mayoría de la población encuestada en la cabecera municipal dijo que, aunque el costo del agua les parece justo (37%) y son conscientes de que es un servicio que debe cobrarse (62%) para cubrir principalmente los costos de infraestructura y mantenimiento (67%), consideran que la mayoría de los deudores no la paga por irresponsables (25%) que lo dejan para después y porque no hay sanciones para quienes no la pagan (11%) o porque la mayoría desconoce cuáles son las sanciones (ver gráficas figuras 3. 4, 3.5, 3.6 y 3.7). Cabe mencionar que el 36% de los encuestados desconocían el costo del servicio del agua, ya que eran jóvenes que dependían aún de sus padres y no tenían idea de su costo.

Figura 3. 4. Percepción de la población sobre el costo del servicio de agua



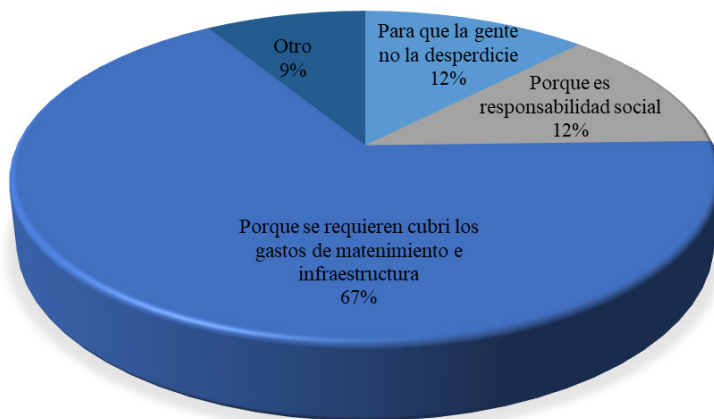
Fuente: EUSPAP El Grullo, 2021.

Figura 3. 5. ¿Agua gratuita?



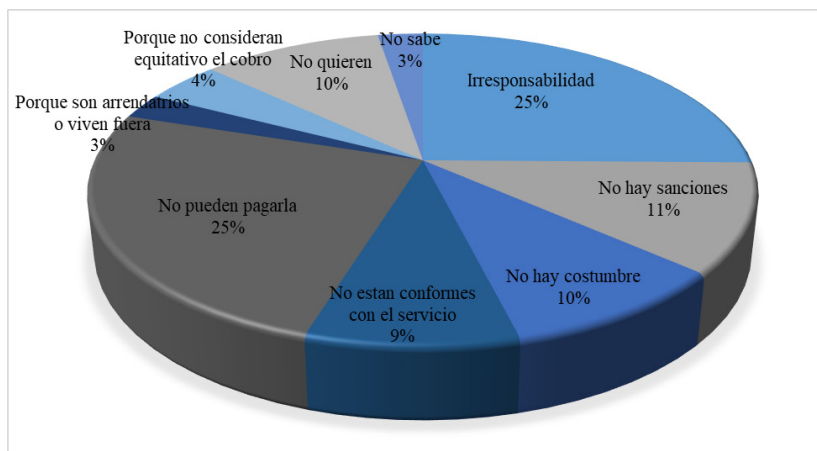
Fuente: EUSPAP El Grullo (2021).

Figura 3. 6. Razones para pagar el agua.



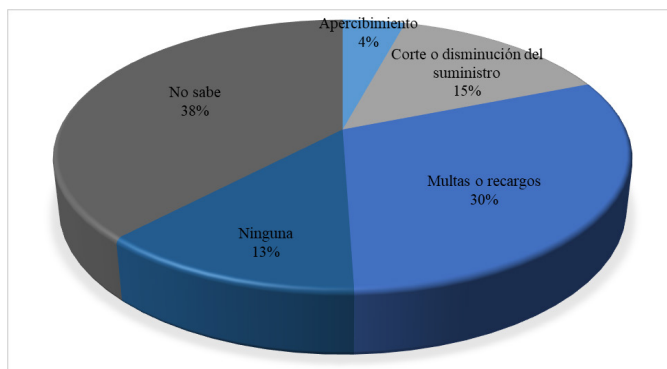
Fuente: EUSPAP El Grullo (2021).

Figura 3. 7. Razones por las que la población no se paga el agua



Fuente: EUSPAP El Grullo (2021).

Figura 3. 8. Sanciones por no pagar el agua



Fuente: EUSPAP El Grullo (2021).

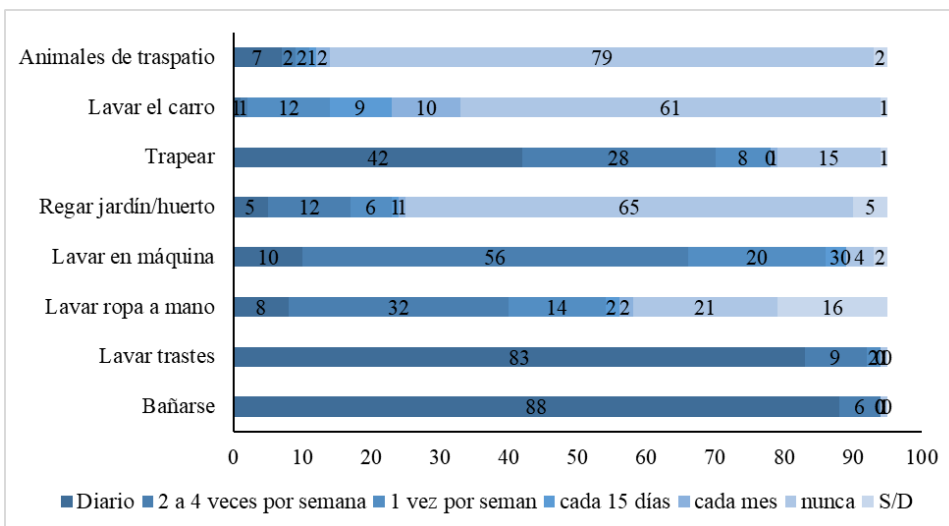
Los funcionarios consideran que, si se trabajara en disminuir la cartera vencida y reducir la morosidad, el servicio de agua potable podría ser autosuficiente financieramente, ya que actualmente no lo es, pues depende de créditos y préstamos de la tesorería general del municipio. No obstante,

algunos opinan que presionar a la gente “de más” para que paguen puede traducirse en un costo político en las siguientes elecciones de alcalde, por lo que los avances en la recaudación se hacen con tiento y a un ritmo más lento del necesario. En este sentido, intentan incentivar la recaudación ofreciendo condonaciones de cierto periodo de la deuda a los morosos, descontándoles hasta los últimos cinco años de deuda.

3.3.3 Una gestión al vapor y una cultura de agua que se evapora

Para el ayuntamiento, la falta de recursos monetarios imposibilita atender cuestiones más allá de las que se presentan en el día a día (fugas, reparaciones). La planeación a mediano y largo plazo es escasa entre los funcionarios del agua. A decir de ellos, uno de los principales problemas derivado de la falta de planeación y previsión, es el estado de las tuberías, pues esta demanda constantemente reparaciones de fugas por lo que existe un importante desperdicio de agua en algunas colonias. Los funcionarios consideran que el desperdicio es el mayor problema o desafío de su gestión, no sólo por el agua que se desperdicia en las fugas, sino por el derroche que los usuarios hacen en sus hogares. Por ello le preguntamos a los usuarios cuáles son los principales usos que le dan al agua en sus hogares y qué hacen para cuidarla. El principal uso del agua que se hace todos los días es la higiene personal, seguida del lavado de ropa en máquina y el aseo de la casa como el agua para trapear (ver figura 3.9, los tonos más intensos reflejan la frecuencia o intensidad de uso).

Figura 3. 9. Frecuencia y usos del agua dentro de los hogares



Fuente: EUSPAP El Grullo (2021).

Respecto al cuidado del agua, primero se les preguntó qué tan importante era el cuidado del agua en la vida cotidiana y un 59% respondieron que era muy importante, 25% era importante, 11% moderadamente importante y 5% poco o nada importante. Entre las principales acciones para cuidar el agua que la población mencionó están ahorrar agua bañándose en poco tiempo o con cubetas, lavándose los dientes solo con un vaso de agua (51%), evitar tirarla cerrando las llaves cuando no se usa (26%), reutilizar el agua de la lavadora o del trapeador para limpieza de algunas áreas (17%) y reportar fugas y desperdicios a los responsables del mantenimiento (5%). Un 1% dijo no realizar ninguna acción para cuidar el agua (figura 3. 10).

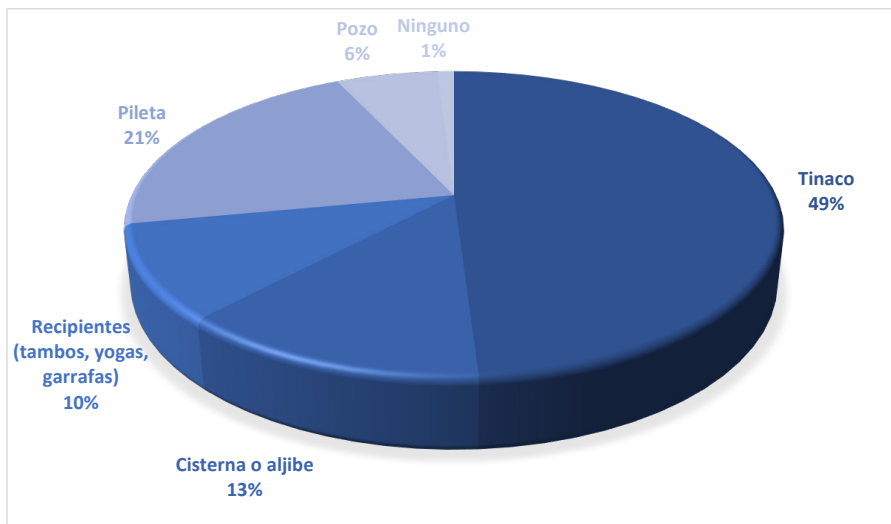
Figura 3. 10. Acciones para cuidar el agua.



Fuente: EUSPAP El Grullo (2021).

En El Grullo la población conoce pocas maneras de cuidar el agua y solo se concentran en el uso, pero no mencionan nada para cuidar el agua en otras etapas del ciclo como la captación o el desagüe. No obstante, aseguran ahorrar lo más posible, los funcionarios consideran que no es así y que por ello la deben tandeear, es decir, suministrar cada tercer día porque si no “entre más les das, más la gastan”, afirman. Estos tandeos han propiciado que los pobladores adecúen sus viviendas con algún tipo de infraestructura para el almacenamiento de agua. De manera que el 49% de los encuestados cuenta con un tinaco, un 21% con una pileta, el 13% con una cisterna o aljibe y el resto la almacena en recipientes como tambos, garrafrones, yogas, entre otros (ver figura 3. 11).

Figura 3. 11. Almacenamiento del agua.

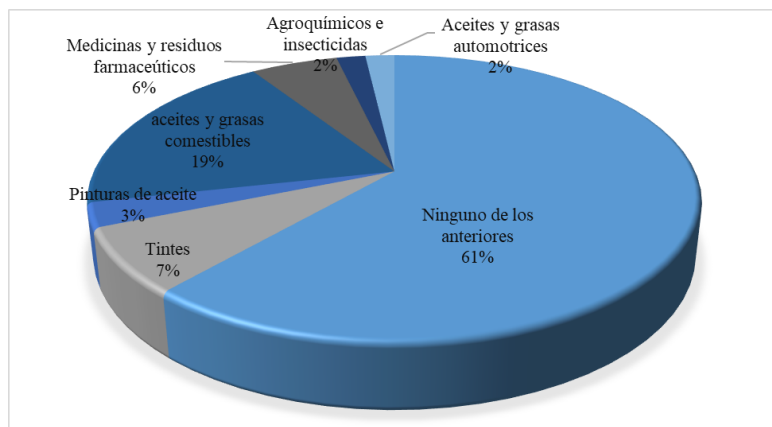


Fuente: EUSPAP El Grullo (2021).

3.3.4 Cultura del desagüe

Respecto a la cultura del desagüe, es decir lo que los usuarios vierten al drenaje, estos reportaron en su gran mayoría (61%), no verter ningún residuo peligroso, el 19% dijo verter aceites y grasas comestibles, el 6% vierte medicamentos y residuos farmacéuticos, el 7% vierte los tintes del cabello, un 3% vierte pinturas de aceite, un 2% vierte residuos agroquímicos e insecticidas y otro 2% vierte aceites y grasas automotrices (ver figura 3.12). Por lo que es necesario reforzar la cultura del desagüe para reducir el porcentaje de productos no diluibles en las aguas y que pueden contribuir a desestabilizar las plantas tratadoras de agua.

Figura 3. 12. Residuos vertidos en el drenaje



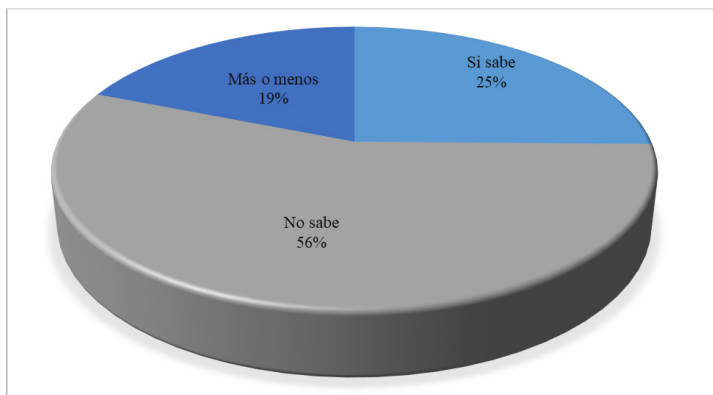
Fuente: Encuesta propia, 2021

Saneamiento

Si bien, los residuos vertidos en el drenaje no parecen ser tan preocupantes, lo es el hecho de que los usuarios desconocen en su mayoría qué sucede con las aguas que desechan. Al respecto se les preguntó si conocían lo que era una planta tratadora de aguas residuales (PTAR), a lo que el 56% respondió no saberlo, mientras que un 19 % dijo saber un poco y 25% expresó sí saber de qué se trataba (figura 3.13).

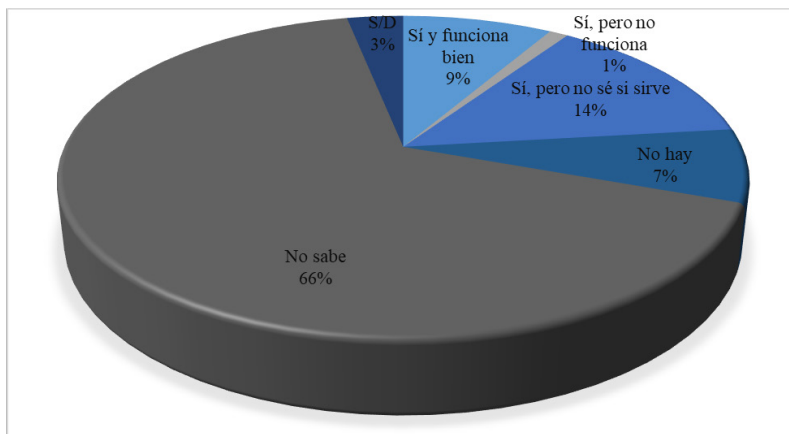
Además de saber que era una PTAR, a los usuarios se les preguntó si sabían si en su localidad contaban con alguna PTAR funcionando y el 66% manifestó no saber si había o no PTAR en el municipio, 14% dijo que sí había pero que no sabían si funcionaba, el 9% dijo que sí había y estaba funcionando bien, el 7% dijo que no había y un 1% dijo que había pero que no servía (figura 3.14). Es de resaltar que este tema del desagüe y tratamiento de aguas residuales es de gran desconocimiento entre la población, por lo que una vez que vierten sus aguas a la coladera o bajan la palanca del baño, la gran mayoría no sabe lo que sucede con el agua sucia ni a dónde va a parar y en qué condiciones, por lo que tampoco establecen la relación directa entre la gestión de sus desechos líquidos y su participación en la contaminación del río Ayuquila o algún otro cuerpo de agua receptor.

Figura 3. 13. Conocimiento sobre que es una PTAR



Fuente: Elaboración EUSPAP El Grullo (2021).

Figura 3. 14. Existencia de PTAR y estatus de funcionamiento en el municipio.

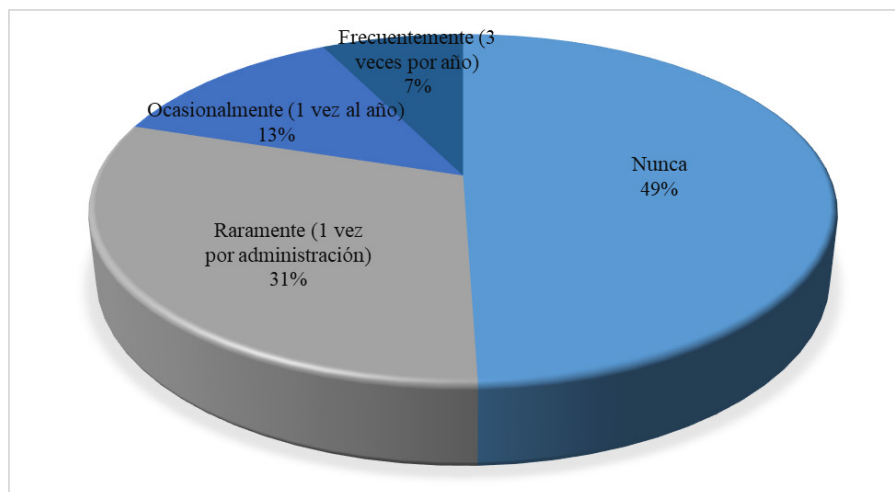


Fuente: Elaboración EUSPAP El Grullo, 2021.

Educación ambiental

Esta falta de información podría ser producto de la casi nula educación ambiental y promoción de la cultura del agua, lo cual, a decir de los funcionarios, se abandonó por completo con la pandemia. Un 49% de los encuestados refirieron nunca haber recibido información o capacitación al respecto, un 31% dijo haber recibido capacitación una vez por administración, es decir, una vez cada tres años. El 13% manifestó recibir al menos una capacitación por año y el 7% recibió hasta 3 capacitaciones por año, sobre todo en el ámbito escolar (figura 3. 15).

Figura 3. 15. Frecuencia en la capacitación en cuidado y cultura del agua a la población.



Fuente: Elaboración EUSPAP El Grullo, 2021.

Ante la falta de promoción de cultura del agua, un 66% de los encuestados expresó que le gustaría recibir más información al respecto para no desperdiciarla y saber cómo la pueden cuidar y no contaminar, un 18% dijo que tal vez le gustaría pero que no dispone de mucho tiempo y un 15% dijo que no le interesa ese tipo de información porque ya la recibió alguna vez.

3.4. Conclusiones

En general los usuarios encuestados tienen una percepción y experiencia positiva con el servicio de agua potable brindado en el municipio. Están conformes con la calidad y costos del servicio, aunque creen que podría mejorarse especialmente en el suministro ya que existe una intermitencia en éste.

Asimismo, es importante brindar mayor información a los usuarios sobre el cuidado del agua, el ciclo del agua en lo local, así como de los cortes por reparaciones y mantenimiento de infraestructura. Es necesario saber el estado actual del recurso para actuar con mayor conciencia, pero no en lo general, sino en cada una de las etapas del ciclo que el líquido recorre, ya que la actividad antrópica lo modifica de distinta manera.

Además de involucrar a la ciudadanía informándola, es necesario formar a los jóvenes como futuros ciudadanos que tomen decisiones sustentables sobre su agua. Es preocupante que los más jóvenes no conozcan las fuentes de agua en su municipio ni el costo que tiene, lo cual lleva a una desvalorización de las fuentes del recurso y la gestión del mismo. No conocer de dónde viene el agua antes de llegar a las llaves domiciliarias, implica no dimensionar la calidad, cantidad, distancia y trayecto que lleva al agua para llegar a los hogares y los problemas en su almacenaje, potabilización y distribución. ¿Queda completamente bajo la responsabilidad de los adultos cuidar y gestionar el recurso para las generaciones más jóvenes o podrían ser estos los agentes de cambio de mentalidades, de conciencias y de acciones para preservar el recurso en las mejores condiciones posibles? Informando a los niños y jóvenes, pueden interesarse, participar en monitoreos ciudadanos del agua (ver capítulo 6) e incluso idear junto con los adultos mejores usos para el agua.

3.5. Bibliografía

- Folgueira Lombardero, P. (2009). “La toponimia como fuente para el estudio de poblamiento altomedieval: posibilidades y limitaciones” en *Tiempo y sociedad* (I):15-22.
- Gobierno del Estado de Jalisco. (2000). *El Grullo*. [Disponible en <https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/el-grullo>, consultado el 18 d enero de 2022]
- Ibarzola Arrizabalaga, A., Malles Fernández, E., Azkue Irigoien, I. (2015). La gestión del ciclo integral del agua: los costes, su recuperación y las buenas prácticas. El caso de Gipuzkoa. *Revista de Estudios de la Administración Local y Autónoma*, núm. 3, enero-junio, 2015, pp 231-246. Instituto Nacional de Administración Pública. Madrid, España. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=576461207013>
- Instituto Nacional de Cáncer. (2022). Disponible en <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/asbesto> (acanzado en noviembre, 2022).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2020). *Censo por localidad del Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. <https://www.inegi.org.mx/> HYPERLINK “<http://www.inegi.org.mx/>” www.inegi.org.mx/, consultado en diciembre de 2021.
- INEGI. (2020). *Censo por localidad del Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. <https://www.inegi.org.mx/>, consultado en diciembre de 2021.
- McKay, B. M., Fradejas, A. A., y Ezquerro-Cañete, A. (2021). *Agrarian Extractivism in Latin America*. Abingdon: Routledge.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2012). *Guía ciudadana para la participación incluyente en la gestión del agua*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. http://www.agua.unam.mx/assets/pdfs/eventos/dma13/guiaciudadana_gestiondelagua.pdf, consultada en noviembre de 2021.

Capítulo 4.

