

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN EVALUACIÓN Y FORMULACIÓN DE PROYECTOS**



**LA CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE EN ALDEA LO DE COY, MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO
DE GUATEMALA COMO SOLUCIÓN AMBIENTAL DE BAJO COSTO**

LICDA. BERENA RAQUEL CAN CHINCHILLA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2020

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN EVALUACIÓN Y FORMULACIÓN DE PROYECTOS**



**LA CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE EN ALDEA LO DE COY, MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO
DE GUATEMALA COMO SOLUCIÓN AMBIENTAL DE BAJO COSTO**

Informe final de trabajo profesional de graduación para la obtención del Grado de Maestro en Artes, con base en el "Instructivo para elaborar el trabajo profesional de graduación", Aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SÉPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

AUTOR: LICDA. Berena Raquel Can Chinchilla

DOCENTE: LICDA. MSc. Rosa Ferdinanda Solis Monroy

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

Decano: Lic. Luis Antonio Suárez Roldán

Secretario: Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales

Vocal Primero: Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez

Vocal Segundo: Doctor Byron Giovanni Mejía Victorio

Vocal Tercero: Vacante

Vocal Cuarto: BR. CC.LL. Silvia María Oviedo Zacarías

Vocal Quinto: P.C. Omar Oswaldo García Matzuy

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO PROFESIONAL DE
GRADUACIÓN

Presidente: José Ramon Lam Ortiz

Secretario: Tito Giovanni Ramírez Ramírez

Vocal I: Gilberto Alfredo Robledo Robles

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo: **Berena Raquel Can Chinchilla**, con numero de carne: **201215496**

Declaro que, como autor, soy la única responsable de la originalidad, validez científica de las doctrinas y opiniones expresadas en el presente Trabajo Profesional de Graduación, de acuerdo al artículo 17 del Instructivo para Elaborar el Trabajo profesional de Graduación para optar al grado académico de Maestro en Artes.

Autor:  _____



ACTA No. MFEP-70-2020

De acuerdo al Estado de Emergencia Nacional decretado por el Gobierno de la República de Guatemala y a las resoluciones del Consejo Superior Universitario, que obligaron a la suspensión de actividades académicas y administrativas presenciales en el Campus Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ante tal situación la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas, debió incorporar tecnología virtual para atender la demanda de necesidades del sector estudiantil, por lo que en esta oportunidad nos reunimos de forma virtual los infrascritos miembros del Jurado Examinador, el Domingo 25 de octubre de 2020, a las 11:00 horas, para practicar el EXAMEN PRIVADO DEL TRABAJO PROFESIONAL DE GRADUACIÓN de la Licenciada Berena Raquel Can Chinchilla, carné No. 201215496, estudiante de la Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos de la sección A de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de Maestro en Artes en Formulación y Evaluación de Proyectos. El examen se realizó de acuerdo con el Instructivo, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SÉPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado -SEP- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido profesional del informe final presentado por el sustentante, denominado "LA CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALDEA LO DE COY, MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA COMO SOLUCIÓN AMBIENTAL DE BAJO COSTO.", dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. El examen fue APROBADO con una nota promedio de 76 puntos, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante del jurado examinador. El Tribunal hace las siguientes recomendaciones: Que el estudiante atienda las siguientes recomendaciones: Que cada uno de la Terna Evaluadora incorporó en cada documento del Trabajo Profesional de Graduación que se adjunta, para lo cual dispone de cinco (5) días hábiles de acuerdo con el Instructivo para Elaborar Trabajo Profesional de Graduación para optar a la Maestría en Artes.

En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los veinticinco días del mes de octubre del año dos mil veinte.

MSc. José Ramón Lam Ortiz

MSc. Tito Giovanni Ramirez Ramirez
EvaluadorMSc. Gilberto Alfredo Robledo Robles
EvaluadorLicda. Berena Raquel Can Chinchilla
Postulante



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

ADENDUM

El infrascrito Coordinador del Jurado Examinador CERTIFICA que la estudiante: **Licenciada Berena Raquel Can Chinchilla, Carné 201215496**, incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro examinador del Jurado.

Guatemala, 20 de octubre de 2020.



MSc. José Ramón Lam Ortiz
Coordinador



**DICTAMEN DEL DOCENTE
INCORPORACION DE ENMIENDAS
TRABAJO PROFESIONAL DE GRADUACION**

Guatemala, 04 de noviembre de 2020

MSc. Carlos Humberto Valladares
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ciencias Económicas
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Señor Director:

Por medio de la presente me dirijo a usted, para manifestarle que he revisado los Trabajos Profesionales de Graduación de los estudiantes:

NOMBRE	CARNE	CALIFICACION (35%)
1. Juárez Rodríguez, David Alejandro	200913646	35
2. Can Chinchilla, Berena Raquel	201215496	35
3. Sipaque Tunche, Marta Lidia	199915099	32

Y certifico que han incorporado las enmiendas solicitadas por la terna evaluadora en la presentación de Trabajo Profesional de Graduación realizado el día: 25 de octubre de 2020, cumpliendo con el plazo establecido de 5 días hábiles a partir de la fecha anterior como lo establece el Instructivo para Elaborar el Trabajo Profesional de Graduación para Optar al Grado Académico de Maestro en Artes aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de Octubre de 2015, según numeral 7.8 Punto SEPTIMO DEL Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2 subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018 en su Capítulo IV Artículo 24.

Atentamente,

Licda. Msc. Rosa Ferdinanda Solís Monroy

Expediente del estudiante
cc. archivo

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS:** Por la vida, fortaleza y sabiduría, que me han permitido avanzar en el trayecto.
- A MIS PADRES:** Raúl y Berena, por su apoyo, amor y consejos.
- A MI HERMANA:** Karina, porque siempre puedo contar con ella
- A MIS AMIGOS:** Por su invaluable amistad, el ánimo y apoyo que me recibí durante todos estos años.
- A MIS COMPAÑEROS:** Por todos los momentos que compartimos, los trabajos realizados en grupos y el lazo que nos ha unido en estos años.
- A LOS DOCENTES DE LA ESCUELA DE POSTGRADO:** Por compartir sus conocimientos, en especial a la Licda. Rosa Solís por su asesoría y apoyo.
- A LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO:** Por contribuir en mi formación profesional.
- A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:** Por la oportunidad de poder continuar con mi formación y el acercamiento a la realidad nacional.

CONTENIDO

RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	ii
1. ANTECEDENTES	1
1.1 Antecedentes de Aldea Lo de Coy	2
1.2 Antecedentes de abastecimiento de agua potable en Aldea Lo De Coy.....	4
1.3 Antecedentes de proyectos similares.....	5
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Elementos de un proyecto	9
2.1.1. Finalidad de un proyecto	10
2.1.2. Ubicación de un proyecto	10
2.2. Implementación de un proyecto.....	11
2.2.1. Proyectos según el sector	11
2.3. Abastecimiento de agua potable.....	12
2.3.1. El agua como derecho humano.....	13
2.3.2. Problemas del abastecimiento de agua potable	17
2.3.3. Principales grupos afectados.....	18
2.4. Proyectos de construcción de una red de abastecimiento de agua potable.....	21

2.4.1. Ejecución de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable	21
2.4.2. Importancia de la implementación de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable	22
2.5. Desarrollo de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable	23
2.5.1. Tipos de sistemas de abastecimiento de agua potable	24
2.5.2. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.....	26
2.6. Proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable en una aldea	35
2.6.1. Ejecución de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable en una aldea.....	36
2.6.2. Desarrollo de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable en una aldea.....	36
2.6.3. Mejoramiento de una red de abastecimiento de agua potable	37
2.7. Impulso de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable en una aldea.....	38
2.7.1. Implementación de un proyecto.....	38
2.8. Impacto de la implementación de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable	39
2.8.1. Salud.....	39
2.8.2. Economía.....	40

2.8.3. Entorno social	42
2.8.4. Medio ambiente	43
2.9. Proyectos sustentables de abastecimiento de agua potable	44
3. METODOLOGÍA	47
3.1. Definición del problema	47
3.2. Delimitación del problema:	48
3.2.1. Unidad de análisis	48
3.2.2. Período a investigar	48
3.2.3. Ámbito geográfico	48
3.3. Objetivos	48
3.3.1. Objetivo general	48
3.3.2. Objetivos específicos	49
3.4. Justificación	49
3.5. Método	50
3.6. Técnicas de investigación aplicadas	51
3.6.1. Técnicas de investigación documental	51
3.6.2. Técnicas de investigación de campo	51
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	53

4.1. Características de la aldea para la implementación de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable.....	53
4.1.1. Manejo del recurso hídrico	54
4.1.2. Población.....	56
4.1.3. Abastecimiento de agua.....	61
4.2. Elementos básicos para la construcción de una red de abastecimiento de agua potable	68
4.2.1. Propuesta para un sistema de abastecimiento de agua potable.....	68
4.2.2. Componentes de construcción de una red de abastecimiento de agua potable.....	73
4.3. Costos de construcción de una red de abastecimiento de agua potable	76
4.4. Impacto ambiental que tendría la implementación del proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable en Aldea Lo de Coy.....	79
4.4.1. Determinación del Impacto Ambiental	80
4.4.2. Manejo ambiental.....	84
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	91
ANEXOS	105

ÍNDICE DE TABLAS.....	111
ÍNDICE DE GRÁFICAS	112
ÍNDICE DE FIGURAS	113

RESUMEN

El presente trabajo de graduación desarrolla la idea de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable como solución ambiental de bajo costo en Aldea Lo de Coy, del Municipio de Mixco, Departamento de Guatemala.

