

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

CENTRO INTERDISCIPLINARIO PARA LA FORMACIÓN Y VINCULACIÓN SOCIAL

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

"San Pedro de Valencia: renovación urbana, saneamiento ambiental y emprendimientos turísticos"

Programa de Sustentabilidad Socioambiental para el Desarrollo Inclusivo

ESTRATEGIAS DE MANEJO Y MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO EN AHUISCULCO



**ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara**

PRESENTAN

Ing. Ambiental Ana Cristina Palomar Villalvazo

Ing. Biotecnología. Jesús Jiménez Ibarra

Lic. Nutrición & Ciencias de los Alimentos. Ezra Gómez Rosales

Ing. Ambiental Rodrigo Ruiz Toscano

Profesores PAP

Mtro. Héctor Morales Gil De La Torre

Mtra. Jessica Nalleli De La Torre Herrera

Arq. Andrea Carolina Levario Achondo

Mtra. Nora María Samayoa Aguilar

Ing. Andrés Zuloaga Cano

Tlaquepaque, Jalisco. 07 de diciembre del 2020

Contenido

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	3
Resumen	4
1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional	4
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto	5
1.1.1 Definición de términos.....	7
1.1.2 Contexto local	9
1.1.3 Contexto para la realización de un huerto ecológico	11
1.1.4 Desarrollo y género en la comunidad	12
1.2 Caracterización de la organización	13
1.3 Identificación de las problemáticas	15
1.3.1 Problemáticas particulares a resolver en el corto plazo.....	18
1.4. Planeación de alternativas.....	18
1.4.1 Gestión hídrica sobre el tratamiento de aguas residuales	19
1.4.2 Gestión hídrica: análisis de la calidad del agua.....	20
1.4.3 Gestión hídrico en la producción primaria de alimentos.....	21
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora	22
1.5.1 Organización del equipo	22
1.5.2 Actividades realizadas y procedimientos de las líneas de trabajo.....	23
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos	38
1.6.1 Valoración para la propuesta de tratamiento de aguas	39
1.6.2 Gestión hídrica: análisis de la calidad del agua.	40
1.6.3 Manual de huerto ecológico	41
1.7. Bibliografía y otros recursos	42
1.8. Anexos generales	44
Apéndice A. Árbol de problema	44
Apéndice B. Matriz de impacto	45
Apéndice C. Cronograma de actividades	46
2. Productos	46
2.1 Equipo Tratamiento de aguas	47
2.2 Gestión de la calidad del agua.	47
2.3 Huerto ecológico.....	47
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia.....	48
3.1 Sensibilización ante las realidades.....	48
3.2 Aprendizajes logrados.....	48

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son experiencias socio-profesionales de los alumnos que desde el currículo de su formación universitaria- enfrentan retos, resuelven problemas o innovan una necesidad sociotécnica del entorno, en vinculación (colaboración) (co-participación) con grupos, instituciones, organizaciones o comunidades, en escenarios reales donde comparten saberes.

El PAP, como espacio curricular de formación vinculada, ha logrado integrar el Servicio Social (acorde con las Orientaciones Fundamentales del ITESO), los requisitos de dar cuenta de los saberes y del saber aplicar los mismos al culminar la formación profesional (Opción Terminal), mediante la realización de proyectos profesionales de cara a las necesidades y retos del entorno (Aplicación Profesional).

El PAP es un proceso acotado en el tiempo en que los estudiantes, los beneficiarios externos y los profesores se asocian colaborativamente y en red, en un proyecto, e incursionan en un mundo social, como actores que enfrentan verdaderos problemas y desafíos traducibles en demandas pertinentes y socialmente relevantes. Frente a éstas transfieren experiencia de sus saberes profesionales y demuestran que saben hacer, innovar, co-crear o transformar en distintos campos sociales.

El PAP trata de sembrar en los estudiantes una disposición permanente de encargarse de la realidad con una actitud comprometida y ética frente a las disimetrías sociales. En otras palabras, se trata del reto de “saber y aprender a transformar”.

El Reporte PAP consta de tres componentes:

El primer componente refiere al ciclo participativo del PAP, en donde se documentan las diferentes fases del proyecto y las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo de este y la valoración de las incidencias en el entorno. El segundo componente presenta los productos elaborados de acuerdo con su tipología. El tercer componente es la reflexión crítica y ética de la experiencia, el reconocimiento de las competencias y los aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

En el proyecto de estrategias de manejo y monitoreo del recurso hídrico en Ahuisculco se realizó una propuesta de metodología viable de tratamiento de aguas residuales domésticas de humedales, según las necesidades de la comunidad y las condiciones de Ahuisculco, así como una propuesta de estandarización de métodos analíticos para la gestión de la calidad del agua del pueblo y, finalmente, una propuesta de tecnología para el aprovechamiento de las aguas pluviales para abastecer un huerto en la primaria de Ahuisculco y la formación a estudiantes y familias sobre la concientización de la importancia del agua y la importancia nutritiva de los cultivos urbanos.

Este proyecto tiene sus antecedentes en el verano del 2020, en el cual se consideró la posibilidad de implementar una planta de tratamiento de aguas para las comunidades de Ahuisculco, Las Navajas y Cuxpala, así como una metodología de monitoreo y control de la calidad del agua mediante un manual.

Al ser este un proyecto integral que unifica varias líneas de trabajo, se divide por apartado cada uno de estos subproyectos con la finalidad de representar cada uno con claridad, así como los objetivos, alcances y resultados de cada uno.

1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

El PAP es una experiencia de aprendizaje y de contribución social integrada por estudiantes, profesores, actores sociales y responsables de las organizaciones que, de manera colaborativa, construyen sus conocimientos para dar respuestas a problemáticas de un contexto específico y en un tiempo delimitado. Por tanto, la experiencia PAP supone un proceso en lógica de proyecto, así como de un estilo de trabajo participativo y recíproco entre los involucrados.

El PAP trata de sembrar en los estudiantes una disposición permanente de encargarse de la realidad con una actitud comprometida y ética frente a las disimetrías sociales. En otras palabras, se trata del reto de “saber y aprender a transformar”.

El Reporte PAP consta de tres componentes:

El primer componente refiere al ciclo participativo del PAP, en donde se documentan las diferentes fases del proyecto y las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo de este y la valoración de las incidencias en el entorno.

El segundo componente presenta los productos elaborados de acuerdo con su tipología.

El tercer componente es la reflexión crítica y ética de la experiencia, el reconocimiento de las competencias y los aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

Las aguas residuales mexicanas contienen usualmente numerosos organismos patógenos causantes de enfermedades, también contienen nutrientes que estimulan el crecimiento de plantas acuáticas, e incluso pueden contener compuestos tóxicos, nocivos y dañinos para la salud humana y para el ecosistema en general (Infoagro, 2018).

En métodos de tratamiento para las aguas residuales, pueden aplicarse diferentes técnicas según el nivel de descontaminación que se desee proporcionar al agua. La mayoría de las plantas de tratamiento de aguas residuales emplean procesos a nivel físico y bioquímico que permiten la depuración del agua a un nivel muy profundo. En México se realizan principalmente métodos biológicos que involucran procesos aerobios o anaerobios dependiendo de las características del tratamiento, siendo las más comunes las que realizan procesos de purificación a través de la técnica conocida como lodos activados (Infoagro, 2018).

Para la elaboración y desarrollo del proyecto es importante considerar el aspecto social y el estudio de campo con el fin de tener un conocimiento amplio de lo que se desea proponer. Principalmente se necesita conocer la historia de la comunidad y su contexto para entender sus necesidades. Posteriormente, es necesario realizar salidas de campo para recolectar muestras de suelo y agua y así conocer las características con las que se trabajará.

Otra situación importante es el acceso a alimentos saludables e inocuos ha sido un problema para muchas comunidades rurales. En estas zonas rurales y también urbanas existe una transición alimentaria y nutricional que favorece una demanda creciente de productos procesados, carnes y lácteos por encima de alimentos como las leguminosas, verduras y cereales sin grasa. En México, más de dos quintos de la población vive en condiciones de pobreza (53.4 millones de mexicanos) reportado en el 2016 lo que es equivalente a 43.6% de la población total del país. De esta cifra, 9.4 millones de personas o 7.6% de la población del país se encuentran en condiciones de extrema pobreza. La tasa

de pobreza en la áreas rurales es más alta que en la de zonas urbanas. Seis de cada diez habitantes de las zonas rurales eran considerados pobres en el 2016 en comparación en las zonas urbanas que cuatro de cada diez habitantes. (FAO, 2019)

El 20% de la población total de mexicanos o 24.6 millones de personas vivían en carencia alimentaria en el 2016. Esta carencia se ve más resaltado en los grupos de población como los indígenas, discapacitados y los menores de edad. Las pautas de la alimentación de los mexicanos ha cambiado en las últimos cuarenta años, con un impacto negativo en el estado nutricional de las personas y aumentando la vulnerabilidad de enfermedades no transmisibles. Una dieta rica en azúcares simples, productos animales y lípidos (provenientes de productos ultra procesados) son factores de riesgo para enfermedades crónico degenerativas como enfermedades cardiovasculares, diabetes y distintas neoplasias que son las que más padecen los mexicanos. En Latino América, México se encuentra en el primer lugar de países con altas ventas de productos ultra procesados. Es por eso que es viable implementar un proyecto en donde los habitantes vulnerables de zonas rurales puedan producir alimentos seguros y nutritivos para mejorar su estado nutricional, calidad de vida y bajar el costo de compra de estos. (FAO,2019)

1.1.2 Definición de términos

A continuación se presentan algunos de los conceptos que se consideran importantes o claves para el entendimiento integral de este reporte, estos conceptos son generales con la finalidad de aplicarlos en lo particular posteriormente.

Cuenca hidrológica

Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parteaguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el agua en distintas formas, y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal (DOF, 1992).

Agua renovable

Cantidad de agua máxima que es factible explotar anualmente en una región, es decir, la cantidad de agua que es renovada por la lluvia y el agua proveniente de otras regiones o países (CONAGUA, 2018).

Acuífero

Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo (DOF, 1992).

Aguas Residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas (DOF, 1992).

Capacidad de carga

Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperación en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico (DOF, 1992).

Concesión

Título que otorga el Ejecutivo Federal, a través de "la Comisión" o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, y de sus bienes públicos inherentes, a las personas físicas o morales de carácter público y privado, excepto los títulos de asignación (DOF, 1992).

Asignación

Título que otorga el Ejecutivo Federal, a través de "la Comisión" o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para realizar la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, a los municipios, a los estados o al Distrito Federal, destinadas a los servicios de agua con carácter público urbano o doméstico (DOF, 1992).

Disponibilidad anual de aguas superficiales

En una cuenca hidrológica, es el valor que resulta de la diferencia entre el volumen medio anual de escurrimiento de una cuenca hacia aguas abajo y el volumen medio anual actual comprometido aguas abajo (DOF, 1992).

Disponibilidad anual de aguas subterráneas

Es el volumen medio anual de agua subterránea que puede ser extraído de esa unidad hidrogeológica para diversos usos, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro el equilibrio de los ecosistemas (DOF, 1992).

Hidrografía

Parte de la geología y geografía que se centra en el estudio de las aguas del planeta Tierra. Concepto utilizado también para nombrar al conjunto de aguas de una región (AGUA JALISCO, 2015).

Acuíferos sub - explotados

Acuíferos en los que existe un volumen disponible de aguas subterráneas para nuevas concesiones por parte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2015).

Acuíferos sobre - explotados

Acuíferos en los que no existe un volumen disponible de aguas subterráneas para nuevas concesiones por parte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2015).

Huerto Comunitario Ecológico

El huerto ecológico es un tipo de sistema de cultivo de hortalizas, en el cual se trabaja a la par con los principios de la naturaleza. El sistema está basado en la siguiente pregunta, "¿Qué me puede dar la

tierra? “, a lo contrario de la agricultura tradicional donde se le exige a la tierra. Lo que significa cultivar hortalizas de forma ecológica es: no destruir la tierra, utilizar los restos de los vegetales generados en el hogar o colegio, abstenerse del uso de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades, no usar hormonas ni fertilizantes químicos para la aceleración de crecimiento de los cultivos, mantener la diversidad biológica mediante la rotación y variedad de cultivos, y mejorar el suelo utilizando composta natural. (Zimmermann, 2020)

Huerto Urbano

Es un espacio libre o al interior de una vivienda en donde es utilizado para cultivar, verduras, hortalizas, frutas, leguminosas, hierbas medicinal, plantas aromáticas etc, a una escala doméstica. Principalmente esta práctica es realizada en las zonas urbanas o ciudades. (IBERDROLA, 2020)

Alimentos orgánicos

Los alimentos orgánicos son aquellos que han sido cultivados sin fertilizantes químicos, plaguicidas, herbicidas, hormonas ni fármacos sintéticos. En esta tipo de producción no utilizando organismos genéticamente modificados, los fertilizantes son naturales (estiércol) y utilizan plaguicidas naturales. (Cigna, 2020)

Sistemas de riego

Son un conjunto de estructuras en un área determinado para aplicar agua necesario a los cultivos generalmente. Existen varios tipos de sistemas de riego como: aspersión, goteo, surcos, y manguera. Estos sistemas de riego han sido muy importantes para el desarrollo agrícola ya que permite regar espacios grandes y de manera eficiente cuidando el gasto de agua. (EcuRed, 2020)

1.1.3 Contexto local

El agua cubre el 75% de la corteza terrestre, donde el 97% de la misma corresponde al agua salada de los océanos y mares. Del 3% de agua dulce, sólo la tercera parte se encuentra en ríos y lagos, el resto se encuentra en forma de hielo en los polos, en glaciares y en el interior de la corteza terrestre.

El poco recurso hídrico aprovechable para el ser humano no se encuentra equitativamente distribuido por el planeta, lo que genera una gran desigualdad entre las poblaciones en cuanto a la calidad y abundancia del agua en cada región del mundo.

Según el World Water Council, el crecimiento exponencial de la población y avances tecnológicos y económicos ponen en riesgo la renovación del recurso hídrico anualmente. Con sus palabras “El crecimiento exponencial poblacional y los avances económicos son a costa del uso desmedido de los recursos naturales y atraen graves impactos en los ecosistemas. La demanda del recurso hídrico se ha

venido agravando en las últimas décadas, donde la concentración de población es cada vez mayor, y la del agua menor.” (World Water Council, 2006).

El mismo Consejo plantea seis grandes retos para la humanidad relacionados con el agua: la escasez, la falta de acceso, el deterioro de su calidad, la toma de conciencia de los tomadores de decisiones y del público, la disminución en la asignación de recursos financieros y la fragmentación en su manejo.

Según la CONAGUA, México recibe anualmente aproximadamente 1 449 471 millones de metros cúbicos de agua en forma de precipitación y tomando en cuenta los flujos de salida y los flujos de entrada, el país anualmente cuenta con 451 585 millones de metros cúbicos de agua dulce renovable.