Suministro para todos y cultura en su uso: retos del servicio público de agua potable en Unión de Tula, Jalisco

Julia Sánchez Gómez

En el presente capítulo se muestran los resultados del diagnóstico de la problemática del servicio de agua potable en Unión de Tula y su evaluación participativa realizada con los usuarios. La información se obtuvo en dos momentos de observación: 1) Se realizaron recorridos de campo y un taller con funcionarios para analizar la problemática del servicio y priorizar acciones a corto, mediano y largo plazo. Se utilizó la técnica de árbol de problemas y una matriz de planeación para clasificar las problemáticas y buscar posibles soluciones. 2) Se diseñó y aplicó un cuestionario a los usuarios del servicio del agua potable en el municipio, se les preguntó sobre el uso y cuidado del agua, su percepción del suministro, problemática del servicio y contribución o pago. En el municipio se observó que la infraestructura de la red de agua potable y alcantarillado se encuentran dañadas. Así también, se carece de información con relación a la macromedición, micromedición y monitoreo de la calidad de agua. Pese a que la población usuaria considera que el agua es muy importante, existe desconocimiento sobre el suministro y uso eficiente del agua. En Unión de Tula se requiere fortalecer las capacidades de los agentes encargados del suministro para mejorar el servicio y, por otra parte, iniciar cursos de concientización y uso racional del agua con los usuarios.

4.1. Introducción

El agua es importante para el desarrollo socio-económico de los territorios, ecosistemas saludables y la supervivencia humana (ONU-DAES, 2022). En México, el 76 % del agua se destina para la agricultura; 14 %, en el abastecimiento público; 5 % en las termoeléctricas y 5 % en la industria (INEGI, 2022). Después de la agricultura, el sector con mayor consumo es el abasto público, que corresponde al agua que se suministra por las redes de agua potable y abastece a los usuarios domésticos y público urbano. De acuerdo con la fuente de abasto, el agua que se concesiona en México proviene de cuerpos de agua superficiales (ríos, arroyos y lagos) o fuentes subterráneas (acuíferos) (SEMARNAT, 2022). Sin embargo, el crecimiento poblacional y económico, ha conducido inevitablemente a una mayor presión sobre las fuentes de abasto de agua.

Con relación al servicio público del agua potable, en Unión de Tula el 94.5% de las viviendas tiene este servicio (INEGI, 2020). En materia del agua, existen pocos estudios en el municipio, uno de ellos es el de los autores Hernández-Juárez *et al.*, (2020) donde identifican los valles intermontanos de Unión de Tula como una zona de descarga de agua subterránea en la cuenca del río Ayuquila-Armería. Otro es el de Salcido-Ruiz y Gerritsen (2010) quienes encontraron que el manejo del recurso en el municipio se enfrenta a la problemática relacionada con la distribución, la contaminación y el consumo del agua.

El agua es un recurso limitado y clave para el bienestar humano, que sólo funciona como recurso renovable si se gestiona de manera adecuada (ONU-DAES, 2022). Por ello, a nivel país, región o comunidad, se deben desarrollar las habilidades y capacidades necesarias en los encargados del suministro y los usuarios del agua. En ese sentido, el presente estudio tiene como propósito de mostrar los resultados del diagnóstico de la problemática y una evaluación participativa del servicio público del agua en Unión de Tula, con el fin de brindar pautas que contribuyan a fomentar un uso responsable y racional por el usuario y la gestión adecuada del recurso por parte de los funcionarios en el municipio.

4.2. Metodología

El municipio de Unión de Tula se localiza en el sur de Jalisco, limita al norte con Ayutla y Tenamaxtlán, al sur con Autlán de Navarro y El Grullo, al oriente con Tenamaxtlán, Juchitlán y Ejutla (Gobierno del estado de Jalisco, 2022) (figura 4.1).

Las corrientes principales con las que cuentan los ríos Ayutla y Ayuquila; los arroyos El Castillo, Elotes, Cebadita, El Gavilán, El Vallado y La Trinidad. Las presas son Tacotán, San Agustín, El Castillo y Charco Azul. La temperatura media anual es de 21. 2° C y una precipitación media anual de 817.5 milímetros (Gobierno del Estado de Jalisco, 2022).

Figura 4. 1. Ubicación del municipio de Unión de Tula.



Fuente: Elaborada por Jorge A. Cruz Barbosa y Luz E. Lara y Bretón con base en INEGI (2020).

Colecta de información

En el marco del “Proyecto A. 400 fortalecimiento de capacidades e instrumentos para mejorar la gestión y gobernanza del agua en tres municipios de la red de alcaldesas de Jalisco”, el día 29 de octubre del 2021, con el propósito de analizar la problemática y delinear acciones a corto, mediano y largo plazo para la gestión del servicio del agua potable en el municipio, se realizó un taller con funcionarios en la presidencia municipal de Unión de Tula. Entre los funcionarios asistentes se encontraron: el director del Organismo Operador del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado (OSIAPA), el síndico, el oficial mayor (se encarga de la recolección de la basura), el director de Obras Públicas y el regidor de Agua Potable. En el taller, se explicó el objetivo y las técnicas que se aplicarían para el análisis de la problemática del servicio de agua potable. Los funcionarios construyeron un árbol de problemas, acompañados por el equipo capacitador del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ) y Consorcio de Investigación y Diálogo sobre Gobierno Local (CIDIGLO).

Por otra parte, para realizar la evaluación participativa del servicio público del agua con los usuarios en Unión de Tula, se diseñó un cuestionario sobre distintas categorías a evaluar en materia de agua: uso y cuidado del recurso, gestión del agua potable en el municipio, problemática y recaudación derivada del servicio. El día 22 de noviembre, se realizó la aplicación de la encuesta a los usuarios del servicio público de agua potable (EUSPAP). El equipo encargado del levantamiento de la información se integró por dos investigadoras del CIDIGLO y dos del CIATEJ. En total se aplicaron 54 encuestas en la plaza principal, calles cercanas y algunos comercios del municipio, en general los ciudadanos se mostraron participativos.

Análisis de la información

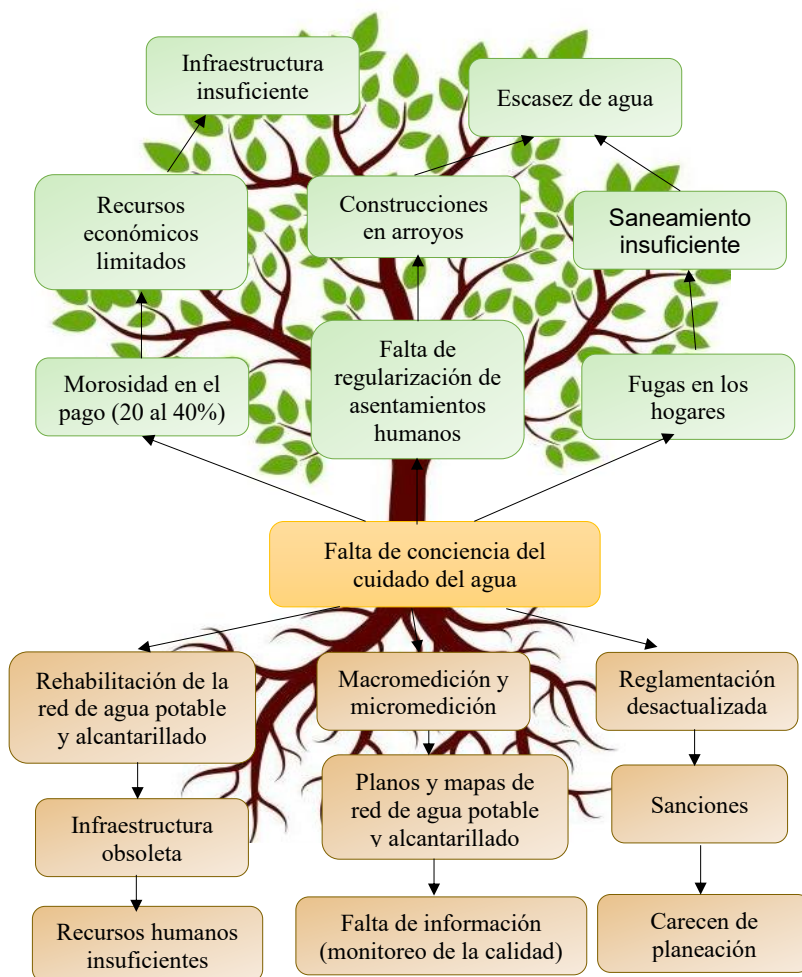
Con la técnica de árbol de problemas se analizó la problemática del servicio del agua potable en conjunto con los gestores locales, y con la matriz de planeación se priorizaron esos problemas identificados para buscar posibles soluciones. Por otro lado, la información obtenida de las encuestas aplicadas a los usuarios del servicio se analizó mediante estadística descriptiva.

4.3. Resultados y discusión

a) Diagnóstico y priorización de la problemática en materia del agua en el municipio.

En el taller de diagnóstico con los funcionarios, se mencionaron algunos problemas en torno al servicio de agua potable, como son la necesidad de rehabilitación a la red de agua potable y alcantarillado, debido a que la infraestructura está en malas condiciones, además no se cuenta con el personal suficiente para su atención (figura 4.2). En los recorridos se observó que la infraestructura se encuentra desgastada, con sarro y oxidada, en varios puntos se tienen fugas e incluso ha provocado socavones en las calles. En adición, hay problemas en las cabinas de cloración, algunos pozos tienen fugas en el bombeo y también en el alcantarillado, lo que ocasiona daños en las calles del municipio, por lo que se requiere atención urgente debido a la infraestructura en mal estado de la red de agua potable.

Figura 4. 2. Árbol de problemas construido en colaboración con los funcionarios involucrados en la gestión del servicio del agua potable en Unión de Tula.



Fuente: Elaboración propia.

Otro de los problemas que identificaron los funcionarios fue la falta de información precisa sobre el funcionamiento del servicio de agua potable para la toma de decisiones en el municipio. Mencionaron que es necesario contar con mapas y planos de las redes de agua potable y alcantarillado, así como macromedición y micromedición, es decir, datos respecto a la localización y contabilización de las tomas de agua, monitoreo de la calidad del agua y consumo de agua en los hogares. Existe personal que ha estado mucho tiempo como funcionarios en la provisión del servicio y de forma empírica cuenta con esta información, no obstante, se requiere documentar esa experiencia.

Respecto a la normativa y reglamentación también se observó que se encuentra desactualizada y en algunos casos no existe, por lo que requiere ser revisada, sobre todo detallarse la parte de sanciones e incentivos para los usuarios, ya que derivado de esta situación existe un alto porcentaje de morosidad y algunos usuarios encuestados manifestaron que el trato y las sanciones no son iguales para todos los pobladores. Finalmente, se llegó al consenso de que el problema principal y urgente que se debe atender en el municipio es el cuidado del agua por los usuarios y funcionarios locales, lo cual deriva en una serie de omisiones que demeritan la calidad del servicio y el recurso hídrico. Sin embargo, a la par también se deben trabajar proyectos para la renovación y rehabilitación de la infraestructura de la red de agua potable.

Dentro de los efectos visibles que causa el problema principal ya mencionado, se encontraron recursos económicos limitados debido a la baja contribución o pago del servicio por los usuarios, así como los asentamientos humanos irregulares, algunos de ellos se construyen en las orillas de los arroyos y contaminan las fuentes de agua. Por lo que se requiere crear conciencia en la población y en las autoridades que permiten este tipo de asentamientos, sobre la importancia de cuidar y proteger las fuentes de agua. Así también, se hizo mención del desperdicio de agua y las fugas en los hogares, lo cual ha llevado a cierta escasez del recurso en las colonias y comunidades alejadas de la cabecera municipal.

La escasez de agua en el municipio también podría atribuirse al deseo de ahorro de energía eléctrica, a la baja capacidad de la planta tratadora de aguas para su saneamiento y el bajo reúso de las aguas residuales por la población. Además, se ha identificado que la planta de tratamiento de aguas residuales sólo alcanza a tratar poco más del 35% de las aguas negras durante las horas pico y existen cinco comunidades afectadas por las aguas residuales debido al olor y contaminación del ambiente. Por otra parte, el agua tratada no se está aprovechando, a los habitantes les queda retirado el lugar donde se encuentra la planta tratadora de agua.

Con una matriz de priorización se organizaron los problemas identificados, se tomaron las tres principales causas que se vinculan con el problema principal, según su relevancia y prioridad de atención, los funcionarios las ordenaron: 1) macro y micromedición del servicio de agua, 2) mapa de la red de agua potable y alcantarillado, y 3) reglamentación y normativa relacionada con la gestión del agua en el municipio (figura 4. 4.). Para brindar atención a estos tres problemas (objetivos o metas), se realizó la planeación de actividades a 1, 2 y 3 años, para posteriormente diseñar e implementar un programa de capacitación con el equipo del proyecto integrado por personal de CIDIGLO y CIATEJ en Unión de Tula.

Figura 4. 3. Matriz de priorización de problemas elaborada con los funcionarios involucrados en la gestión del servicio del agua potable.



Fuente: colección propia del 29 de octubre de 2021.

Para el caso del tema de macro y micromedición, actualmente no se ha hecho ninguna acción, sin embargo se espera que durante la gestión del proyecto sea atendido. Con relación al tema de elaborar mapas de la red de agua potable y alcantarillado, ya se ha tenido acceso al conocimiento empírico que poseen algunos funcionarios con antigüedad en el servicio, y a un año se espera tener un primer mapa completo de la red.

En el tema normativo se han detectado algunas carencias reglamentarias por lo que se inició con la identificación de esos vacíos como lo son las sanciones. En un año se pretende realizar una revisión de los reglamentos actuales y en dos años hacer una propuesta para la aplicación legal del reglamento; en tres años se espera hacer efectiva la aplicación de la reglamentación (cuadro 4.1). Otro de los problemas urgentes por atender es el relacionado con la infraestructura y aunque en el proyecto no se contempla la provisión de infraestructura, sí se desea buscar soluciones y apoyar en la gestión de proyectos para atender este problema en el municipio.

Cuadro 4. 1. Matriz de priorización de problemas elaborada con los funcionarios involucrados en la gestión del servicio del agua potable en Unión de Tula.

Problema	Hecho	Hoy	1 Año	2 Años	3 Años
Macro y micro-medición	Nada	Empezar a discutir	Proyecto concluido en la gestión en curso	Instalación de un macro medidor	Expandir la macro medición a las comunidades
Mapa de la red de agua potable y alcantarillado	Acceso al conocimiento empírico	Buscar opciones para solucionar	Primer mapa Capacitación técnica	Actualización	Mapa detallado de la cabecera municipal
Reglamentos y normativa	Carencias reglamentarias (lograr sanciones)	Identificación de la falta de reglamentos	Revisión de reglamentos actuales	Hacer una propuesta para la aplicación legal del reglamento	Aplicación de la reglamentación

Fuente: Elaboración propia.

b) Evaluación del servicio público del agua por los usuarios

La población entrevistada provenía de 19 localidades, colonias o barrios del municipio. Por el número de encuestados destacaron cinco de ellas: Colonia Centro (17%), El Espinazo (11%), La Loma (11%) y La Parota (11%), que concentraron la mitad de los entrevistados. Dentro de la población encuestada se encontró una predominancia del género femenino (59%), y en menor medida el género masculino (41%) (cuadro 4.2). La edad promedio de los hombres fue de 58 años, tal vez esto podría explicarse por la poca disponibilidad de tiempo y espacio de los hombres jóvenes al momento de aplicar la encuesta, los cuales posiblemente se encontraban laborando. Por el contrario, la edad promedio de las mujeres fue de 34 años, similar a la estadística presentada por INEGI (2020).

Cuadro 4. 2. Género y edad de la población encuestada en Unión de Tula.

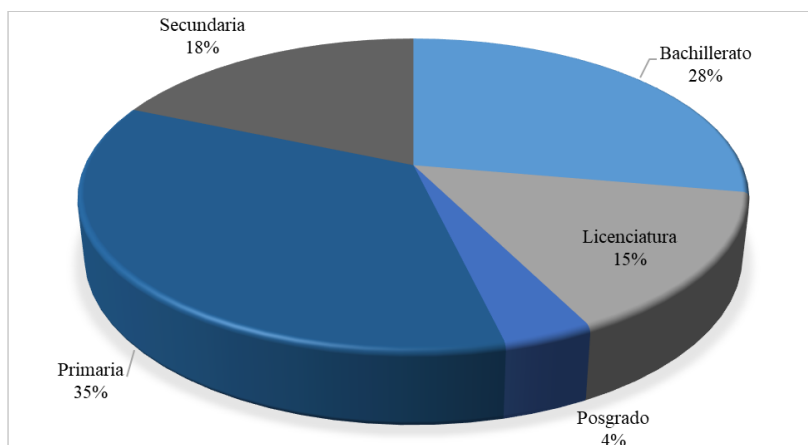
Género	Porcentaje	Edad Media	Mínimo	Máximo
Femenino	59%	34	15	63
Masculino	41%	58	25	83

Fuente: EUSPAP en Unión de Tula (2021).

De acuerdo a las estadísticas del Censo de Población y Vivienda de INEGI (2020), el 61% de la población con 15 años y más posee un nivel de escolaridad básico. En el caso de la población encuestada, el 54% de las personas tenía un nivel de escolaridad primaria y secundaria (figura 4.4). Se contó también con la participación de personas con nivel de estudios superior (licenciatura y posgrado).

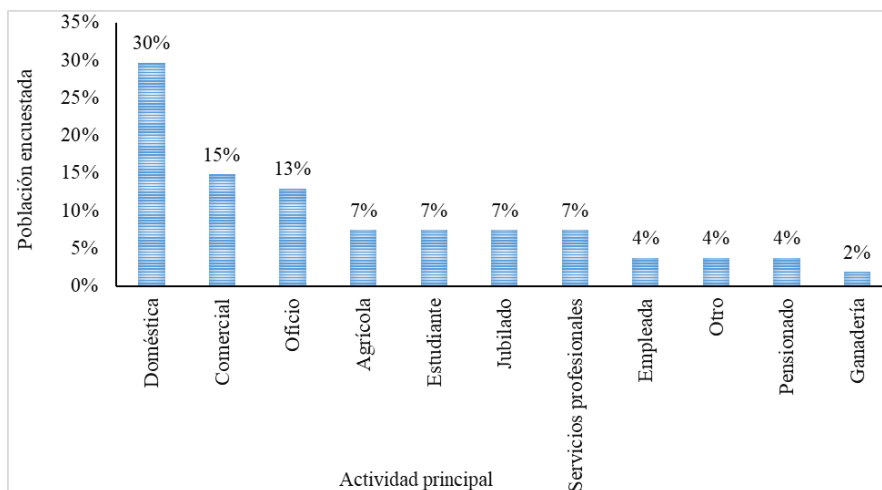
Respecto a la actividad principal que desempeña la población encuestada, el 30% se dedica a las actividades domésticas, 15% comercial y 13% realiza algún oficio (figura 4.5). Esto podría explicarse por qué la mayor parte de la población encuestada se constituyó por mujeres. Por el contrario, los hombres se dedican principalmente a realizar algún oficio y actividades agrícolas o ganaderas.

Figura 4. 4. Escolaridad de la población encuestada en Unión de Tula.



Fuente: EUSPAP en Unión de Tula (2021).

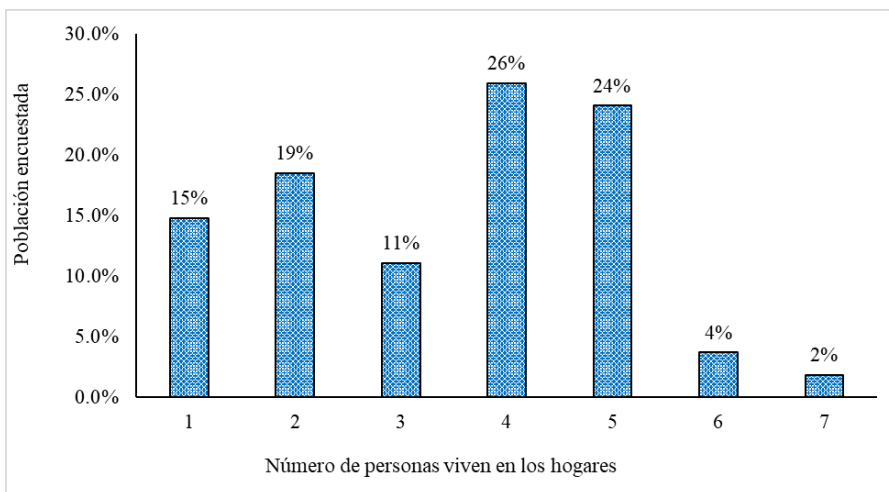
Figura 4. 5. Actividad principal de la población encuestada en Unión de Tula.



Fuente: EUSPAP en Unión de Tula (2021).

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda de INEGI (2020), el número promedio de habitantes en cada vivienda del municipio es de tres personas. El 50% de los encuestados mencionaron que en su vivienda habitaban de 4 a 5 personas, e incluso el 5.6% refirió de 6 a 7 habitantes por vivienda (figura 4. 6).

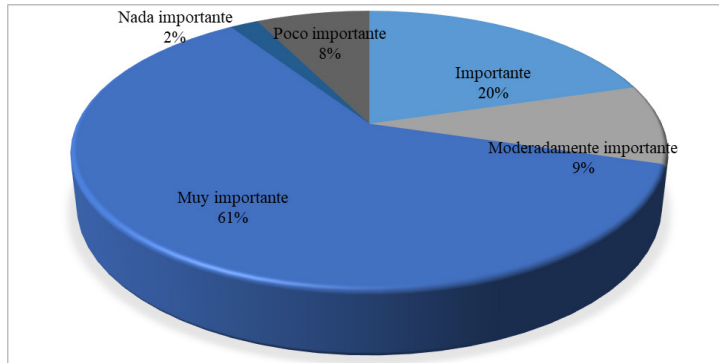
Figura 4. 6. Número de personas que viven en los hogares en Unión de Tula.