Actualmente, los habitantes en Aldea Lo De Coy no cuentan con servicio de agua potable por periodos prolongados en sus hogares, debiendo buscar el abasto a través de camiones, o bien, compartiendo el servicio con otros habitantes del lugar; según datos del Instituto Nacional de Estadística, el número de habitantes afectados asciende a un porcentaje considerable de la población total de la aldea.

Al identificar los inconvenientes que padece la población en cuanto al abastecimiento de agua, se plantea una propuesta que permita ampliar el tiempo de abastecimiento de agua potable y con ello reducir el número de afectados.

Para llevar a cabo esta investigación, se tomó como base el método científico, a través de un enfoque cuantitativo que permitiera obtener y analizar distintos datos tanto numéricos como estadísticos, estableciendo una secuencia que sea fácil de seguir para formar una mejor perspectiva. Al utilizar este método, en cada una de sus tres fases, se logran establecer causas y efectos que buscan la relación entre las variables que permitan llevar a cabo la propuesta de proyecto.

Al analizar los resultados obtenidos, se muestran como parte fundamental que a pesar de que la población total hace énfasis en que cuentan con abastecimiento de agua potable en sus casas, la prestación del servicio es ineficiente, ya que solamente un 43% de la población cuenta con suministro todos los días, en tanto que el resto de los vecinos solamente son algunos días de la semana y algunas horas con que efectivamente pueden contar con este vital líquido. Sin embargo, el llevar a cabo este tipo de obras tiene especial repercusión en el ambiente, por lo que no se puede dejar de lado el análisis del mismo.

INTRODUCCIÓN

El objeto de estudio en la presente investigación es el desarrollar una idea de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable como solución ambiental de bajo costo en Aldea Lo de Coy, que se ubica en el Municipio de Mixco, Departamento de Guatemala.

Los habitantes en Aldea Lo De Coy han manifestado en distintas ocasiones los inconvenientes que padece la población y con ello se logra determinar el problema de la investigación por lo que se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los aspectos a considerar para un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable en Aldea Lo De Coy, municipio de Mixco, departamento de Guatemala como solución ambiental de bajo costo?

La propuesta de solución que se expone consiste en la propuesta de construcción de un sistema de abastecimiento que permita mejorar la red de abastecimiento actual y con ello aumentar el número de hogares que puedan contar con un servicio que sea capaz de hacer frente a las necesidades de los vecinos, sin dejar de lado el impacto ambiental que este proyecto pueda producir, por lo que se consideran distintos aspectos que permitan hacer frente a los efectos negativos que conlleva.

La justificación de la presente investigación demuestra la importancia que una persona pueda contar con un servicio de suministro de agua potable que no sea solamente de unos días a la semana, ni durante algunas horas, sino que pueda ser un servicio constante que permita hacer frente a las necesidades que surjan y con ello también evitar enfermedades que puedan ser causadas por almacenar agua en recipientes no aptos o por periodos prolongados.

El objetivo general de la investigación en relación directa con el problema principal, se plantea de la siguiente manera: Presentar una propuesta de un proyecto para la construcción de una red de abastecimiento de agua potable en

Aldea Lo De Coy, municipio de Mixco, departamento de Guatemala, como solución ambiental de bajo costo

Mientras que los objetivos específicos que sirvieron de guía para la investigación, fueron los siguientes: Detallar las características de la aldea para la implementación de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable realizando una investigación documental y una encuesta realizada a los habitantes del lugar; Identificar la red de abastecimiento de agua potable y sus elementos básicos, que sean adecuados para cubrir las necesidades identificadas en Aldea Lo de Coy; Establecer el costo de la construcción de una red de abastecimiento de agua potable, detallando los materiales requeridos para su realización; Determinar el impacto ambiental que tendría la implementación del proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable en Aldea Lo de Coy por medio de una lista de verificación de impactos ambientales.

El informe de trabajo profesional de graduación consta de cuatro capítulos: el primero, se conforma por antecedentes y marco referencial y empírico de la investigación; el segundo, consiste en el marco teórico, en el que se exponen y analizan las teorías y enfoques teóricos y conceptuales utilizados para fundamentar la investigación y la propuesta de solución al problema; el capítulo tres, detalla metodología utilizada, y contiene la explicación del proceso realizado para resolver el problema de investigación, mientras que el capítulo cuatro, es el capítulo principal de este trabajo, ya que en él se analizan los resultados obtenidos a partir de la investigación realizada, haciendo énfasis en el desarrollo de los objetivos específicos planteados.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada, concretando en ellas los hallazgos relevantes que deja este trabajo y encomiendas que se consideran necesarias para concretar la idea.

1. ANTECEDENTES

Al tener presente los antecedentes de un lugar y sus condiciones se puede tener una mejor perspectiva de como poder desarrollar una investigación, ya que constituyen la base del trabajo a realizar. De esta forma se busca contar con un marco referencial, tanto teórico como empírico de la investigación relacionada con proyectos que faciliten el abastecimiento de agua potable.

Una de las condiciones de vida primordial para cualquier ser humano es tener acceso a agua. Los centros poblados deben buscar la manera de satisfacer dicha condición, además de que es indispensable en toda actividad económica, sobre todo cuando se tiene un alto crecimiento urbano. En la actualidad cerca del 40% de la población no cuenta con acceso a agua, y la probabilidad que ese porcentaje aumente es más que eminente dado que la población se mantiene en constante crecimiento mas no los recursos, por lo tanto, no es de sorprender que “la nueva demanda exigirá la construcción y/o ampliación de los acueductos, estaciones de tratamiento, centrales de elevación, entre otros (Naciones Unidas, s.f.).

Para el abastecimiento de agua influye la existencia de fuentes que lo permitan, ya sean superficiales o subterráneas. Las fuentes de abasto son principalmente los bosques, el ciclo hidrológico, el tratamiento de las aguas utilizadas, drenajes y la percolación del agua de lluvia hacia el subsuelo.

El agua es considerada como un elemento vital, que permite el desarrollo humano, por lo que todas las fuentes de este elemento deben ser aprovechadas de la mejor manera posible, buscando innovar en la forma de administrar cada una de las fuentes de agua que se tienen en el país, y es que, Guatemala está dividida en tres regiones hidrográficas, las cuales son representadas por 38 cuencas fluviales, 194 cuerpos de agua continental, que a su vez se dividen en 7 lagos, 49 lagunas, 109 lagunetas, 19 lagunas costeras, 3 lagunas temporales y 7 embalses. (Instituto de Incidencia Ambiental, 2005).

1.1 Antecedentes de Aldea Lo de Coy

Aldea Lo de Coy es una de las dos aldeas ubicadas en zona 1 de Mixco, cuya extensión territorial se localiza a partir del kilómetro 16.5 de la carretera Interamericana y termina en el kilómetro 24 de la misma. Parte de su territorio lo conforma el Cerro Alux.

Tiene colindancia al norte con Aldea El Manzanillo, al este con la cabecera municipal (ambas en zona 1) y Aldea San José La Comunidad (zona 10), al sur con colonias residenciales de Ciudad San Cristóbal (zona 8) y Ciudad Satélite (zona 9), mientras que al oeste colinda con el Municipio de San Lucas Sacatepéquez, (Municipalidad de Mixco, 2018).

De acuerdo con los registros de la Municipalidad de Mixco (2018), la mayor parte del terreno presenta una topografía quebrada, dada su ubicación, ya que se encuentra a las faldas del Cerro Alux, el cual es una reserva ecológica y protegida. Posee principalmente tres caminos que unen a la aldea con el casco urbano de Mixco, siendo el principal a través de la carretera interamericana. El segundo es por medio de un camino que comienza en la carretera interamericana atraviesa una de las colonias principales, Nueva Vida, y finaliza en El Monumento, volviendo a unirse de cierta forma, con la carretera principal. Un tercer camino es cruzando Las Hojarascas para llegar a Manzanillo.