De manera general, en México se utiliza el 76% del volumen de agua concesionada a nivel nacional para el uso agrícola, el 14.4% para el abastecimiento público, el 4.9% para la industria autoabastecida y el 4.7% restante para energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad. Concretamente en Jalisco, los 5 007.4 hm³ concesionados por la federación se reparten en 74.4% para uso agrícola, 21.3% para abastecimiento público y 4.3% para la industria autoabastecida (CONAGUA, 2018).

México está identificado como uno de los países con alto riesgo por mala calidad del agua, según el informe "Calidad desconocida: la crisis invisible del agua", publicado por el BM. La contaminación de los cuerpos de agua es producto de las descargas de aguas residuales sin tratamiento, ya sea de tipo doméstico, industrial, agrícola, pecuario o minero (Centro Virtual de información del Agua, 2017).

Las comunidades de estudio se encuentran en el municipio de Tala, que de acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2014) se encuentra en la Región Hidrológica Administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico; Región Hidrológica 12 Lerma – Santiago dentro de las cuencas cerradas de Sayula en la Cuenca Hidrológica Laguna Villa Corona A y en la Región Hidrológica 14 Río Ameca en la Cuenca Hidrológica Salado. Este municipio, conforme al Registro Público de Derechos de Agua (REPGA; 2020) de la CONAGUA, tiene registrados 70 aprovechamientos de aguas superficiales, clasificados como se muestra en la tabla 1.1.

Tabla 1.1. Concesiones superficiales agrupadas por tipo de aprovechamiento en el municipio de Tala.

Aprovechamiento	Volumen (m ³ /año)	Porcentaje
Agrícola	32,749,631.00	86.0%
Industrial	755,540.75	2.0%
Pecuario	46,500.00	0.1%

Público Urbano	2,773,437.00	7.3%
Diferentes Usos	1,736,114.00	4.6%

Fuente: Elaboración propia con datos del Registro Público de Derechos de Agua, 2020.

Retomando un poco la información impartida por los profesores del PAP, en el 2013 fue un momento crítico para la comunidad de Ahuiculco, el derrame de melaza de caña en la presa de San Pedro Valencia tuvo como consecuencia a la muerte de más de 500 toneladas de peces además de dejar a la comunidad sin fuente primaria de ingresos (pesca). El Valle de Mazatepec se encuentra al sur del Bosque de La Primavera a este colindan los municipios de Tala y Acatlán de Juárez; el valle cuenta con una grata cantidad de agua subterránea y superficial.

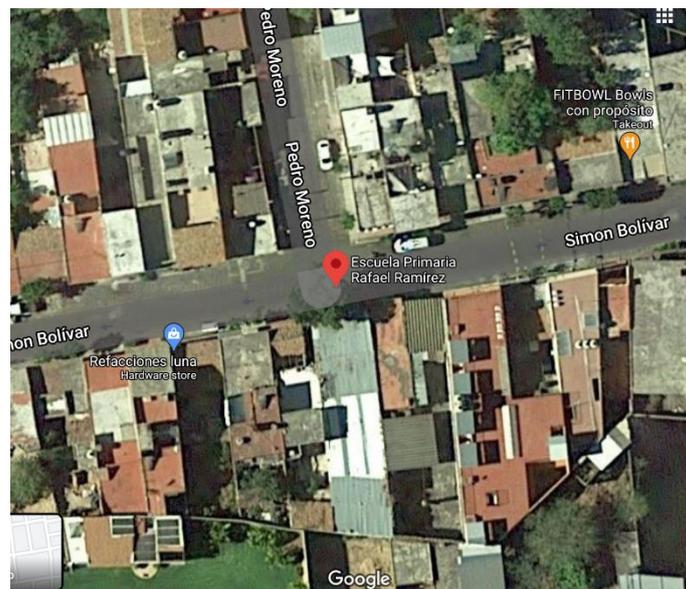
Citando del artículo 4to de la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos éste dicta que: “toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.” Sin embargo, la aplicación de este artículo se queda corta para esta zona, ya que no se cuenta con la mayoría de las cosas que especifica éste.

Sobre el contexto inmediato de Ahuiculco, actualmente en Ahuiculco se considera que los ríos próximos a la comunidad tienen buena calidad, sin embargo, según personas que participan activamente en su comunidad, Ahuiculco si ha empeorado con el tiempo con respecto a el color del agua, mayor turbidez y olores en el área. En Ahuiculco se realizan las descargas directamente en los ríos, sin ningún control de descargas y además, no se tiene total conocimiento de dónde, cuánto y con qué calidad se realizan estas descargas a los cuerpos de agua.

1.1.4 Contexto para la realización de un huerto ecológico

En reportes PAP anteriores se menciona la necesidad de las áreas recreativas, las áreas verdes, los espacios, la importancia del agua y su uso donde se busca resolver problemáticas sociales, culturales y sustentables. Se menciona en un texto de espacio y elementos facilitadores del aprendizaje, dicen que el espacio se puede convertir en un elemento de enseñanza-aprendizaje y estimula el desarrollo

las capacidades cognitivas y sociales para los alumnos y de los profesores. La escuela primaria de Ahuisculco dentro del municipio de Tala, Rafael Ramírez (turno matutino) y Pedro Moreno (turno vespertino) cuenta con diferentes áreas exteriores en los que se propusieron algunos componentes como: jardines, huertos, murales y juegos. Todos estos tienen un gran impacto en los alumnos por el desarrollo psicológico, cognitivo, físico y social a través de actividades y estímulos particulares en cada uno de los espacios generados a partir de colores, texturas, aromas y formas, que no solo se dan en el medio natural, sino también en el transformado. (Peña, 2020) También se puede ver como una oportunidad económica para el desarrollo de un modelo de negocios replicable para toda la comunidad interesado en elaborar un huerto ecológico con una prueba piloto.



Ubicación de la primaria.

1.1.5 Desarrollo y género en la comunidad

En México se vive una realidad de desigualdad de género que esto impone desventajas a las mujeres y niñas por el simple hecho de serlo lo cual esto les presenta un sinnúmero de obstáculos y retos en el transcurso de sus vidas. Existen organizaciones como la ONU que declaró el 8 de marzo como el Día Internacional de la Mujer con el fin de promover un empoderamiento hacia las mujeres y niñas debido a que la inequidad de género está presente por casi todo el mundo. Se han definido roles de género en donde desde tiempos ancestrales se les han atribuido ciertas características y trabajos exclusivamente para mujeres e igual para hombres de manera estereotípica. Estos roles de género cultivan una lógica misógina y discriminatoria hacia las mujeres que puede llegar hasta el punto de feminicidio. (Rubio, 2020)

Para dar un poco más de contexto a la problemática de desigualdad de género, la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) del INEGI reportó que la participación económica femenina para marzo

2019 fue de 44% por ciento, esto quiere decir que menos de la mitad de las mujeres mexicanas que están en la edad para laboral se encuentran trabajando o buscando empleo y únicamente ese porcentaje forma parte de la Población Económicamente Activa del país. Si comparas esta cifra con la participación económica de los hombres que es un 77% la participación de la mujer se queda por muy abajo. Ahora, hay un 56% de mexicanas que no se incorporan en el mercado laboral, lo cual puede ser debido a diversos factores como la dependencia económica de alguien más, no se encuentran en condiciones óptimas para estar laborando, bajos sueldos, pocas prestaciones para maternidad, dificultad de cuidado de hijos, entre otros factores. (Rubio, 2020)

Las mujeres que laboran suelen presentar una desventaja salarial frente a los hombres. El 73% de las mujeres que laboran 3 o menos salarios mínimos mientras un trabajador de sexo masculino recibe un 66% por la misma cantidad de trabajo y desempeño laboral. (Rubio, 2020)

En Ahuisculco no es excepción de esta desigualdad de género. Usualmente son los hombres que son encargados de tomar decisiones de la comunidad y la mujer tiene su voz limitada. Principalmente las mujeres se dedican al hogar y sus hijos. En específico, respecto a los proyectos de gestión del agua se apuesta por la inclusión y la equidad de género, ya que generalmente la toma de decisiones en torno al recurso hídrico, su distribución y calidad suele recaer sobre los hombres de la comunidad o encargados ejidatarios, sin embargo, a las mujeres también les afecta directamente esta cuestión, y se pretende incluir a las mujeres que decidan y les interese participar en la toma de decisiones, así como escuchar opiniones y sugerencias respecto a lo que ellas conocen mejor, el bienestar familiar y de la comunidad.

Durante la década la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura) se ha esforzado por mejorar la situación de las mujeres rurales. No es posible lograr un desarrollo agrícola y rural sostenible y avanzar al máximo la seguridad alimentaria si los esfuerzos en dicha dirección ignoran o excluyen a más de la mitad de la población rural. Esta afirmación es evidente, por el hecho de que las mujeres son un gran pilar para la sociedad, en especial en las comunidades de bajos recursos, ya que en ellas recaen las tareas más vitales para la misma comunidad, como ser las responsables de la producción de alimentos en el hogar.

1.2 Caracterización de la organización

En colaboración con organizaciones como la delegación de Ahuisculco, el Comité del Agua y Selva Negra, se trabajará toda la gestión hídrica, estas organizaciones se forjan con la necesidad de construir o reconstruir un mejor futuro para la comunidad, además de encargarse de proponer las actividades y abordar todos los temas que aborda el agua de la zona y dar seguimiento a estas. También es

importante la participación de todos los agentes culturales que le dan vida al patrimonio cultural y natural del Valle de Mazatepec en esto se incluyen líderes de comunidad y toda aquella persona vinculada con Valle de Mazatepec. La colaboración con los profesores de PAP es muy importante, quienes son una clave esencial para la vinculación efectiva con la comunidad.

Conforme se avanza en el programa, se incluirán a los grupos de ayuda, organizaciones de Cuxpala y Navajas (Pueblos vecinos) ya que el alcance del proyecto se idealiza de gran impacto.

Como parte de la línea de trabajo de elaborar un huerto ecológico prueba piloto, se había mencionado en el PAP de primavera 2020 titulado “Diseño paisajístico de la escuela primaria Rafael Ramírez/Pedro Moreno en Ahuiculco, Jal.” el proyecto se lleva a cabo dentro de la escuela primaria de Ahuiculco registrada según su horario como Rafael Ramírez, en horario matutino, y Pedro Moreno, en horario vespertino. Cada horario tiene a su director en turno, sin embargo, se vinculan por medio de la presidenta del comité, quien tiene contacto directo con la mesa directiva, los maestros, padres de familia y alumnos.

Ahuiculco se encuentra dentro del ejido Ahuiculco, una organización ejidal que gestiona los recursos comunitarios y le otorga a la primaria anualmente las ganancias (un alrededor de \$150,000 mxn) (el propietario de la parcela decidió que las ganancias del cultivo de la parcela fueran para la primaria) a lo que se suman los ingresos de las cuotas de inscripción. Este dinero lo colecta la tesorera de la primaria y luego la mesa directiva se encarga de planificar, evaluar, aprobar, informar y coordinar toda actividad o proyecto dentro de la primaria. La mesa directiva interviene y beneficia a ambos horarios, mientras que los directores solo tienen control de sus alumnos y trabajadores del horario correspondiente.

Hasta el día de hoy, los ingresos de la primaria han sido utilizados para el mejoramiento de las aulas y los materiales de aprendizaje, así como cursos especializados para los maestros. Sin embargo, a pesar de contar con grandes instalaciones con un alto potencial, estas no reciben mantenimiento como se esperaría, lo que ha causado su deterioro.

La mesa directiva cambia de integrantes cada tres años con la búsqueda de nuevas propuestas en beneficio a toda la primaria y optan por personas que, como Guadalupe, la presidenta actual del comité, han generado cambios dentro de Ahuiculco y quienes tienen gran participación con la comunidad. Guadalupe actualmente es miembro de la Fundación Ecológica Selva Negra A.C., la cual es una organización sin fines de lucro que busca el desarrollo de la comunidad mientras conserva el medio ambiente. Guadalupe ha logrado intervenir en varios proyectos dentro de Ahuiculco y fue

elegida como presidenta este año 2020, por lo que propuso el uso de todo el ingreso de la primaria para su mejoramiento, por lo que el proyecto debe ser terminado este año (Peña 2020).

1.3 Identificación de las problemáticas

Se ha identificado que actualmente en Ahuisculco y las comunidades del Valle de Mazatepec existe un desconocimiento de las técnicas de manejo de aguas residuales domésticas. Por otra parte, en Ahuisculco, se cuenta con disponibilidad de redes públicas de drenaje, las cuales tienen como destino arroyos y ríos, pero estos caudales terminan en cuerpos de agua sin un tratamiento previo; las aguas residuales se descargan en el río Ahuisculco, el cual es un cuerpo de agua perenne que atraviesa Ahuisculco y se encuentra cercano a Las Navajas.

El problema identificado en este escenario es que a través del tiempo los ríos y arroyos involucrados pierden calidad, poniendo en riesgo la salud de las personas de las comunidades, así como actividades socioeconómicas.

Según la Comisión Estatal del Agua del Estado de Jalisco (2015) la cobertura de saneamiento en las regiones rurales del municipio de Tala es inexistente, por lo tanto, se puede comprobar que estas tres comunidades descargan aguas residuales a los ríos y arroyos sin ser tratadas previamente.

Por las características observadas como la falta de tratamiento y monitoreo de aguas, identificamos como problema central que en la comunidad de Ahuisculco, la gestión del recurso hídrico es insostenible en el largo plazo. Los principales efectos que trae consigo esta problemática es que en las comunidades se genera un alto riesgo de intoxicaciones y enfermedades por consumo o exposición a aguas contaminadas (Asante-Duah, 2017), un alto riesgo de contaminación de los alimentos durante su producción, el deterioro del medio ambiente y paisaje biocultural, y afectaciones en las actividades económicas y sociales de la región por afectaciones en la salubridad de los recursos hídricos (Asante-Duah, 2017).

A pesar de que no hay tratamiento de aguas en Tala, sí existe una planta de tratamiento en la localidad de Tala con una capacidad de 80 L/s y con un proceso de lodos activados con aeración extendida (Comisión Estatal del Agua Jalisco, s.f.), sin embargo, en el 2015 la CONAGUA la manifestó en un estatus "dado de baja" (Municipio de Tala Jalisco, 2018). Según Del Castillo (2014) la falta de operación de las plantas de tratamiento en Jalisco se debe principalmente a la falta de recursos de las localidades para pagar sus operaciones, ya que suelen ser plantas con alto consumo eléctrico propuestas por la

CEA y la CONAGUA, y las cuales deberían ser financiadas a partir del cobro a los habitantes de los servicios de agua, alcantarillado y saneamiento.

A pesar de esta información, en un nuevo reporte del Avance de la Línea de Crédito Estatal de la Gestión integral del Agua (2020) se presenta que en esta misma ubicación en la localidad de Tala y de la misma capacidad, se desarrollará una planta de tratamiento de aguas nueva, con una inversión de 65 millones de pesos para iniciar operaciones en diciembre del 2020.