Importancia del agua y uso por el usuario

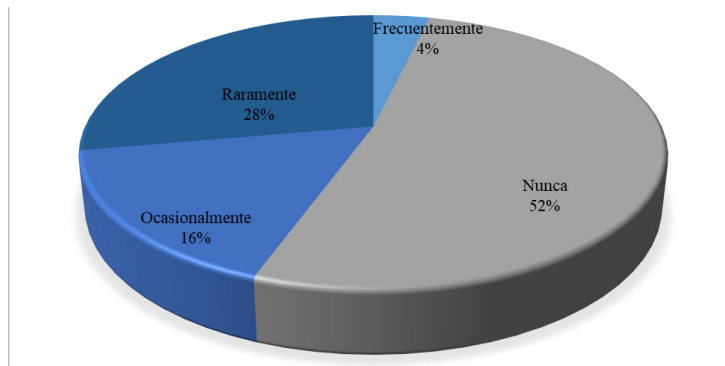
En el municipio, el 81% de los usuarios mencionaron que el recurso para ellos es importante a muy importante (figura 4.7). Sin embargo, el 52% mencionaron que no habían recibido información sobre temas de cuidado y cultura del agua, y sólo el 4% ha recibido información de forma frecuente, es decir, más de tres veces por año (figura 4. 8).

Figura 4.7. Importancia del cuidado del agua para los usuarios.



Fuente: EUSPAP en Unión de Tula (2021).

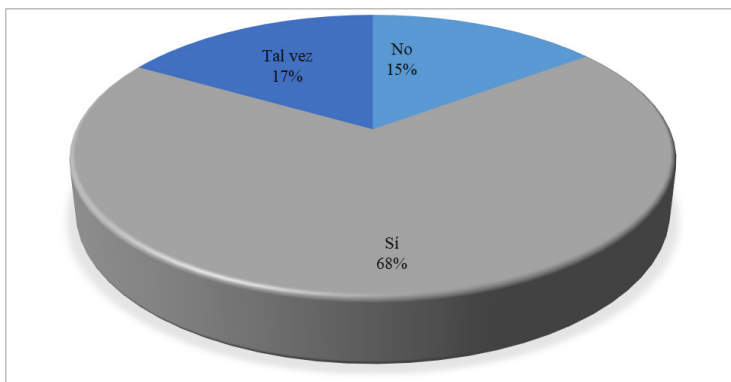
Figura 4.8. Frecuencia con la que el usuario ha recibido información sobre cultura del agua.



Fuente: EUSPAP en Unión de Tula (2021).

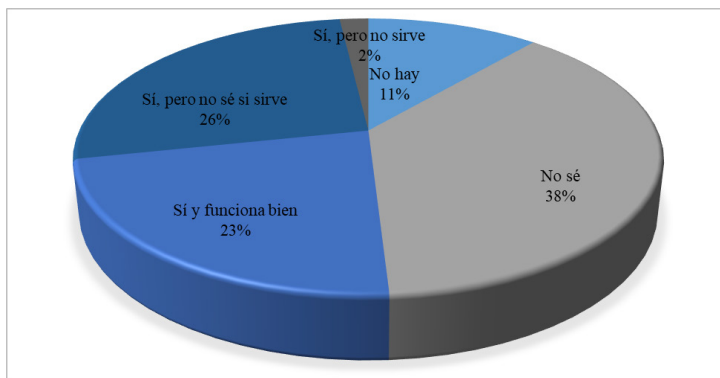
Con relación a si los usuarios desean recibir información (talleres y pláticas) sobre el cuidado del agua, el 68% respondió que sí, 17% tal vez y sólo al 15% no le interesa o no tiene tiempo (figura 4.9). Es decir, la mayoría tiene interés por hacer un uso adecuado del agua, así como su saneamiento y aspectos generales del servicio de agua potable. Cabe mencionar que el 67% de los usuarios no sabe qué es una planta tratadora de aguas residuales (PTAR) y el 38% no sabe si hay una planta en el municipio (figura 4.10).

Figura 4. 9. Desea recibir información para aprender a cuidar el agua



Fuente: EUSPAP en Unión de Tula (2021).

Figura 4. 10. Sabe si hay una planta tratadora de aguas residuales en el municipio.



Fuente: EUSPAP en Unión de Tula (2021).

El 63% de los usuarios mencionó que la fuente del agua que se utiliza en sus hogares es un pozo y el 31% desconoce de donde proviene el agua (cuadro 4.3). De los 17 usuarios que dijeron no saber la fuente de abastecimiento del agua, 82% eran del género femenino.

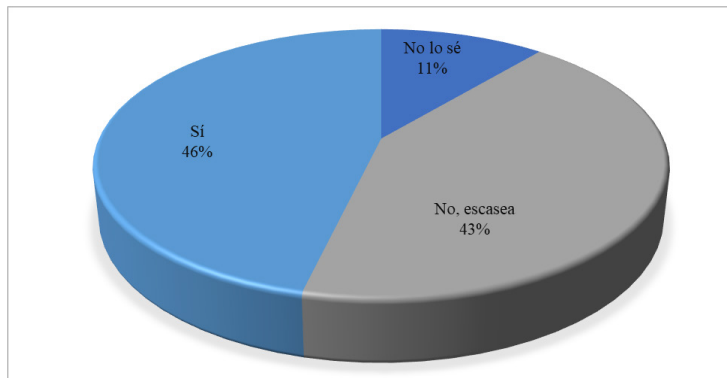
Cuadro 4. 3. Fuente de donde proviene el agua que se utiliza en los hogares según los usuarios.

Fuente	Número	Porcentaje
Pozo	34	63%
Manantial	1	2%
Presa	1	2%
Ojo de agua	1	2%
No lo sé	17	31%

Fuente: EUSPAP en Unión de Tula (2021).

Entre la población encuestada también se identificó un desconocimiento sobre el actor que realiza la gestión y brinda el servicio de agua potable en el municipio. El 62% de los encuestados mencionó que el servicio lo proveía algún Organismo Público Descentralizado (OSIAPA, SIAPA, entre otros), 17% el ayuntamiento y el 21% dijo no saber qué organismo se encarga de proveer el servicio en el municipio. Un elemento importante que considerar en las posibles capacitaciones sobre cuidado y uso del agua es que el 46% de la población encuestada mencionó que en el municipio existe suficiente agua para todos y el 43% dijo que se está escaseando (figura 4. 11).

Figura 4. 11. Percepción de la población sobre la suficiencia de agua en el municipio.

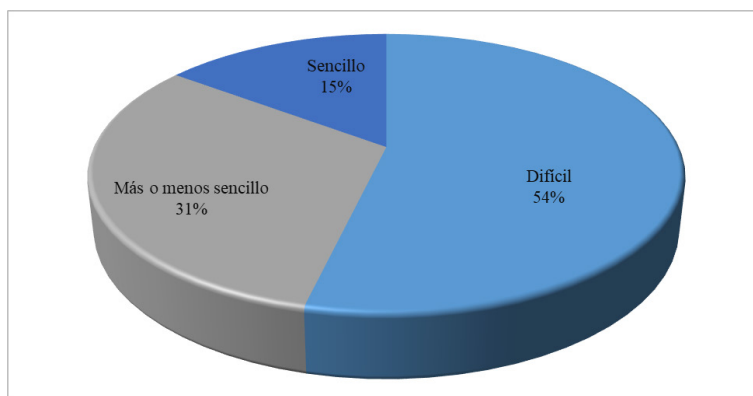


Fuente: EUSPAP en Unión de Tula (2021).

Percepción de los usuarios sobre la calidad y costo del servicio del agua potable

A los usuarios del servicio también se les preguntó su percepción sobre qué tan fácil o difícil consideraban que era el proceso de llevar el agua potable a los hogares, las opiniones fueron muy divididas y es que el 46% respondieron que el proceso se les hacía sencillo y más o menos sencillo (figura 4. 12). De esa manera, el 57% de los encuestados consideró justo el costo por el servicio de agua potable (figura 4. 13), además que siempre pagan el servicio de agua, con una frecuencia anual (85%), mensual (9%) y otra (5.5%).

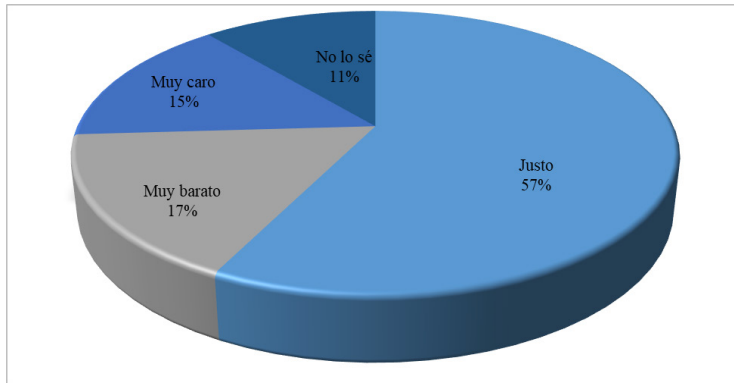
Figura 4. 12. Opinión del usuario sobre el proceso de suministrar el agua potable a los hogares.



Fuente: EUSPAP en Unión de Tula (2021).

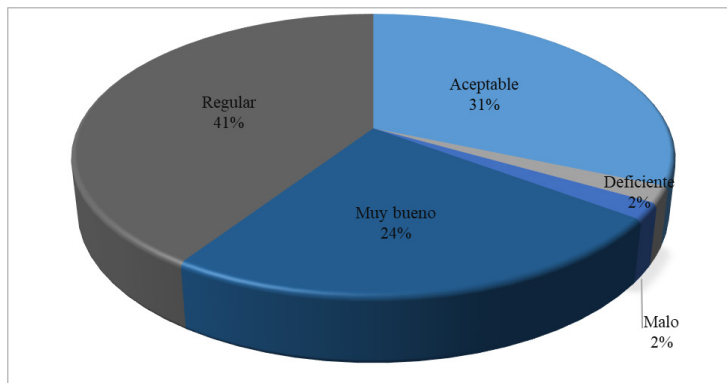
El 87% de los encuestados mencionó contar con una sola toma de agua. Respecto a la frecuencia del suministro del agua en los hogares, el 78% dijo que contaban diariamente con agua, el 18% cada tercer día y el 4% una vez por semana. Con relación a la calidad del servicio, el 55% de los usuarios lo valoraron como aceptable a muy bueno, y el 4% como deficiente o malo (figura 4. 14).

Figura 4. 13. Apreciación del usuario sobre el costo por el servicio de agua potable.



Fuente: EUSPAP en Unión de Tula (2021).

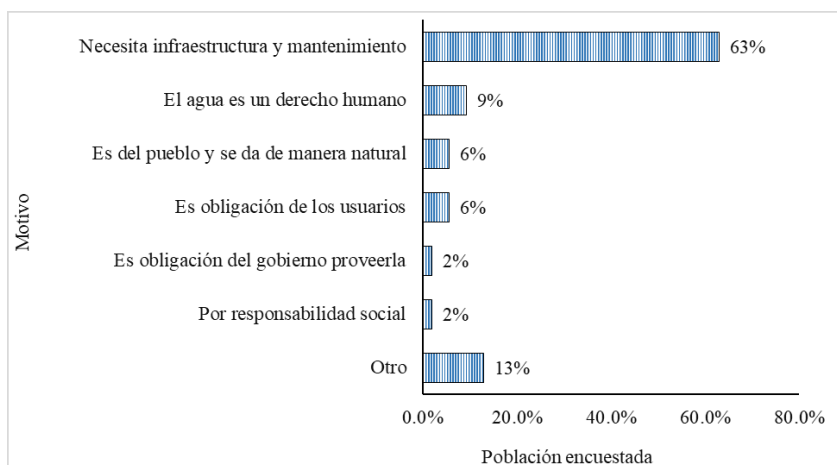
Figura 4. 14. Valoración del servicio de agua potable por los usuarios.



Fuente: EUSPAP en Unión de Tula (2021).

El 63% de los encuestados consideró que el agua no debe ser gratuita porque es consciente de que se requiere infraestructura y su mantenimiento para ser llevada a los hogares. Sin embargo, el 17% creen que no se debe cobrar debido a que es un derecho humano, es del pueblo y se da de manera natural o es una obligación del gobierno proveerla (figura 4. 15).

Figura 4. 15. Motivos por los cuales el usuario considera que el agua no debe ser gratuita.

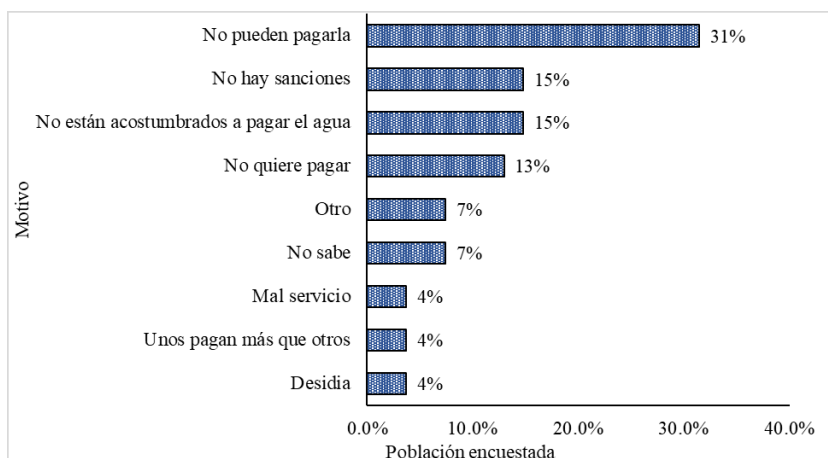


Fuente: EUSPAP en Unión de Tula (2021).

De los usuarios encuestados, el 31% refirió que el motivo principal por el que las personas no pagan el servicio del agua es porque no pueden pagarla. Sin embargo, el 47% reconoció que los motivos del no pago del servicio pueden relacionarse con el hecho de que no se aplican sanciones (15%), no están acostumbrados a pagar (15%), no quieren pagar (13%) o son desidiosos para pagar (4%) (figura 4. 16).

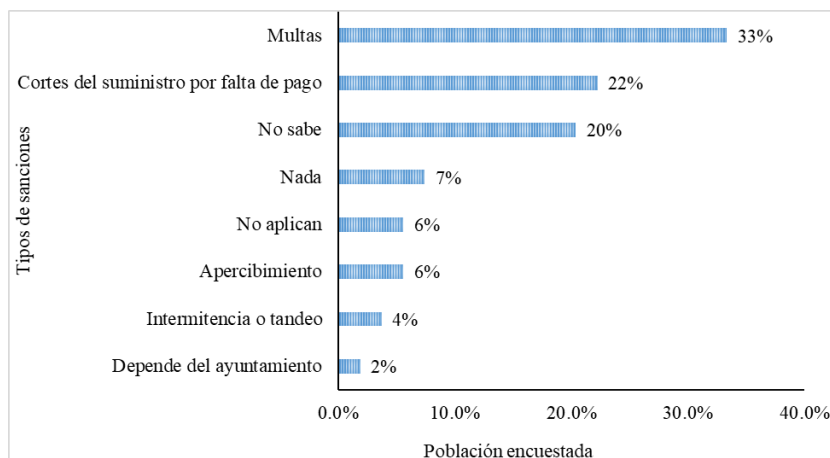
Con relación a la aplicación de sanciones en el servicio, el 33% de los encuestados desconocen si se aplican sanciones en el servicio del agua; no obstante, algunos mencionaron que se hace un uso inadecuado del recurso agua en los hogares ya que se desperdicia. Según los usuarios, el tipo de sanción más común son las multas (figura 4. 17).

Figura 4. 16. Motivos del no pago del servicio del agua.



Fuente: EUSPAP en Unión de Tula (2021).

Figura 4. 17. Sanciones que se aplican en el servicio del agua potable según los usuarios.



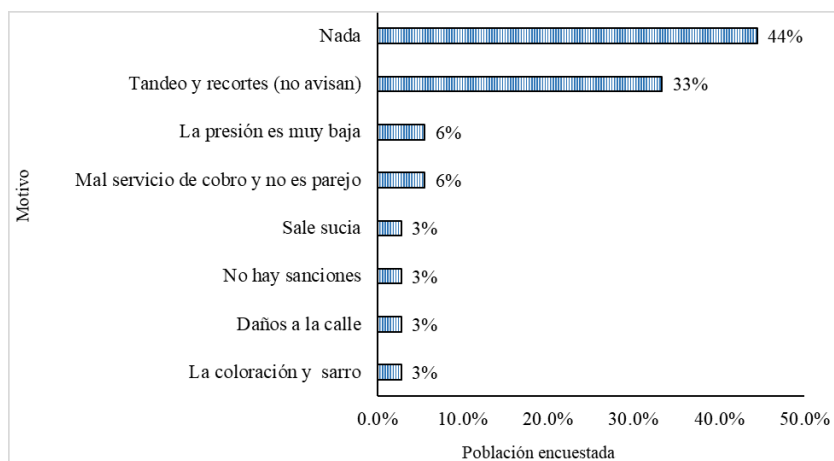
Fuente: EUSPAP en Unión de Tula (2021).

Motivos de disgusto y áreas de mejora del servicio del agua potable

Entre las fortalezas identificadas por los usuarios del servicio de agua potable en el municipio, el 29% refirió que el agua suministrada es de buena calidad, el 33% la constancia del servicio (diariamente tienen agua potable), y el 14% mencionó que el municipio brinda atención rápida cuando reportan fugas.

El 56% de los encuestados mencionaron algunos factores de disgusto o desagrado en el servicio del agua potable, estos compartieron siete aspectos por mejorar (figura 4. 18), como, por ejemplo, el tandeo y recortes de agua sin previo aviso (33%). Esta situación molesta a los usuarios debido a que no tienen oportunidad para planear sus actividades con el uso del recurso.

Figura 4. 18. Motivo de disgusto/desagrado del actual servicio de agua potable.

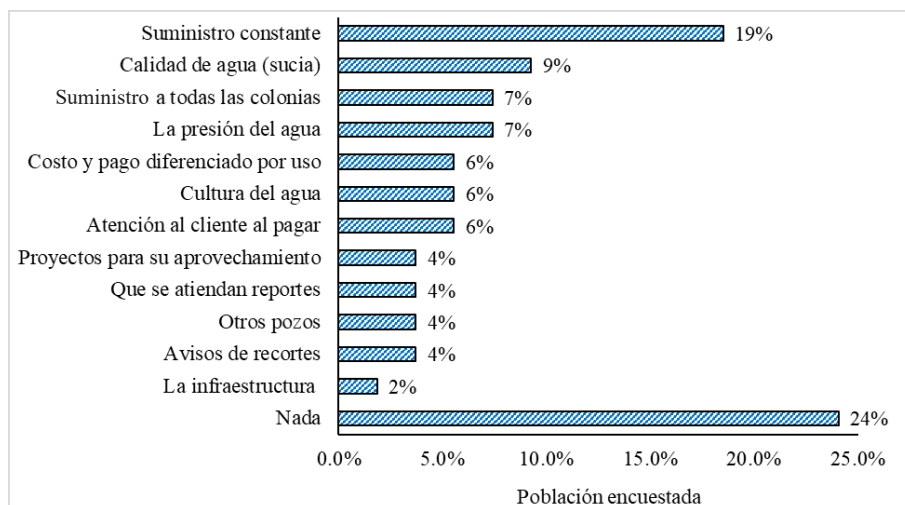


Fuente: EUSPAP en Unión de Tula (2021).

A los entrevistados después de haber contestado lo que les desagrada del servicio, también se les solicitó mencionar aspectos para mejorar el mismo, como el suministro constante de agua (19%) y suministro a toda la población (7%), así como mejorar la calidad del agua (9%). Los encuestados

hicieron referencia que en ocasiones el agua sale sucia o tiene baja presión, lo que impide que llegue a lugares con mayor altura (figura 4. 19).

Figura 4. 19. Áreas de mejora del servicio del agua potable en el municipio.



Fuente: EUSPAP en Unión de Tula (2021).

4.4. Conclusiones

Al analizar la problemática del servicio del agua potable con funcionarios locales en el municipio de Unión de Tula, se evidenciaron las condiciones de la infraestructura de la red de agua potable y alcantarillado. Tanto pozos y tuberías se encuentran dañadas (alto grado de corrosión) y obsoletas, lo cual ya ha provocado fugas y hundimientos (socavones) en las calles. Por lo que, en el largo plazo, pero de manera urgente, se requiere diseñar un plan para su rehabilitación y renovación en el municipio.

Con los funcionarios encargados de la gestión del servicio de agua potable, se observó carencia de información con respecto a la macromedición, micromedición y monitoreo de la calidad del agua para la toma de decisiones, una planeación adecuada del suministro del servicio y el saneamiento de

las aguas residuales. También desarrollar capacidades y habilidades en los funcionarios para poder obtener y procesar la información por sí mismos, por ejemplo, elaborar un mapa de la red del agua potable y alcantarillado de la cabecera municipal, actualización de los reglamentos y registro para la recaudación.

Por el lado de los usuarios, existe desconocimiento sobre el suministro, uso y cuidado del agua potable. Alrededor de la mitad no sabe qué es una planta tratadora de aguas residuales y si existe una planta en el municipio; así como el actor que brinda el servicio de agua potable y la fuente de abastecimiento del agua. Además, existe el desperdicio del recurso en los hogares y las fugas que no son atendidas de manera oportuna. Afortunadamente, se notaron interesados (principalmente las mujeres) en recibir información sobre temas relacionados con el servicio del agua potable.

Finalmente, para el mantenimiento y suministro adecuado del agua potable en el municipio se requiere tomar medidas que concienticen y fomenten el pago del servicio por el usuario y evitar la morosidad. Un aspecto importante que se debe mejorar en el suministro del servicio es la planeación del tandeo y recortes de agua, al igual que la comunicación con la población usuaria del servicio. El suministro del recurso debe ser constante para todas las comunidades y pobladores parte del municipio.

4.5. Bibliografía

- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones (ONU-DAES, 2022). *Decenio Internacional para la Acción “El agua es fuente de vida 2005-2015*. https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml.
- Gobierno del estado de Jalisco (enero, 2022). *Unión de Tula*. <https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/uni%C3%B3n-de-tula>.
- Hernández-Juárez, R., Martínez Rivera, L., Peñuela-Arévalo, L., & Rivera-Reyes, S. (2020). Identificación de zonas potenciales de recarga y descarga de agua subterránea en la cuenca del río Ayuquila-Armería

- mediante el uso de SIG y el análisis multicriterio. *Investigaciones Geográficas*, (101). <https://doi.org/10.14350/rig.59892>.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (enero, 2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. Panorama sociodemográfico de México 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/tableros/panorama>.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), (febrero, 2022). *Cuéntame de México/ Territorio /agua / usos*. <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/usos.aspx?tema=T#:~:text=En%20M%C3%A9xico%2C%2076%20%25%20del%20agua,Pie%20chart%20with%204%20slices.&text=Fuente%3A&text=Estad%C3%ADsticas%20del%20Agua%20en%20M%C3%A9xico%202018>.
- Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SEMARNAT), (2022). *Informe del Medio Ambiente*. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dge>.
- Salcido-Ruiz, S., & Gerritsen, P. R. W. (2010). Manejo del agua en el municipio de Unión de Tula desde un enfoque de gobernanza. *Ambiente y Desarrollo*, 14(27), 11-32. Recuperado a partir de <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/ambienteydesarrollo/article/view/21116>.