Existen también diferentes extravíos que permiten conectar los distintos sectores en los que se divide la aldea, los cuales son: La Granja, Las Hojarascas, Vista al Valle, Cachiuir, San Andresito, Miralvalle, Campestre, Las Canoas, Primavera, Nido del Gavilán, Los Canarios, Los Pinos, Nueva Vida, Vista Real, Empagua y Hamburgo. Otros identifican sectores según el apellido predominante de determinada zona ya que puede ser más fácil dar alguna referencia de esta forma.

Con base en el trabajo realizado por Fong (2005), la fecha de los inicios de la aldea y el origen de su nombre son datos inciertos, ya que se estima que cuenta

con más de cuatro siglos de existencia y cuyos primeros pobladores se cree que procedían de Mixco Viejo (actualmente, sitio arqueológico del departamento de Chimaltenango), estableciéndose en una finca de tamaño considerable, que, con el correr de los años fue vendida por parcelas a distintas personas que poco a poco buscaban un lugar donde asentarse.

A pesar de que existen varias versiones del origen de su nombre, son dos las que predominan. La primera de las versiones referente al origen del nombre, según Pereira (2011), indica que su nombre se debe a la palabra “K’oy” que proviene del idioma Poqomam y su traducción es mono. Esta idea es respaldada por la cantidad de monos que habitaban en el bosque virgen que poseía la finca, aunque aún posee ciertas áreas boscosas, estas se encuentran notablemente reducidas por las distintas actividades realizadas en años recientes.

L. Quisque (comunicación personal, 18 de mayo de 2020) hace referencia a una segunda versión del origen del nombre de la aldea, revelando que se debe al apellido de los que se cree fueron los primeros habitantes de este lugar, dicho apelativo era “Coyado”, por lo que, tanto habitantes de lugares aledaños como algunas autoridades comenzaron a identificar la finca como “Lo de Coy” siendo una abreviatura del apellido del dueño original. La mayoría de propietarios actuales han adquirido los terrenos por medio de herencia; en algunos casos, los terrenos son bastante grandes y los dueños han optado por sacar provecho de ello vendiendo lotes más pequeños, con lo que la población se cuenta no solo los descendientes de los primeros habitantes sino también personas provenientes de otros municipios que buscan tener un lugar en el que se puede tener equilibrio entre cercanía a la ciudad y tranquilidad del campo.

En décadas pasadas, algunos de los dueños con terrenos de ciertas características decidieron donarlos para beneficio del resto de la población, logrando con ello contar con espacios donde construir la Escuela Oficial Rural Mixta no. 835, el Centro de Salud Lo de Coy y el Oratorio de San Antonio,

(posterior fue remodelada y convertida en iglesia). Cuando se llevó a cabo la construcción de dichos lugares, una gran parte de los habitantes contribuyeron con mano de obra para levantar las edificaciones. Los donantes fueron el señor Fidel Canel y miembros de la familia Surque, (A. Chinchilla, comunicación personal, 10 de mayo de 2020).

1.2 Antecedentes de abastecimiento de agua potable en Aldea Lo De Coy

S. Del Cid (comunicación personal, 31 de mayo de 2020) comenta que inicialmente las fuentes principales de abastecimiento de agua provenían de la recolección de lluvia durante el invierno y de ríos que fluían dentro de los límites de la aldea, siendo el primero El Mansilla, cuyo nacimiento estaba ubicado al sur del territorio, sin embargo, el afluente principal ya formaba parte de Aldea Campanero, pero que de igual forma era aprovechado por los habitantes de Lo de Coy. El segundo río, era el llamado El Tempiscal, ubicado al oeste de la aldea, específicamente en el lugar conocido como Las Hojarascas; el nombre del río se debe a que en el lugar abundaban los árboles frutales de tempisque.

Durante los primeros años de la década de 1950 la población se organizó para solicitar ayuda al gobierno para poder contar con un conducto de agua proveniente de nacederos que fueron descubriendo los mismos habitantes. Con la obra ya realizada, fueron inaugurados ocho chorros en distintos sectores de la aldea (Pereira, 2011).

En 1961 se inició la construcción del Proyecto Xayá Pixcayá. Casi la mitad del agua consumida por el municipio de Guatemala proviene de los ríos Xayá y Pixcayá, que llega por medio de un acueducto hasta la Planta Lo de Coy, localizada en el municipio de Mixco, cuyo caudal ronda a lo largo del año entre los 800 y los 1800 litros por segundo con una turbiedad de entre 5 y 15 unidades y cubre el 35% del total del agua de la ciudad. (Empresa Municipal de Agua [EMPAGUA], 2010).

Actualmente, el municipio de Mixco presenta una particularidad respecto al abastecimiento de agua y es que buena parte del agua que sirve para el consumo de las comunidades proviene de fuentes subterráneas (pozos, 99%) derivado de la carencia de caudales superficiales significativos y aptos para el abastecimiento del vital líquido. El restante 1% del agua que se expende en el municipio corresponde a aguas nacidas del área del Cerro Alux, que son aprovechadas por la municipalidad, quienes administran uno de los nacederos, pero que existe el inconveniente para que el líquido llegue a todos los hogares (Municipalidad de Mixco, 2019).

Otra de las opciones que tienen los habitantes es recurrir a la empresa Abastecimientos de Agua, S.A. (ABASTESA), la cual tiene su centro de operación en la Finca Labor de Castilla, en zona 9 de Mixco. Tienen en venta pajas de agua (o medias pajas). El costo del servicio que presta es ligeramente mayor al precio del servicio municipal, aunque también presenta el inconveniente de un servicio irregular durante el último año, (R. Osorio, comunicación personal, 31 de mayo de 2020).

1.3 Antecedentes de proyectos similares

La insuficiencia de un sistema que permita abastecimiento de agua potable es uno de los problemas que más afectan a una sociedad, por lo que no es de extrañar que sea uno de los focos principales a donde pueden y deben dirigirse esfuerzos que permitan aliviar, aunque sea un poco dicho padecimiento, y es que, el agua es considerado como un recurso imprescindible para el desarrollo de la vida, pero cada vez se vuelve más escaso y su demanda cada vez mayor.

La municipalidad de Mixco documenta que en el año 2004 se registró el caso de la Colonia Molino de las Flores de este Municipio, reconociendo un descenso promedio del manto acuífero de aproximadamente 1.47 metros (4.82 pies) al año, esto se determinó a través de un muestreo realizado durante un período de 16

años. Actualmente, los pozos que se perforan para explotación son a una profundidad que oscila entre los 700 y 1,300 pies de profundidad. La reducción mencionada propicia serios problemas como la escasez y el racionamiento del servicio en la mayoría de zonas del municipio de Mixco.

De acuerdo con registros de la Municipalidad de Mixco (2020) durante el año 2019, se observó escasez en mayor medida en zona 11 que es el sector más complicado, principalmente las Minervas, zonas 1, 7 y otras en menor o igual magnitud. Los mantos acuíferos se secan, por lo que es necesario, a corto plazo, perforar un pozo en Bosques de San Nicolás zona 4, se tiene previsto otro en la interconexión Naranjo y Minerva, otro en la zona 1 de Mixco en la carretera vieja hacia a la Antigua Guatemala por Canal 27 y así, captar agua de la aldea el Manzanillo para mejorar el servicio en la cabecera municipal, teniendo también, dificultades por la falta de presupuesto, que impiden tomar decisiones y ejecutar obras.

A diario la Municipalidad de Mixco (2019), reporta la distribución de 30 pipas de agua para abastecer de agua a los vecinos de los sectores de las colonias que carecen de agua potable. Se debe hacer un llamado a la conciencia de los vecinos a que permita el agua, dado que la disminución de los mantos acuíferos es una dura realidad.

Para llevar a cabo un proyecto de abastecimiento de agua potable es necesario poder contar con ciertos parámetros, al ser proyectos con carácter social no precisamente han de tener establecido un estudio de mercado, pero si aspectos técnicos como tamaño, alternativas de diseño, establecer cuáles serán las fuentes de abastecimiento, ya que dependerá de las condiciones del lugar en el que se llevara a cabo, cuál será el proceso de operación y mantenimiento del proyecto, así como aspectos de una evaluación financiera.

Existen distintos proyectos enfocados al abastecimiento de agua, ya que se tienen sistemas por bombeo, que consiste en captar el recurso a partir de un acuífero con brote definido al momento de formarse la capa acuífera, que será conducida por medio de la fuerza de gravedad hasta un tanque de captación, y de esta forma ser unificado con otro caudal de igual proporción para ser conducido por medio de bombeo a un tanque de distribución. Estos sistemas tienen como elementos principales información de los aforos de las fuentes, la calidad del agua, la población a la cual será dirigido el proyecto y realizan un estudio topográfico. Un ejemplo de este modelo fue diseñado para la aldea San José El Tablón, en el Municipio de Villa Canales, (Mendoza, 2014).