Según esta misma fuente, este proyecto se realiza porque actualmente no se cuenta con saneamiento y las descargas son vertidas al Arroyo Zarco, afluente de la Presa La Vega y Río Ameca, por lo tanto, como parte de la estrategia de Recuperación del Arroyo Zarco, Presa La Vega y Río Ameca, el Gobierno del Estado, mediante la Secretaría de Gestión Integral del Agua (SGIA), ha considerado el “diseño, proyecto, construcción, puesta en marcha, estabilización y entrega de la construcción de nueva planta de tratamiento en el municipio de Tala.” Este gran proyecto considera el cumplimiento de la normatividad para descarga a cuerpo tipo “B”, para tratar 80 litros por segundo, siguiendo el proceso Biológico secundario de Lodos Activados.

A partir de los resultados previos al proyecto desarrollado en el verano 2020 de gestión hídrica, se tiene claro que una planta de tratamiento de aguas no es viable por costos de operación y mantenimiento, complicaciones políticas y, en general, porque no es viable mantener una tecnología que no permita el goce de los ríos y espacios contiguos como parte de los bienes comunes de las comunidades en las que estamos trabajando, además de que los bajos caudales producidos pueden ser tratados mediante otros métodos de menor impacto en cuanto a costos, espacios utilizados, compromisos de mantenimiento, entre otros, y a su vez, tener la capacidad de proporcionar espacios comunes que brinden otros beneficios además de los considerados.

Finalmente es importante mencionar que en el repositorio institucional del ITESO se encontró el proyecto PAP Anillo Primavera llevado a cabo en los años 2016 y 2017, donde se definió una propuesta de implementación de una serie de humedales para la remediación del río Ahuisculco, integrándolos a espacios de recreación que atendieran las necesidades recreativas de la comunidad (Andere et al, 2016; Merlos et al, 2017; Morett et al, 2017). En el trabajo de Morett et al (2017) se determinaron las dimensiones de un humedal para saneamiento de aguas residuales de una región de descargas del río, sin embargo, el principal obstáculo presentado fue la disponibilidad del terreno para realizar la infraestructura, por lo tanto, para este proyecto en materia de tratamiento de aguas, partiremos de este último hallazgo y posteriormente se presentan las propuestas o metodologías de trabajo para resolver la problemática.

Por otra parte, según estudios de la Comisión Estatal del Agua (2015) sobre el monitoreo de calidad del agua en el Río Salado, Tala, en los cuales se reporta por partes del mismo la calidad del agua calculada mediante las muestras. El problema fuente es el arroyo Gamboa con contaminación por sólidos suspendidos totales, DBO5 y DQO5. Por otro lado, cada parte de este Río se reporta como “Fuertemente contaminado” con coliformes fecales.

El grupo de microorganismos coliformes son contaminantes presentes en el tracto intestinal del humano y animales, por lo que son indicadores de contaminación fecal. Tienen características resistentes de permanencia en el agua por más tiempo que bacterias patógenas, son termo tolerantes, es decir, toleran temperaturas elevadas, son capaces de multiplicarse en el agua, entre otras características que ponen en desventaja la salud del cuerpo de agua que las contiene (Jeny Adina Larrea-Murrell, 2013).

El control de estos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos es muy importante en cuanto a salud humana, es decir, de las personas que tengan contacto con los cuerpos de agua infectados por asociaciones de exposición a agentes biológicos, lo cual es crítico ya que componentes como virus, bacterias y patógenos tienen una dosis de infección muy baja, además, estos patógenos que se encuentran en el agua están relacionados a enfermedades cada vez más frecuentes por exposición a la misma, ya sea bebida o por contacto dérmico (González y Martín, 2003).

Otra parte muy importante del control de estos parámetros es la afectación al medio ambiente, ya que el curso de las aguas puede afectar ecosistemas y al acuífero en general, hasta el momento de desembocadura.

Por otro lado, ¿cómo es que se puede aprovechar esta agua para desarrollar un beneficio público? Existen espacios donde los terrenos están vacíos y no tienen ningún uso como es en la primaria Rafael Ramírez. Los niños de la primaria no tienen un conocimiento y contacto con lo que la tierra puede ofrecer y cómo trabajar la tierra para que les pueda dar un beneficio como: alimentos. La falta de orientación para aprovechar estos espacios pueden afectar la alimentación de los niños y de su familia. El agua es fundamental para el desarrollo un sistema de producción primaria de alimentos y con una guía se puede implementar un sistema que funcione para muchas familias, utilizando el espacio de la primaria como una prueba piloto.

Existe la falta de conocimiento para ejecutar estas ideas al igual que una manera de cómo aprovecharlo. También es esencial educar a los niños escolares de cómo cuidar el agua para no generar desperdicios o mal uso de ella. La mayoría de los habitantes de Ahuisculco no generan un salario que pueda abastecer todas sus necesidades nutrimentales (alimentación), los salarios por personas es

aproximadamente por 4,500 pesos mexicanos y eso no es suficiente para comprar una variedad de alimentos y aun todavía pagar renta, productos medicinales, útiles escolares, comida, entre otros gastos. Es necesario crear actividades donde ayudan a bajar los costos de vida para estas familias y enseñar a cuidar los recursos naturales como es el agua.

La importancia del agua en la agricultura es sumamente crucial como antes mencionado. El agua es primordial para alimentar a las plantas y ayudarlas a crecer y que tengan un buen desarrollo durante su ciclo. Una buena gestión del agua al igual que una buena gestión del suelo, contribuye a una producción eficiente de alimentos. El riego es una actividad básica e importante para una cosecha y es importante cuidar de este recurso porque la agricultura ha sido visto como enemigo debido a que se utiliza sistemas de riego no sustentables. Las sequías puede ser un problema muy grave que convierte a la agricultura en un sector vulnerable y es importante crear soluciones para producir estos alimentos de pequeña a grande escala de una manera sustentable. (Infoagro, 2018)

1.3.1 Problemáticas particulares a resolver en el corto plazo

La gestión de la calidad del agua es importante en muchos aspectos, agua potable es fundamental para proteger la salud humana y la misma naturaleza de las aguas superficiales y subterráneas. Se necesita una buena planificación y gestión del agua para proteger este recurso, proporcionar un entorno de alta calidad para los peces, la vida silvestre y por consiguiente la calidad en las actividades que dependen de esta.

Uno de los factores que han desatado varios problemas de salud en Ahuisculco es el ingerir agua que “aparenta” ser potable, por eso, tratando de erradicar este problema nos daremos la tarea de lo siguiente: La estandarización de los métodos analíticos que a futuro serán necesarios para mantener estable la calidad del agua, esta es una de las metas a corto plazo que se debe de lograr, dado que esta herramienta será la base de la viabilidad del agua y la calidad en las actividades de la zona.

1.4. Planeación de alternativas

Ahora que se han presentado e identificado las principales problemáticas, se designa para este proyecto como la problemática general que en la comunidad de Ahuisculco, la gestión del recurso hídrico es insostenible a largo plazo y por lo tanto, el objetivo general en lo que respecta al proyecto afirma que se dará lugar a una eficiente gestión del agua residual y de consumo en Ahuisculco a partir del conocimiento de la calidad del agua y un adecuado manejo de aguas residuales si la salud de la población se mantiene óptima al evitarse enfermedades transmitidas por contaminación del recurso

hídrico, los alimentos no son contaminados a través del agua de riego, se mantiene el bienestar de los ecosistemas y las comunidades dando el tratamiento adecuado a las aguas residuales y se evitan afectaciones a las actividades económicas de la región al utilizar recursos hídricos salubres en ellas mediante la divulgación de información a la comunidad sobre la importancia de la regulación de la calidad del agua residual y de consumo y determinando posibles técnicas y métodos de muestreo y análisis, para llevar a cabo estudios de la calidad del agua de la región y el debido tratamiento de aguas.

A partir de este punto y partiendo de las distintas problemáticas identificadas, se toman o delimitan tres distintas líneas de trabajo con la finalidad de abarcar más situaciones u oportunidades de mejora que se mencionan en lo particular a continuación, con sus respectivos objetivos, propuestas y posibles resultados, así como la finalidad y beneficios para la comunidad de Ahuiculco.

1.4.1 Gestión hídrica sobre el tratamiento de aguas residuales

El objetivo específico para esta línea de trabajo se basa en la propuesta de una metodología viable para tratar las aguas residuales domésticas de Ahuiculco. Primeramente se pretende repetir la presentación a la comunidad realizada en el verano del 2020, con información definida y actualizada conforme a los previos hallazgos. Después de presentar y escuchar opiniones y alternativas, reducir las opciones (3) a la más viable o posible. Finalmente, encontrar puntos propuestos por la comunidad en los que sea factible realizar la tecnología y asegurar su funcionamiento.

Los responsables realizan la investigación previa y contextualización pertinente para la posible aplicación de tecnologías alternativas a una planta de tratamiento de aguas para tratar las aguas residuales residenciales con finalidad de mejorar su uso y administración del recurso hídrico. Se encuentra como beneficio central el reúso del agua tratada para actividades cotidianas, así como prever que con el tiempo los cuerpos de agua en los que actualmente se descargan las aguas negras no se contaminen o empeoren.

La problemática general como se ha mencionado antes, así como las propuestas de solución u objetivos específicos para atender a ella, se llevan a cabo en la comunidad de Ahuiculco ubicado en Jalisco, México. Como se ha mencionado antes, se trabajará con esta comunidad en primera instancia como un pilotaje para hacer una prueba de proyectos, haciendo uso de la información previa obtenida durante el verano 2020 que consta de cálculos que indican la proyección de la población actual y a 20 años, así como caudales de agua de gasto y consumo de esta comunidad.

El motivo de esta decisión es que se permitirá llevar a cabo el proyecto con una mejor obtención, manejo y análisis de la información siendo a menor escala, con lo cual se plantea que las comunidades adquieran estos datos o información de manera más clara y precisa.

Por último, se espera que la investigación realizada en este pilotaje se lleve a cabo en proyectos siguientes enfocados en distintas áreas del Valle de Mazatepec, con el fin de que se cumpla el objetivo general planteado para las comunidades de esta región.

Los destinatarios finales son los miembros de esta comunidad, y los destinatarios directos son los miembros consumidores de agua derivada de los distintos suministros dentro de las comunidades, mismos que son responsables de la producción de aguas residuales residenciales. Finalmente, las organizaciones aliadas son, principalmente los representantes de delegación y organizaciones comunitarias de la región como Ahuisculco por Toda la Sierra y la Fundación Selva Negra. En este proyecto se aporta a esta comunidad y a las organizaciones involucradas la información necesaria para que se conozca la necesidad del tratamiento, las posibles consecuencias a largo plazo en caso de no hacerlo, datos de proyección y ubicación para la implementación de la tecnología de tratamiento.

1.4.2 Gestión hídrica: análisis de la calidad del agua.

Objetivo: Propuesta de un manual de métodos analíticos y análisis fisicoquímicos del agua.

Se realizó la investigación y contextualización previa para elegir que alternativa viable se adaptaría a las necesidades del pueblo y a la etapa covid-19 que se presentó este semestre, con la finalidad de contribuir positivamente al gestionamiento de la calidad del agua en la zona de Ahuisculco, se llegó al acuerdo que un manual metodológico en donde la población pudiese encontrar maneras prácticas y económicas para analizar su propia agua, además encontrar en el mismo metodología de pruebas en el laboratorio aportaría positivamente al gestionamiento del agua. Se encontraría como beneficiario central la población que utiliza este recurso directamente del río para su consumo, evitando así, la ingesta de moléculas y microorganismos patógenos que pudieran ocasionar malestares en la salud. Para lograr lo anteriormente mencionado, se realizarán visitas en campo (reunión con la comunidad y miembros activistas), cada que se acuerde con el grupo para recaudar la información necesaria, tal como, necesidades del pueblo, y problemáticas personales en relación a temas de calidad del agua.

La propuesta de solución y objetivos específicos se llevan a cabo en la comunidad de Ahuisculco ubicado al sur de Jalisco, México. Se trabajará con esta comunidad y sus recursos naturales, haciendo uso de información recabada en semestres anteriores con respecto al agua de gasto y consumo de esta comunidad.

El motivo de esta propuesta es implementar en la comunidad la costumbre de gestionar la calidad del agua que consumen, ya que es muy importante que el agua sea potable para evitar problemas de salud al paso del tiempo. Se espera que la investigación realizada en este pilotaje se lleve a cabo en proyectos siguientes enfocados en distintas áreas del Valle de Mazatepec, con el fin de que se cumpla el objetivo general planteado para las comunidades de esta región.

Los Beneficiarios finales son los miembros de la comunidad, y los destinatarios directos son los miembros consumidores de agua derivada de los distintos suministros dentro de las comunidades, las organizaciones aliadas son, principalmente los representantes de delegación y organizaciones como Ahuiculco por toda la Sierra y la Fundación Selva Negra.

1.4.3 Gestión hídrico en la producción primaria de alimentos

Objetivo específico: Propuesta de un manual para un huerto ecológico replicable

Se realizaron investigaciones y equipos de trabajo que daban el conocimiento para crear la oportunidad de elaborar un espacio para la producción de alimentos a pequeña escala. Se encuentra como beneficiarios principales los habitantes de Ahuiculco y los escolares de la primaria Rafael Ramírez para la implementación de un huerto ecológico y un sistema de riego sustentable.

En base a los trabajos anteriores del verano 2020 donde se investigaron los tipos de riegos y se elaboró una propuesta para tanques de captación de aguas pluviales abre la propuesta de implementar esto en la elaboración de un huerto ecológico. En la investigación de los tipos de riego, se encontró recomendaciones para implementar en el pilotaje.

El propósito de implementar esta propuesta de manual en la comunidad es atenuar los gastos de las familias para que ellos produzcan sus propios alimentos y enseñar a cuidar los recursos hídricos. Con una guía replicable se puede adaptar al espacio que tiene cada persona o familia.

Una vez que se realice el manual, la siguiente etapa sería la prueba piloto en la primaria Rafael Ramírez para ver la viabilidad del proyecto y el impacto de su resultado. Esto se espera que se lleve a cabo en proyectos posteriores donde las visitas a la primaria no sean tan restringidas o afectadas debida a la pandemia COVID-19.

Los beneficiados y destinatarios finales son los miembros de la comunidad, una vez que ellos implementen el manual del huerto ecológico en su casa y los trabajadores de la cocina en la primaria al igual que los niños que serán los que trabajaran en el huerto piloto.

1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

1.5.1 Organización del equipo

En relación al objetivo del PAP y a las propuestas de mejora de la gestión del agua en Ahuisculco, el proyecto se gestionó mediante distintas líneas de trabajo como se presentó en la sección anterior *1.4 Planeación de alternativas*, con la finalidad de cumplir el objetivo general. Esta organización del equipo se muestra en la Tabla 1.5.1.

Tabla 1.5.1. Participantes de las líneas de trabajo en el proyecto de la gestión hídrica.

Línea de trabajo	Integrantes	Perfil
Tratamiento de aguas residuales	Ana Cristina Palomar Villalvazo, Rodrigo Ruiz Toscano	Ingeniería ambiental
Monitoreo y análisis de la calidad del agua	Jesús Jiménez Ibarra.	Ingeniería en Biotecnología.
Desarrollo de huerto ecológico y uso de sistemas de riego	Ezra Gómez Rosales	Licenciado en Nutrición & Ciencia de los Alimentos

La organización del grupo se plantea desde un inicio con un cronograma de actividades, realizado por la línea de trabajo, en el cual, se detallan las actividades a realizar con su tiempo y duración establecidos, así como la fecha de entrega o terminación de las mismas.