Capítulo 5.

Percepciones sobre la problemática del servicio de agua potable en Zapotitlán de Vadillo, Jalisco

*Carlos Mario Rodríguez Peralta
Luz Emilia Lara y Bretón*

En un contexto de oferta limitada de agua por la escasez en diversas regiones del país, en el presente capítulo se pretende dar claridad sobre la problemática de distribución del agua en el municipio de Zapotitlán de Vadillo, Jalisco, a partir de los resultados del taller *Diagnóstico participativo para la gestión y cuidado del agua*, donde se invitó a funcionarios vinculados con las áreas de agua potable, medio ambiente y obras del ayuntamiento municipal; así como los resultados más relevantes de la encuesta a usuarios del servicio público de agua potable (EUSPAP), donde se capturó la visión de los usuarios del servicio en el municipio.⁵

A través de un ejercicio de relación causa-efecto, se lograron identificar como problemas centrales de urgente atención, los temas de infraestructura obsoleta y de existencia de una reglamentación no actualizada, ambos aspectos relacionados con causas y efectos.

Adicionalmente, se logró identificar que la actividad agrícola, a pesar de no ser percibida por la población como una actividad con importante consumo de agua, genera una muy fuerte presión sobre los recursos hídricos con los que cuenta el municipio, compitiendo además con otras actividades, como la ganadería, por la disponibilidad de tierras. Destacan en este proceso cultivos como el aguacate, el cual por el incremento en su demanda a nivel mundial, la apertura comercial de la región hacia Estados Unidos y el aumento en sus precios, se ha visto impulsado con altas tasas de crecimiento

⁵ Estos instrumentos metodológicos se implementaron en el marco del proyecto “A 400. Fortalecimiento de Capacidades e Instrumentos para mejorar la Gestión y Gobernanza del Agua en tres municipios de la Red de Alcaldesas de Jalisco.”

en la comunidad, ocasionando el desarrollo del agroextractivismo con uso depredador de los recursos hídricos, forestales y edafológicos como modelo dominante de desarrollo agrícola (McKay et al., 2021).

5.1. Introducción

Zapotitlán de Vadillo es un municipio de Jalisco ubicado al sur del estado. Limita al norte con el municipio de San Gabriel, al norte y al poniente con Tolimán, al sur con el Estado de Colima, y al oriente con los municipios de Zapotlán el Grande y Tonila (IIEG, 2021). Cuenta con una población, al año 2020, de 7,466 habitantes, de los cuales el 50.5% son hombres y 49.5% son mujeres (Secretaría de Economía, 2021).

El municipio posee 40 localidades (2020), dentro de las cuales la cabecera municipal es la más poblada con 4,214 personas, representando el 56.4% de la población; seguida de San José del Carmen con el 10.6% y Loma de Guadalupe (Cruz Blanca) con el 3.1% del total municipal (IIEG, 2021)

Zapotitlán de Vadillo, es uno de los municipios, junto con Unión de Tula y el Grullo, que fueron incluidos en el desarrollo del proyecto “Fortalecimiento de capacidades e instrumentos para mejorar la gestión y gobernanza del agua en tres municipios de la Red de Alcaldesas de Jalisco”.

Como parte de la ejecución de dicho proyecto, se realizaron un conjunto de actividades, entre las que se incluyó un diagnóstico participativo que integró la visión y experiencia de los funcionarios locales cuyas actividades se relacionan con la gestión del servicio de distribución del agua potable, mediante los resultados obtenidos del taller denominado “Diagnóstico participativo para la gestión y cuidado del agua”, y de la opinión de los usuarios, mediante los resultados de la encuesta a usuarios del servicio público de agua potable (EUSPAP) a una muestra por conveniencia (Tamayo, 2000), donde se incluyeron secciones temáticas relacionadas con la gestión, recaudación y cultura del agua potable en el municipio.

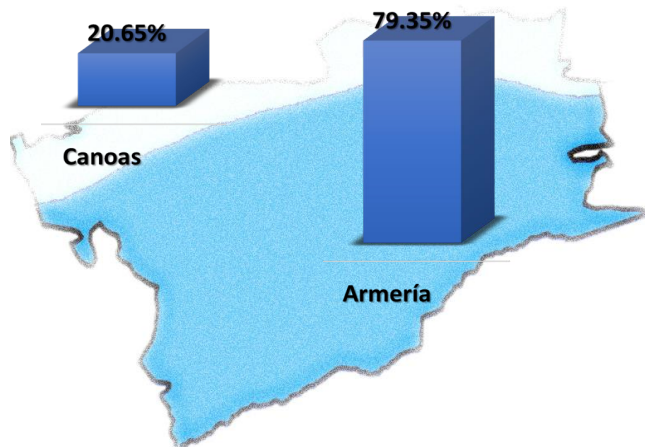
Considerando lo anterior, el presente capítulo recupera las principales percepciones de usuarios y funcionarios en materia del servicio de agua potable en la comunidad mediante los principales resultados obtenidos del diagnóstico participativo, con el fin de dar claridad a la problemática del

agua en el municipio, desde la perspectiva de los actores directamente involucrados con el servicio de distribución. Además, se realiza un breve recuento de las prácticas observadas/declaradas en la población del municipio, que pueden ser consideradas como favorables para realizar acciones puntuales encaminadas a dar solución a los problemas que se lograron identificar. Un hecho que destaca es la fuerte demanda de agua de algunas actividades productivas de importancia en el municipio (agricultura), que se conjuga con la problemática existente, y se transforma en un catalizador de importancia para el municipio.

Recursos hídricos y sus usos

Los recursos hídricos del municipio están compuestos por aguas superficiales y subterráneas. Considerando las aguas superficiales, Zapotitlán de Vadillo se encuentra abastecido por las cuencas hidrológicas Armería y Canoas (ocupando el 79.35% y 20.65% del territorio del municipio respectivamente) (figura 5.1). Su principal corriente es el río Armería, además cuenta con el río Alseseca, que se encuentra al sur de la cabecera municipal (CEA, 2015).

Figura 5. 1. Aguas superficiales. Ocupación territorial de las cuencas hidrológicas en Zapotitlán de Vadillo (%).



Fuente: CEA (2015).

El 3 de septiembre de 1936 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el acuerdo que establece la veda sobre concesión de aguas en la región hidrológica número 16 Armería-Coahuayana, en el estado de Jalisco, que incluye ambas cuencas (Armería y Canoas), lo que significa que los aprovechamientos de agua adicionales a los establecidos legalmente no se encuentran autorizados, controlándose mediante reglamentos específicos, en virtud del deterioro del agua en cantidad o calidad, por la afectación a la sustentabilidad hidrológica, o por el daño a cuerpos de agua superficiales o subterráneos (CEA, 2015). Cabe mencionar que dichos reglamentos son laxamente aplicados y la explotación de la cuenca sigue incrementándose tanto para extracción como para desagüe sin saneamiento.

Considerando las aguas subterráneas como parte de los recursos hídricos del municipio, Zapotitlán de Vadillo se encuentra en el acuífero Autlán, el cual se encuentra en un déficit de $-1.85 \text{ mm}^3/\text{año}$ (sobree explotado), por lo que no existe volumen disponible para nuevas concesiones (CEA, 2015).

No obstante, a pesar de las condiciones en las que se encuentran los recursos hídricos del municipio, las concesiones continúan, como muestra el Registro Público de Derechos de Agua (REPDa) donde consta la concesión de más de 2 millones de m^3 al año en el municipio (cuadro 5.1). Aunando a este agroextractivismo, está el mercado ilegal de aguas y la minería hídrica, es decir, búsqueda y explotación de vetas subterráneas de agua, de la que no se cuenta con un estimado del volumen hídrico utilizado.

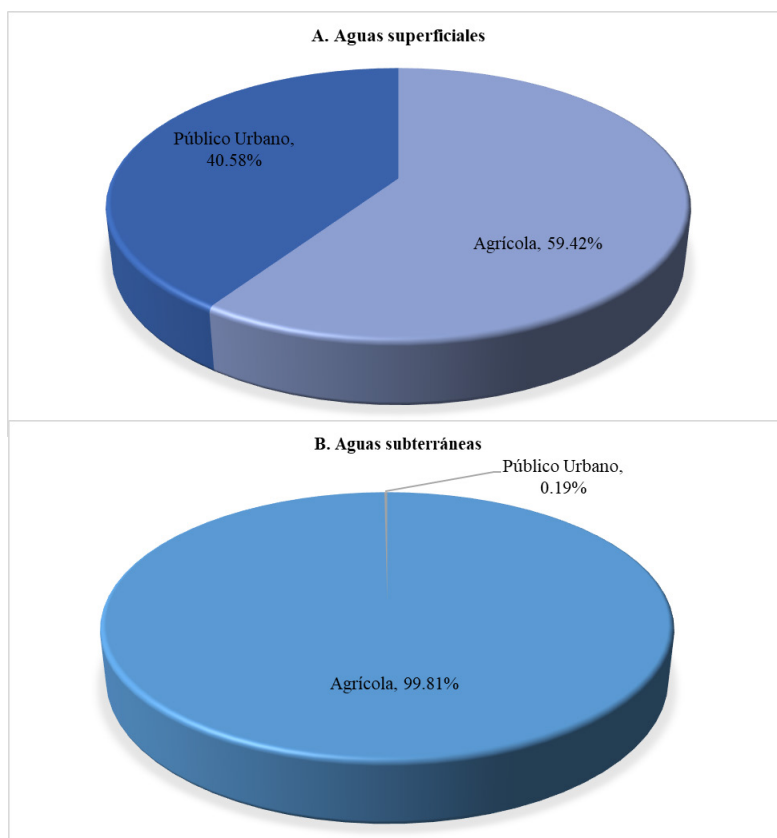
Cuadro 5. 1. Concesiones de agua subterránea en Zapotitlán de Vadillo del 2000 al 2020.

Número de concesiones otorgadas	Año	Uso	Volumen ($\text{m}^3/\text{año}$)
1	2000	Público urbano	2,670
2	2010	Agrícola	649,200
1	2011	Agrícola	330,000
3	2012	Agrícola	241,979
3	2013	2 agrícolas y 1 diferentes usos	192,150
7	2014	5 agrícolas y 2 diferentes usos	455,201
1	2018	Agrícola	180,000
1	2020	Agrícola	40,000
19			2,091,200

Fuente: Elaboración propia con base en datos REPDa, 2000-2020.

Con respecto al aprovechamiento del agua en el municipio, el 59.42% del agua superficial (2013) se destina a uso agrícola, mientras que el 40.58% es para uso público urbano. Por otro lado, el aprovechamiento de las aguas subterráneas (acuíferos) se dedica principalmente a uso agrícola (99.81%) y marginalmente (0.19%) al uso público urbano (CEA, 2015) lo que, considerando la importancia de la actividad agrícola en el municipio y su tendencia creciente, genera una importante presión sobre la disponibilidad del vital recurso (figuras 5.2 A y 5.2 B).

Figura 5. 2. Aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas en Zapotitlán de Vadillo.



Fuente: CEA (2015).

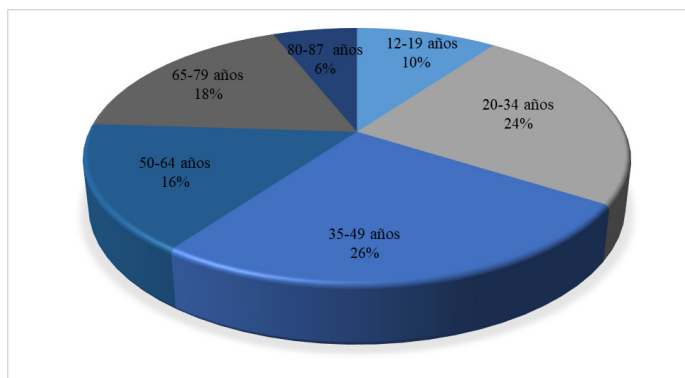
5.2. Resultados

Percepciones de los usuarios sobre el servicio del agua potable en el municipio

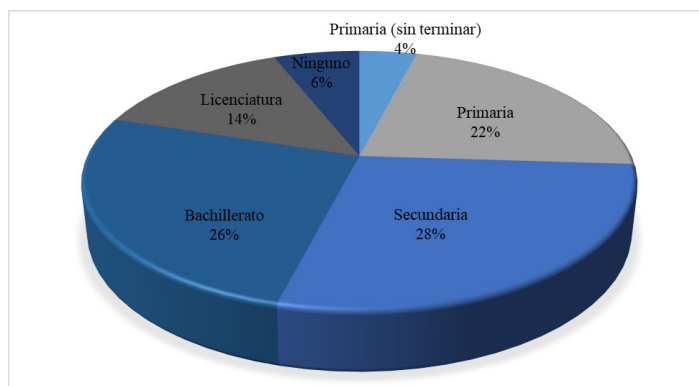
La percepción de los usuarios del servicio del agua potable en el municipio, se capturó mediante la aplicación de la EUSPAP llevada a cabo en Zapotitlán de Vadillo, los días 4 y 5 de mayo de 2022, donde se contó con la participación de 50 personas, habitantes del municipio, 35 mujeres y 15 hombres.

Figura 5. 3. Características generales de los participantes de la EUSPAP (edad , grado máximo de estudios y ocupación) .

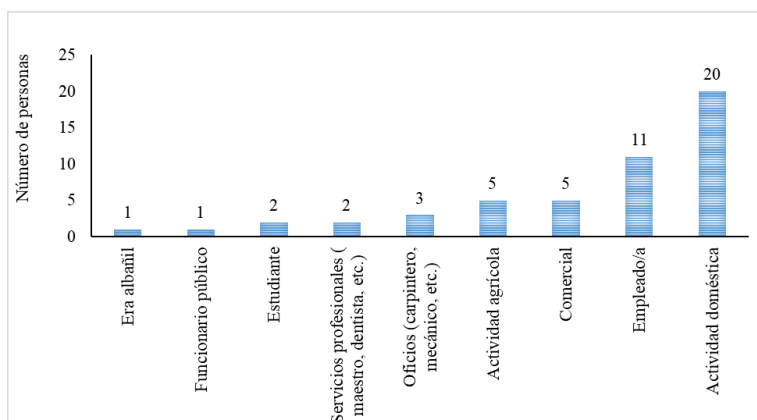
a) Edad



b) Grado máximo de estudios



c) Ocupación

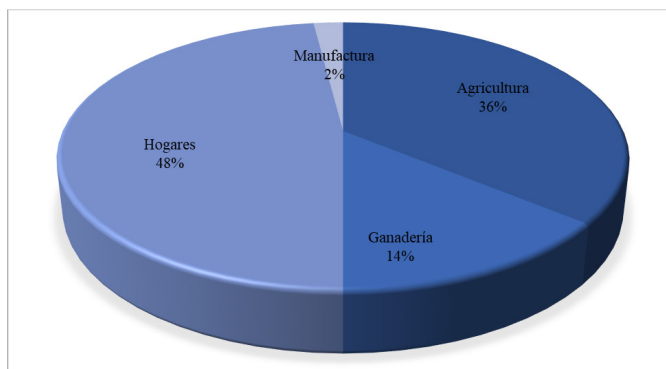


Fuente: EUSPAP Zapotitlán de Vadillo

De acuerdo con los encuestados, existe una amplia percepción de que son los hogares los mayores consumidores de agua en el municipio, lo que sin duda influye directamente sobre la declarada preocupación por realizar acciones dirigidas al cuidado del agua, pues el 96% declara realizar al menos una acción para su cuidado, como su reutilización, el uso moderado

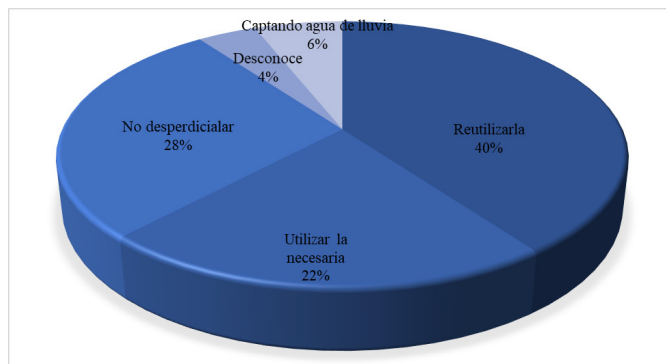
y racional, y actividades destinadas a la captación del agua de lluvia para su posterior uso (figuras 5.4 y 5.5).

Figura 5. 4. Percepción del consumo de agua por actividad.



Fuente: EUSPAP Zapotitlán de Vadillo

Figura 5. 5. Acciones para el cuidado del agua

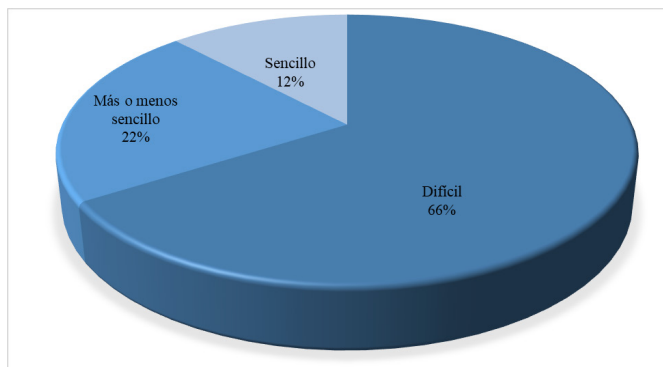


Fuente: EUSPAP Zapotitlán de Vadillo

Lo anterior es armónico con la percepción de los encuestados sobre la escasez del agua y la dificultad que existe para poderla llevar desde su fuente, hasta los hogares. De acuerdo con los resultados de la encuesta, 66% consideran que es difícil la labor de transportar el agua y proporcionar el

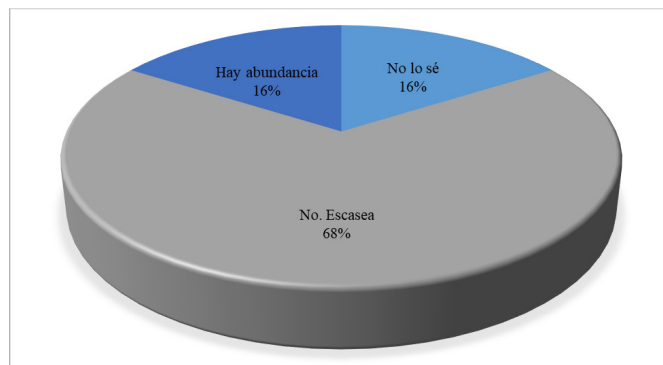
servicio de distribución, y el 68% (figuras 5.6 y 5.7) considera que en el municipio el agua escasea. Es por ello que los encuestados expresan preocupación por el tema del agua y realizan acciones para su cuidado.

Figura 5. 6. Percepción sobre la dificultad de llevar agua potable a los hogares.



Fuente: EUSPAP Zapotitlán de Vadillo.

Figura 5. 7. Percepción sobre la abundancia de agua en el municipio

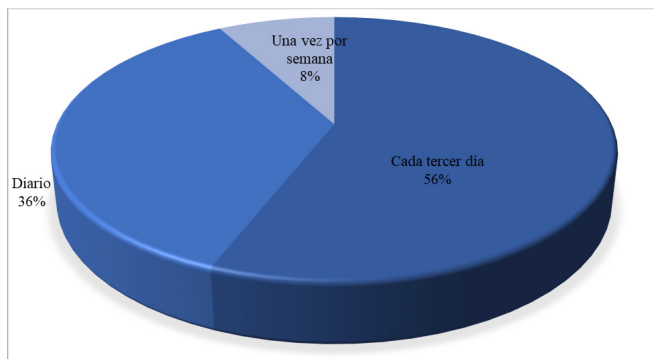


Fuente: EUSPAP Zapotitlán de Vadillo.

Bajo esta misma línea, el 56% de los encuestados declararon tener agua disponible cada tercer día en sus hogares (figura 5.8), aunque es también importante la proporción de aquellos que disponen de ella diariamente en

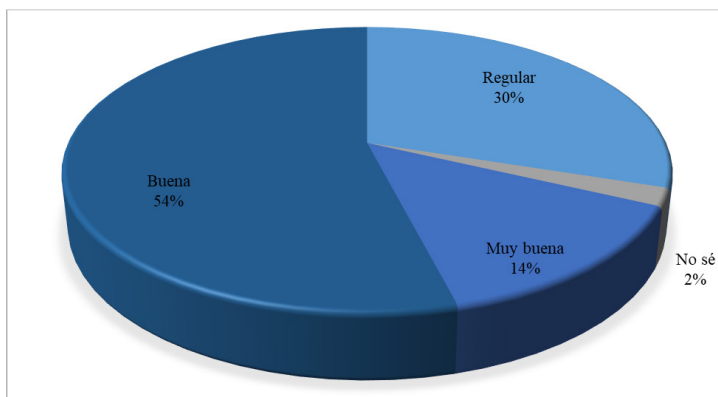
sus domicilios (36%, figura 5.8). Asimismo, 14% y 54% de los encuestados consideran contar con un agua de muy buena y buena calidad respectivamente, mientras que el 30% la califican con una calidad regular (figura 5.9).

Figura 5. 8. Frecuencia percibida sobre la disponibilidad de agua en los hogares.



Fuente: EUSPAP Zapotitlán de Vadillo.

Figura 5. 9. Percepción sobre la calidad del agua en la comunidad.

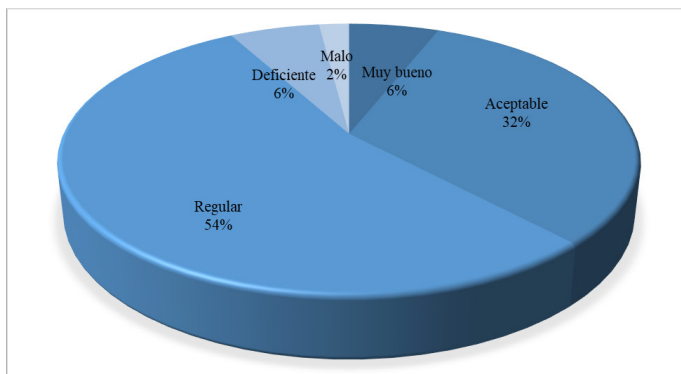


Fuente: EUSPAP Zapotitlán de Vadillo.