Para una comunidad de Fray Bartolomé de las Casas, en el departamento de Alta Verapaz, se tiene una propuesta de abastecimiento de agua cuyo funcionamiento está basado en la energía generada por el sol. El sistema consta de dos bombas sumergibles de agua, tanques de recolección y redes de distribución y potabilización del recurso. El proyecto busca ser impulsado por medio de una Organización No Gubernamental (ONG), denominada Adelina Caal Maquin, con apoyo de una institución de Navarra, (Ezpeleta, 2010).

Algunos proyectos buscan solucionar más de un problema, como es el caso presentado por Sulecio (2017) al presentar una propuesta que abarca el abastecimiento de agua y a la vez el diseño para una carretera, ambos enfocados para ser llevados a cabo en el Caserío Chuaracanjay, Aldea Pacacay, Municipio de Tecpán Guatemala, Departamento de Chimaltenango, ya que, según el autor son dos carencias en el lugar que impiden el desarrollo de su población, por lo que al tener un mejor acceso al lugar se puede hacer eficiente el abastecimiento de agua.

2. MARCO TEÓRICO

Como en todo propósito de comenzar una investigación o un proyecto, es importante tener en cuenta cierta información que permita facilitar el proceso, en este caso, la exposición y análisis de teorías y enfoques teóricos y conceptuales, así como doctrinas generales referentes a proyectos de abastecimiento de agua, por lo que es preciso aclarar las ideas principales que rodean al objeto a tratar.

Una definición que se repite constantemente en lo que respecta a un proyecto indica que “es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema, la cual tiende a resolver una necesidad humana...puede haber diferentes ideas, inversiones de monto distinto, tecnología y metodologías con diverso enfoque, pero todas ellas destinadas a satisfacer las necesidades del ser humano en todas sus facetas” (Baca, 2010).

Pero, al buscar un enfoque diferente, también se puede tener el punto de vista social, por lo que un proyecto se dice que “es la unidad elemental de intervención en cualquier sector social, y constituye la forma de actuación más cercana a la realidad sobre la que se pretende operar.” (Fernandez, s.f.).

Cualquiera sea el enfoque, es posible gestionarlos por medio de una metodología de proyectos, ya sea que solamente necesiten de una persona que se haga cargo de ello o bien de un número mayor de individuos y que conlleve un presupuesto más elevado. Pero, sin importar cual se escoja, un elemento esencial es el tiempo, ya que todo proyecto tiene un inicio y un fin, periodo en el cual se ha de llevar a cabo una serie de actividades que permitan conseguir el objetivo final que dio inicio a todo el proceso.

De igual forma se tiene que existen dos componentes esenciales, sin los cuales un proyecto no puede realizarse, estos son: la idea que da comienzo al proyecto y el ente que está dispuesto a desarrollarlo, tomando en cuenta las motivaciones y características del primer elemento.

2.1. Elementos de un proyecto

Al llevar a cabo un proyecto se debe tener claro cuáles son los distintos componentes que se deben realizar, es decir que, “preparar un proyecto significa la construcción de un flujo de costos y beneficios durante el horizonte de evaluación...tendrá como base la realización de cinco estudios: mercado, técnico, ambiental, legal y económico” (Meixueiro & Pérez, 2008).

Cada uno de los estudios mencionados es parte elemental de un proyecto, representan la factibilidad del mismo ya que se abarcan las distintas áreas que podrían significar algún impedimento a la realización del mismo.

El estudio de mercado hace referencia a la oferta, demanda, precios y comercialización que tendrá el proyecto si se llega a implementar. En el estudio técnico se establece el tamaño óptimo de la planta (si corresponde), así como la localización de la misma, el análisis organizativo, administrativo y toda la ingeniería correspondiente. Un estudio económico se enfoca en ordenar y sistematizar la información monetaria relacionada al proyecto, presentando la información en cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación económica. Existe también la evaluación económica que es la que describe el valor del dinero a través del tiempo, es decir, la tasa interna de retorno y el valor actual neto. (Baca, 2010).

Según De La Peña (2012), lo anterior debe llevar un orden lógico que inicie con la planificación del proyecto, llegando a la ejecución, la puesta en marcha y la revisión del funcionamiento, siendo las dos últimas las que realmente se observan de manera física, ya desarrollado el proyecto. Para la planificación y ejecución son tomados en cuenta elementos como el establecimiento de objetivos y estrategias, definición de recursos y la secuencia temporal que deben llevar. Suponiendo un escenario positivo es posible llevar el proyecto a la puesta en marcha y deberá ser objeto de revisión periódica bajo ciertos mecanismos de control de gestión.

2.1.1. Finalidad de un proyecto

Uno de los elementos principales que se necesitan para afrontar una dificultad es buscar diferentes alternativas de solución y analizar la más conveniente, por lo tanto “se formula y evalúa un proyecto para resolver un problema para lograr un objetivo específico...teniendo como objetivo el apoyar la toma de decisiones sobre la asignación de recursos al proyecto.” (Dirección General de Inversiones Públicas, s.f.).

Al buscar soluciones, (que en muchas ocasiones es para resolver problemas de terceros como una demanda insatisfecha o innovaciones tecnológicas) ya se está formando la idea de un proyecto, aun así, no contenga todos los estudios mencionados previamente, pero de alguna forma ya existe el ingenio e iniciativa de cambiar las condiciones existentes.

Según Sapag (2008), un proyecto puede formularse para generar rentabilidad o bien para generar bienestar, dependiendo el enfoque de quien lo propone. A nivel privado, se busca generar rentabilidad puede darse por la creación de nuevos negocios o bien por la expansión o cambio en los negocios que ya se tienen en marcha, por lo que el rumbo al momento de evaluarlos sea diferente.

Independientemente si el proyecto tiene un enfoque social o privado, se ha de buscar la satisfacción de una necesidad, teniendo en cuenta que se debe correr el menor riesgo posible de fracaso, sin dejar de lado que el uso de los recursos disponibles se haga de manera óptima.

2.1.2. Ubicación de un proyecto

Es importante lograr ver las alternativas que se tienen para solucionarlo, teniendo en cuenta que pueden existir diversos puntos de vista y enfoque para llegar a un punto en común

No se puede pretender empezar un proyecto si saber exactamente hacia qué lugar deberá estar situado. Para lograr identificar el mejor punto en el que se iniciara el proyecto primero se debe determinar el tipo y la magnitud del mismo y es que “localizar un proyecto consiste en determinar el emplazamiento o el área en donde se ubicará. Esta localización puede hacerse a un doble nivel: macro-localización, esto es, la ubicación geográfica del proyecto dentro del área: región, conjunto rural, etc. Y micro-localización, identificando dentro de un conjunto menor, como puede ser un barrio o manzana, el lugar o zona en donde se desarrollará el proyecto.” (Ander-egg & Aguilar, 1989).

2.2. Implementación de un proyecto

Sin importar realmente la magnitud de la carencia que se observa es imprescindible tener en mente que siempre se puede mejorar la condición actual, aun así, sea en una pequeña proporción ya que todo gran proyecto de alguna forma comienza con algo pequeño, un primer paso que se vuelve esencial.

Es importante que se tenga claro cuáles son los pasos que se deben seguir para que durante el proceso de implementación no ocurra nada indeseable. “La ejecución es la etapa donde se materializan los aspectos descritos en el estudio técnico en especial, pero soportado en la estructura organizacional para la implementación del proyecto y en la financiación del mismo” (Universidad Interamericana para el Desarrollo, s.f.).

2.2.1. Proyectos según el sector

Existen diversos sectores en los que un proyecto puede llegar a implementarse y es que cada proyecto es diferente por el hecho de responder a distintas necesidades y también por lo que cada uno se desarrolla de forma particular. Dentro de los sectores en que se pueden llevar a cabo proyectos se tienen: construcción, energía, minería, transformación, medio ambiente, industria, servicios y banca.

Al existir un problema que ha sido detectado es importante lograr ver las alternativas que se tienen para solucionarlo, teniendo en cuenta que pueden existir diversos puntos de vista y enfoque para llegar a un punto en común.

Al momento en que una o varias personas logran identificar carencias en un lugar empiezan a brotar opiniones de posibles mejoras y soluciones a dichas situaciones, por lo que “las ideas para proyectos pueden surgir de la aplicación de una política de desarrollo, recuperación de infraestructura, necesidades o carencias de grupos de personas, bajos niveles de desarrollo detectado por planificadores, condiciones de vida deficitarias detectadas en algún diagnóstico en el ámbito local, en acuerdos internacionales como la vialidad necesaria para el intercambio comercial entre países” (Ortegon, Pacheco, & Roura, 2005).