El cronograma se muestra en el Apéndice C. Primeramente, se describen las actividades a realizar como grupo las cuales son exposiciones llevadas a cabo por diferentes grupos o equipos con temáticas que nos posicionan en contexto a todo el grupo de trabajo. Las exposiciones toman un tema central o base sobre el cual los distintos equipos trabajan con diferentes fuentes de información o referencias, con la finalidad de que, al momento de la exposición, el tema central se explique, se conozca o se comprenda de manera integral. Al final de las mismas se hace la recuperación de contenido, así como posibles preguntas o debate en el tema. Las exposiciones colaborativas abordan los temas de desigualdades, bienes comunes, territorio e impacto ambiental.

Por otra parte, los entregables también son llevados a cabo de manera grupal por proyecto, por lo que para el equipo de gestión hídrica se muestran los entregables respectivos con sus fechas y durabilidad y son las primeras partes introductorias del trabajo llevadas a cabo mediante el árbol de problema o

la matriz de impacto, en las cuales se designa la problemática general y comienzan a designarse caminos por los cuales se va a llevar a cabo el proyecto.

1.5.2 Actividades realizadas y procedimientos de las líneas de trabajo

Para el desarrollo de propuestas previamente designadas en el apartado de Planeación de alternativas, se establecen las actividades particulares por subgrupo, así como su fecha de entrega y el tiempo trabajado en respectiva actividad.

1.5.2.1 Desarrollo de propuesta 1: Tratamiento de aguas residuales

Primeramente, se lleva a cabo el análisis y contextualización de Ahuiscalco, las condiciones actuales y el trabajo previo realizado para este proyecto. Se realiza el desarrollo de la investigación a fondo o más específica en torno a las tecnologías alternativas de tratamiento de aguas, sus funciones y características al mismo tiempo que se realizan visitas a la comunidad para conocerla y hablar con los principales encargados de forma general, del manejo y problemáticas particulares en relación con la gestión hídrica.

Posteriormente, se realiza la investigación de tecnologías a menor escala en conjunto con la preparación de una presentación pertinente que nos ayude a compartir la información previamente mencionada para presentarla con la comunidad. Esta exposición con gestores de la comunidad funge como primera validación de propuesta.

Para dar seguimiento a esta primera reunión, se realiza la investigación y desarrollo de propuesta en torno a los hallazgos y retroalimentación de la comunidad, lo cual conlleva una segunda validación con la comunidad para encontrar puntos o potenciales ubicaciones de instalación de la tecnología por medio de la creación de mapas que nos ubiquen el terreno y se puedan obtener propuestas viables conforme a la tecnología de tratamiento.

Se prevé el tiempo para desarrollar o proponer soluciones, así como el seguimiento de las actividades en torno a la respuesta y participación de la comunidad.

Validación y visitas a la comunidad

- *Primera validación:* Lo descrito previamente fue presentado ante los representantes e interesados en el tema de la comunidad de Ahuiscalco en una mesa de diálogo en la que se tuvo como objetivo presentar estas tecnologías de tratamiento y obtener respuesta o

retroalimentación al respecto. Esta presentación tuvo lugar el lunes 19 de octubre en la Casa Ejidal de Ahuisculco, y la invitación fue remitida a los siguientes actores de la comunidad:

Benito Valera	Delegado Municipal de Ahuisculco
Adolfo Calderón Bañuelos	Presidente Ejidal
José María Vázquez	Secretario Ejidal
Ernesto Delgado	Integrate Asociación Civil
Ma. Guadalupe Zavala Tlaxcala	Presidenta Padres de familia Preescolar
Francisco Miranda	Selva Negra
René Velazquez	Selva Negra
Viridiana Garcia Ramirez	Comité Delegación Municipal Ahuisculco
Marimar Ramírez Gómez	Comité Delegación Municipal Ahuisculco
Dora Orozco	Tesorera Comité Patronato del agua
Jose Alvarado Pérez	Presidente Comité Patronato del agua
Juan Carlos Monte	Ayuntamiento Municipal
Ignacio Partida	Expresidente Ejidal
Arq. Carolina Levario	Coordinadora Proyecto de Aplicación Profesional ITESO
Maestra Nora Samayoa Aguilar	Coordinadora Proyecto de Aplicación Profesional ITESO

En esta primera reunión con la comunidad se habló de las tecnologías propuestas que pueden realizarse para el tratamiento de aguas residuales residenciales, presentadas como tecnologías de bajo impacto o de menor escala. La información presentada a continuación es parte de la consulta del Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento (Tilley, et.al. s.f.).

Las tecnologías propuestas son Tratamientos Descentralizados o semi-centralizados, esto quiere decir que se tratan las aguas y efluentes en sitios específicos de demanda o suministro de agua. Los beneficios de estas tecnologías son altos en comparación con las plantas de tratamiento de aguas convencionales cuando se habla de un lugar de instalación de baja densidad poblacional, y, por lo tanto, de bajo flujo de gasto de agua. Estas tecnologías requieren menos gastos de instalación, operación y mantenimiento. Un proyecto de esta clase que es a menor escala puede evitar negociaciones políticamente desafiantes en cuestiones municipales y locales, como es el caso del proyecto actual.

Estas tecnologías son apropiadas para un amplio rango de usuarios y se pueden adaptar a volúmenes de flujos de agua crecientes. Tienen como beneficio una mayor extracción de nutrientes, orgánicos y patógenos en comparación con tecnologías de tratamiento de aguas para viviendas, las cuales se

mencionan al final de este apartado como opción de alternativa final por sus bajos requisitos de operación, mantenimiento y gasto energético, pero se considera que las tecnologías de tratamiento descentralizados son las más recomendadas.

En la siguiente imagen 1.5.1 se muestra una representación resumen de la propuesta de tratamiento y posteriormente se explican estos componentes a detalle.

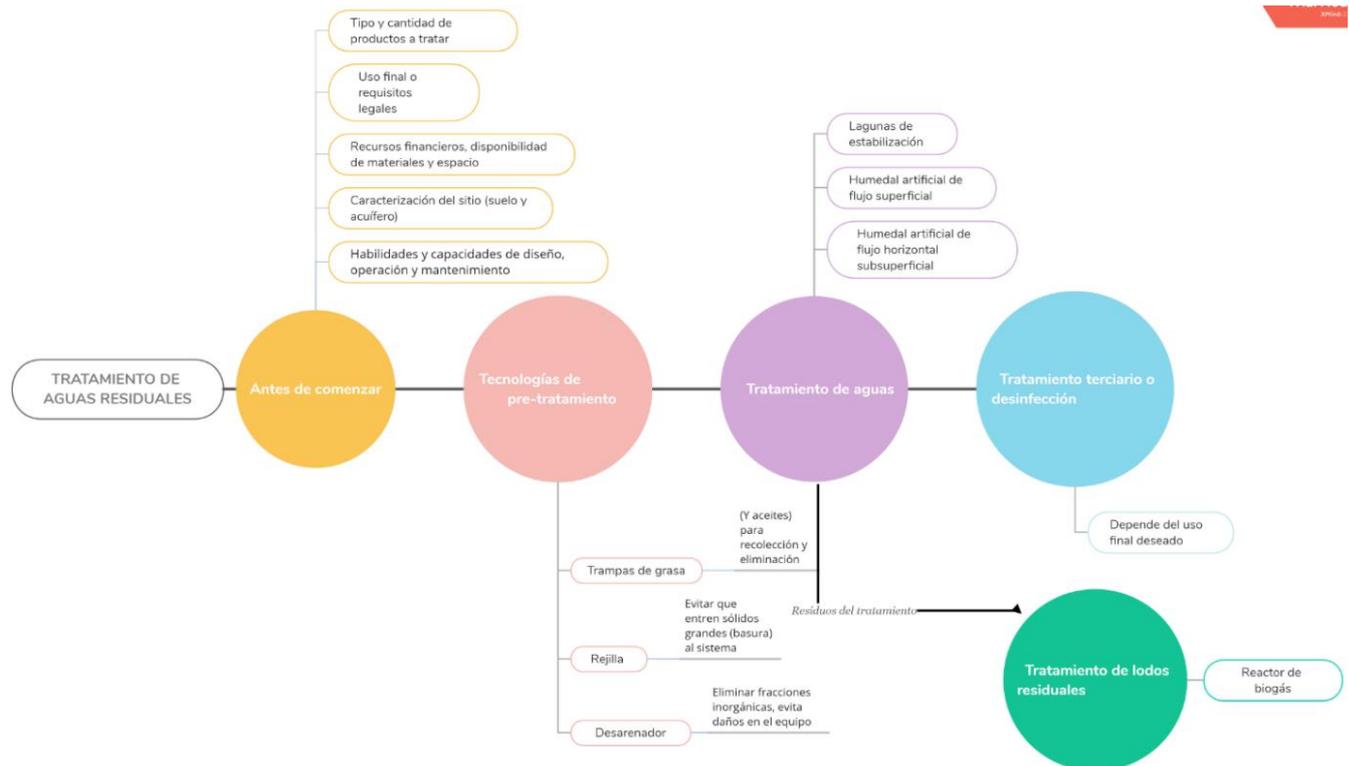


Imagen 1.5.1. Diagrama del proceso de tratamiento de aguas. Elaboración propia.

Primeramente, como se muestra en la imagen se debe de tomar en cuenta el influente y efluente a tratar, así como su uso final deseado, disponibilidad de recursos y espacios, caracterización de suelos y agua y las habilidades requeridas para el diseño, implementación y mantenimiento de la tecnología.

Para comenzar con el tratamiento, se necesitan sistemas de pretratamiento para eliminar componentes como grasas, aceites y sólidos como basura y arenas. Son funcionales para minimizar obstrucciones en futuras operaciones del tratamiento, para evitar constante mantenimiento y asegurar la durabilidad del equipo. Las tecnologías de pretratamiento usan mecanismos de remoción física, como rejillas, flotación, asentamiento y filtración. Esta parte del tratamiento puede evitarse cuando los desperdicios sólidos y el aceite de cocina son recolectados por separado en lugar de ser desechados en el sistema de saneamiento, pero si se utiliza, su operación y mantenimiento se basa

principalmente en el buen monitoreo y limpieza regularmente para garantizar su adecuado funcionamiento.

Posterior a este pretratamiento ocurre el tratamiento de las aguas residuales, para lo cual se presentan tres diferentes propuestas o alternativas:

Laguas de estabilización

Son cuerpos de agua creados por humanos y son especialmente apropiadas para comunidades periurbanas y rurales con terrenos grandes. Hay tres tipos de lagunas: 1) anaerobias, 2) facultativas y 3) aerobias (maduración), cada una con características de diseño y tratamiento diferentes. Las lagunas pueden utilizarse individualmente o vincularse en serie para mejorar el tratamiento.

La laguna anaerobia es la primera etapa del tratamiento y reduce la carga orgánica en las aguas residuales. La remoción de sólidos y DBO se produce por sedimentación y a través de la subsecuente digestión anaerobia dentro del lodo, las bacterias anaerobias remueven hasta 60% de la DBO.

En una serie de lagunas, el efluente de la laguna anaerobia se transfiere a la laguna facultativa, donde se remueve hasta un 75% de DBO. Finalmente, las lagunas aerobias o de maduración están diseñadas para remover patógenos.

El pretratamiento es esencial para prevenir la formación de espuma e impedir que el exceso de sólidos y basura entre a las lagunas. Para evitar la lixiviación a los acuíferos, las lagunas deben tener revestimiento. El revestimiento puede ser de arcilla, asfalto, tierra compactada o cualquier otro material impermeable.

Dependiendo del tiempo de retención del agua en la laguna anaeróbica, las dimensiones de la laguna pueden variar entre un área total superficial de 650 m² a 2 430 m², una profundidad de 2 m a 2.5 m y un potencial de biogás generado entre 70 m³/d y 125 m³/d.

Humedal artificial de flujo superficial (HFS)

Un humedal artificial de flujo superficial (HFS) pretende reproducir los procesos naturales que ocurren en un humedal y esta tecnología puede tolerar niveles variables de agua y de carga de nutrientes. El agua fluye a través del humedal, las partículas se asientan, los patógenos se destruyen y las plantas y los organismos utilizan los nutrientes.

El humedal artificial de flujo superficial permite que el agua fluya por encima del suelo expuesto a la atmósfera y a la luz solar directa. Las aguas negras crudas deben ser tratadas previamente para evitar la acumulación excesiva de sólidos y basura.

El canal está revestido con una barrera impermeable (arcilla o geotextil) cubierta con rocas, grava y tierra, y plantada con vegetación autóctona. También está inundado con aguas residuales a una profundidad de 10 a 45 cm por encima del nivel del suelo.

Dependiendo del flujo de agua, y de la carga de materia orgánica, las dimensiones pueden variar entre un área superficial necesaria de 20 a 140 m², una profundidad de 10 a 50 cm y un tiempo de retención del agua entre 5 a 14 días.

Humedal artificial de flujo horizontal subsuperficial

Es una cuenca grande llena de grava y arena plantada con vegetación de humedal. Las aguas residuales fluyen horizontalmente a través de la cuenca, el material de filtrado filtra las partículas y los microorganismos degradan el material orgánico.

Su diseño depende del objetivo de tratamiento, de la calidad y la cantidad del afluente. Es esencial, al igual que en las anteriores tecnologías la implementación de pretratamiento de aguas. Debe ser ancho y poco profundo para maximizar la trayectoria del flujo del agua en contacto con las raíces de la vegetación. Debe usarse una zona amplia para la entrada, con el fin de distribuir el flujo de manera uniforme.

El mantenimiento se centra en revisar que trabajen bien tratamientos previos para evitar por completo obstrucciones, así como asegurar que no crezcan árboles cerca ya que las raíces afectarían la instalación.

La eficiencia de remoción del humedal es una función del área de superficie (largo por ancho) y el área transversal (ancho por profundidad) determina el flujo máximo posible. Para esta tecnología generalmente se requiere una superficie de 5 a 10 m² por persona y una profundidad entre 30 y 60 cm para maximizar el contacto con las raíces.

El tratamiento terciario o desinfección de aguas no se requiere en muchos casos, a menos de que la finalidad de uso del efluente sea de características de calidad específicas que requieran de la remoción de patógenos mediante tecnologías de rayos UV o aplicación de cloro por ejemplo.

El paso final para el tratamiento de aguas consta del residuo de estas en el proceso del tratamiento los cuales son llamados lodos residuales. Los lodos deben ser también tratados para su correcta disposición al medio natural.

Para este tratamiento de aguas se presenta la propuesta de un reactor de biogás o digestor anaerobio, la cual es una tecnología de tratamiento anaerobio que produce: a) una mezcla digerida que puede ser usada como fertilizante, y b) biogás, que puede ser utilizado para energía. El biogás es una mezcla de metano, dióxido de carbono y otros vestigios gaseosos que se pueden convertir en calor, electricidad o luz.