En general existe la percepción entre los encuestados que el servicio de distribución de agua potable proporcionado en el municipio es de regular

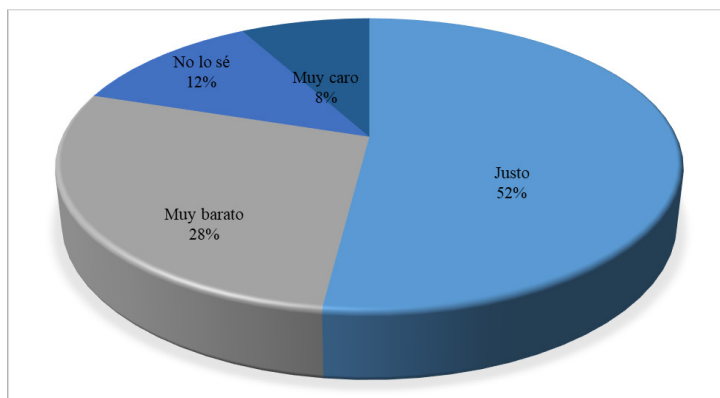
a aceptable (54% y 32% respectivamente), considerando además que lo que se paga por el servicio es lo justo o muy barato (52% y 28% respectivamente, figuras 5. 10 y 5. 11).

Figura 5. 10. Calificación de la población al servicio de agua potable proporcionado en la comunidad



Fuente: EUSPAP Zapotitlán de Vadillo.

Figura 5. 11. Percepción sobre el costo por el servicio de agua potable.



Fuente: EUSPAP, Zapotitlán de Vadillo.

Los usuarios encuestados también expresan que el servicio de distribución de agua podría mejorar si se presta atención a temas como la

disponibilidad del vital líquido, pues consideran deseable tener disponible el agua diariamente; mientras que destacan la importancia de realizar obras de mantenimiento y la capacitación al personal de la red de distribución.

Capacidades técnicas, administrativas y sociales en materia de agua en el municipio.

Para el análisis de la problemática del servicio del agua potable se conformó un grupo focal con funcionarios vinculados a las áreas, medio ambiente y obras públicas del municipio de Zapotitlán de Vadillo. Entre los participantes se encontraron, entre otros, el director de agua potable, el director de obras y el regidor de cultura (cuadro 5. 2):

Cuadro 5. 2. Funcionarios asistentes al taller “Diagnóstico participativo para la gestión y cuidado del agua” en Zapotitlán de Vadillo.

Director COPPLADEMUN (Consejo de Participación y Planeación para el Desarrollo Municipal)
Director de Agua Potable
Regidor de Obras
Trabajo Social
Director de Obras
Director de Ecología
Auxiliar Agua Potable
Regidor de Cultura
Regidor de Campo

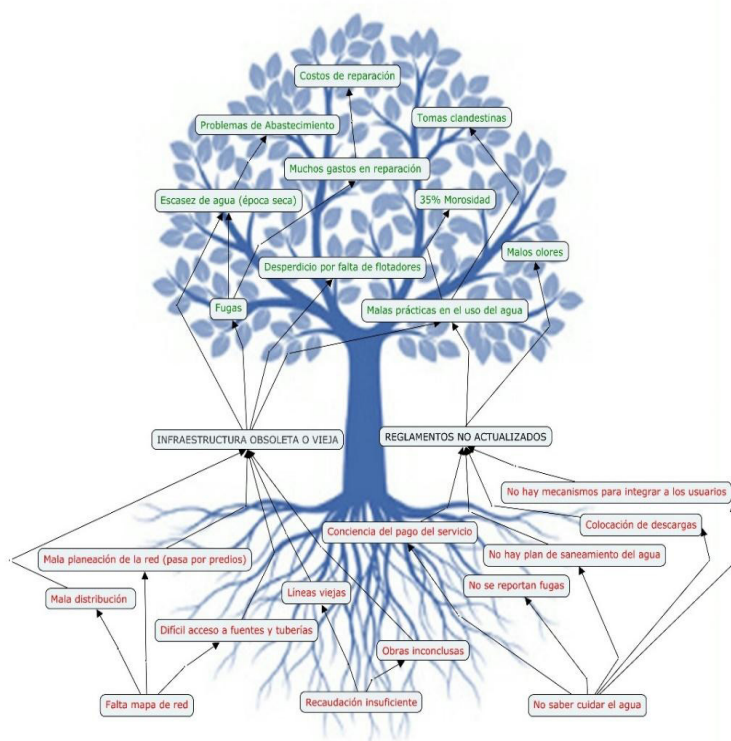
Fuente: Taller “Diagnóstico participativo para la gestión y cuidado del agua” en Zapotitlán de Vadillo con funcionarios del municipio.

Durante el taller, se construyó un árbol de problemas y se identificaron dos temas a los que se ubicaron como problemas centrales: la infraestructura obsoleta o vieja y los reglamentos no actualizados. Tales problemas se asociaron con tres principales situaciones causales: la falta de un mapa de la red de distribución del servicio de agua, la recaudación insuficiente, y que la población en general carece de conocimientos suficientes para el cuidado del agua. A su vez, los problemas centrales se asociaron con un

conjunto de consecuencias entre las que se encuentran muchos gastos que se deben enfrentar para reparar y mantener el servicio de agua, problemas de abastecimiento y la existencia de múltiples tomas clandestinas (figura 5.13).

Con la construcción participativa del árbol de problemas, los funcionarios analizaron el conjunto de situaciones que afectan a la comunidad, observando su posible relación causal. Así, por ejemplo, partiendo de la situación causal que identifica la falta de un mapa de la red de distribución, se originan un conjunto de problemas, incluyendo la mala planeación del crecimiento en la red de distribución, considerando que esta pasa por zonas que se han convertido hoy en predios particulares dedicados a la actividad agrícola, lo que la hace obsoleta e inadecuada. Esto se transforma en una situación que facilita el desarrollo de malas prácticas como el aprovechamiento del servicio a través de tomas clandestinas (figura 5.13).

Figura 5. 13. Construcción del árbol de problemas



Fuente: Taller “Diagnóstico participativo para la gestión y cuidado del agua” en Zapotitlán de Vadillo.

Por otro lado, de acuerdo con los funcionarios, existe una profunda falta de cultura del agua en la población en general, haciendo referencia al desconocimiento sobre la escasez del vital líquido, la alta demanda, usos y cuidados, así como la complejidad de la creación y mantenimiento de una red de distribución en el municipio. Estos elementos podrían contribuir a la falta de conciencia en la población para el pago del servicio, el desinterés por reportar las fugas que se generan en la red, el desinterés por la creación de un plan de saneamiento del agua, la colocación inadecuada de las descargas

de aguas residuales y la falta de construcción de mecanismos para integrar a los usuarios a la gestión del recurso. Todo lo anterior se convierte en un conjunto de problemas detrás de la falta de una reglamentación actualizada, lo que permite la reproducción de estas mismas condiciones, resultando en el registro de altas tasas de morosidad para el pago del servicio en el municipio y la proliferación de tomas clandestinas (figura 5.13).

Esto último contrasta con los resultados de la encuesta (EUSPAP. Zapotitlán de Vadillo) realizada a los usuarios del servicio, quienes declaran ser conscientes de lo difícil que es proveer el servicio, la escasez del recurso y destacan su preocupación por el cuidado del agua implementando distintas actividades desde sus hogares para este fin.

Una vez realizado el ejercicio de plantear una relación causal del conjunto de problemas identificados en el municipio desde la visión de los funcionarios, se seleccionaron aquellos que se consideraron de urgente atención y por tanto de alta prioridad, elementos que se utilizaron para el planteamiento de algunas estrategias.

Para abordar el problema causal de las líneas viejas, se habló de los parches y arreglos parciales que se han realizado, así como el actual proceso de rehabilitación del tramo de línea. A partir de esto se propuso la gestión de recursos, la elaboración de un mapa de la red de distribución de agua para realizar un diagnóstico completo, y la necesidad de capacitación en el uso de SIG (sistemas de información geográfica), necesaria para alcanzar dichos fines, dentro de un plazo no mayor a un año. Para un plazo de dos años, se planteó que podrían ejercerse los recursos gestionados en el plazo inmediato anterior, para terminar con el periodo de la administración en curso, proponiendo cambiar más del 70% de la red de la línea de agua en la cabecera municipal y las comunidades del municipio.

Finalmente, bajo el señalamiento de la importancia de un reglamento actualizado, se mencionó que se han hecho intentos materializados en el planteamiento de algunos borradores, lo que a su vez les ha permitido hoy en día contar con una propuesta. La falta de un reglamento actualizado se señaló como un problema de orden prioritario. Adicionalmente, considerando la impartición de cursos dirigidos a los habitantes del municipio, y

un paso para concientizar a los adultos y a los niños, futuros ciudadanos y funcionarios del municipio.

Prácticas favorables identificadas

Derivado de las actividades realizadas en el diagnóstico participativo con los actores directamente involucrados, fue posible identificar un conjunto de prácticas favorables para contribuir a dar solución a los problemas identificados en la comunidad (figura 5.14).

Figura 5. 14. Prácticas favorables en Zapotitlán de Vadillo.



Fuente: Elaborada con datos del diagnóstico en Zapotitlán de Vadillo

El conjunto de prácticas identificadas puede agruparse en siete grandes temas:

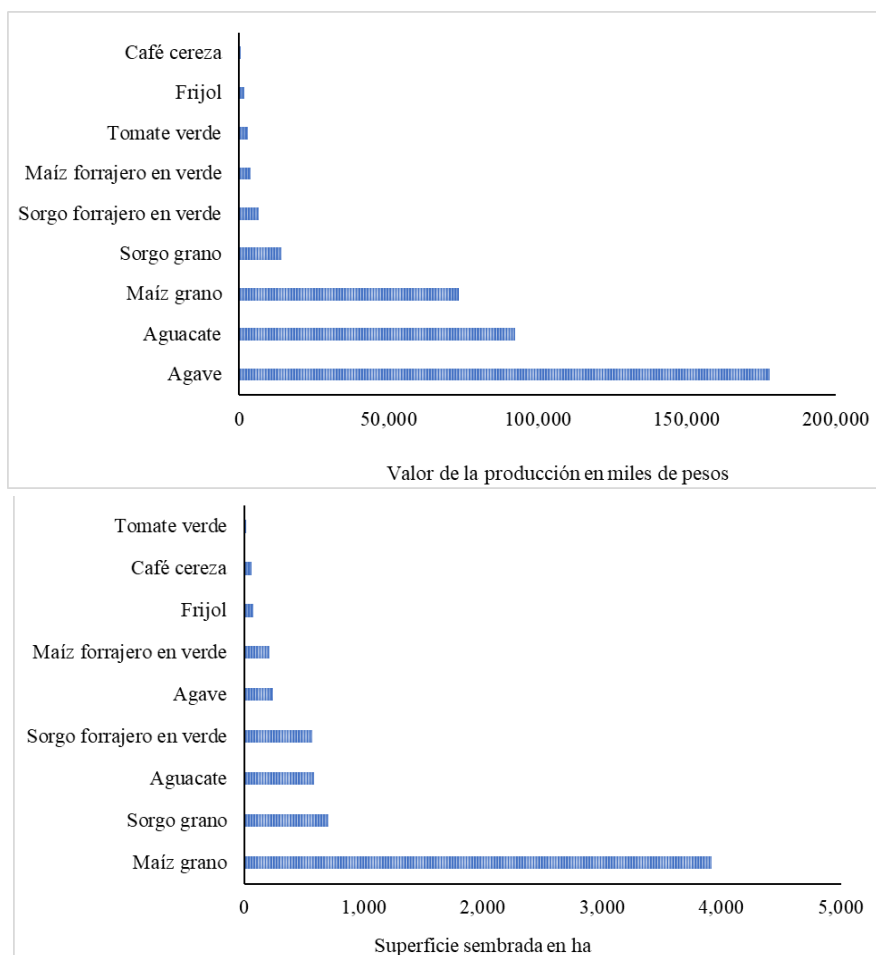
1. **CONTINUIDAD.** Refiere a la permanencia de ciertos funcionarios en su cargo, pues estos han permanecido incluso ante cambios en la estructura administrativa después de la temporada electoral. Dichos funcionarios conocen la problemática y han generado acciones que

dan impulso a distintas actividades en pro del desarrollo de un servicio eficiente con un enfoque de preservación de los recursos naturales y cuidado del agua.

2. **TRADICIÓN Y CONCIENCIA AMBIENTAL.** Se otorga un papel importante a los recursos naturales con los que cuentan en la comunidad, como parte de la identidad cultural y las tradiciones de la población de Zapotitlán de Vadillo. Alrededor de este hecho se promueve el cuidado del agua y del medio ambiente entre los habitantes de la comunidad.
3. **INTERÉS POR EL CUIDADO DEL AGUA.** Los funcionarios y la comunidad en general muestran especial interés por capacitarse, atender a reuniones y cooperar en el desarrollo de actividades relacionadas con la mejora del servicio y el cuidado del agua.
4. **GENERACIÓN DE PROPUESTAS.** Los funcionarios cuentan con iniciativa para generar propuestas en pro de la mejora en el servicio y cuidado del agua. En este sentido, han trabajado en la conformación de una reglamentación, al reconocer su importancia en términos de formalizar las actividades alrededor al servicio del agua.
5. **INCENTIVOS PARA EL PAGO DEL SERVICIO.** El municipio cuenta con un sistema de incentivos para el pago oportuno del servicio de agua, lo que estimula a los consumidores a estar al corriente con sus pagos y contribuir a su mantenimiento.
6. **IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES.** Los funcionarios del grupo focal, se han dado a la tarea de identificar un conjunto de necesidades a cubrir en su administración, por lo que han diseñado empíricamente un conjunto de estrategias para lograrlo, adelantándose a posibles escenarios negativos y dispuestos a impulsar proyectos que incluso superen los años en que estarán en sus actuales cargos.
7. **APOYO E IMPULSO AL DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA.** Existe en la comunidad un declarado interés por apoyar e impulsar el desarrollo de obras de infraestructura en beneficio de los habitantes del municipio, como la habilitación y el mantenimiento de un sistema de captación de agua de lluvia, e incluso el interés por plantear un proyecto que incluya el desarrollo y construcción de una presa.

El conjunto de prácticas favorables identificadas en Zapotitlán de Vadillo, tiene la capacidad potencial de coadyuvar a dar solución a los problemas que aquejan al municipio en materia de agua. Entre los problemas centrales y la demanda de agua de las principales actividades productivas en el municipio.

Figura 5. 16. Principales cultivos en Zapotitlán de Vadillo 2021, por valor y por volumen de producción.



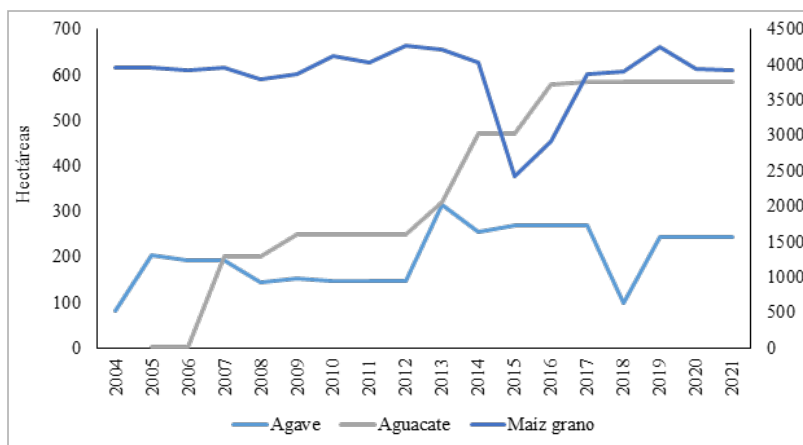
Fuente: SIAP-SADER, 2021.

Cultivos de importancia

Una de las actividades económicas por las que se caracteriza Zapotitlán de Vadillo es la agricultura. Dentro de la producción agrícola del municipio destacan el cultivo de tres productos por el valor de su producción: el agave, el aguacate y el maíz grano; lo que contrasta con la superficie destinada para su siembra (figuras 5.16 y 5.17). Mientras que, por un lado, por valor el agave se encuentra como el más importante del municipio para 2021, seguido del aguacate y el maíz, por el otro, en cuanto a superficie sembrada, es el maíz el que destaca, mientras el aguacate pasa a tercer plano y el agave al quinto.

El cultivo de agave y aguacate han incrementado su importancia en el municipio en cuanto a superficie sembrada con el paso del tiempo (figura 5.17), presentan una tendencia creciente (eje principal), a diferencia de lo que ocurre con el maíz grano, cuya tendencia se observa con un ligero decrecimiento en el mismo período (eje secundario).

Figura 5.17. Evolución de la superficie sembrada por cultivos seleccionados en Zapotitlán de Vadillo 2004-2021.



Fuente: SIAP-SADER, 2021a.

Es importante destacar que, de los tres cultivos mencionados, el aguacate, cuya tendencia de crecimiento ha sido muy dinámica (508% en

promedio por año en el período de 2006 al 2021), es un cultivo que se ha probado que demanda una gran cantidad de agua para su producción (Carrabjal, 2022; Carreño Acuña, 2018; Naranjo & Reyes, 2021). Dicha situación genera una presión creciente sobre los recursos hídricos del municipio.

Relacionado con este tema, uno de los problemas que se identifican como centrales del municipio (infraestructura obsoleta), cuyo causal ha sido también relacionado con la mala planeación de la red, facilita las condiciones para la generación de tomas clandestinas, al pasar ésta por los predios donde se cultivan este tipo de productos. Esto deja en evidencia que la evolución de las actividades económicas ha superado las capacidades de la infraestructura existente, generando presión sobre los recursos hídricos no sólo por la demanda, sino por la creación de condiciones que coadyuven a la generación de malas prácticas.

5.3. Conclusiones

En Zapotitlán de Vadillo, desde la visión de los funcionarios locales en cargos relacionados con el servicio de distribución de agua potable en el municipio, se identifican como temas de importancia la infraestructura, considerada como obsoleta, y la existencia de una reglamentación desactualizada en tema de agua, cuyas causas asociadas son la falta de un mapa de la red de distribución, recaudación insuficiente y una falta de cultura del cuidado del agua en la población en general, entre otras, alrededor de los cuales se generan otro conjunto de problemáticas como la morosidad, la proliferación de tomas clandestinas, múltiples gastos en reparación, entre otros.

Llama la atención que, desde la perspectiva de los usuarios del servicio de distribución de agua potable en el municipio, la información y conocimientos en materia del cuidado del agua no son tan profundos, declarando preocupación por el tema, a pesar de saber la escasez del recurso en el municipio y la dificultad existente para llevar el vital líquido hasta los hogares, lo que contribuye a que las personas se den a la tarea de implementar pequeñas acciones que se relacionen con el cuidado del agua. Sin embargo, los encuestados también el desinterés por parte de muchos de

los habitantes de la comunidad sobre el tema, coincidiendo con lo que los funcionarios también identifican. Esto puede ser un indicador de que, si bien hay falta de información y conocimientos alrededor del tema del agua en el municipio, esto no es generalizable a todos los sectores de la población, ni a todas las comunidades.

Por otro lado, en el municipio, una de las actividades económicas que resalta por su dinámica es la agricultura. Destacan en esta actividad cultivos como el aguacate, con un crecimiento notable en la superficie utilizada para su siembra en los últimos años, como consecuencia de los incrementos en su demanda a nivel nacional e internacional, así como el crecimiento en sus precios. Este cultivo, por sus características naturales, demanda grandes cantidades de agua en su producción, lo que implica una fuerte presión sobre los recursos hídricos disponibles en el municipio.

A esta situación se suman las malas prácticas y elementos con efectos negativos provocados por la problemática identificada en el municipio, como la falta de regulación por la carencia de un reglamento y la infraestructura obsoleta, relacionada con la falta de planeación de la red de distribución de agua potable, que genera a su vez facilidades para la creación de tomas clandestinas y otras prácticas indeseables, al ceder el control y acceso a los privados a parte de la infraestructura.

Debe recordarse que la agricultura, es responsable de aprovechar el 59.42% de las aguas superficiales y el 99.81% de las aguas subterráneas, la cuales en conjunto integran los recursos hídricos con los que dispone el municipio, mismas que además se encuentran en un estatus de veda y sobreexplotación respectivamente.

Algunas de las acciones que los funcionarios de la comunidad identifican como urgentes y proponen para empezar a solventar la problemática central del municipio son: cambiar más del 70% de la red de agua considerando su reacomodo; rehabilitar/ampliar/colocar tanques de almacenamiento; y adecuar y aprobar una reglamentación en materia de agua.

A pesar de los retos que las autoridades enfrentan en materia de agua, en el municipio se cuenta con buenas prácticas que pueden dar soporte a una estrategia efectiva en torno al cuidado del agua, entre las que se encuentran

la tradición y conciencia ambiental en algunas comunidades y sectores de la población, así como el interés por apoyar y sumar acciones para el cuidado del agua; y la disposición de las autoridades para identificar necesidades, generar propuestas, ejecutar de actividades y apoyar e impulsar el desarrollo de infraestructura en torno al tema del cuidado del agua.