Dentro de los diversos campos en que se puede desarrollar un proyecto se tiene el área de construcción, que se indica como una obra arquitectónica o de tipo civil.

2.3. Abastecimiento de agua potable

El acceso a agua potable es una necesidad que todos los seres buscan satisfacer, por lo que se convierte en un bien cada vez más escaso y deseado, pero poco valorado para la mayoría de personas que siempre han tenido acceso al mismo, por lo menos hasta que se tiene la carencia del mismo, y es que el suministro de agua tiene algunas condicionantes como lo es ubicación geográfica, disponibilidad, clima y nivel de consumo.

Una persona o una familia puede obtener agua de distintas fuentes, dependiendo del lugar en que se encuentre, pudiendo ser a través de fuentes superficiales, de fuentes subterráneas, por medio de captación de lluvia e incluso de nieve derretida; pero debe darse en forma adecuada para poder considerarse apropiada para consumo humano.

2.3.1. El agua como derecho humano

El contar con acceso a agua es la esencia de la vida y la salud, sin embargo, aún existen demasiadas carencias al respecto, por lo que la comunidad internacional encuadra en los derechos humanos el acceso a agua y saneamiento como parte de la lucha contra la crisis que se vive ante la carencia de estos elementos.

El agua como derecho humano precisa ser natural, universal y en igualdad de condiciones para cada ser, está ligado a la dignidad de la persona, aunque existe discrepancia en cuanto a su desarrollo, dado que algunos expertos lo consideran como un derecho que debe existir previo a la concepción de otros, para poder conseguir la equidad de condiciones entre los seres humanos; otros autores lo razonan como un derecho independiente de otros derechos, aunque estén relacionados, pero no de forma directa.

2.3.1.1. Antecedentes

En el año 2002, fue aprobada la Observación general No. 15 por parte del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas, en la que se define para toda la población el derecho a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, asequible y accesible para uso personal y doméstico. Comprende obligaciones que exigen que todas las personas cuenten con acceso a agua potable que comprenda el consumo, saneamiento, preparación de alimentos, lavado de ropa e higiene, aun cuando el derecho al agua se aplica estrictamente sólo a los usos personales y domésticos, puede y debe utilizarse al estudiar cuestiones más amplias, como la ordenación de los recursos hídricos. (Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos, 2011).

De acuerdo con lo expuesto por Bautista (2013) el derecho al agua relativamente es de reciente creación, ya que fue hasta el año 2010 que tuvo el reconocimiento de parte de la Asamblea General de las Naciones Unidas, siendo considerado como algo esencial en el desarrollo de las personas; aunque durante la década de

1970, Naciones Unidas lo consideró como un derecho temporal, reconociendo (por primera vez) que todos los pueblos, sin importar sus condiciones, tenían derecho a acceso a agua potable en cantidad y calidad según sus necesidades.

Para la década de 1980, los países miembros de Naciones Unidas asumieron el compromiso de lograr una mejora en las normas y los niveles de suministro de agua potable y saneamiento ambiental desarrollando políticas para el fortalecimiento de marcos institucionales, y programas de educación, tomando como referencia América Latina y el Caribe, el compromiso aseguraba la cobertura de agua potable en 91% de su población urbana y 56% rural.

Para la década de 1990 se celebra en Irlanda la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente, dando vital importancia al recurso hídrico, en la cual vio la luz la Declaración de Dublín sobre el Agua y el Desarrollo Sostenible, que tenía su base en cuatro pilares: el agua dulce es finita y vulnerable, aprovechamiento y gestión del agua, el papel de la mujer en la gestión y protección del agua y el valor económico del agua. En este periodo se llevó a cabo también la Cumbre de Río, de la cual se destacó uno de los temas tratados: protección de la calidad y el suministro de recursos de agua dulce. En esta cumbre se dio igual importancia al tener que cubrir las necesidades básicas sin descuidar el ambiente en el camino, es decir, buscar la sostenibilidad en el proceso.

Al llegar la primera década del 2000, se celebran la Declaración Ministerial de La Haya sobre la seguridad del agua en el siglo XXI (Holanda) y la Cumbre del Milenio de Naciones Unidas, en las cuales se establecieron metas y desafíos por cumplir (algunos de los cuales están relacionados al agua, principalmente en los Objetivos del Milenio [ODM]). Otros eventos realizados durante esta década resaltan la Conferencia Internacional sobre el Agua Dulce (realizada en Alemania en 2001) y la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (Johannesburgo en 2002), en ambos acontecimientos se trató el tema del derecho al agua como un punto relevante.

Los ODM fueron sustituidos en 2012 por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales tuvieron su inicio durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Rio de Janeiro). El objetivo número seis, que está enfocado a Agua Limpia y Saneamiento, busca garantizar agua potable segura y asequible para la población, teniendo como fecha límite en 2030 (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], s.f.)

Con base en lo anterior, se observa que a pesar de que el agua potable es una necesidad indiscutible que debe ser satisfecha, no todos lo consideran como tal ya que tomo demasiado tiempo poder reconocer su importancia para poder brindar una mínima esperanza de que todos los pueblos cuenten con este suministro.

2.3.1.2. Factores que influyen en el derecho humano al agua

Para que exista un derecho debe existir igualmente un conjunto de condiciones que permitan llevar a cabo lo que se pretende, por lo que para que el derecho al agua sea materializado deben existir factores que lo faciliten, siendo algunos de ellos:

- Disponibilidad: hace referencia a la cantidad mínima por persona para cubrir necesidades básicas. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), el nivel óptimo de disponibilidad puede considerarse en 100 litros al día, cubriendo con ello todas las necesidades y no comprometiendo la salud.
- Calidad: debe tener un nivel mínimo de riesgo, sobre todo en cuanto a la existencia de microorganismos o sustancias dañinas para la salud. Contar con agua de calidad es un paso vital para combatir la pobreza.
- Accesibilidad: principalmente de forma física y económica, es decir, que exista infraestructura que pueda suministrar agua y que su costo no sea excesivo. Asimismo, el contar con información oportuna es vital en este tema.

2.3.1.3. Aspectos fundamentales del derecho humano al agua

Como se señala en el documento El Derecho al agua de Naciones Unidas para el derecho humano (2011), algunos aspectos que deben ser considerados para tener claro el alcance y contenido de este derecho son los siguientes:

- Entraña libertades y prestaciones.
- El suministro de agua debe ser continuado y suficiente para cubrir usos personales y domésticos.
- El agua para uso personal y doméstico debe ser salubre y aceptable.
- Los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento deben ser físicamente accesibles y estar al alcance de todos.
- Los servicios de agua deben ser asequibles.

A pesar de contar con ciertos aspectos, el derecho al agua solamente es contemplado para uso doméstico y personal, no contempla actividades económicas que requieren un mayor abastecimiento como lo es la agricultura o ganadería, pero se busca establecer que por lo menos se tenga un mínimo acceso al recurso; aunque se suele interpretar que el derecho al agua sea un servicio gratuito no necesariamente lo es, pero se debe velar para que el servicio sea asequible para la población en general y con ello procurar el bienestar en general, incluyendo la alimentación, dado que un gran número de personas dependen de la agricultura.

2.3.1.4. Desafíos para lograr el derecho humano al agua

Es importante que todo individuo tenga derecho al agua, por lo menos en la cantidad mínima para satisfacer necesidades básicas. El progreso para lograr este nivel de servicio está relacionado con beneficios significativos para la salud y es

uno de los principales intereses en las iniciativas de política internacional, por lo que para obtener los máximos beneficios para la salud se deben asignar recursos que aseguren que las viviendas tengan acceso a fuentes mejoradas de agua y mejorar directamente el acceso en el nivel domiciliario, por lo que las políticas de salud deben estar enfocadas en ello (OMS, 2003).

La aprobación del agua como derecho humano implicó en la planificación de los gobiernos el hecho de tener que incluir un nuevo ítem a la agenda, un punto más que deben cumplir en determinado plazo, lo que involucra la colaboración no solo del gobierno central sino de autoridades departamentales, municipales y comunitarias.

2.3.2. Problemas del abastecimiento de agua potable

La disponibilidad de agua es un problema que se tiene desde hace algunos años, pero en tiempos recientes se vuelve un tema complejo en el que interactúan diversos factores, que en su mayoría están enfocados al incremento de la población y con ello la actividad económica de la que se es participe. Tanto el crecimiento urbano como industrial, aunado a la sobreexplotación y la contaminación de los recursos hídricos genera constantes conflictos, principalmente a la población que depende en gran medida de este recurso, teniendo constantemente escasez de agua.