Los principales hallazgos, comentarios y sugerencias al respecto de esta reunión en materia del tratamiento de aguas residuales residenciales de la comunidad de Ahuiculco fueron:

Se percató de que el problema de la instalación de alguna tecnología para el tratamiento de aguas residuales es un problema que tiene implicaciones profundamente políticas, se pudo conocer que ya existía un proyecto piloto para la instalación de un humedal en la comunidad y que, debido a la profunda discreción de los autores de dicho proyecto, nos es casi imposible tener acceso a los diseños y cotizaciones del proyecto. Por lo que la posibilidad de tomar este proyecto piloto de humedales como base para la implementación del proyecto descrito en este documento quedó descartada definitivamente.

Otra de las principales problemáticas que se encontraron fue que el espacio requerido para la instalación en la comunidad de alguna de las tecnologías presentadas anteriormente, no se encuentra disponible o es de difícil obtención debido a que las casas de la comunidad se encuentran justamente a la orilla del río y los demás terrenos a las afueras de la comunidad pertenecen a juntas ejidales.

Se acordó en esta visita que los presentes en la presentación deberían pensar y valorar posibles localizaciones para la instalación de alguna de las tecnologías de tratamiento de aguas, así como las características de la ubicación para decidir la tecnología más apropiada en ese lugar. Finalmente se acordó con todos los presentes la fecha para la próxima fecha de visita para la segunda validación.

- *Segunda validación:* en esta visita a la comunidad, se habló con los interesados en el tema sobre la cuestión de las posibles propuestas de ubicación para los humedales en el tratamiento de las aguas de Ahuiculco. Los recursos utilizados en esta reunión fueron didácticos y en línea, ya que, en conjunto con la comunidad se propusieron estas ubicaciones

mientras veíamos los mapas para ubicar fácilmente los lugares y dimensiones de las propuestas, así como la influencia de la ubicación.

La primera idea esta posteriormente descrita como “Humedal pre Ahuiculco” o “Humedal descarga Navajas”, se encuentra en las coordenadas 20.537538, -103.671095. Se trata de un terreno grande en el que incluso podrían implementarse lagunas de estabilización, ya que estas requieren un terreno de 650m² a 2,430m².

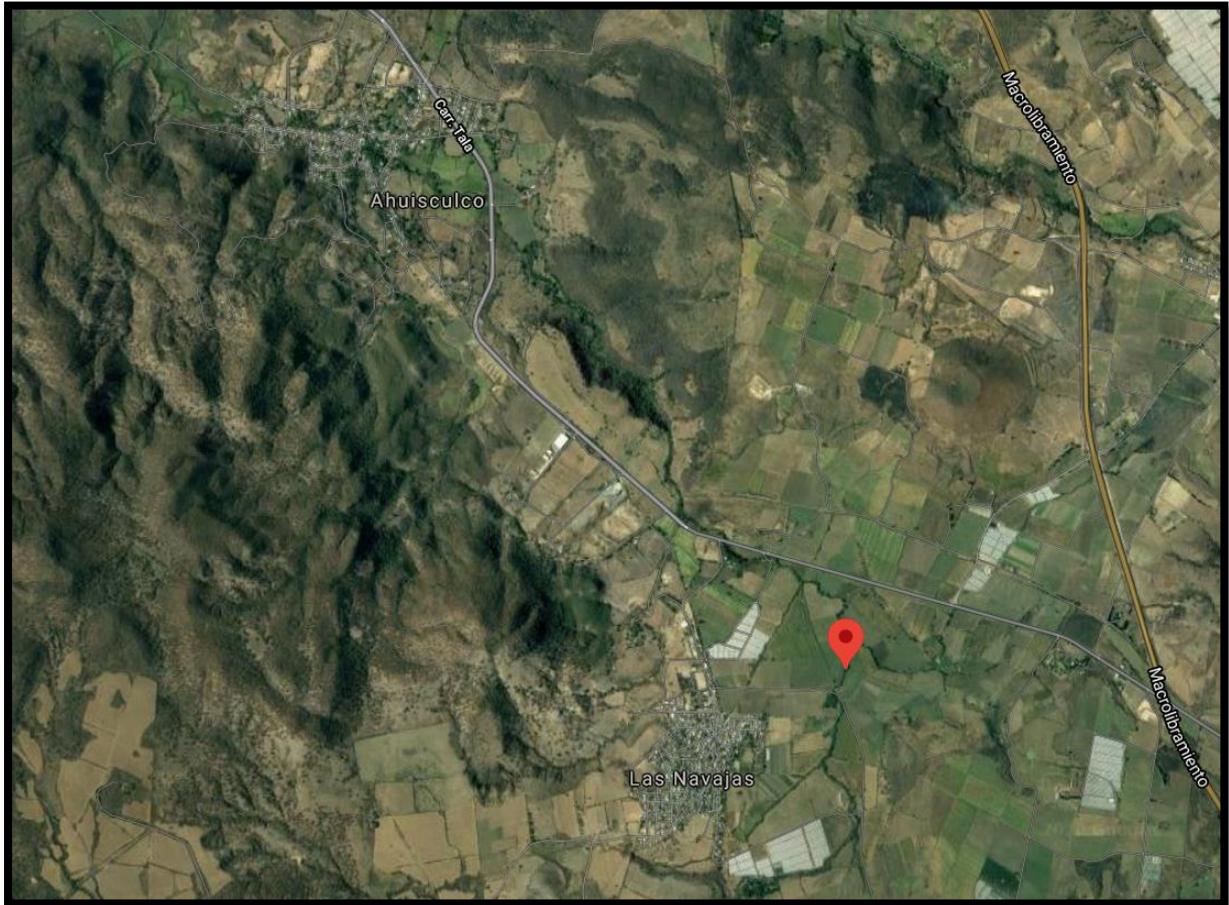


Imagen 1.5.2. Ubicación Humedal pre Ahuiculco

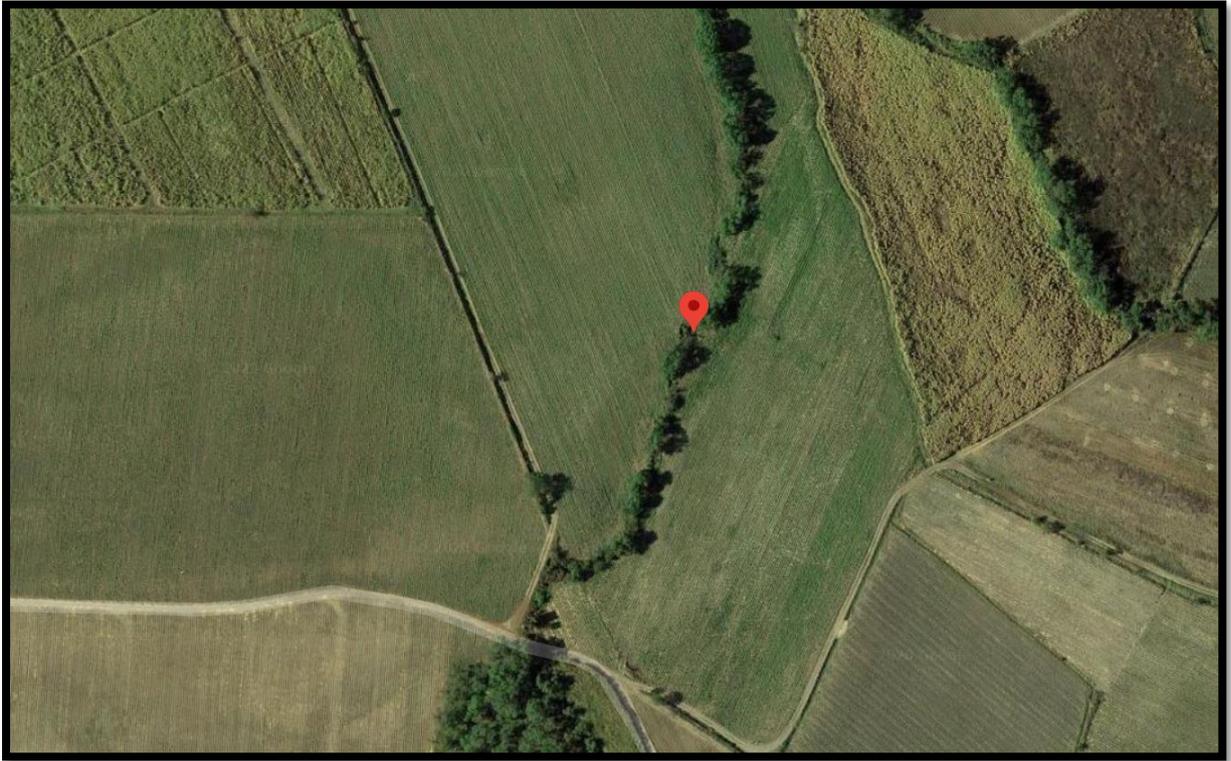


Imagen 1.5.3. Acercamiento a la ubicación Humedal pre Ahuisulco

Otra propuesta está descrita como “Humedal post Ahuisulco” o “humedal salida Ahuisulco” se encuentra al final del pueblo, antes de cruzar el río, cerca de la muestra 3 realizada para el muestreo y caracterización del proyecto de la calidad del agua. Sus coordenadas son 20.571380, -103.713208

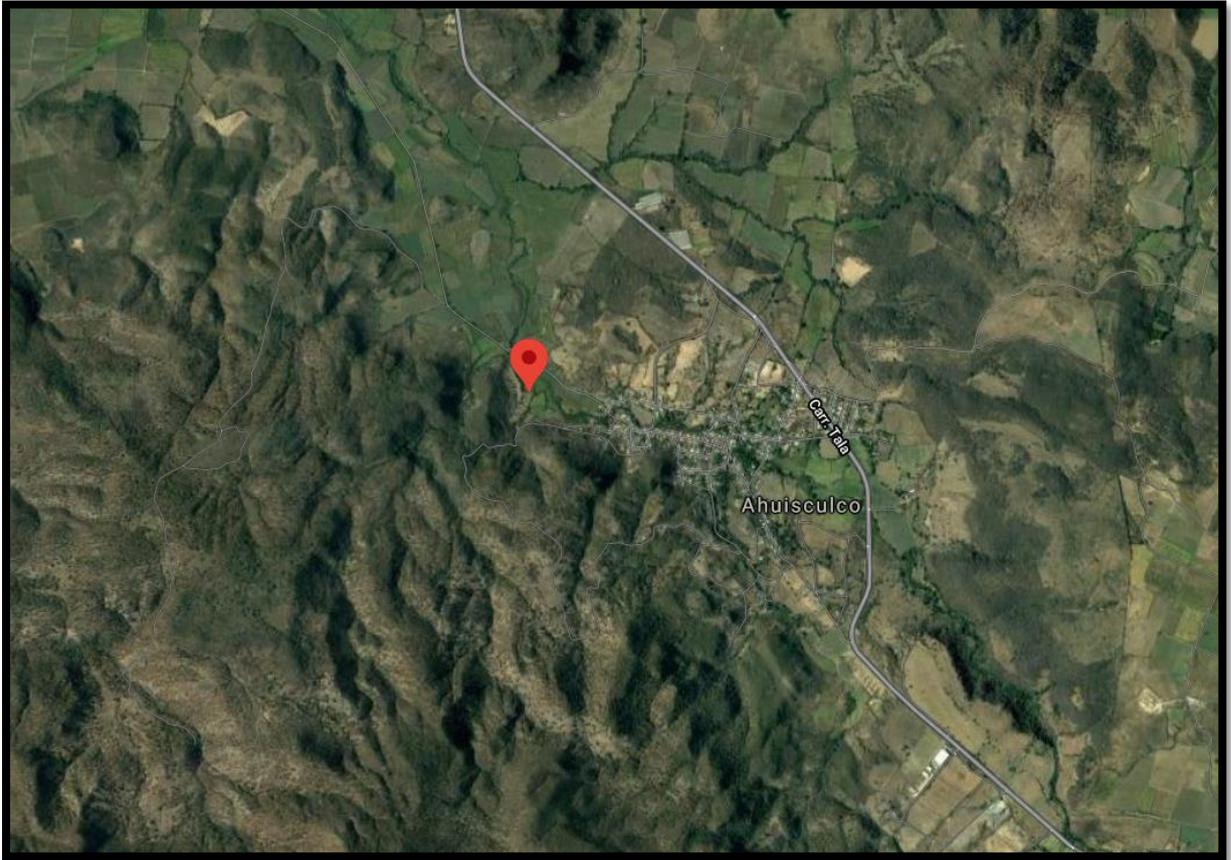


Imagen 1.5.4. Ubicación Humedal post Ahuisculco

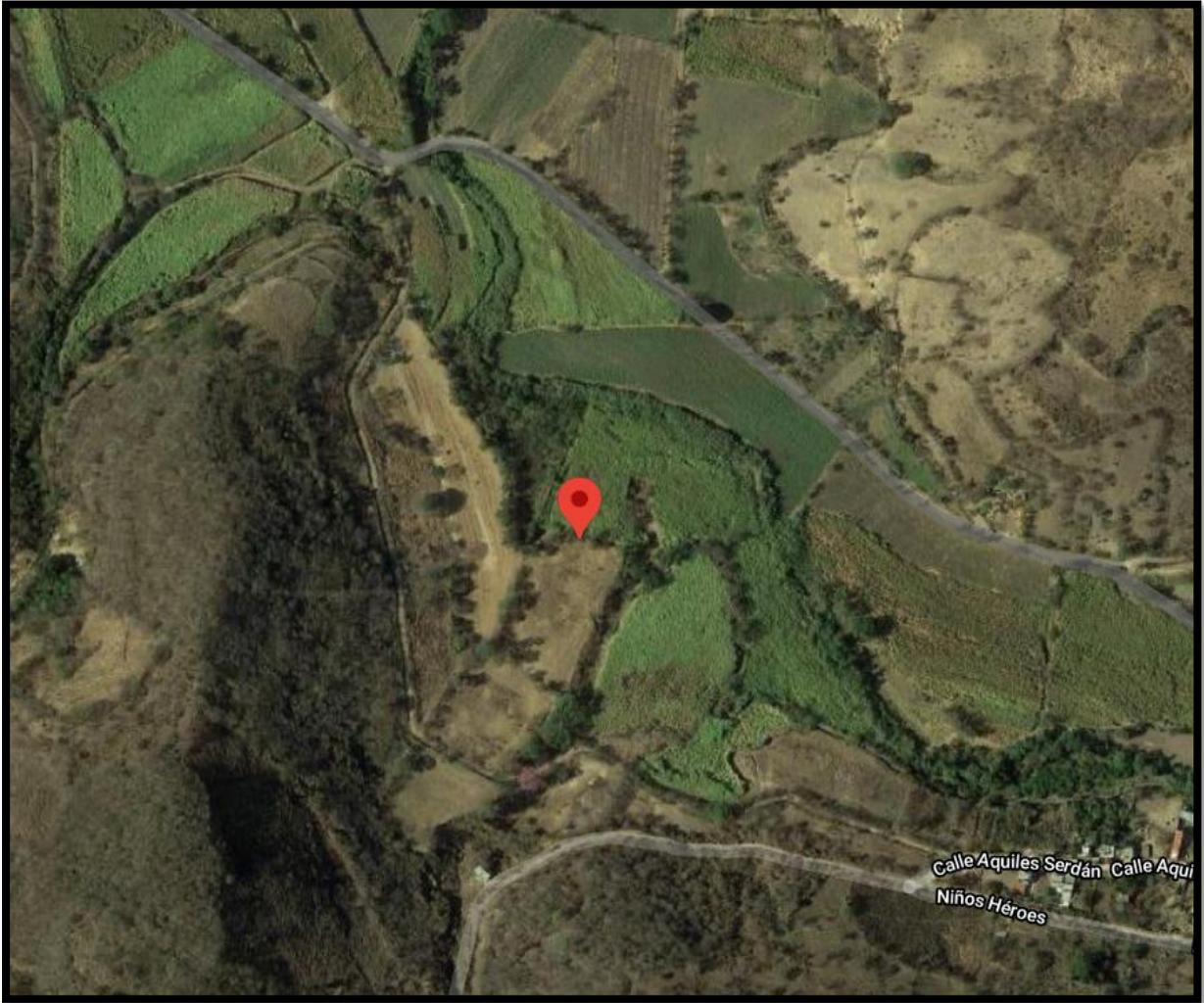


Imagen 1.5.5. Acercamiento a la ubicación Humedal post Ahuisulco

Finalmente se optó por la opción de considerar ambas ubicaciones para la implementación de la tecnología para tratar las aguas antes de que estas entren a Ahuisulco, y que también las aguas sean tratadas previo a la descarga a los ríos que posteriormente convergen y llegan a la desembocadura de la cuenca del río Salado, para mantener el control sobre la calidad del agua y no empeorar la calidad actual, asegurando el cuidado y beneficios con el tiempo.