5.4. Bibliografía

- Carbajal, B. (2022, February 12). Graves daños al medio ambiente enmarcan el cultivo de aguacate. *La Jornada*. Recuperado de <https://www.jornada.com.mx/notas/2022/02/12/economia/graves-danos-al-medio-ambiente-enmarcan-el-cultivo-de-aguacate/>
- Carreño Acuña, P. (2018, August 2). Los riesgos del agua en el cultivo de aguacate. *Ciencia MX*. Retrieved from <http://www.cienciamx.com/index.php/ciencia/ambiente/21802-riesgos-agua-cultivo-aguacate>
- Comisión Estatal del Agua (CEA). (2015). *Ficha técnica hidrológica municipal. Zapotitlán de Vadillo*. [https://www.ceajalisco.gob.mx/doc/fichas_hidrologicas/region9/zapotitlan de vadillo.pdf](https://www.ceajalisco.gob.mx/doc/fichas_hidrologicas/region9/zapotitlan%20de%20vadillo.pdf)
- Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (IIEG) (2021). *Zapotitlán de Vadillo, diagnóstico del municipio*. <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2021/10/Zapotitlán-de-Vadillo-1.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (1991). Jalisco. XI *Censo general de población y vivienda, 1990. Resultados definitivos. Tabulados básicos*. <https://www.inegi.org.mx/programas/>
- _____. (1996). Jalisco. *Conteo de población y vivienda, 1995. Resultados Definitivos. Tabulados básicos*. <https://www.inegi.org.mx/programas/>
- _____. (2001). XII *Censo general de población y vivienda, 2000. Resultados definitivos. Tabulados básicos. Jalisco*. <https://www.inegi.org.mx/programas/>

- _____. (2006). Jalisco. II Censo de Población y Vivienda, 2005. Resultados Definitivos. Tabulados Básicos. <https://www.inegi.org.mx/programas/>
- _____. (2010). Censo de Población y Vivienda, 2010. <https://www.inegi.org.mx/programas/>
- _____. (2019). Zapotitlán de Vadillo. Diagnóstico del Municipio. <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2019/06/Zapotitlán-de-Vadillo.pdf>
- _____. (2022). Banco de Información Económica.
- McKay, B.; Alonso-Fradejas, A. y Ezquerro-Cañate, A. (2021). *Agrarian extractivism in Latin America*. Routledge: NY.
- Naranjo, J. F., & Reyes, H. (2021). Huella hídrica del cultivo de aguacate cv. Hass (Persea americana Mill.), en el Distrito de Conservación de Suelos Barbas - Bremen, Quindío, Colombia. Entre Ciencia e Ingeniería, 15(29), 63–70. <https://doi.org/10.31908/19098367.1813>
- Comisión Nacional del Agua. (2021). *Registro Público de Derechos de Agua* (REPDA). <https://app.conagua.gob.mx/ConsultaRepda.aspx> (consultado en octubre, 2021).
- Secretaría de Economía. (2021, January 12). *Zapotitlán de Vadillo: Economía, empleo, equidad, calidad de vida, educación, salud y seguridad pública*. Data México. <https://datamexico.org/es/profile/geo/zapotitlan-de-vadillo>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SIAP-SADER). (2021a). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- _____. (2021b). *Anuario Estadístico de la Producción Ganadera*. https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/

PARTE III

ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS Y DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA PARA EL FORTALECIMIENTO EN LA GESTIÓN HÍDRICA

Capítulo 6.

Educación no formal para el fortalecimiento de la cultura del agua en tres municipios de la Cuenca del Río Ayuquila, Jalisco

Edith Carrillo Hernández

En este artículo se destaca la importancia de generar y sostener una oferta educativa no formal que complemente y refuerce la formación ambiental en torno a la cultura del agua de las nuevas generaciones, ya que a pesar de que reciban algunos conocimientos en torno al ciclo natural y urbano del agua en espacios educativos formales, la mayoría de las niñas, niños y adolescentes desconocen o tienen poco presente información en torno al agua en su contexto local. Este análisis se basa en los hallazgos y las observaciones registradas en el marco de la implementación de acciones educativas no formales para el fortalecimiento de la cultura del agua en tres municipios de la cuenca del Río Ayuquila, en Jalisco. Si bien la educación no formal puede generar un cambio en el nivel de conocimientos de las nuevas generaciones en torno a los recursos hídricos y el sistema de agua potable en sus municipios, este tipo de intervenciones debe mantenerse en el tiempo, e idealmente, formularse de manera articulada con la educación formal, con el fin de construir una propuesta pedagógica que contribuya aún más a la concientización y al cambio en las prácticas y actitudes en torno al agua.

6.1. Introducción

Este artículo analiza la importancia de generar y sostener una oferta educativa no formal que complemente y refuerce la formación ambiental en torno a la cultura del agua de las nuevas generaciones, a partir de la experiencia en el proyecto “Fortalecimiento de capacidades e instrumentos para mejorar la gestión y gobernanza del agua en municipios de la Red de Alcaldesas de Jalisco”, que tiene por objetivo mejorar la calidad de los servicios públicos y

los procesos de gobernanza del agua, a través del fortalecimiento y desarrollo de capacidades organizativas municipales y sociales.

Al iniciar este proyecto se realizó una evaluación participativa con la ciudadanía de los tres municipios, Unión de Tula, El Grullo y Zapotitlán de Vadillo, con el fin de identificar qué conocimientos tenía la población en general en torno a los recursos hídricos y el servicio de agua potable en sus municipios, así como sus prácticas de uso y cuidado del agua.

A partir de esta información, se programaron las distintas acciones que se llevarían a cabo como parte de este proyecto; entre estas, destaca la realización de acciones educativas no formales dirigidas, particularmente, a las nuevas generaciones, ya que a pesar de que estos reciben conocimientos en torno al agua, el ciclo natural y urbano del agua en los espacios educativos formales, la mayoría de las niñas, niños y adolescentes desconocen o tienen poca información sobre el agua en su contexto local.

En este capítulo se discute qué impacto lograron estas acciones educativas en torno a la cultura del agua en las nuevas generaciones, destacando las limitaciones y los retos que persisten a nivel local para generar una propuesta pedagógica que articule acciones educativas formales y no formales que incidan en que las nuevas generaciones no sólo obtengan información, sino que también modifiquen prácticas y actitudes en torno a este vital líquido en sus contextos locales.

6.2. Crisis hídrica y cultura del agua.

El Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos, Agua y Cambio Climático (2020), destaca que el uso global del agua se ha multiplicado exponencialmente en los últimos 100 años debido al desarrollo económico y los patrones de consumo que prevalecen a nivel mundial. El cambio climático junto con este patrón del uso del agua, subraya el informe, incidirán en que haya un suministro más errático e incierto en las regiones donde ya escasea el agua y crearán escasez en las que todavía no existe.

De acuerdo con el informe, el cambio climático afectará la disponibilidad, calidad y cantidad de agua para las necesidades humanas básicas, poniendo en peligro el disfrute efectivo de los derechos humanos al agua y al saneamiento de potencialmente miles de millones de personas.

Frente a este escenario resulta fundamental desarrollar distintas acciones que permitan hacer un uso y gestión más sustentable de este vital líquido. Para ello, resulta fundamental generar una cultura del agua, que nos permita dimensionar no sólo la magnitud de la crisis hídrica y las consecuencias del cambio climático generadas por las acciones humanas, sino que genere un cambio cultural que incida en nuestra relación con el medio ambiente y en nuestras prácticas económicas y sociales.

Perevochtchikova (2012) refiere que la cultura del agua es:

la construcción de nuevas formas de relacionarnos con el entorno, específicamente con el recurso agua, a través de la producción, actualización y transformación individual y colectiva de valores, creencias, percepciones, conocimientos, actitudes y conductas en relación con este líquido en la vida cotidiana.⁶

Si bien la cultura del agua implica reconocer procesos y situaciones globales, también debe de estar centrada en el conocimiento de la situación de los recursos hídricos y los sistemas de agua potable a nivel local, así como en el análisis de las prácticas de uso, gestión y consumo del agua en cada región, con el fin de que esta información y sensibilización en torno al tema incida en garantizar el acceso al agua en cantidad y calidad suficiente para las generaciones actuales y futuras.

La cultura del agua debe ser promovida desde las instituciones de gobierno y las instituciones educativas, así como por la sociedad civil, a

⁶ Todo grupo social, como han dado cuenta diferentes trabajos antropológicos, tiene su propia cultura del agua relacionada tanto con el medioambiente concreto en que éstos se desarrollan, como con procesos y dinámicas sociohistóricas, conocimientos y significados que cada grupo social construye en torno al agua. En este trabajo se utiliza el concepto de cultura del agua construido a nivel institucional para referir el diseño e implementación de políticas públicas y acciones educativas formales y no formales con el fin de que a nivel individual y colectivo desarrollemos una relación sustentable con los recursos hídricos

través de acciones de educación ambiental formal y no formal. La educación ambiental se entiende como “un proceso conducente a la formación de personas despiertas a su realidad y conscientes de que pertenecen a un sistema ecológico global, regido por una serie de leyes y principios que deben conocerse y sobre todo, respetarse para garantizar la vida misma” (Guier 2002, citado por Villadiego, J. et.al. 2017).

6.3. Educación ambiental no formal y cultura del agua

La educación ambiental no formal es “la transmisión de conocimientos, aptitudes y valores ambientales fuera del sistema educativo institucional, que conllevan la adopción de actitudes positivas hacia el medio natural y social que se traduzcan en acciones de cuidado y respeto por la diversidad biológica y cultural, fomentando la solidaridad de las generaciones actuales hacia las futuras” (López, R. y Bastida, D, 2018). Este tipo de educación puede estar, o no, articulada con la educación formal. En cualquier caso, estas pueden resultar complementarias, al contribuir a que las personas profundicen o amplíen conocimientos y habilidades.

La educación ambiental no formal, destaca Novo (2003), se caracteriza particularmente porque el objetivo pedagógico está directamente relacionado con las necesidades o las problemáticas del contexto local, y busca la generación de cambios o resultados concretos. Además, refiere la autora, es una propuesta educativa flexible, innovadora, inclusiva, adaptada al contexto cultural y que favorece la participación e implicación de las comunidades en la toma de decisiones, la cooperación y el diálogo entre individuos e instituciones, así como los procesos interdisciplinarios, utilizando múltiples recursos y vías para el aprendizaje.

La educación ambiental, refiere Covas, M. (2004) sigue un paradigma pedagógico comunitario y sistémico, ya que parte de conocer la situación ambiental local y considerar los elementos sociales, políticos, económicos y ecológicos que inciden en ésta, para identificar y construir, junto con la población local, las alternativas de mitigación, adaptación o reducción de riesgo frente a las necesidades o problemáticas ambientales concretas, ade-

más de diseñar y construir otros escenarios ambientales posibles y deseables desde el ámbito local.

En ese sentido, la educación ambiental no formal es considerada una de las principales herramientas para el cambio y la transformación social. No obstante, para que esta pueda lograr su objetivo, es importante dar un seguimiento a las acciones educativas no formales con el fin de evaluar las metodologías utilizadas, los alcances e impactos generados, así como identificar las oportunidades, debilidades o limitaciones que tiene la educación ambiental no formal en determinados contextos.

6.4. Acciones educativas no formales en torno a la cultura del agua en tres municipios de la Cuenca del Río Ayuquila, Jalisco

6.4.1 El contexto previo

Al iniciar el trabajo de campo en los tres municipios registramos que no estaban ocurriendo otras acciones educativas no formales en torno al tema del agua dirigidos a las nuevas generaciones o a la población en general. En ocasiones, desde instituciones de gobierno como los organismos operadores del sistema de agua potable o las direcciones de agua potable, se ha realizado alguna acción educativa o evento en centros escolares o plazas públicas en relación con el día mundial del agua o del medioambiente, pero generalmente estos no han estado enfocados a la educación y sensibilización de la población en torno al agua, sino a resolver las cuestiones técnicas y administrativas relacionadas con el servicio del agua potable. Las direcciones de ecología de los ayuntamientos, también suelen hacer algunas acciones educativas puntuales en centros educativos o en eventos organizados en estos días de conmemoración.

Esta educación no formal en torno al agua tampoco se está llevando a cabo por la sociedad civil. En dos de los municipios, Unión de Tula y Zapotitlán de Vadillo, no encontramos ninguna asociación u organización de tipo ambientalista que realice acciones educativas en sus localidades, mientras que en El Grullo solo hemos ubicado un grupo de mujeres que

tiene un huerto agroecológico, en el que se imparten algunos talleres relacionados principalmente con este tema, y en los que se abordan otros temas ambientales.

Esta falta de educación no formal en torno al agua incide en que muchas personas en el municipio no tengan información suficiente sobre este recurso. Como ya se ha anotado, una de las primeras actividades que se realizó en el marco de este proyecto fue una evaluación participativa en los tres municipios para conocer qué información tiene la población en torno al tema del agua, los usos y las prácticas locales en torno a ello, así como la manera en que se evalúa el servicio. En esta encuesta participaron en cada municipio un mínimo de 50 personas.

A partir de esta instrumento se encontró que entre el 10 y 30% de las personas encuestadas en cada municipio desconocían o tenían una idea incorrecta respecto a cuál es el organismo que les brinda el servicio de agua potable; entre el 40 y 60% de las personas encuestadas en cada municipio no sabía si se realiza, o no, el saneamiento del agua en su localidad, o bien, tenía una idea equivocada al respecto; entre el 30 y 70% de las personas encuestadas en cada municipio no sabía o tenía una idea incorrecta en torno a cuál es la fuente de abastecimiento del agua potable en su localidad; entre el 50 y 80% de las personas encuestadas en cada municipio refirieron que no habían recibido ningún tipo de información en torno al agua en el último año, y entre el 10 y 20% de las personas encuestadas consideraron que era sencillo brindar el servicio de agua potable a la población.

Algunos de los resultados obtenidos en esta encuesta dan cuenta de que no había una cultura del agua en estos municipios. Sin duda esta falta de información básica está relacionada con muchos de los problemas que se viven en torno al tema del agua en estas localidades y que van desde la falta de prácticas de uso y consumo responsable, la baja participación de la ciudadanía en la gestión y gobernanza del agua, la alta tasa de no pago del servicio, así como el rechazo a que se instale un sistema de micromedición del agua o se ajusten las cuotas de este servicio.

6.4.2 Acciones educativas no formales en torno a la cultura del agua dirigidas a las nuevas generaciones.

A partir de los resultados obtenidos en esta encuesta se estableció que una parte central del proyecto de “Fortalecimiento de capacidades e instrumentos para mejorar la gestión y gobernanza del agua en municipios de la Red de Alcaldesas de Jalisco”, sería el diseño e implementación de acciones educativas no formales en torno a la cultura del agua, particularmente, dirigidas a las nuevas generaciones, en los municipios de Unión de Tula, El Grullo y Zapotitlán de Vadillo.

Las acciones educativas que se implementaron fueron, principalmente, la realización de cursos y talleres en las escuelas con diferentes temáticas vinculadas a la cultura del agua, así como el diseño de un paquete de 12 infografías para su difusión en las redes sociales de centros escolares e instituciones gubernamentales.

Del mes de mayo de 2022 a marzo de 2023 se impartió un total de 21 cursos en ocho centros educativos públicos, tres preparatorias, dos secundarias y tres primarias. La mayoría de estos cursos (13), se impartieron a estudiantes de nivel medio superior en los tres municipios, en donde algunos estudiantes recibieron más de un curso en torno al agua, mientras que en las escuelas secundarias y primarias sólo se impartió un curso. El número de estudiantes que participó en estos cursos fue de 97 estudiantes de primaria, 197 estudiantes de secundaria y 613 estudiantes de preparatoria.

Los cursos tuvieron una duración de una a dos horas, y se tocaron diversos temas en torno a la cultura del agua utilizando diferentes metodologías en función del grado escolar de los estudiantes (exposición por parte de expertos, visitas escolares a un centro de investigación y tecnología ambiental, dinámicas de grupo, discusión de materiales audiovisuales y juegos de mesa).

En estos cursos se brindó información básica a los estudiantes en torno a diferentes temas vinculados con la cultura del agua, tales como: la importancia fundamental del agua para el sostenimiento de la vida y el bienestar integral de una comunidad; el reconocimiento del agua como un recurso limitado que debe consumirse de manera racional y responsable; la

situación de los recursos hídricos municipales y los principales usos del agua en su localidad; el ciclo urbano del agua y el funcionamiento del servicio de agua potable y saneamiento en sus municipios; además de identificar acciones para fortalecer el cuidado y el uso sustentable de este recurso en los hogares y en los espacios educativos.

Particularmente, con los estudiantes de nivel medio superior también se abordó el tema de género y acceso al agua, ecotecnia para el saneamiento y potabilización del agua, monitoreo de la calidad del agua, así como ciencia y tecnologías ambientales en torno al agua.

A partir de la implementación de todos estos cursos y talleres se buscaba que las nuevas generaciones tuvieran más información en sus municipios, generar mayor conciencia y sensibilización en torno al uso y cuidado del agua para garantizar la seguridad hídrica para las generaciones actuales y futuras, fomentar la participación de la ciudadanía en la toma de decisiones para mejorar la gestión y gobernanza del agua, así como promover el interés de los jóvenes en la ciencia y la tecnología ambiental.

6.4.3 Impactos, alcances y limitaciones.

Es complejo establecer y dimensionar los impactos generados por estas acciones educativas no formales en el corto plazo. Empero, a partir de la experiencia en campo, hemos observado que la implementación de estos cursos y talleres ha servido para generar o reactivar entre los actores locales mayor inquietud e interés por desarrollar acciones educativas formales y no formales en torno al tema del agua.

El apoyo que solicitamos a funcionarios del Ayuntamiento (Dirección de Ecología o Instituto Municipal de la Juventud) para gestionar el acceso a instituciones educativas de sus localidades para realizar cursos y talleres en torno al agua, en los que muchas veces estos funcionarios estuvieron presentes, incidió en que se colocará nuevamente el tema de la cultura del agua como un elemento clave para establecer o mejorar el vínculo entre el gobierno y la ciudadanía, a partir de fomentar tanto en actores públicos como en las nuevas generaciones nuevos valores y actitudes en torno al agua.

La realización de cursos y talleres en los centros educativos también contribuyó a que éstas encontrarán en estas acciones educativas no formales elementos para fortalecer su propia curricula en la que se abordan temas ambientales o relacionados con el agua, así como diversos elementos de ciencias exactas y sociales. Particularmente, los cursos y talleres desarrollados en escuelas de nivel medio superior, también buscaron generar en las y los jóvenes el interés por el estudio y la investigación social y tecnológica ligada al medio ambiente.

La implementación de estos cursos y talleres contribuyó a dar información y sensibilizar a las y los estudiantes en torno al tema, a promover en ellos el estudio y la formación científica relacionada con el medioambiente, así como a conocer algunas iniciativas que se realizan desde las comunidades o desde los propios jóvenes para mejorar el acceso y la calidad del agua o el cuidado del medio ambiente en sus localidades.

Una encuesta aplicada entre 150 estudiantes de nivel medio superior en los tres municipios, después de la realización de estos cursos, da cuenta que estos identificaban haber recibido en el último año más información en torno a la cultura del agua. Ello incidió en que más de la mitad de estos estudiantes encuestados conocieran cuál es la fuente de abastecimiento de agua en su municipio; si se lleva a cabo, o no, el saneamiento del agua en su localidad, o bien, a reconocer que el proceso de llevar el agua potable a los hogares no es algo sencillo.

Sin embargo, es evidente que todavía hace falta que las y los jóvenes tengan más información respecto a la situación y la gestión de los recursos hídricos en su municipio, así como que este tipo de acciones educativas no formales se sostengan en el tiempo y se amplíen a otros sectores de la población, con el fin de que estos conocimientos realmente sean incorporados por las personas y los motiven a cambiar prácticas y actitudes en torno al agua.

Para ello, sería vital que este tipo de acciones educativas no formales se lleven a cabo no solo o principalmente por actores externos que, generalmente, están en los territorios por tiempos acotados, sino que se generen por diferentes actores locales, desde instituciones de gobierno y sociedad

civil organizada, en articulación con los centros educativos. No obstante, como ya se ha anotado, esto no es algo que ocurre en todos los municipios, debido a las inercias y condiciones de trabajo de las dependencias de gobierno municipales, o bien, porque no existe una sociedad civil organizada en torno al tema ambiental. En ese sentido, la posibilidad de que se lleven a cabo procesos de educación no formal implica que se genere un cambio institucional en el que se reconozca la relevancia de la cultura del agua como un elemento clave para la gobernanza municipal, así como que se fomente la organización y participación ciudadana en torno a la conciencia ambiental.

Finalmente, es importante destacar que la educación ambiental no formal no debe entenderse como acciones educativas aisladas y en las que se presenta información general en torno a un tema, la educación no formal debe tener una estructura y objetivos pedagógicos claros y concretos, a partir de la identificación y el análisis de problemáticas locales, con el fin de promover la reflexión y la discusión colectiva que contribuyan a generar y desarrollar propuestas para el cambio social.

6.5. Conclusiones

La educación ambiental no formal es fundamental para que las poblaciones locales puedan tener información más concreta en torno a la cultura del agua en sus territorios, más allá de lo que hayan aprendido en el sistema de educación formal, o bien, de las recomendaciones generales que se hacen en torno al cuidado del agua a través de los medios de comunicación.

A través de este tipo de educación, la población puede conocer la situación de los recursos hídricos en sus municipios, los usos que se le dan al agua, la calidad que tiene este líquido, y de qué manera se gestiona y distribuye el agua en su territorio. La información y sensibilización en torno a la situación del agua a nivel local, así como la discusión y reflexión colectiva en torno a la manera en que la población se relaciona con este recurso, pueden contribuir a que las personas asuman un mayor compromiso en el cuidado del agua y que participen en su gestión, modificando prácticas, conductas y actitudes en torno a este recurso.

No obstante, como se observó en este proyecto, hay muchos municipios en los que no hay actores locales que estén implementando un programa de educación ambiental no formal en torno al agua. En consecuencia, un porcentaje importante de la población no tiene conocimientos básicos respecto a la situación de los recursos hídricos o el sistema de agua potable en su localidad.

Si bien la intervención de actores externos puede contribuir a colocar el tema de la cultura del agua como un elemento clave para garantizar la seguridad hídrica de los municipios y mejorar la gestión y gobernanza del agua, su impacto suele ser acotado, ya que se trata de intervenciones puntuales que, generalmente, no prevalecen en el tiempo.

Para que la educación ambiental no formal logre el objetivo de que las personas no solo obtengan información, sino que también desarrollen capacidades y habilidades que les permitan interactuar de manera más sustentable con el medio ambiente, es necesario que esta se implemente de manera constante y estructurada, utilizando diferentes metodologías y dinámicas de aprendizaje para llegar a distintas poblaciones.

En ese sentido, la educación ambiental no formal debe ser impulsada, principalmente, por diferentes actores locales, desde el sector educativo, gubernamental y de la sociedad civil.