Algunos de los problemas que se presentan en torno al recurso hidrológico pueden estar relacionadas con la densidad poblacional y el volumen de provisión que se requiere almacenar agua dada la poca disponibilidad en calidad y cantidad, especialmente para uso doméstico así también la infraestructura del servicio público que permita el abasto del recurso. La transformación que han tenido las poblaciones urbanas con un acelerado crecimiento, provocan expansión de la mancha urbana, por lo que, las ciudades necesitan proveer de servicios básicos

como infraestructura, transportes, alimentos, saneamiento y suministro de agua, no solo a la ciudad sino a las periferias hacia donde se expande (González, 2018).

El inconveniente que se tiene en diversas ciudades es la distancia que se tiene hasta la fuente de abastecimiento natural de agua potable, como lo pueden ser ríos, lagos o lagunas, ya que son pocas las metrópolis que cuentan con una fuente cercana, por lo que deben incurrir en gastos que puedan cubrir los costos de transporte del agua, entre ellos energía, infraestructura y la potabilización del líquido, ya que no basta con tener el recurso, sino que este debe ser apto para consumo.

2.3.3. Principales grupos afectados

A pesar que en general toda la población se ve afectada por contar o no con abastecimiento de agua digno para la vida, existen grupos o sectores que se ven afectados en mayor medida al momento de buscar una fuente de abasto, ya sea por las condiciones de vida que poseen, su origen, lugar de habitación, o bien las condiciones inherentes que poseen.

De acuerdo con Naciones Unidas para los Derechos Humanos (2011), los principales grupos que se ven afectados son: mujeres, niños, personas con discapacidad, personas en condiciones de pobreza y los pueblos indígenas. En gran medida, un factor común entre los grupos mencionados es la discriminación que sufren por estar dentro de uno o varios de estos grupos, aunque existan derechos específicos que amparen su bienestar no siempre se logra el propósito.

2.3.3.1. Mujeres y niños

Las mujeres juegan un papel importante en el funcionamiento de un hogar y en el desarrollo de una comunidad, por lo que su participación en aspectos como abastecimiento de agua potable tiene vital importancia, aunque en muchas

ocasiones son excluidas en la toma de decisiones que pudieran beneficiar no solo a ellas sino a la comunidad en general.

De acuerdo con el PNUD, tanto mujeres como niñas tienen responsabilidad de acarrear agua cuando no existe el servicio en las viviendas, lo cual se vuelve una carga pesada que lleva tiempo, agravando la desigualdad entre géneros, ya que esta tarea afecta el tiempo que pudieran estar invirtiendo las niñas en su educación, dado que en algunos casos se toman hasta cuatro horas de caminata hasta la fuente de abastecimiento más cercana, sin contar con las aglomeraciones que pueden existir en el lugar de suministro. El tiempo utilizado representa un costo de oportunidad, ya que el tiempo empleado en acarrear agua pudiera ser utilizado para otras actividades productivas que pueden llegar a ser fuentes de ingresos, siendo considerados en este caso como beneficios no percibidos.

Las niñas se ven afectadas doblemente con la carencia de un sistema de suministro de agua potable en el hogar, ya que, aunado a lo descrito en el párrafo anterior, los menores son propensos a contraer enfermedades que se desarrollan por la carencia de saneamiento como diarrea, neumonía, malaria, entre otras.

2.3.3.2. Personas con discapacidad

El que una persona posea alguna discapacidad no debería ser motivo para ser excluida de servicios tan básicos como lo es el poder contar con agua potable y saneamiento, pero existen diversos casos en que se documenta que carecen de este derecho, principalmente porque en algunas ocasiones el poder brindar este servicio requiere de costos adicionales en los que no se puede incurrir, sobre todo cuando se es una persona de escasos recursos, aunque existen situaciones que con un pequeño cambio se pudieran lograr avances en esta materia, no siempre se tiene esta disposición. Este tipo de medidas está más enfocado a la capacidad

de la familia e incluso a su creatividad, que permitan una gran diferencia con el mínimo de recursos.

2.3.3.3. Personas en condiciones de pobreza

Las zonas límites de las ciudades a menudo se ven olvidadas de los programas de bienestar social al momento de llevar a cabo planificación al respecto, por lo que no es de extrañar que las personas que ahí viven no cuenten con los servicios básicos que se requiere para llevar un estilo de vida cómodo y digno, a pesar de vivir rodeada de ciertos lujos y beneficios que caracterizan a una ciudad.

La mayoría de personas que no cuentan con abastecimiento de agua son personas en condiciones de pobreza, no solo de áreas rurales sino urbanas también, siendo la causa principal el no contar con los recursos monetarios necesarios para costear el servicio, o bien, en algunos casos la preferencia por abastecer a las personas pudientes sobre aquellas que no pueden pagarlo o bien, dadas las condiciones geográficas en las que se encuentran las viviendas y la infraestructura de las mismas hace la labor complicada.

Algunas alternativas que han encontrado los habitantes de estos lugares es la recolección de agua de fuentes no aptas para consumo, principalmente por la contaminación que puedan contener, comprometiendo su salud en el proceso.

2.3.3.4. Pueblos indígenas

La mayoría de pueblos indígenas aún viven en zonas rurales, por lo que el abastecimiento de agua tiene mayor importancia aun, no solo para uso doméstico sino también para uso en fuentes de sustento principalmente en actividades agrícolas. Al respecto, Naciones Unidas hace referencia que a pesar de que la ubicación de sus viviendas está cerca de corrientes de agua no siempre se cuenta con calidad y cantidad necesaria, en parte al desarrollo de grandes cultivos de empresas privadas, los pueblos son privados de este vital líquido, siendo reflejo de

estas situaciones el desvió de los caudales de los ríos o bien puede existir contaminación, que recae sobre ellos debido a los procesos de algunas industrias.

2.4. Proyectos de construcción de una red de abastecimiento de agua potable

Según la OMS (2006), la participación de las municipalidades en la atención de los servicios rurales es insuficiente, desde su exclusión, hasta el apoyo en la preparación del expediente técnico y una completa integración en los procesos de planificación, financiamiento y supervisión de la construcción.

Aunque este es un problema que no tiene solución permanente, es necesario disminuir la deficiencia en la implementación de proyectos de abastecimiento de agua, ya que con ello se busca la reducción del gasto sanitario de las personas ya que de esta forma tienen menos probabilidades de enfermar y de incurrir en gastos médicos y están en mejores condiciones de permanecer económicamente productivas.

El poder contar con agua que sea apta para consumo humano debe ser un punto principal que las autoridades deben considerar, ya que en ocasiones las personas no cuentan con un sistema de calidad que permita tener seguridad que la salud no está en riesgo por consumir agua contaminada.

Poder contar con servicios de calidad se refleja en la estabilidad política, ya que los habitantes afectados pueden tomar distintas medidas, algunas más drásticas que otras pudiendo llegar incluso a la violencia.

2.4.1. Ejecución de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable

Se sabe que el agua potable es un factor importante para la estabilidad y calidad de vida de todo ser humano y asumiendo que para cada proyecto a realizarse debe pasar por diversos estudios y cumplir con el reglamento que aplique según

sea el proyecto, no debe tomarse a la ligera el querer implementar un proyecto destinado al abastecimiento de agua potable,

Si bien en cuantiosas ocasiones en el lugar de estudio no se cuenta con un proyecto de esta índole, si se puede comenzar uno de cero, por lo que la ubicación de un proyecto se hace imprescindible y “es preciso que una comunidad pueda recibir agua potable para cubrir sus necesidades básicas, la forma en que se pretende que esto sea posible, es mejorando el sistema de abastecimiento de tal recurso, ya que en la actualidad no tienen la fortuna de contar con agua aprobada para el consumo.” (Cañón & Mora, 2016).

2.4.2. Importancia de la implementación de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable

Un elemento vital en la vida de las personas es el agua potable, por lo que es impensable que un individuo logre llevar una vida decente sin el acceso a este bien ya que los fines son varios, desde consumo hasta higiene, ya que, tanto el agua potable como las aguas residuales tienen relación con las tasas de morbilidad y mortalidad, principalmente en niños.

De acuerdo con Lentini (2011) no solamente es importante contar con agua potable en un hogar, sino también que se tenga en cantidad necesaria para cubrir necesidades básicas, y al constituir un servicio público, se busca que los estados deban proveer de manera obligatoria a sus habitantes el acceso al recurso por ser una necesidad colectiva, básica o fundamental; dicho abasto no ha podido ser enteramente satisfecho por muchos gobiernos en diversos países, sobre todo en aquellos donde prevalecen condiciones de subdesarrollo.