- *Visita a campo:* en esta visita a la comunidad asistimos a las ubicaciones previamente descritas para obtener más información y ver en persona las condiciones de los terrenos. Se obtuvieron las siguientes conclusiones:

El humedal en la descarga de la comunidad de Navajas es de vital importancia para que el río llegue con una buena calidad a la comunidad de Ahuisulco, ya que al estar tan cerca una comunidad de otra,

la capacidad de autodepuración del río no es suficiente en tan poca distancia recorrida. A su vez, en esta ubicación no existen problemas de variación drástica del caudal, ya que según los mismos pobladores, aún en tiempos de lluvia el flujo de las descargas de Navajas no aumenta considerablemente. A continuación, se muestran imágenes capturadas en el posible lugar de instalación de la tecnología.



Imagen 1.5.6. Unión del Río Ahuiculco y Descargas de Navajas

El humedal a la salida de Ahuiculco resulta ser de utilidad para que el río abandone la zona poblacional con una buena calidad y pueda ser aprovechado de manera segura aguas abajo. Esta ubicación presenta mayores retos y complicaciones para su buen funcionamiento; primero por la irregularidad del terreno aledaño al río que impide que se aproveche un área grande; y segundo, por el amplio rango de variaciones en el caudal del río en temporada de estiaje y en temporada de lluvias. El objetivo para esta ubicación es lograr un diseño de humedal que soporte inundaciones y posteriormente pueda seguir operando con normalidad. A continuación se muestra la imagen capturada en la ubicación.



Imagen 2.5.7. Lugar propuesto de ubicación para el humedal.

Finalmente, en la siguiente imagen se muestra el mapa con ambas ubicaciones con respecto a Ahuisculco.

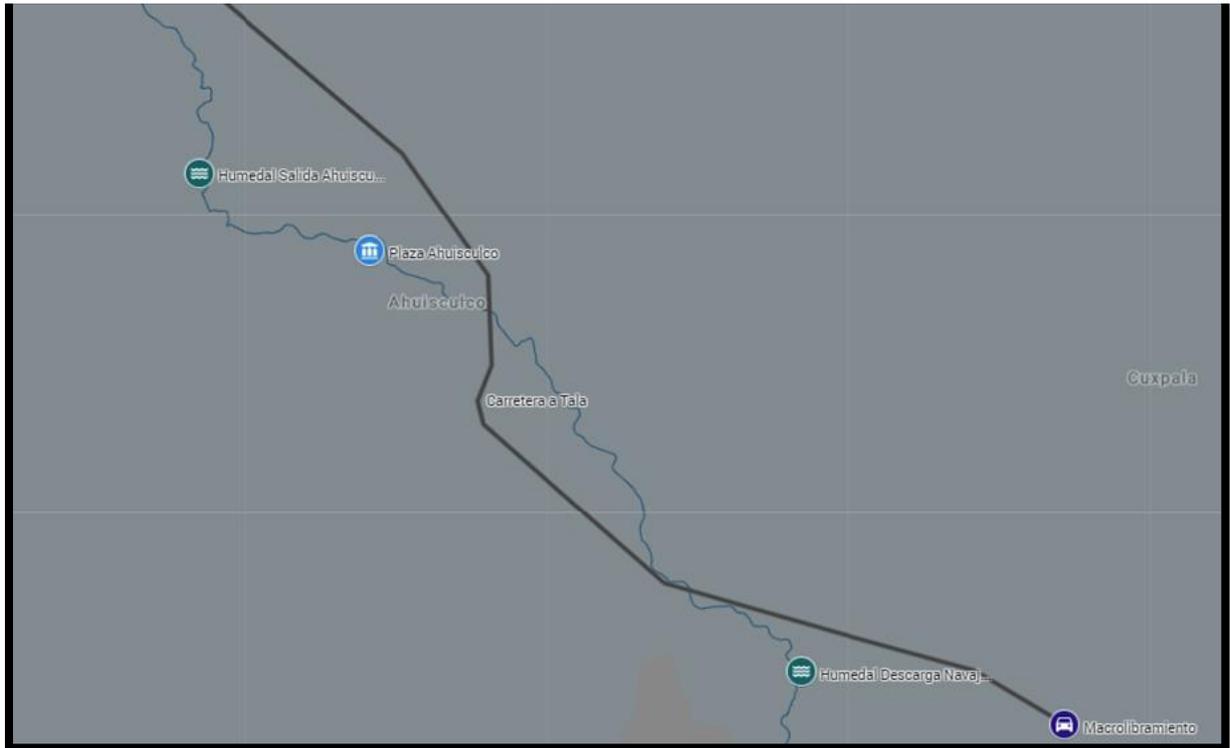


Imagen 3.5.8. Mapa de ubicaciones para los humedales de Ahuisculco

1.5.2.2 Desarrollo de propuesta 2: Monitoreo y calidad del agua.

Se llevo a cabo la investigación y contextualización previa para elegir que alternativa viable se adaptaría a las necesidades del pueblo y a la etapa covid-19 que se presentó este semestre, con la finalidad de contribuir positivamente a la gestión de la calidad del agua en la zona de ahuisculco, se llegó al acuerdo que un manual metodológico en dónde la población pudiese encontrar maneras prácticas y económicas para analizar su propia agua, además encontrar en el mismo metodología de pruebas en el laboratorio aportaría positivamente a la gestión del agua.

El manual de pruebas analíticas

Posterior a la toma de esta decisión, se realizó la investigación necesaria para establecer la estructura de esta propuesta e ilustrarla en una presentación para darla a conocer en la comunidad. Esta propuesta se consideró como la primera validación de la propuesta.

Para dar seguimiento a esta validación, se realizó la investigación para la estructura de la propuesta en torno a los hallazgos y retroalimentación de la comunidad, lo cual conlleva a una segunda validación con la comunidad para encontrar puntos potenciales y ubicaciones para la toma de las muestras donde se analizará el agua, para llevar a cabo esto, se hará uso de mapas que nos ubiquen el terreno y el caudal.

En conjunto con la comunidad se llevó cabo la recolección de las muestras en las locaciones previamente elegidas (Imágenes 1.5.6,1.5.7).



Imagen 1.5.6 Puntos estratégicos



Imagen 1.5.7. Puntos estratégicos (Unión con Navajas)

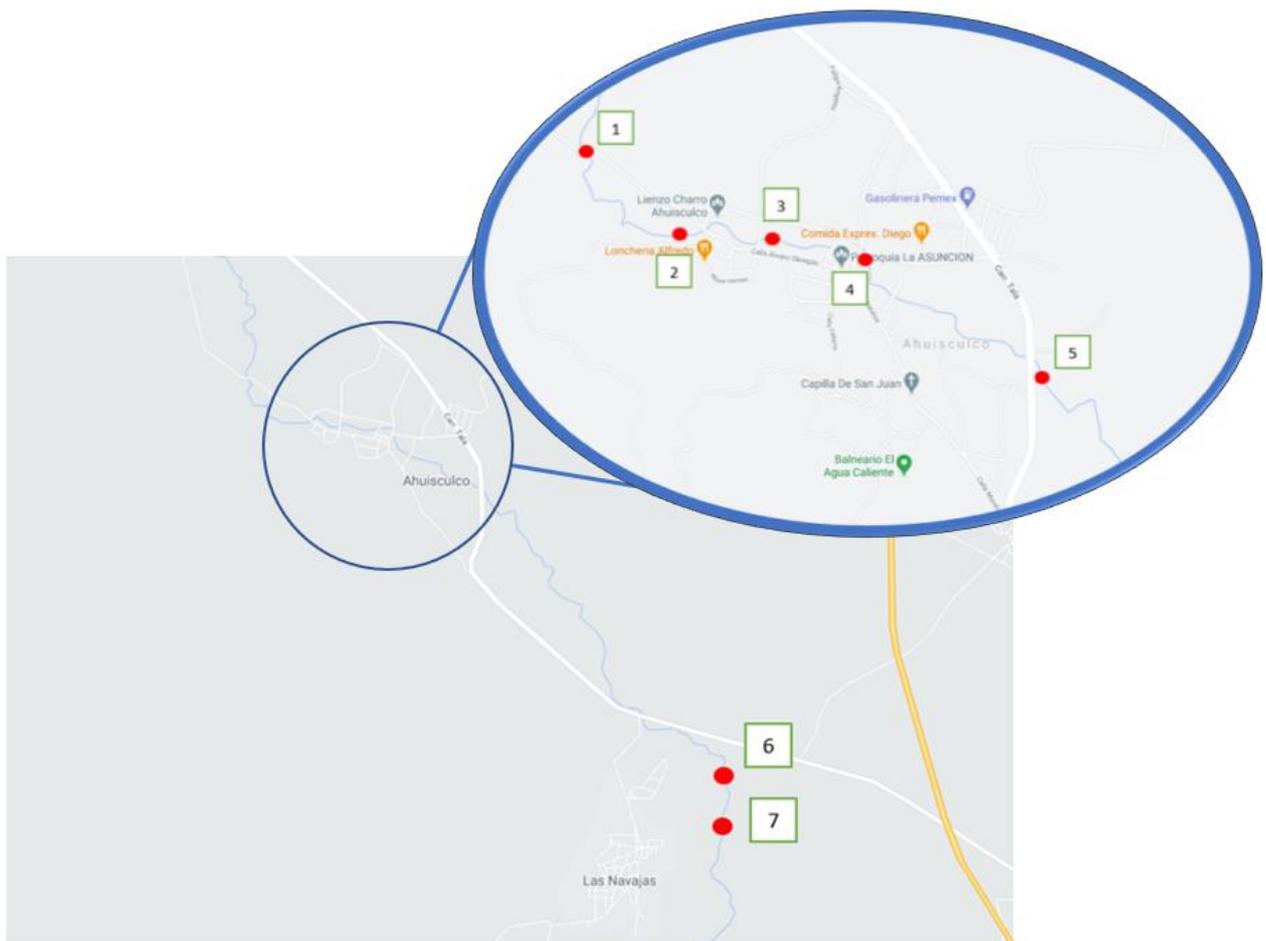


Ilustración 3. Puntos estratégicos elegidos en la comunidad y sus alrededores.

En la **Ilustración 3** se puede observar los puntos elegidos para las tomas de muestras. Una vez seleccionados estos, se acudió al escenario a hacer la toma de muestras, esta consistió en enjuagar con la misma agua y llenar frascos limpios hasta el tope, aproximadamente 1 litro por cada punto sin dejar que quedaran burbujas. Posterior a esto, se realizaron pruebas de fisicoquímicas (Turbidez, col. fecales) y químicas (pH, DQO) con el motivo de gestionar la calidad del agua. Resultados se observan en la Tabla 1.

Tabla 2. Resultados de muestras de agua.

N	Nombre	pH	Col.fecales (NMP/100ml)	DQO (mg/L)	Turbidez	Comentarios
1	Final del pueblo	7	200	<30	Clara y sin precipitados	-
2	Kinder	7	-	-	Clara y sin precipitados	-
3	Mitad del pueblo	7	-	<30	Clara y sin precipitados	-
4	Puente-Fuente	7	-	38.3	Clara con precipitados	-
5	Carretera	6.9	-	-	Clara con precipitados	-
6	Union con navajas	6.4	-	-	Turbio	Olores fetidos leves
7	Union con navajas	6.3	> 2400	96.1	Turbio / Negra	Olores fetidos fuertes
8	Potable (Grifo)	7	23	<30	Clara y sin precipitados	-

Sabiendo estos resultados y en comparación con la NOM-003-SEMARNAT-1997, límites máximos permisibles (ANEXOS), proseguimos a deducir las siguientes conclusiones:

- El agua proveniente de la conexión del río de navajas en conjunto con el río principal tiene > 2400 coliformes fecales (NMP/100ml) lo que en contraste con la la **NOM-001-SEMARNAT-1996** el límite máximo de 100-200 NMP/100ml para descargas en bienes nacionales no cumple con la norma, por lo tanto, el recurso a este punto no es apto para actividades rurales.

- El agua proveniente de la conexión del río de navajas en conjunto con el río principal tiene 96.1 DQO (mg/L) lo que en contraste con la **NOM-001-SEMARNAT-1996** el límite máximo de 72.1 para descargas en bienes nacionales no cumple con la norma, por lo tanto, el recurso a este punto no es apto para actividades rurales ni para la vida de un ecosistema.
- El agua etiquetada como “potable” recaudada de una toma en el centro de Ahuiculco contiene un total de 23 coliformes fecales lo que en contraste con la **NOM-127-SSA1-2017**, el límite máximo de <1 para consumo humano cumple con la norma, por lo tanto, el recurso a este punto no es apto para su consumo.

1.5.2.3 Desarrollo de propuesta 3: Desarrollo de Manual para huerto ecológico

En la primera etapa, se hizo una recopilación de datos se veía los trabajos y avances de semestres anteriores de lo que lograron hacer en su etapa. También hubo una contextualización de la zona de Ahuiculco, el estilo de vida de las personas, condiciones de vida y problemas centrales. Hubo una contextualización de los recursos hídricos y cómo es importante cuidar de ellos.