Entre los principales retos que hay para que estos actores se involucren en la educación ambiental no formal, destacan: romper con inercias institucionales y de trabajo burocrático que obstaculizan la coordinación entre distintos actores locales, fomentar la organización social y la participación ciudadana en torno a temas ambientales, así como promover la articulación entre estos actores locales y otros actores externos que puedan reforzar capacidades y habilidades locales.

6.6. Bibliografía

Covas, O. (2004). La educación ambiental a partir de tres enfoques: Comunitario, sistémico e interdisciplinario. *Revista Iberoamericana de*

- Educación*, 34, 1-7. Recuperado en 20 de marzo de 2023, de <https://rieoei.org/RIE/article/view/2941>
- López, R. y Bastida, D. (2018). La importancia de la educación ambiental no formal en el medio rural: el caso de Palo Alto, Jalisco. *Diálogos sobre educación. Temas actuales en investigación educativa*, 9(16), 00004. Recuperado en 22 de marzo de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200721712018000100004&lng=es&tlng=es.
- Novo, M. (2005). “Educación ambiental y educación no formal: dos realidades que se realimentan”. *Revista de Educación*, 338, 145-165. Recuperado en 21 de marzo de 2023, de https://www.temaiken.org.ar/imagenes/archivos/2019-05/345-re338_10.pdf
- Perevochtchikova, M., (2012). *Cultura del agua en México. Conceptualización y vulnerabilidad social*. UNAM-Porrúa.
- UNESCO, ONU-Agua. (2020). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020: Agua y Cambio Climático*. UNESCO.
- Villadiego, J. et.al. (2017). Base pedagógica para generar un modelo no formal de educación ambiental. *Revista Luna Azul*. Recuperado en 19 de marzo de 2023, de [file:///C:/Users/HP/Downloads/DialnetAlgunasConsideracionesAcercaDeLaEducacionAmbiental-4896374%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/DialnetAlgunasConsideracionesAcercaDeLaEducacionAmbiental-4896374%20(1).pdf)

Capítulo 7.

Elementos para la evaluación de instalación de un humedal subsuperficial en una comunidad de Zapotitlán de Vadillo, Jalisco.

*Oscar Aguilar Juárez
Karen Paola Sepúlveda Ruiz
Ariel Vázquez Elorza*

La evidente necesidad por aprovechar el agua en México justifica claramente la búsqueda de alternativas de tratamiento de agua considerando las condiciones actuales de cambio climático, cambio de uso de suelo, actividades agropecuarias, crecimiento de la población, uso de pesticidas, y otros aspectos. Por esta razón, con el apoyo del Proyecto 7, se han evaluado alternativas de ubicación de un sistema de tratamiento de aguas residuales bajo la tecnología de humedal subsuperficial.

El presente capítulo comprende las bases de diseño del sistema de tratamiento como una aportación a los fundamentos técnicos, con el conocimiento previo de que las condiciones climáticas de la zona, así como del uso del agua se han visto modificadas recientemente y con altas posibilidades de cambio.

La problemática del agua requiere de una atención directa e integral. El presente libro aporta elementos tanto jurídicos sobre cultura del agua, suministro de agua potable, entre otros aspectos que implican forzosamente una educación formal y no formal que den soporte al aprovechamiento integral del agua que, por lo tanto, implica el suministro como el tratamiento de las aguas residuales.

Las aguas residuales implican externalidades que en pequeñas comunidades se pueden obviar dada la capacidad del medio natural de compensar la carga orgánica que es arrastrada en estas aguas residuales comunitarias. Sin embargo, es indispensable que dentro de la cultura del agua se incor-

⁷ Proyecto “A 400. Fortalecimiento de Capacidades e Instrumentos para mejorar la Gestión y Gobernanza del Agua en tres municipios de la Red de Alcaldesas de Jalisco”.

pore el concepto de economía circular y se considere el recurso agua como un elemento sustantivo para el desarrollo, aún más en las condiciones de cambio climático que se vislumbran en un futuro cercano.

En el presente capítulo se aportan herramientas básicas para atender condiciones situacionales, como es el caso de la adaptación de un recurso pasivo como es una laguna de oxidación abandonada, pero que pudiera ser el caso de cualquier comunidad sin tratamiento alguno de las aguas residuales, o el caso de una planta de tratamiento de aguas residuales tradicional abandonada, entre otras situaciones que seguramente están presentes en la región.

De esta manera, obviando que es indispensable integrar un sistema de tratamiento de las aguas residuales, se propone un sistema basado en la naturaleza que se justifica plenamente dentro del contexto de la gran mayoría de las comunidades del estado de Jalisco, en las cuales un sistema de tratamiento de aguas residuales tradicional que requiere aireación y por lo tanto altos consumos de electricidad e insumos como floculantes y servicios de mantenimiento especializados que ponen en riesgo su viabilidad y posible abandono.

Una alternativa que es sujeto de estudio de este capítulo son los sistemas pasivos, y dentro de estos sistemas se resaltan los Humedales Horizontales de Flujo Subsuperficial (HHFSS), debido a las ventajas de estos sistemas por su eficiencia y bajo costo. En el caso particular, al tratarse de una adecuación de una laguna de oxidación se privilegia esta alternativa tecnológica.

Asimismo, se pretende aportar elementos que permitan comprender las implicaciones técnicas que pueden ser de utilidad para el análisis de otros sitios en la región, sobre la adecuación de un sitio en una comunidad con cierto nivel de marginación y la comprensión de su contexto que incluye la revalorización de un sitio en abandono.

Se presentan los antecedentes y descripción de las condiciones actuales y las condiciones de diseño para la adecuación de una laguna de oxidación a un sistema de humedal subsuperficial, con la estimación de aguas residuales y carga orgánica esperada, la conceptualización de un sistema de tratamiento, sus elementos constituyentes con énfasis al humedal tanto de diseño como de adecuación de un sistema preexistente y aspectos

operativos como es el material de soporte, tuberías, tipo de vegetación y accesorios que permitirán realizar monitoreos y seguimiento del sistema.

7.1. Antecedentes y consideraciones

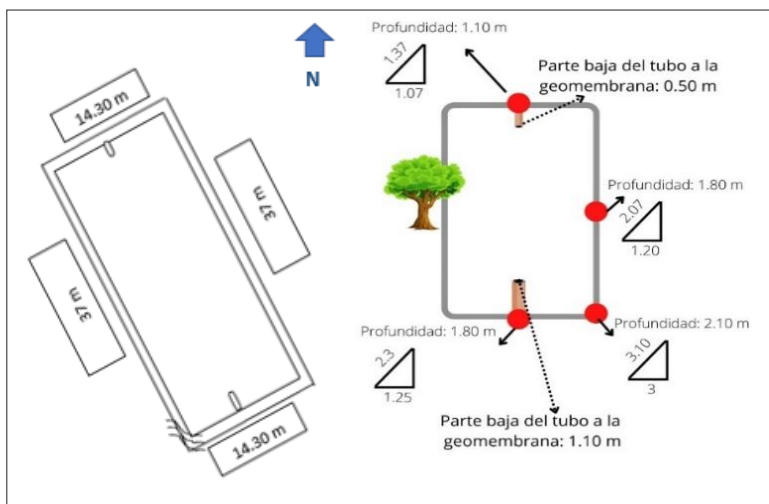
El presente capítulo sintetiza diferentes visitas, cuatro en total, realizadas durante el periodo 2021 y 2022 en la comunidad de San Francisco Mazatán en el municipio de Zapotitlán de Vadillo. El sitio seleccionado, para este estudio en particular, es una laguna de oxidación subutilizada y que puede ser un ejemplo de reconversión, como un prototipo de adecuación para el uso de tecnologías de bajo impacto económico y energético en el tratamiento de aguas residuales. El sitio cuenta con servicios y prestaciones que abaten significativamente costos como es el acceso por medio de un camino empedrado, malla ciclónica y acondicionamiento alrededor de la laguna. Sin embargo, es necesario dar mantenimiento a estos accesos y contar con apoyo del municipio para poder ingresar al sitio donde se realiza la descarga de las aguas residuales y seguimiento en los muestreos.

Existen elementos muy importantes que es necesario considerar en las condiciones de diseño sobre las dimensiones de la laguna de oxidación. A saber, el diseño conceptual comprendió las estimaciones de flujo, calidad del agua, condiciones de recolección, topografía del sitio, entre otros factores. El reporte del proyecto ejecutivo piloto de saneamiento, establece el flujo de aguas residuales dentro del sistema de tratamiento, la composición del material de soporte para las plantas y medio de crecimiento de los consorcios microbianos, la recepción del agua, rejillas, *bypass*, posible medición de flujo con canal Parsall, diseño de tanque séptico, evaluación de viabilidad de inclusión de filtro anaerobio (en principio, esta alternativa se ha desechado a partir del análisis del diseño conceptual), profundidades y granulometría de los soportes, puntos de muestreo y tubería para distribución del influente en el humedal, estrategia de incorporación de vegetación en el sistema de tratamiento, registro de salida y alternativas de acondicionamiento particular del sitio. El objetivo de este capítulo es ejemplificar el proceso de elaboración de un proyecto ejecutivo piloto de saneamiento con la adecuación de una laguna de oxidación a un humedal subsuperficial. Y con ello, la adecuación de la laguna de oxidación para recuperar un sitio en

desuso cuya inversión está fuertemente depreciada con el riesgo de perderse y, establecer las bases para proporcionar un sitio demostrativo y experimental que puede ser de utilidad de referencia en la región para la construcción de sistemas distribuidos de tratamiento de agua, con bajo consumo energético y tratamiento efectivo del agua residual.

Sobre la base de las visitas realizadas, se confirmaron las dimensiones de la laguna que tiene forma rectangular con los siguientes espacios: 14.30 x 37 m, equivalentes a 530 m² de superficie. La laguna dispone de una geomembrana que cubre un talud con dimensiones irregulares que a continuación se describen (a considerar para el cálculo del volumen necesario de soporte de tezontle y/o grava requerida). La laguna tiene una profundidad de aproximadamente 2.10 m en y una pendiente del 1.5% de Sur a Norte (ver figura 7. 1). El cuerpo de la laguna de oxidación, tanto la base como paredes laterales conformadas con taludes, están revestidas con geomembrana del tipo HDPE. Cuenta con un andador perimetral de concreto de 2.0 metros de ancho, mientras que el resto de la superficie está empedrada.

Figura 7. 1. Dimensiones de la laguna de oxidación.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de trabajo de campo.

La conexión a la línea de drenaje básicamente requerirá de una reactivación del flujo de las aguas hacia la laguna y adecuaciones para garantizar un *bypass* en caso de flujo de agua pluvial. Se requiere de la determinación de un tren de tratamiento adecuado. En este trabajo se han evaluado diferentes alternativas donde se detalla aquella que se considera la más viable por costos y aprovechamiento de los espacios.

7.2. Sistema de tratamiento, adecuación con disposición actual.

Actualmente el agua residual se desfoga de acuerdo con el trazo de las canalizaciones iniciales sin tratamiento de agua, las cuales terminan en una barranca donde el agua se infiltra y fluye al río Armería a una distancia de aproximadamente 400 metros (figura 7. 2), es decir, prácticamente la mayor parte del agua residual se infiltra en la planicie posterior a la barranca previo a su arribo al río.

Figura 7. 2. Distancia del efluente al cuerpo de agua más cercano.



Fuente: Elaboración propia obtenida de Google Maps.

Retornando al ingreso del agua residual a la laguna de oxidación, de acuerdo con los resultados de las visitas realizadas, se considera como medida preventiva realizar una zanja derivadora de agua pluvial, ya que en la época de lluvias existe la posibilidad de que el agua fluya de la carretera hacia la barranca y, de no contar con las adecuaciones necesarias, inundaría el humedal.

Adicionalmente, las tuberías colectan tanto agua residual como pluvial lo que justifica también adecuar un sistema de *bypass* que derive el agua ya sea directamente a la barranca o a la salida del sistema de tratamiento. Es importante señalar que, no se contempla incluir medidores de flujo ni canal Parshall. Sin embargo, es indispensable caracterizar el flujo del agua y su calidad para poder ajustar las condiciones de diseño del presente documento que, hasta el momento, es una base de referencia para el proyecto ejecutivo piloto de saneamiento, que finalmente será validado con el ingeniero o despacho de ingeniería a contratar para la construcción de la obra, en conjunto con las autoridades municipales.

Condiciones de diseño

La población que habita en la comunidad es de 170 a 200 personas, donde aproximadamente el 60% tiene sus viviendas conectadas a la red de aguas residuales (de acuerdo con comunicación personal en las conversaciones sostenidas con los habitantes de la comunidad, el comisario y personal de ecología del municipio). De esta manera, se establece como línea base en este estudio, que el flujo de agua será constante a lo largo del año y no se evapotranspirará de manera que coloque en riesgo a las plantas. El agua pluvial se derivará a la barranca y el agua que llegará al sitio será primordialmente agua de drenaje de la comunidad, es decir, aguas residuales domésticas, con la posibilidad de arrastre de agua proveniente de corrales de animales domésticos y de traspatio (que son mínimos) donde como se señaló, será necesario adecuar un *bypass* para garantizar la operación adecuada del humedal.

En general el municipio de Zapotitlán tiene un clima semicálido⁸, sin embargo, se asume que el clima dominante de la comunidad de San Francisco Mazatán es cálido subhúmedo⁹ (parte baja de la comunidad donde se encuentra la laguna de oxidación). De acuerdo con el cuadro 7.1, el consumo de agua de la población es de aproximadamente 203 l/hab diario.

Cuadro 7. 1. Promedio de consumo de agua potable estimado por clima dominante.

Clima	Consumo (L/ (hab d)			Subtotal por Clima
	Bajo	Medio	Alto	
Cálido húmedo	198	206	243	201
Cálido subhúmedo	175	203	217	191
Seco o muy seco	184	191	202	190
Templado o frío	140	142	145	142

Fuente: Conagua (2015).

Por otra parte, el Cuadro 2 muestra las concentraciones típicas del agua residual doméstica, que se tomará de referencia para el diseño conceptual del sistema de tratamiento de la comunidad. Al considerarse como referencia entonces el rango promedio, la DQO del agua residual es de 500 mg/l y la DBO₅ de 210 mg/l.

Cuadro 7. 2. Concentraciones típicas del agua residual doméstica.

Parámetro	Unidad	Rango		
		Mínimo	Máximo	Promedio
DBO ₅	mg/l	110	400	210
DQO	mg/l	250	1000	500
SST	mg/l	100	350	210
NTK	mg/l	20	85	35

Fuente: Conagua (2016).

⁸ https://iieg.gob.mx/contenido/Municipios/Zapotitlan_Vadillo19.pdf

⁹ <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2019/06/Zapotitlan-de-Vadillo.pdf>

Sin embargo, al observar las condiciones del clima durante los últimos 120 años en la región en estudio, se aprecia que la temperatura media mínima ha presentado una variabilidad, en promedio, de 10.8°C hasta 21.8°C; la temperatura máxima de 27.3°C hasta 37.1°C, mientras que la precipitación ha presentado una variabilidad desde 0 mm mensuales hasta 592.1 mm/mes cuyo promedio osciló en 91.7 mm en ese periodo de estudio (elaboración propia con datos satelitales de Centre for Enviromental Data Analysis (CEDA) (Ver figura 7.3).

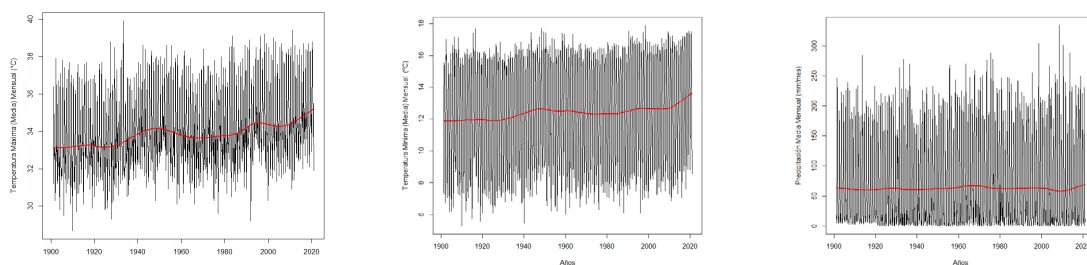


Figura 7. 3. Variabilidades climáticas en la laguna de oxidación.

Fuente: Elaboración propia con datos satelitales de CEDA.

Se plantea como expectativa que el proyecto cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021 que sustituye a la NOM-001-SEMARNAT-1996. El cuadro 7.3 muestra las condiciones de diseño que se consideraron como referencia para la ingeniería conceptual y, que se debe continuar en el proyecto ejecutivo piloto de saneamiento (hasta que se realice la determinación en campo); donde es importante resaltar que, para el desarrollo del proyecto ejecutivo piloto de saneamiento previo a la construcción, será recomendable contar con un asesor local para identificar y decidir, costos, materiales y distancias para poder costear adecuadamente los recursos necesarios y decidir igualmente los más viables técnica y económicamente.

Cuadro 7. 3. Condiciones estimadas del agua residual a tratar.

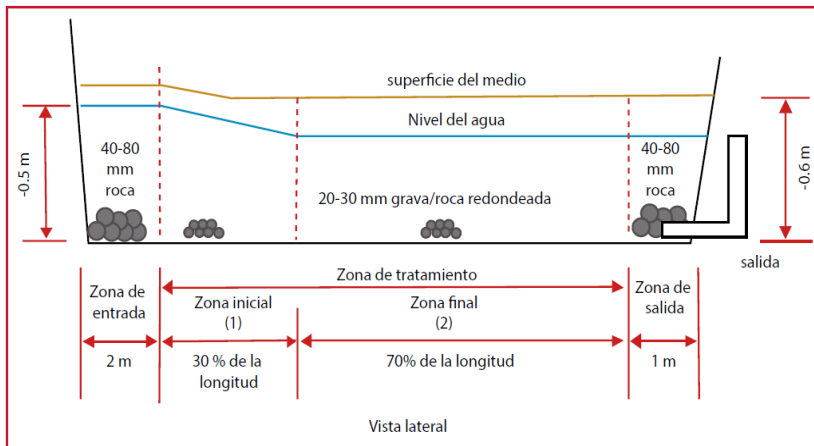
Condiciones / Parámetro	Valor	Unidad
Tasa de generación	200	L/persona-d
DBO ₅ promedio	210	mg/L
DQO promedio	500	mg/L
Población considerada	200	personas
Caudal promedio	40,000	L/d
Caudal promedio	0.46	L/s

Fuente: Elaboración propia con datos de la NOM-001-SEMARNAT-2021 y el IIEG. (2019).

Conceptualización

La figura 7.4, esquematiza las adecuaciones sugeridas en la reconversión de la laguna de oxidación, donde básicamente se requieren adaptaciones que podrán llevarse a cabo en sitio y, que posteriormente junto con la ingeniería básica podrá identificarse con mayor detalle la instrumentación para el monitoreo del humedal. Lo anterior pudiera ser de referencia para evaluar parámetros de utilidad en sistemas de tratamiento similares en la región.

Figura 7. 4. Adecuaciones sugeridas en la reconversión de la laguna de oxidación.



Fuente: Conagua, 2015.

Se constata que las condiciones ambientales y las características propias del sistema convierten al HFSS (Humedal de Flujo Subsuperficial) en un excelente sistema de tratamiento para la remoción de materia orgánica y nutrientes. Sin embargo, hay referencias de que los HFSS eliminan altas cantidades de materia orgánica en comparación con los HFS (Humedales de Flujo Superficial), pero presentan deficiencias y variabilidad en las tasas de remoción en el caso del nitrógeno, ya que la aportación y pérdida de dicho contaminante se ha ido aclarando a pasos lentos debido principalmente a la complejidad de los ciclos biogeoquímicos.

Sin embargo, se ha profundizado en temas concernientes a los procesos avanzados para la eliminación de nitrógeno que se pueden presentar en los humedales (Merino, 2017). Por esta razón, dentro de la conceptualización del humedal se busca aportar con un sitio de estudio y evaluación de nutrientes para comunidades de la región utilizando este tipo de tecnología. Como parte de las acciones del proyecto, se han realizado estudios de los microbiomas al interior del tezontle como en las raíces de las plantas en un humedal que aplica la misma tecnología que se implementará en San Francisco Mazatán.

Dando seguimiento a las operaciones de tratamiento conceptualizado en el documento de ingeniería, se enfatiza que, para fines de tratamiento del agua residual de esta comunidad, no se requiere la construcción de un filtro anaerobio, por lo que se ampliarán los aspectos importantes del tanque séptico.

Tanque séptico

El tanque séptico será un tanque soterrado (con opción de evaluar la construcción de una cisterna en geomembrana, dada la posibilidad de contar con una cotización de este tipo de materiales que pueden ser incluso mejor que un tanque de Rotoplas y que, además, puede ser diseñado bajo demanda). El tanque séptico independientemente de los materiales que sea construido requerirá de un volumen aproximado de 20 m³ con un tiempo de residencia hidráulico de 12 horas, (en caso de considerar un filtro anaerobio

el tiempo de residencia hidráulico tendrá que ser de al menos 24 h). El cuadro 7.4 describe de manera general los equipos propuestos. Se espera que se presente una reducción del 15% de la DBO_5 a la salida del tanque séptico, es decir con un valor aproximado de 180 mg/L.

Cuadro 7. 4. Equipos propuestos.

Equipos propuestos	Tiempo retención (h)	Volumen útil (m³)	Volumen total (m³)	Motivo
Tanque séptico	12	20.0	26.67	1/3 del volumen para lodos
Filtro anaerobio	24	40.0	114.3	Porosidad de la grava 0.35
Humedal	72	120.0	342.9	Porosidad de la grava 0.35

Fuente: Elaboración propia basada en trabajo de campo.

El cuadro 7.5, muestra las dimensiones de los equipos propuestos. Se propone que el tanque séptico disponga de dos cámaras, la primera que tenga un largo de 3.2 m y la segunda cámara de 1.6 m y ambas cámaras de 2.4 m de ancho con una altura de 0.74 m.

Cuadro 7. 5. Dimensiones de los equipos (ideales en base a diseño).