A pesar de que el acceso a agua es un derecho humano y uno de los principales objetivos que deberían de cumplirse tanto a nivel nacional como mundial, es una meta que aún no se ha logrado.

En los últimos años se ha registrado avances, pero aún se mantienen brechas de cobertura entre las áreas rurales y urbanas y a su vez entre acceso a agua y a saneamiento, es por ello que en varias comunidades de diversos países, se cuenta con estrategias de intervención en las que las comunidades rurales implementan la contratación de servicios de los proveedores para acceder a la rehabilitación o construcción de sus sistemas de agua potable y saneamiento básico (Mejia, Castillo, & Vera, 2016).

En algunos casos, los costos en que se incurre para poder brindar un servicio de abastecimiento de agua potable no logran recuperarse, pudiendo deberse a las bajas cuotas que se cobran por la prestación del servicio o bien puede deberse porque la población no cuenta con recursos suficientes que puedan destinarse al pago del servicio, por lo que las autoridades pertinentes deben suspender el servicio, volviendo al hecho que las personas en situación de pobreza no cuentan este servicio.

2.5. Desarrollo de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable

Con el correr de los años, las ciudades cada vez se vuelven más extensas en tamaño y habitantes, lo que hace que los servicios sean cada vez más demandados también y el abastecimiento de agua no es la excepción, ya que cada vez son más los hogares que requieren de este servicio, pero la estructura actual no necesariamente está capacitada para tal demanda.

Esto obligará a la construcción de nuevos depósitos reguladores y nuevas conducciones y al refuerzo, ampliación o construcción de nuevas arterias principales desde los depósitos de distribución. Disponer de una red jerarquizada y sectorizada facilita mucho las labores de operación y mantenimiento. “Tanto en la planificación y proyecto de nuevas aducciones, como en la extensión de la red, los

modelos matemáticos, soportados en sistemas informáticos, son afortunadamente hoy una ayuda indispensable.” (Gistau, 2000).

2.5.1. Tipos de sistemas de abastecimiento de agua potable

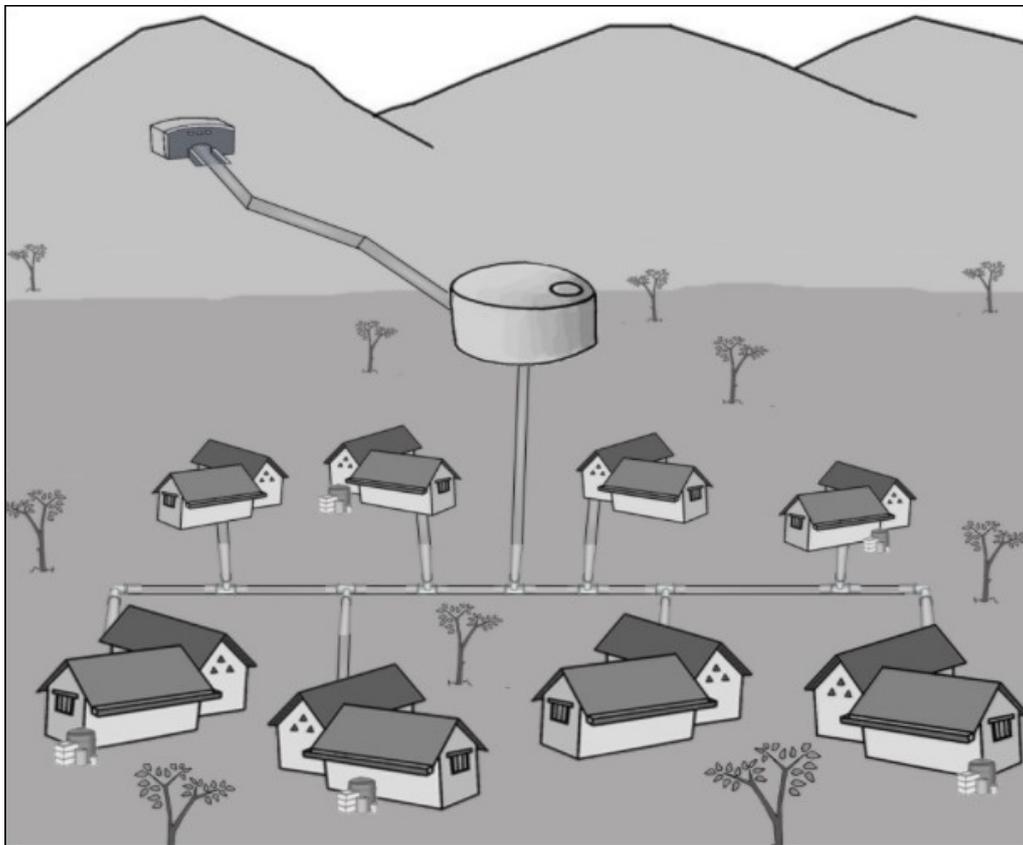
Como en todo proyecto, se busca la mejor opción que permita llevar a cabo los planes trazados, por lo que es importante analizar los recursos con los que se cuenta, no solo materiales sino también conocimientos, que puedan dar paso a la construcción de una obra debido a que cada una cuenta con características propias.

Teniendo claras las alternativas, se puede dar el caso que una es más conveniente que otras, tomando en cuenta aspectos como costos y recursos disponibles. Para este caso, las opciones de sistemas de abastecimiento de agua pueden agruparse en sistemas convencionales y no convencionales.

En este sentido, se puede decir que puede identificar a cada sistema según lo siguiente: “los sistemas convencionales funcionan por gravedad o por bombeo y se caracterizan por contar con redes de tuberías para la distribución del agua. Los sistemas no convencionales están compuestos por un conjunto de obras que posibilitan la prestación de un servicio de agua básico.” (Comision de agua potable, drenaje y alcantarillado de Manzanillo, 2006).

Los sistemas convencionales por gravedad funcionan al contar con una fuente elevada, por encima de la altura de la población a beneficiar, por lo que hace uso de la fuerza de gravedad para hacer que el agua fluya a través de tuberías hasta el consumidor final.

Figura 1 Abastecimiento de agua por gravedad

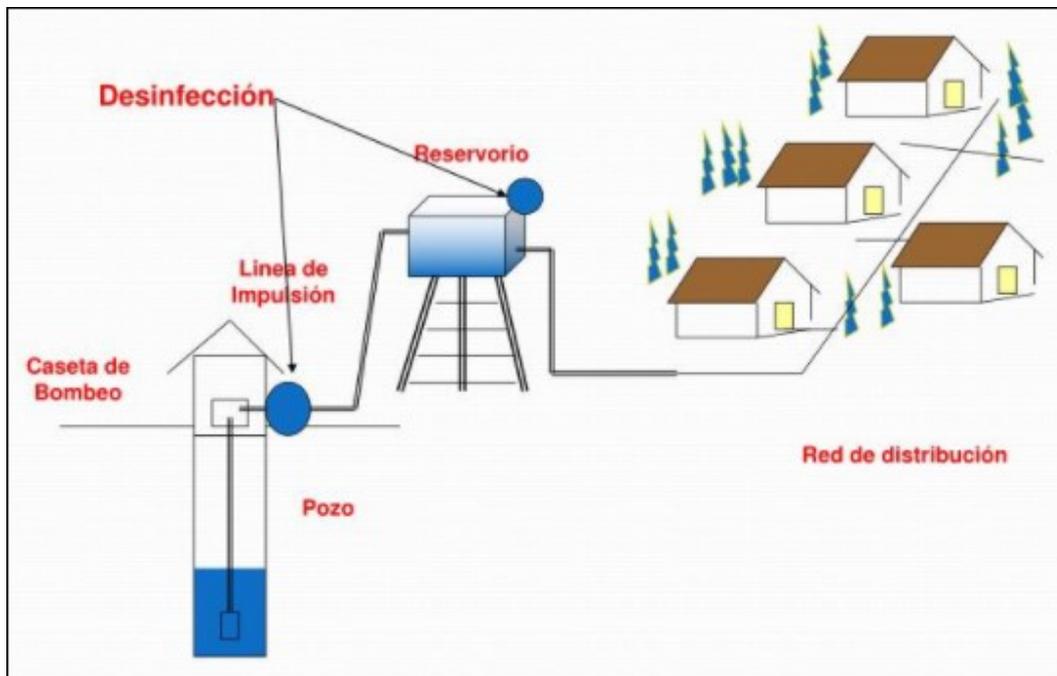


Fuente: Saneamiento Sostenible y Caja de Herramientas de Gestión del Agua (SSWM por sus siglas en inglés)

La energía que se utiliza para lograr el desplazamiento es la energía potencial que tiene el agua propiamente en virtud de su altura, teniendo ventajas como el ahorro del gasto de bombeo, mínimo mantenimiento, mayor control del sistema y fiabilidad (Arnalich, 2008).