Posteriormente se inició una etapa de investigación donde se encontraba una propuesta de para el desarrollo de huerto, que en este caso fue la propuesta de un manual para elaborar un huerto ecológico utilizando el espacio de la primaria como prueba piloto. El objetivo principal es que sea un manual donde pueda replicarse para los habitantes de Ahuiculco donde la producción de sus propios alimentos les traerá una lista de beneficios.

Para dar validación a esta propuesta, se necesita terminar el manual del huerto ecológico por así, presentarles a la comunidad esta propuesta y ver si es viable el uso del espacio en la primaria como prueba piloto. Se pretende exponer este manual para finales de semestre para continuar con la segunda etapa de este proyecto que es ya trabajo en campo.

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

En esta parte se describen los aprendizajes y logros de cada línea de trabajo, así como el análisis de verificar si el objetivo se cumplió o el avance para llegar a lograrlo. Se describen también los pasos a seguir en el proyecto y lo necesario en el futuro para que el proyecto avance, así como lo necesario para que la comunidad continúe con la autogestión del mismo. Va aprendizajes y logros

1.6.1 Valoración para la propuesta de tratamiento de aguas

La importancia del tratamiento de las aguas residuales se ha explicado a lo largo de este reporte por la salud de los cuerpos de agua y de la población involucrada en su uso en las distintas actividades. Después de las actividades realizadas descritas en el apartado anterior, se ha concluido que es necesario la instalación de dos tecnologías de tratamiento de aguas, una previa a Ahuisculco para que el agua entre al pueblo con mejor calidad de las demás comunidades que hacen uso de las mismas en el Valle de Mazatepec, y una al final, para que las descargas estén controladas y no empeore la contaminación del agua en el largo plazo.

Creemos que es un gran avance la incorporación de actores de la comunidad en la escucha, recomendaciones y propuestas para este proyecto. Es importante que la comunidad y los y las interesadas en el proyecto continúen activos en la participación para la toma de decisiones del mismo y de temas con respecto a la gestión hídrica.

Ahora que la comunidad ha validado el proyecto y se ha avanzado en conjunto con ellos en cada paso, lo que se necesita a partir de ahora en adelante es confirmar el tipo y la cantidad de los productos a tratar ya que se tiene información de la cantidad de las descargas de Ahuisculco con proyección en el tiempo, pero no de la cantidad y tipo de aguas que serían recibidas en el “humedal pre Ahuisculco”, que también tiene que considerarse, en conjunto con las aguas residuales de Ahuisculco, en el “humedal post Ahuisculco”.

Adicionalmente, se debe de validar con la comunidad qué tipo de uso se le quiere dar al agua después de tratarla, consideramos que cada humedal tendrá condiciones distintas y por lo tanto, requisitos legales diferentes, por lo que la instalación de los humedales puede cambiar dependiendo de si el agua a tratar se utilizará para descargas en cuerpos de agua, en uso urbano como riego, etc.

Se debe de llevar a cabo un análisis del recurso financiero, así como la disponibilidad de materiales, espacio de instalación, habilidades de las personas para mantener, gestionar y operar las tecnologías en ambos humedales, así como el necesario previo análisis y caracterización del suelo del lugar.

Con esta información y actividades a realizar, la comunidad podrá dar seguimiento al proyecto con la autogestión de la tecnología, mediante quizás manuales indicativos del mantenimiento necesario y posibles usos y actividades del agua una vez tratada. Sin duda este proyecto tiene un largo camino por recorrer, pero mediante pequeños avances en conjunto con la comunidad se encamina a lograr los objetivos de este programa de gestión del agua.

1.6.2 *Gestión hídrica: análisis de la calidad del agua.*

La comunidad de Ahuiscalco ha sido reconocida a nivel nacional como una comunidad que lucha por sus recursos naturales, y el agua no es la excepción ya que esta comunidad en algún momento gozó de tener agua potable directo de sus acuíferos. Debido al desinterés de las empresas por respetar este recurso no renovable y al gobierno por no implementar tratamientos en sus aguas negras antes de ser descargadas a los ríos, el agua no goza de tener la misma calidad de antes y por consiguiente, esto repercute en la salud de las personas que aun la utilizan para su consumo sin antes darle un tratamiento previo y asegurando que esta llegue en condiciones óptimas.

Las aguas residuales mexicanas contienen usualmente numerosos organismos patógenos causantes de enfermedades, también contienen nutrientes que estimulan el crecimiento de plantas acuáticas, e incluso pueden contener compuestos tóxicos, nocivos y dañinos para la salud humana y para el ecosistema en general. En métodos de tratamiento para las aguas residuales, pueden aplicarse diferentes técnicas según el nivel de descontaminación que se desee proporcionar al agua. La mayoría de las plantas de tratamiento de aguas residuales emplean procesos a nivel físico y bioquímico que permiten la depuración del agua a un nivel muy profundo. En México se realizan principalmente métodos biológicos que involucran procesos aerobios o anaerobios dependiendo de las características del tratamiento, siendo las más comunes las que realizan procesos de purificación a través de la técnica conocida como lodos activados (Infoagro, 2018).

- **Manual de métodos analíticos y análisis del agua.**

La calidad del agua impacta en la vida de cualquier ser vivo en el planeta, por ello gestionar su calidad es un tema que debería ser prioridad para el ser humano por motivos como temas de salud en la población, desarrollo económico de la zona y la calidad ambiental de todos los ecosistemas en los que repercute esta.

Los factores que determinan la calidad del agua son las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas de este recurso, que logran que este sea apto para algún uso determinado y no lo sea para otro. Para el consumo humano se requiere una pureza mayor que para el uso de esta en cualquier otra actividad, ya que el cuerpo es un sistema difícil y el brindarle materia ajena a lo que necesita repercute en una o más funciones de este. Una mala calidad del agua puede darse tanto a causas naturales como a causadas por el mismo ser humano, sin embargo, la fuente más importante de contaminación es la falta de gestión y tratamientos adecuados de los residuos (Picazo M, 2020).

Lo que debería de importarle a las comunidades es establecer los tratamientos y límites necesarios para los diferentes usos y actividades en donde se utilice el agua y de este modo garantizar una buena calidad de vida para todos los ciudadanos (Picazo M, 2020).

Con el fin de gestionar la calidad del agua en la zona, se desarrolló el manual de métodos analíticos, este manual está dividido en dos secciones, la primera en donde se describen las principales pruebas que requieren un laboratorio adaptadas a la zona para gestionar la calidad de este recurso y la segunda, en donde se describe el desarrollo de diferentes pruebas, fáciles y económicas que cualquier persona puede hacer sin la necesidad de tener un laboratorio para asegurar la calidad del agua y así se alguna manera prevenir efectos colaterales en la ingesta de este recurso directo de los mantos.

Esta propuesta fue presentada al igual que la propuesta: *Valoración para la propuesta de tratamiento de aguas* a los mismos candidatos con el objetivo de dar a conocerla y conocer opiniones de los colaboradores.

Dado que se lograron satisfactoriamente los objetivos a corto plazo, que fueron los primeros análisis de la calidad del agua y el principio de un manual para autogestionar la calidad del agua, podemos decir que se cumplió la meta establecida para este semestre, sin embargo, falta mucho por hacer. El gestionar la calidad del agua es de día con día, no podemos bajar la guardia con este recurso ya que es vital para todos ser vivo.

Como proyecciones a largo plazo, se esperaría que, en un futuro, semestre con semestre se lleven a cabo estas pruebas analíticas en el agua, pero más importante aún, que se inicie una cultura del cuidado del agua, para evitar contaminación masiva por los habitantes de esta región hacia sus cuerpos de agua.

1.6.3 Manual de huerto ecológico

La comunidad de Ahuisulco tiene la oportunidad de crear y producir alimentos en su propio espacio que esto puede abastecer las necesidades nutrimentales (dependiendo de los alimentos) que tengan. Al producir ellos sus propios alimentos, les genera menos gasto en comprar alimentos. Produciendo sus propios alimentos les garantiza productos libres de agroquímicos, frescos e inocuos. Como es una comunidad que cuida mucho sus recursos naturales, la adaptación de un sistema de riego que no gaste mucha agua para el uso de un huerto ecológico va de acuerdo con sus principios. Realizar un huerto ecológico no es costoso y más si la producción es sin fines de comercio.

Como posible beneficio a largo plazo, proponiendo el uso de huertos ecológicos puede incentivar la creación de un huerto comunitario donde toda esta comunidad trabaja o aporta al huerto donde todos participantes aprenden y gestionan sus recursos.

El uso de este manual para la elaboración de huertos ecológicos propone una vida más sostenible y crea una educación en donde se aprende la importancia del trabajo en equipo, el valor de los recursos naturales que son finitos y la importancia de no crear monocultivos (a grande escala).

1.7. Bibliografía y otros recursos

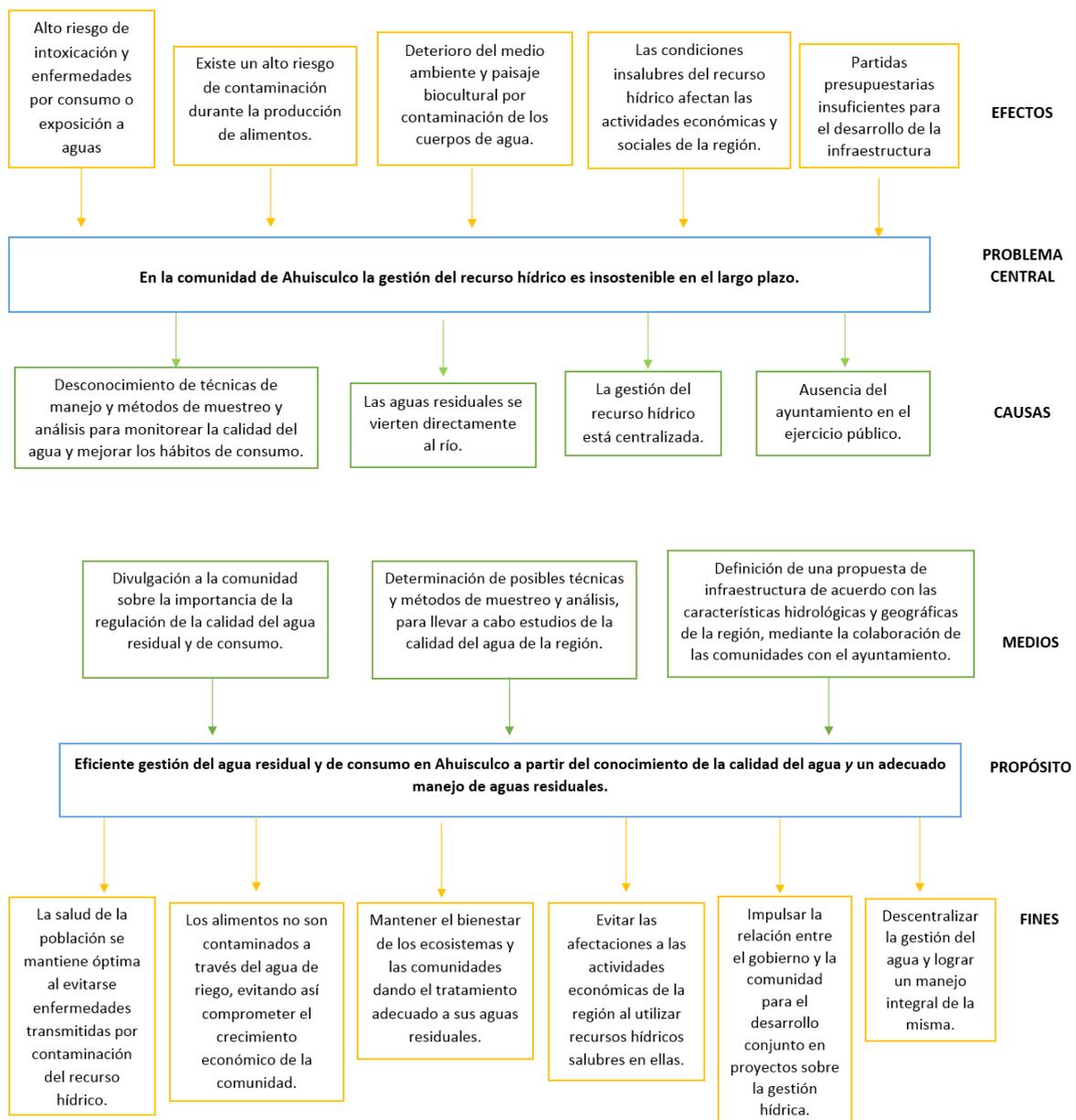
- Asante-Duah, K. (2017). Public Health and Socio-Economic Implications of Chemical Exposure Problems. En K. Asante-Duah, Public Health Risk Assessment for Human Exposure to Chemicals (págs. 20-28). Ontario, Canadá: Springer.
- Cigna. (2020). Alimentos orgánicos. Disponible en: <https://www.cigna.com/individuals-families/health-wellness/hw-en-espanol/temas-de-salud/alimentos-organicos-zx3417>
- Comisión Estatal del Agua del Estado de Jalisco (2015) Ficha Técnica Hidrológica del Municipio de Tala. Recuperado en 17 de junio de 2020 de https://www.ceajalisco.gob.mx/doc/fichas_hidrologicas/region2/tala.pdf
- Comisión Estatal del Agua Jalisco (s. f.) CEA Jalisco: Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Recuperado de: https://www.ceajalisco.gob.mx/contenido/plantas_tratamiento/
- Del Castillo, A. (5 de septiembre del 2014) Fracasa en Jalisco la operación de plantas de tratamiento. Verdebandera. Recuperado de: <https://verdebandera.mx/fracasa-en-jalisco-la-operacion-de-plantas-de-tratamiento/>
- EcuRed. (2020). Sistemas de Riego. Disponible en: https://www.ecured.cu/Sistema_de_Riego
- FAO. (2019). El sistema alimentario en México - Oportunidades para el campo mexicano en la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. Ciudad de México. 68 pp
- Gestión Integral del Agua (2020) Avance Línea de Crédito Estatal. Recuperado de <https://deudapublica.jalisco.gob.mx/sites/default/files/paginas/archivos/Informe%20Plantas%20de%20Tratamiento.pdf>
- IBERDROLA. (2020). Qué es un huerto urbano. Disponible en: <https://www.iberdrola.com/compromiso-social/que-es-un-huerto-urbano#:~:text=Los%20huertos%20urbanos%20son%20espacios,otras%20variedades%2C%20a%20es%20dom%20C3%A9stica>.
- Infoagro. (2018). Importancia del agua en la agricultura. Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/importancia-del-agua-en-la-agricultura/>
- Jeny Adina Larrea-Murrell, M. M.-B.-Á.-H.-P. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas. CENIC Ciencias Biológicas, Vol. 44, No. 3, pp. 24-34.
- Municipio de Tala, Jalisco (2018) Plan municipal de Desarrollo y Gobernanza Tala, Jalisco 2018-2021. Recuperado de: [https://www.talajalisco.gob.mx/archivos/transparencia/Art%3ADculo%208%20Informaci%3%B3n%20fundamental/04%20La%20informaci%3%B3n%20sobre%20la%20planeaci%3%B3n%20estrat%3%A9gica%20gubernamental%20aplicable%20al%20y%20por%20el%20sujeto%20obligado,%20que%20comprende:/a\)%20El%20plan%20general%20institucional%20del%20municipio/Plan%20Municipal%20de%20Desarrollo%20y%20Gobernanza%202018-2021.pdf](https://www.talajalisco.gob.mx/archivos/transparencia/Art%3ADculo%208%20Informaci%3%B3n%20fundamental/04%20La%20informaci%3%B3n%20sobre%20la%20planeaci%3%B3n%20estrat%3%A9gica%20gubernamental%20aplicable%20al%20y%20por%20el%20sujeto%20obligado,%20que%20comprende:/a)%20El%20plan%20general%20institucional%20del%20municipio/Plan%20Municipal%20de%20Desarrollo%20y%20Gobernanza%202018-2021.pdf)