Equipos propuestos	Altura operativa (m)	Altura total (m)	Área (m²)	Largo total (m)
Tanque séptico	1.5	1.8	17.8	4.9
Filtro anaerobio				
Humedal	0.7	0.8	489.8	25.6

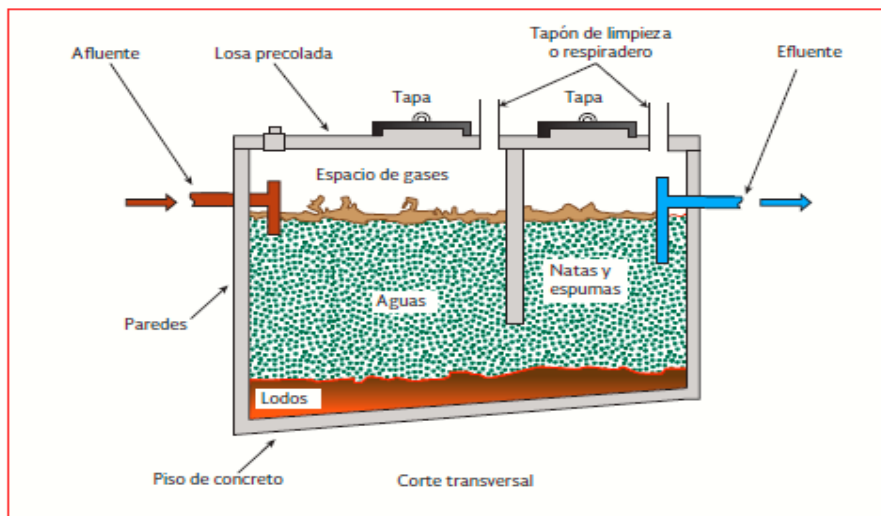
Fuente: Elaboración propia basada en trabajo de campo.

De acuerdo con los parámetros establecidos, la eficiencia esperada de remoción de la DBO_5 sería de 85% lo que significaría una DBO_5 a la salida de 32 mg/L, muy cercano a lo que establece la norma Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997 de 30 mg/L.

La figura 7.5, esquematiza los elementos necesarios de un tanque séptico de dos compartimentos. Dado que el sistema no dispondrá de un filtro anaerobio, este tipo de tanque permitirá eliminar sedimentos y

realizar un pretratamiento del agua residual que permitirá reducir riesgos operativos, como la colmatación en el humedal al reducir la carga orgánica y de partículas que pudieran acumularse en la sección inicial del humedal.

Figura 7. 5. Tanque séptico de dos compartimentos.



Fuente: Conagua, 2015.

Los tanques sépticos han sido utilizados en viviendas individuales o pequeños grupos de viviendas (de 10 a 100 habitantes), en zonas donde no hay drenaje. Su ubicación debe de encontrarse lo más lejos posible de la zona habitada (hasta 100 m) para evitar los malos olores que se generan durante el tratamiento. Los tanques sépticos se constituyen por un tanque de forma rectangular o circular, construido comúnmente con ladrillos, mortero y cemento (Conagua, 2015).

El interior del tanque está aplanado, cuenta una profundidad de entre uno y dos metros, en ocasiones una trampa para separar las grasas (imagen 5), y pueden presentar uno o más compartimentos. La remoción de DBO_5 y SS en un tanque séptico de un compartimento, es de 30% y 60%, cada

uno; con un tiempo de retención hidráulica que puede variar entre 12 horas a tres días dependiendo de la calidad necesaria en el efluente y del número de compartimientos (Conagua, 2015).

Humedal

Es importante resaltar que el humedal tiene dimensiones preestablecidas: área de 530 m², 14.30 m de ancho y 37 m de largo. Solamente, se podría tener margen de acción en los materiales y profundidad del soporte.

Los cuadros 4 y 5 especifican las medidas teóricas ideales del humedal donde se espera lograr una eficiencia de remoción del 85% de la DBO₅, con una concentración de DBO₅ a la salida de 31.5 mg/l, parámetro cercano al límite permitido para el agua residual de la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público. De esta manera, se espera que la laguna de oxidación de 14.3 x 37 m (de 530 m² de superficie) y que tiene una profundidad máxima de 2.10 a 2.5 m con un talud de aproximadamente 45 grados, y una altura de la tubería de entrada a la laguna de 1.10 m y una altura de 0.5 m a la salida de la laguna (ver Imagen 1) cumpla con los requerimientos establecidos en la normativa; ahora, es necesario determinar el volumen y materiales que se requieren, así como su altura.

Dado que el caudal promedio será de 0.46 l/s y el tiempo de retención requerido por diseño es de 72 horas, el volumen útil en metros cúbicos requerido es de 120 m³. Si la porosidad del tezontle es de 0.35 (a verificar con el tezontle a colocar, se asume para el diseño igual que la grava) el volumen total de tezontle sería de 343 m³. En este momento, si la altura de operación del tezontle (inundado con agua) es de 70 cm y la altura total de 80 cm (es decir, 10 cm de profundidad del espejo de agua) sería necesaria un área de 489.8 m². Idealmente y por diseño, el humedal debería de tener un ancho de $(428.6/3) \times 0.5 = 12.0$ m y un largo de $(12.0 \text{ m}) \times 2 = 24$ m.

Considerando los parámetros y condiciones reales de la laguna de oxidación se tienen las siguientes características, donde la porosidad (espa-

cio poroso total) del tezontle es un parámetro crítico. Según Rodríguez et al., 2013, la porosidad del tezontle es de 55% para partículas con diámetro menos de 6 mm, donde el autor señala que, a mayor tamaño de partícula, mayor es la porosidad. De acuerdo con Zurita 2008, el tiempo de residencia hidráulico del humedal se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$TRH = \frac{L \times W \times y \times \eta}{Q} \quad (1)$$

Donde,

L, es el largo de la celda (37 m)

W, es el ancho de la celda (14.3 m)

y, es el nivel del agua en la celda (0.45 m) se desprecia el espacio de arena.

h, es la porosidad del sustrato (.55)

Q, es el caudal alimentado a la celda (39.7 m³/d)

De esta manera, el tiempo de residencia hidráulico (TRH) del humedal es de 3.29 días o 79 horas; el cual se encuentra dentro de los parámetros de diseño teórico y es comparable con referencias bibliográficas de 3 y 4 días, (Merino, 2017) y (Zurita, 2008) respectivamente. El cuadro 7.6 resume las bases y criterios de diseño del humedal.

Cuadro 7. 6. Bases y criterios de diseño.

Variables	Unidades
* Flujo de aguas residuales a tratar	40,000 L/d
* Tiempo de retención hidráulica (TRH)	3 días
* Medio poroso	Tezontle
* Diámetro partícula (D)	de 1" a 2"
* Profundidad del lecho (δ)	0.8 m (nivel del agua 0.7 m)
* Peso específico del tezontle (ρ)	2.41 g/L
* Porosidad del tezontle(ε)	0.6 (Merino, 2017)
* La conductividad hidráulica del medio poroso (k)	10,000 m/d (teórica)
* Plantas verdes	Canna hybrids / Platanillo (planta que se contempla cultivar en el sitio)

Figura 7. 7. Imágenes del banco de materiales y del tezontle del banco de materiales seleccionado.



Fuente: Elaboración propia basada en trabajo de campo.

Banco de materiales en San Francisco Mazatán

Por parte del municipio se estableció la ubicación del banco de materiales más cercano. Se solicitó cotización del transporte de 14 toneladas (figura 7.8 y cuadro 7.7).

Figura 7. 8. Imágenes del banco de materiales.



Fuente: Elaboración propia basada en trabajo de campo.

Cuadro 7. 7. Precios de materiales del banco de materiales.

Material	Camión	Precio
Arena para concreto sin limpiar	14 m ³	\$2,500
Arena para concreto cernida	14 m ³	\$3,000
Tierra con piedra sello de pedreguera (filtro)	14 m ³	\$4,000
Tierra de sello de carretera (solo 4 viajes)	14 m ³	\$2,500

Fuente: Elaboración propia basada en trabajo de campo.

La grava es costosa en Zapotitlán ya que se obtiene desde Colima. No se facturaría y se cobraría al momento de entregar el viaje.

Vegetación requerida

De acuerdo con las condiciones de la operación según las condiciones climáticas de la zona, se asumen los siguientes supuestos: en la época de estiaje, la humedad relativa y las condiciones propias de la zona, no estarán en riesgo por evapotranspiración y falta de disponibilidad de agua corriente en el sistema, la viabilidad de las plantas del humedal. En principio, se ha optado por recolectar plantas endémicas de la región, sin embargo, en conversaciones realizadas con habitantes de la comunidad se puede considerar el uso de plantas ornamentales (figura 7.9). La disposición recomendada de densificación inicial de plantas es de 2 plantas por m², es decir aproximadamente 1000 plantas endémicas u ornamentales (a determinar ya sea junco, carrizo o plantas ornamentales como *Canna hybrids*, *Canna indica* (platanillo), *Strelitzia reginae* (planta ave del paraíso) las cuales deberán ser recolectadas con el apoyo de una cuadrilla proporcionada por el municipio y un camión de volteo para su transporte y, de ser posible de maquinaria (mano de chango) y/o herramientas para la recolección de las plantas. Se estima que la actividad puede ser completada a lo largo de una semana, previa consulta de sitios cercanos con este tipo de vegetación, ya sea con recolección de plantas endémicas u obtención paulatina de planta de humedales conocidos.

Figura 7. 9. Ejemplo de plantas que son utilizadas en humedales



Canna hybrids
(Zurita, 2008; Merino, 2017).



Canna indica
(Platanillo)



Strelitzia reginae
(Planta ave del paraíso)
(Zurita, 2008; Merino, 2017).



Zantedeschia aethiopica
(Alcatraz o Cala)
(Zurita, 2008)



Anthurium andreanum
(Anturio)
(Zurita, 2008)



Hemerocallis dumortieri
(Lirio japonés, lirio de San
Juan, Azucena amarilla)
(Zurita, 2008).



Agapanthus africanus
(Agapanto o lirio
africano)
(Zurita, 2008)



Phragmites australis
(Carrizo) (Zurita, 2008;
Merino, 2017)



Typha spp
(espadaña, junco)
(Merino, 2017).

Fuente: Elaboración propia basada en trabajo de campo.

Figura 7. 10. Ejemplo de propagación de plantas en el humedal de Atequizayán.

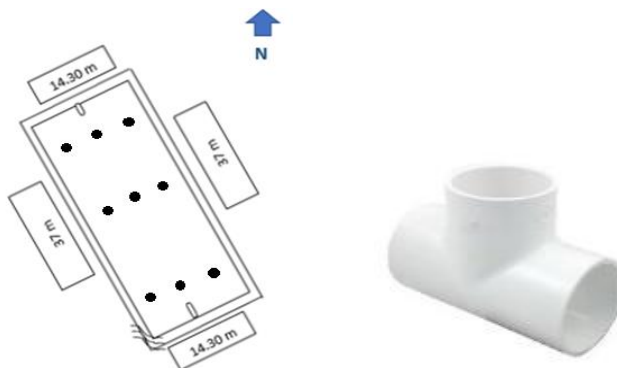


Fuente: Elaboración propia basada en trabajo de campo.

Monitoreo

Es recomendable que el sitio sea acondicionado para el monitoreo de la calidad del agua. Se propone contar con nueve puntos de muestreo distribuidos de manera equidistante en el sitio (ver figura 7. 11), así como la entrada y la salida del sistema.

Figura 7. 11. Puntos de muestreo sugeridos y materiales propuestos.



Fuente: Elaboración propia basada en trabajo de campo.

Análisis para la determinación de la calidad del agua

El seguimiento del sistema puede incluir las siguientes determinaciones en cada punto de muestreo (o al menos un punto de los tres niveles de distancia al ingreso del humedal de la imagen 10). Para evaluar la calidad de agua se pueden considerar los siguientes parámetros: demanda bioquímica de oxígeno durante 5 días de incubación (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO), nitrógeno total (Ntot), nitrógeno amoniacal ($\text{NH}_4\text{-N}$), nitrito (NO_2), nitrato (NO_3) y fósforo total (PT). Para los procedimientos analíticos utilizados para determinar la calidad del agua pueden ser utilizados los recomendados por Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater como se aprecia en el cuadro 8 (APHA, 1999). El nitrógeno inorgánico puede ser estimado como la suma de nitrógeno amoniacal, nitritos y nitratos. También es posible monitorear *in situ* los siguientes parámetros: conductividad eléctrica (CE), pH y temperatura con el pH-metro PC 300 OAKTON® (Vernon Hills, IL, USA), la humedad relativa (HR) con el higrómetro/termómetro jumbo 4148 Traceable® (Friendswood TX, USA) y el oxígeno disuelto (OD) con el electrodo YSI modelo 58 (Yellow Springs, OH, USA) a una profundidad de 20 cm bajo el cuadro de agua.

7.4. Evaluación de trabajos previos sobre humedales.

CIATEJ tiene amplia experiencia en la implementación de sistemas pasivos de tratamiento de aguas residuales. A continuación, se presenta el resumen de algunos de ellos:

Tesis de María de la Luz Merino Solís, (Merino, 2017): *Mecanismos de remoción de materia orgánica y nutrientes en un sistema de tratamiento pasivo de aguas residuales municipales.*

El HHFSS forma parte de un sistema de tratamiento de agua residual municipal a nivel piloto, es precedido por un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) y se encuentra ubicado en la planta de tratamiento de agua residual municipal (PTARM) del municipio de Chapala. Ambos elementos del sistema utilizaron tezontle como medio de soporte para el

crecimiento de la biopelícula. Aprovechando la biodiversidad y el clima subtropical de la zona se plantaron en el HHFSS dos especies ornamentales, *Canna hybrids* en la primera mitad y *Strelitzia reginae* en la segunda con una densidad de 3 plantas por m², observándose una buena aclimatación y desarrollo principalmente en el caso de *Canna hybrids*. Se probaron tres tiempos de residencia (TRH), de 18, 28 y 38h en el FAFA correspondientes a 2, 3 y 4 días en el HHFSS. Cada uno de ellos fue monitoreado por un periodo aproximado de cuatro meses y de manera subsecuente, los resultados fueron evaluados mediante un diseño anidado con un factor cruzado. Como se esperaba, el FAFA fue capaz de remover casi el 80% de materia orgánica en un TRH de 18h, mientras el HHFSS alcanzó remociones del 30% de nitrógeno total en un TRH de 3 días. Por otra parte, con base en un estudio minucioso de los modelos numéricos existentes, se seleccionó utilizar el modelo mecanicista conocido como módulo humedal CWM1 en el software Hydrus con la finalidad de representar las rutas biogeoquímicas de transformación de materia orgánica y nitrógeno, y así comprender con mayor detalle lo que ocurre dentro del sistema humedal. La simulación y calibración del modelo fue apropiada con una buena predicción respecto a los datos experimentales (un promedio de diferencias relativas de 10.43% para DQO y 52.54% para NH₄-N). Tanto en la experiencia en campo como la efectuada en el simulador se observó una predominancia en las condiciones anaerobias, lo cual no permitió una completa nitrificación. El sistema completo demostró ser una buena opción de tratamiento.

Tesis de Florentina Zurita Martínez, (Zurita, 2008): *Tratamiento de aguas residuales domésticas por humedales artificiales de tipo subsuperficial con plantas de ornato de interés comercial.*

En esta investigación, el objetivo principal fue estudiar el comportamiento de plantas de ornato comerciales usadas como plantas emergentes en humedales de tipo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Los estudios incluyeron el desarrollo de las plantas y la eficiencia del sistema para la remoción de contaminantes tanto a escala laboratorio, como a escala piloto. El estudio a escala laboratorio se realizó con flujo

horizontal y se evaluaron cinco especies de ornato: *Strelitzia reginae*, *Zantedeschia aethiopica*, *Canna hybrids*, *Anthurium andreanum*, *Hemerocallis dumortieri*. Todas las plantas sobrevivieron durante los 6 meses que duró el estudio, sin embargo, las plantas que mostraron un crecimiento más acelerado fueron la *Z. aethiopica* y la *C. hybrids*.

Las eficiencias de remoción de contaminantes en general fueron altas: la DBO₅ y DQO se removieron en más del 70%; el nitrógeno y fósforo en más del 64% y los CT y CF en más del 99%. El estudio a escala piloto se realizó con dos tipos de flujo, horizontal y vertical. En dos humedales con diferente tipo de flujo se plantó *Z. aethiopica* y en otros dos, se plantó una combinación de tres especies, *Strelitzia reginae*, *Anthurium andreanum* y *Agapanthus africanus*. La *Z. aethiopica* tuvo un desarrollo más acelerado en el humedal de flujo horizontal; mientras que las otras tres especies evolucionaron mejor en el humedal de flujo vertical ante la mayor oxigenación característica de este tipo de humedales. Las eficiencias de remoción de contaminantes fueron más altas en los humedales de flujo vertical; pero en general, las eficiencias de remoción registradas en los dos tipos de sistemas fueron similares a los encontrados en otros estudios con macrófitas convencionales.

7.5. Conclusiones

El diseño conceptual comprende varios supuestos teóricos estándar en las condiciones en que se encuentra la comunidad, y debido a la escasa actividad que pudiera representar fluctuaciones de flujo y calidad del agua (como es la existencia de empresas, o actividades agroindustriales, textiles o de manufactura). Se puede asumir como agua residual doméstica y con la infraestructura ya existente, será posible adecuar con un costo mínimo aceptable de la laguna de oxidación en un humedal subsuperficial. Sin embargo, debido a las distancias y lo aislado del sitio, algunos costos conseguirían incrementarse y elevar los costos totales, sin embargo, pueden ser administrables (menores del 20% de los costos estimados hace dos años).

En el proyecto ejecutivo piloto de saneamiento para la reconversión de laguna de oxidación a humedal subsuperficial de flujo horizontal en San Francisco Mazatán, se han presentado diferentes circunstancias que pueden alterar e incluso poner en riesgo la adecuación del sitio, entre ellas se encuentra la posible disminución de flujo del agua y su intermitencia. En sí misma esta intermitencia es natural, sin embargo, combinada con el uso restringido del agua en la comunidad por los posibles cortes de agua aunado a la baja conectividad del drenaje de la comunidad, existe el riesgo de que el flujo de agua sea mucho menor del estimado. En cierta medida, esta circunstancia puede mejorar la eficiencia del sistema, pero en un caso extremo puede afectar la supervivencia de la vegetación del humedal y disminuir su eficiencia.

Por otro lado, el diseño de detalle está condicionado por diversos factores que se resolverán paulatinamente y difícilmente se podrán determinar en un plan detallado previamente concebido, puesto que los precios de materiales pueden variar, así como la disponibilidad de los mismos puede percibirse restringida por la distancia en que se encuentra el sitio; además, la disponibilidad de un especialista también está condicionada por la existencia de especialistas locales. Si bien, la intención del proyecto es el fortalecimiento de capacidades, por el momento estas están limitadas menguando de cierta manera la viabilidad o los costos estimados.

Independientemente de estas circunstancias, el proyecto puede llevarse a buen término considerando que la tecnología está probada y, existen bastantes referencias que permiten tener una adecuada aproximación del sistema e incluso con datos estándar, ya que la comunidad es básicamente rural y la composición del efluente difícilmente se alejará del estándar, el clima del lugar es bastante propicio para el buen desarrollo de la vegetación disminuyendo los riesgos de disfuncionamiento señalados debido a la poca disponibilidad de agua en la época de estiaje.

La rehabilitación del sitio, permitirá recuperar inversiones que ya se han realizado y que están en riesgo de perderse, tal como el deslave de buena parte de la laguna de oxidación, el incremento del uso del sitio como basurero y la disposición del agua sin tratamiento.

7.6. Bibliografía

- APHA, American Public Health Association, American Water Works Association. (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, (20th ed.). Washington, DC, USA: Water Environment Federation.
- CONAGUA (2015) *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: zonas rurales, periurbanas y desarrollos ecoturísticos*. Tlalpan, México, DF: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro31.pdf>
- CONAGUA (2016). *Lineamientos técnicos: sistema de tratamiento de aguas residuales a nivel vivienda en zona rural*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/152777/LINEAMIENTOS_TRATAMIENTO_AGUAS_NIVEL_VIVIENDA.pdf
- IIEG. (2019). *Zapotitlán de Vadillo Diagnóstico del municipio*. Zapopan, Jalisco. <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2019/06/Zapotitlan-de-Vadillo.pdf>
- Merino Solís, M. L. (2017). *Mecanismos de remoción de materia orgánica y nutrientes en un sistema de tratamiento pasivo de aguas residuales municipales*. Tesis de doctor en ciencia y tecnología, CIATEJ]. Repositorio institucional del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1023/1/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=MARIA+DE+LA+LUZ+MERINO+SOLIS>
- Rodríguez Díaz, E., Salcedo Pérez, E., Rodríguez Macías, R., González Eguarte, D. R., & Mena Munguía, S. (2013). Reuso del tezontle: efecto en sus características físicas y en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Terra Latinoamericana*, 31(4), 275-284. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v31n4/2395-8030-tl-31-04-00275.pdf>

- Trejo-Téllez, L. I., Ramírez-Martínez, M., Gómez-Merino, F. C., García-Albarado, J. C., Baca-Castillo, G. A., & Tejeda-Sartorius, O. (2013). Physical and chemical evaluation of volcanic rocks and its use for tulip production. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(spe5), 863-876.
- Zurita-Martínez, F. (2008). *Tratamiento de aguas residuales domesticas por humedales artificiales de tipo subsuperficial con plantas de ornato de interés comercial*. Tesis de doctor en ciencia y tecnología, CIATEJ]. Repositorio institucional del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1023/1/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=FLORENTINA+ZURITA+MARTINEZ>.

La difícil topografía, la escasez de agua, la falta de recursos económicos, técnicos y tecnológicos, son algunos de los desafíos que los gobiernos locales deben enfrentar para garantizar un suministro continuo de agua potable a la población, para que no merme la calidad de vida de las personas, en especial de las más marginadas.

En esta obra, se presentan los resultados del proyecto interinstitucional “Fortalecimiento de capacidades e instrumentos para mejorar la gestión y gobernanza del agua en municipios de la Red de Alcaldesas de Jalisco”, implementado por un grupo interdisciplinario de investigadores e investigadoras de la Comunidad de Investigación y Diálogo sobre Gobierno Local (CIDIGLO) del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) y del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ).

Como parte del proyecto se realizaron diagnósticos participativos, capacitación y educación ambiental en los municipios de El Grullo, Unión de Tula y Zapotitlán de Vadillo en el estado de Jalisco. Así como soluciones tecnológicas para la colecta de agua de lluvia y saneamiento mediante humedal artificial en este último municipio.