- OXFAM. (s.f). 5 ventajas de los huertos ecológicos. Disponible en: <https://blog.oxfamintermon.org/5-ventajas-de-los-huertos-ecologicos/>
- Rubio, J. (2020) La desigualdad tiene género. México Social. Disponible en: <https://www.mexicosocial.org/la-desigualdad-tiene-genero/#:~:text=De%20acuerdo%20con%20el%20Atlas,encuentra%20en%20situaci%C3%B3n%20de%20pobreza.>
- Agua, C. N. (2018). *Estadísticas del Agua en México*. Recuperado de: http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf
- Federación, D. O. (1992). *Ley de Aguas Nacionales*. Recuperado de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_060120.pdf
- Merlos, S. G.; Acosta, F. M.; Barragá, I. & Velasco, I. (2017) Intervención y proyectos estratégicos en la microcuenca de Ahuisculco para el aprovechamiento de recursos naturales (Proyecto de Aplicación Profesional). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11117/4944>
- Morett, H. M.; Flores, L. O. & Vázquez, M. S. (2017) Construcción de un HUMEDAL para la remediación del Río Ahuisculco, Tala, Jalisco. (Proyecto de Aplicación Profesional). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11117/4938>
- Tilley, E et.al. (s.f.) Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento Segunda Edición. Recuperado de: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/TILLEY%20et%20al%202018.%20Compendio%20de%20sistemas%20y%20tecnolog%C3%ADas%20de%20saneamiento.pdf
- Picazo M (2020) La importancia de la calidad del agua recuperado de: <https://www.ecoavant.com/formacion/la-importancia-de-la-calidad-del-agua>
- Zimmermann, C. (2020). La revolución de la huertas comunitarias. Disponible en: <https://elhorticultor.org/que-es-un-huerto-comunitario-beneficios-y-un-paso-a-paso-de-como-iniciar-uno/>

1.8. Anexos generales

Apéndice A. Árbol de problema

En los siguientes diagramas se presenta el árbol de problema elaborado en el inicio del proyecto, con los objetivos particulares o líneas de trabajo trabajadas en conjunto. En primera instancia se especificó el problema central a abordar y se definieron las posibles causas y los efectos derivados de este. Posteriormente, a partir del primer diagrama se definió el propósito del proyecto, así como los medios y fines relacionados con él.



Apéndice B. Matriz de impacto

En la siguiente tabla se presenta la matriz de impacto para el proyecto de gestión hídrica donde se abordan la problemática general, los objetivos generales y específicos, outcomes e inputs del proyecto, y los distintos actores involucrados en este.

<i>Planeación de alternativas</i>				
PROBLEMÁTICA GENERAL		En la comunidad de Ahuisculco la gestión del recurso hídrico es insostenible en el largo plazo.		
FIN U OBJETIVO GENERAL		Se dará lugar a una eficiente gestión del agua residual y de consumo en Ahuisculco a partir del conocimiento de la calidad del agua y un adecuado manejo de aguas residuales si la salud de la población se mantiene óptima al evitarse enfermedades transmitidas por contaminación del recurso hídrico, los alimentos no son contaminados a través del agua de riego, se mantiene el bienestar de los ecosistemas y las comunidades dando el tratamiento adecuado a las aguas residuales y se evitan afectaciones a las actividades económicas de la región al utilizar recursos hídricos salubres en ellas mediante la divulgación de información a la comunidad sobre la importancia de la regulación de la calidad del agua residual y de consumo y determinando posibles técnicas y métodos de muestreo y análisis, para llevar a cabo estudios de la calidad del agua de la región y el debido tratamiento de aguas.		
	OUTPUT	<i>Por medio de la mejora de la gestión y uso del recurso hídrico, se encuentra como beneficio central el reúso del agua tratada para actividades cotidianas y la mejora en la calidad del agua que es desechada.</i>	<i>Gestionando la calidad del agua y estandarizando los métodos analíticos necesarios se planea la reactivación de algunas actividades que dependen de esta.</i>	<i>Usando como prueba piloto a los niños de la primaria Rafael Ramírez a cuidar los recursos hídricos y cuidar el medio ambiente mediante una manera didáctica como el uso de un sistema riego sustentable así otras familias puedan replicarlo y adaptarlo.</i>
	OUTCOME	<i>Los responsables realizan una verificación de la investigación previa correspondiente para la posible aplicación de una metodología de tratamiento de aguas residuales con la finalidad de tratar las aguas residenciales, mejorando el uso y administración del recurso hídrico.</i>	<i>El beneficiario será cualquier persona que planea reutilizar el agua proveniente del río, esta con el propósito de utilizarse en las actividades básicas en la población.</i>	<i>Los estudiantes y personal de la primaria serán los primeros beneficiarios una vez que finalice el proyecto, pero esto puede beneficiar a todos que decidan hacer un huerto. Los responsables deben realizar un diseño para este sistema ecológico con finalidad de uso, costos, materiales y permisos.</i>
	OBJETIVO ESPECÍFICO	<i>Propuesta de una metodología alternativa viable de</i>	<i>La propuesta es la estandarización de</i>	<i>Propuesta de un aprovechamiento de las</i>

		<i>tratamiento de aguas residuales domésticas en la comunidad de Ahuisculco.</i>	<i>metodos analíticos para gestion de la calidad del agua.</i>	<i>aguas pluviales para abastecer un huerto en la primaria. Brindar una formación a los estudiantes y a sus familias para que concienticen la importancia del agua y su importancia nutritiva para ellos y los cultivos.</i>
		RESULTADO 1	RESULTADO 2	RESULTADO N
LUGAR EN EL QUE SE REALIZA	<i>Ahuisculco, Jalisco, México.</i>			
DESTINATARIOS FINALES	<i>Miembros de la comunidad de Ahuisculco</i>			
DESTINATARIOS DIRECTOS	<i>Miembros de Ahuisculco responsables de la producción de aguas residuales residenciales.</i>			
ORGANIZACIONES ALIADAS	<i>Delegación de Ahuisculco, comité de agua del pueblo, Selva Negra.</i>			

Apéndice C. Cronograma de actividades

El cronograma que se presenta a continuación describe las actividades grupales, el desarrollo de propuestas, y las fechas de entregas que se definieron al inicio del proyecto. Este cronograma muestra cómo ocurrieron finalmente las actividades, así como la temporalidad del trabajo realizado.

		CRONOGRAMA PARA EL PROYECTO DE LA GESTIÓN HÍDRICA EN TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN AHUISCULCO																																			
Eje de trabajo	Actividad	Temporalidad del proyecto																																			
		Agosto			Septiembre							Octubre							Noviembre							Dic		Mes									
		17	19	24	26	31	02	07	09	14	16	21	23	28	30	05	07	12	14	19	21	26	28	02	04	09	11	16	18	20	25	30	02	07	Día		
	Contextualización del proyecto																																				
Exposiciones colaborativas	Desigualdades																																				
	Bienes comunes																																				
	Territorio																																				
	Impacto ambiental																																				
	Arbol de problema																																				
Entregables	Cronograma																																				
	RPAP Primera entrega																																				
	RPAP Segunda entrega																																				
	RPAP Tercera entrega																																				
	Última revisión del RPAP																																				
	Entrega final del RPAP																																				
Línea de trabajo: Tratamiento de aguas	Presentación RPAP																																				
	Validación del proyecto: visitas	Primera visita a conocer las comunidades																																			
		Segunda visita entrevista a Benito sobre generalidades de manejo de agua																																			
		Primera validación: Exposición a interesados (varias propuestas)																																			
		Segunda validación: Propuestas reducidas y de ubicación																																			
		Tercera validación: Visita a las ubicaciones propuestas																																			
	Desarrollo de propuestas	Presentación final a la comunidad																																			
		Investigación y contextualización previa																																			
		Investigación de tecnologías de tratamiento a menor escala																																			
		Elaboración de la presentación para primera validación																																			
Investigación y desarrollo a partir de la primera validación																																					
Desarrollo de soluciones para el proyecto																																					
Elaboración de entregables																																					
Corrección y terminación del reporte																																					

Tratamiento de aguas
Ana Cristina Palomar Villalón
Rodrigo Ruiz Toscano

2. Productos

En esta sección se describe de manera breve y concisa los productos entregables de los proyectos de gestión hídrica, divididos por los trabajos particulares de tratamiento del agua y gestión de la calidad del agua.

2.1 Equipo Tratamiento de aguas

Todos los documentos descritos a continuación están adjuntados a este trabajo.

- Presentación de alternativas: En esta presentación se plantean las propuestas alternativas de tratamiento de aguas con la finalidad de poder obtener validación por parte de las comunidades, presentada en la visita realizada a Ahuisculco el 19 de octubre del 2020. Esta presentación muestra las tres principales alternativas, así como las consideraciones de la tecnología y las consideraciones específicas de dimensiones y potencial de biogás generado.
- Mapas de la zona y presentación de ubicación: Estos mapas son generados a partir de la respuesta de la primera presentación del proyecto en la comunidad de Ahuisculco. Se crearon con la finalidad de que, en una segunda visita de seguimiento, los encargados de esta materia en la comunidad o interesados de la misma participaran en la propuesta de lugares que tengan el potencial, así como disponibilidad de espacio y condiciones para la posible instalación de alguna de las metodologías propuestas.

2.2 Gestión de la calidad del agua.

Todos los documentos descritos a continuación están adjuntados a este trabajo.

- Presentación de propuesta: En esta presentación se describe la estructura del manual para la gestión de aguas con la finalidad de poder obtener validación por parte de las comunidades, presentada en la visita realizada a Ahuisculco el 19 de octubre del 2020.

2.3 Huerto ecológico

- Presentación de propuesta: En este apartado, se presenta un manual para la elaboración de un huerto ecológico cuidando de los recursos hídricos en la zona. Este manual es para que pueda ser replicado dentro de la comunidad y con opción de mejorarlo.
- Diagnóstico de la alimentación: Se presenta al inicio de este manual un diagnóstico de la alimentación de la comunidad, de la escuela, y los niños escolares. Esto sirve para dar contexto de n problema de alimentación o disponibilidad de alimentos y muestra los alimentos principales consumidos y de dónde los obtienen.

3. Reflexión crítica y ética de la experiencia

Además de documentar la experiencia y dar cuenta de los productos y resultados a los que se llegó en el PAP, el RPAP también tiene como propósito documentar la reflexión sobre los aprendizajes en sus múltiples dimensiones, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto para compartir una comprensión crítica y amplia de las problemáticas en las que se intervino.

3.1 Sensibilización ante las realidades

En un principio se creyó que la gran problemática del tratamiento de aguas en la comunidad de Ahuisculco era la elección de una tecnología que se adaptara a las características de la comunidad y que no representara una gran inversión. Sin embargo, conforme se fue avanzando en la implementación de proyecto, y particularmente en la primera visita de validación de este, se dio a conocer que el principal problema para la no implementación de una tecnología de tratamiento de aguas residuales son los intereses políticos que existen dentro de los representantes de la comunidad.

En materia de calidad de agua, se encontró que la atención de los habitantes de la comunidad está más enfocada a las descargas que realizan las grandes industrias que se encuentran dentro del Valle de Mazatepec, más que a sus propias descargas de aguas negras y grises. Este aspecto representó un problema, ya que la falta de interés en el tratamiento de sus propias aguas residuales dificulta la implementación de alguna tecnología designada a este propósito.

En materia de monitoreo de calidad de agua representa un reto mayor, debido a que para realizar un muestreo de calidad de agua adecuado se deberían de muestrear exactamente en los puntos en donde se descargan las aguas residuales de las industrias, lo que resulta casi imposible debido a la negación y presión de dichas empresas para no dejar que se muestreen esos puntos precisos.

En resumen, se puede decir que se encontró que Ahuisculco es una comunidad con difícil implementación de cualquier proyecto que implique un cambio en la percepción del recurso hídrico de la comunidad. Los diferentes conflictos e intereses políticos, aunado a una falta en la gestión del territorio, hacen complicado la implementación de un proyecto de tratamiento de aguas residuales de la comunidad.

3.2 Aprendizajes logrados

Durante este proyecto de Sustentabilidad Socioambiental para el Desarrollo Inclusivo tuvimos la oportunidad de razonar el impacto que tiene el agua sobre la población, además del impacto que uno

puedo lograr después de adquirir todos estos conocimientos a lo largo de la carrera. Es un problema muy representativo para esta comunidad, debemos ser un poco solidario para ponernos en los zapatos de las personas que día con día se enfrentan a problemas de salud ocasionados por el arraigamiento de costumbres en el consumo de algo tan importante como es el agua, y sobre todo sabiendo que son personas que cargan con las consecuencias de actos humanos codiciosos de empresas y gobiernos sin conciencia de sus actos.

Respecto a las profesiones involucradas en el proyecto, fueron diversas para implementar metodologías para la gestión de este recurso tan importante que es el agua. Conforme avanzaran las cosas y la investigación, esto nos ayudaba a poder crear esa conexión con el proyecto, incluso se pudo adaptar al panorama mundial de COVID-19. Toda esta impotencia, sabiendo por lo que han pasado estas comunidades te hace reflexionar sobre qué tipo de soluciones le puedes ofrecer a este sector, para que las personas lleven una vida más sana, cómo le podemos hacer para crecer la cultura de la nutrición, de la salud y la prevención. Es por eso que nos dio alegría al saber cómo la biotecnología y otras profesiones involucradas pueden impactar en este campo, como se puede probar y analizar diversos factores y estudios para poder ayudar a hacer y proponer planeaciones de una vida más sana.

No importa que hayas estudiado, si tienes ganas y te apasiona el tema siempre tienes a la mano herramientas para lograr ser el mejor en ello, el trabajo en equipo es esencial para lograr grandes cosas, jamás se deben de hacer solo, ya que cuando muchas personas aportan en una sola cosa, la riqueza aumenta.

Un reto principal que todos enfrentamos en este proyecto es entrar en contexto en estas etapas avanzadas del PAP y poder identificar qué es lo que necesita la comunidad para poder ejecutar un buen producto que beneficie a los miembros de esta comunidad. Las restricciones debido al COVID-19 dejó algunos de nuestros integrantes sin poder asistir al campo y tener que trabajar en línea lo que fue sumamente complejo en ocasiones. Aprendimos que la comunicación es una herramienta de extrema importancia para poder coordinarnos como equipo y con nuestros asesores, al igual que con las personas de la comunidad.