En tanto que, los sistemas convencionales por bombeo son infraestructuras que se ubican en lugares que no presentan mayor altura, de manera que se suministra el agua hacia un tanque de almacenamiento ubicado en las zonas superiores al lugar a beneficiar.

Figura 2 Abastecimiento de agua por bombeo



Fuente: Dirección de Saneamiento Básico, Higiene Alimentaria y Zoonosis, Ministerio de Salud de Perú

Este tipo de sistema es utilizado cuando no es posible realizar un sistema por gravedad derivado de la topografía del lugar.

2.5.2. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable

Para poder hacer mejoras en cualquier lugar es necesario conocer los elementos que se requieren como mínimo, los pros y los contras que conlleva el desarrollo de cualquier actividad, sin dejar de lado ningún elemento que pueda afectar el funcionamiento del proyecto.

Con base en lo mencionado por Rodríguez (2001), los principales componentes que se requieren previo a montar un sistema de abastecimiento de agua son: determinar las fuentes de agua, realizar un análisis de la calidad del agua y un estudio o levantamiento topográfico de la ubicación del proyecto. Mientras que el

sistema de abastecimiento propiamente debera contar con: obra de captacion, linea de conduccion, planta potabilizadora, tanque y linea de distribucion.

2.5.2.1. Fuentes de agua

Las fuentes de abastecimiento pueden ser superficiales o subterráneas y tomando en cuenta esta información se puede prever la cantidad y calidad de la misma, así como la manera de augurar el nivel de contaminación, la época en que se dispone de mayor o menor cantidad de agua, modo de disponer de esas fuentes y otros aspectos relacionados.

Como señala Rodríguez (2001), dentro de la clasificación de fuentes superficiales se tienen los ríos, arroyos, lagos y presas. Mientras que la clasificación de fuentes subterráneas está dada por manantiales, pozos someros y norias; pudiendo ser a distintos niveles como freático, acuíferos confinados y no confinados. Cada tipo de fuentes presentan diferentes características, y con ello también ventajas y desventajas.

2.5.2.2. Análisis de calidad del agua

La calidad del agua hace referencia a las características físico-químicas que debe tener el liquido obtenido de la fuente, verificando con ello si es apta o no para el consumo humano, ya que con el progresivo crecimiento de ciudades e industria, cada vez es mayor la cantidad de aguas residuales que se mezclan con el agua no contaminada.

Para determinar la calidad del agua, el analisis a realizarse debe cumplir con normas de potabilidad, para lo cual se determinan con analisis fisicos, quimicos y bacterologicos.

Los analisis quimicos determinan la composicion mineral del recurso y la posibilidad de emplearse en el uso domestico o industrial, asi como verificar el grado de contaminacion que posee, tomando como referencia elementos como

aluminio, mercurio, plomo, entre otros. Un análisis físico busca validar la turbiedad, color, sabor, olor y temperatura que posee. En tanto que un análisis bacteriológico determina el número de bacterias que pudieran estar presentes bajo ciertas condiciones, y en caso se determinan germenos o bacterias podría establecerse el origen de las mismas y dar el tratamiento adecuado. (Fundación Aquae, s.f.).

Sin embargo, dependiendo de la zona en que se encuentre la fuente de abasto también sería necesario un análisis radiológico para tener más certeza de la calidad de agua.

La Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR NTG 29001 establece los valores de las características y especificaciones que debe presentar el agua para que esta sea considerada apta para consumo, aplicado al abasto por medio de pozos o depósitos que sean destinadas tanto para alimentación como para uso doméstico.

2.5.2.3. Levantamiento topográfico

Previo a realizar los diseños y construcciones de la obra de captación es preciso realizar un levantamiento topográfico, el cual consiste en una serie de datos e información técnica que se debe obtener de la localidad para efectuar un buen proyecto. Es recomendable iniciar el levantamiento en el lugar de la captación y llegar al sitio probable del tanque de regularización.

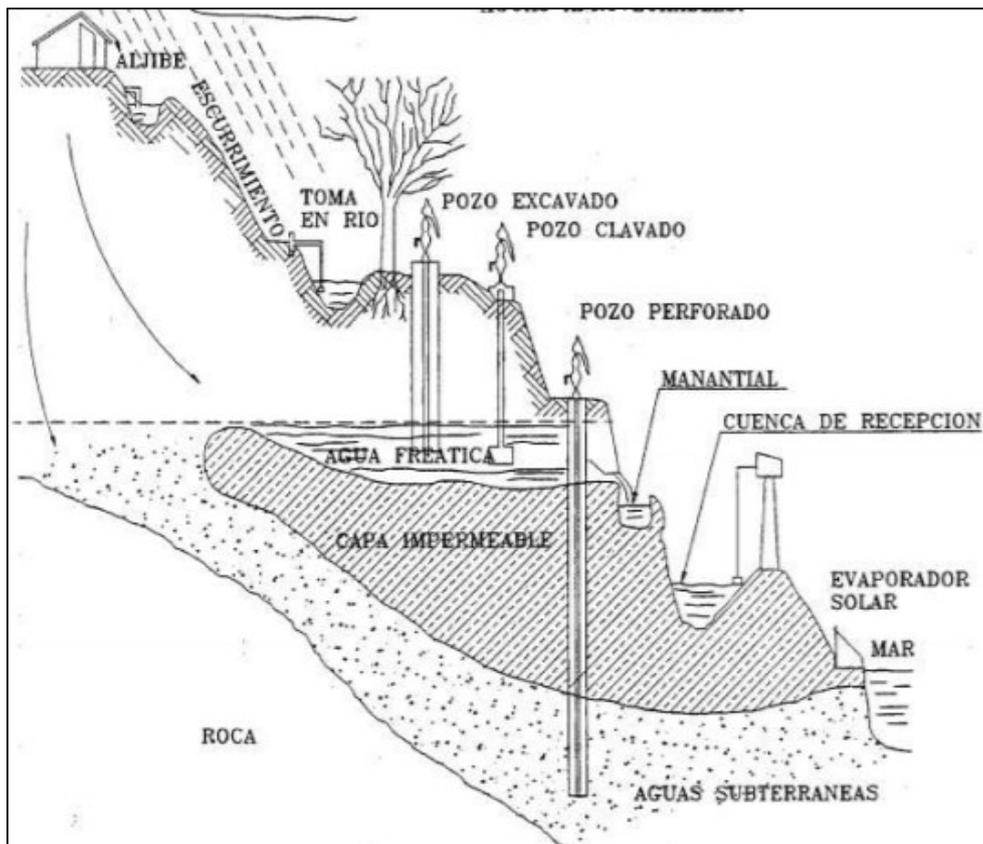
Es preciso conocer el tipo de suelo en el que se pretende realizar la obra y con ello verificar la carga que tendría el suelo y la capacidad para soportar la infraestructura a realizar.

2.5.2.4. Obras de captación

Rodríguez (2001) plantea las obras de captación como obras civiles y equipos electromecánicos que se utilizan para poder reunir y disponer del agua, ya sea superficial o subterránea, por lo que pueden variar según sea la naturaleza de la

fuente, su localización y magnitud, tomando en cuenta las posibilidades que puedan surgir de contaminación del agua.

Figura 3 Tipo de obra de captacion



Fuente: Abastecimiento de Agua, Instituto Tecnológico de Oaxaca 2001

Un dispositivo de captación puede ser un simple tubo, un canal, una galería filtrante, entre otros. El mérito principal de los dispositivos de captación radica en su buen funcionamiento hidráulico.

2.5.2.5. Línea de conducción

Una línea de conducción se integra por tuberías, estaciones de bombeo y otros accesorios que permiten el transporte de agua, desde la fuente de abastecimiento hasta un tanque de regularización, o bien a la red de distribución. (Comisión Nacional del Agua, 2007)

Según lo planteado por Rodríguez (2001), no importa para cuál de los sistemas de abastecimiento se diseñe, es decir, puede ser por gravedad, por bombeo o un sistema mixto, de igual manera se identifica el punto con el cual se pueda obtener el nivel suficiente que permita tener captación y trasladarla a la zona del tanque, el trazo de la línea se hará taquimétricamente, (es decir, midiendo distancias y ángulos de forma rápida). Se iniciaría el trabajo a partir de la estación ubicada en un punto cero, situada junto a la fuente de abastecimiento, para terminar en la zona del tanque.

Dentro de las particularidades que se consideran en el diseño se tienen: el tipo de conducción definido, parámetros de diseño que incluyen caudal, diámetro de la tubería, velocidad, presión, pérdida de carga, válvula de aire, válvula de purga y caja rompedora.

Figura 4 Línea de Conduccion



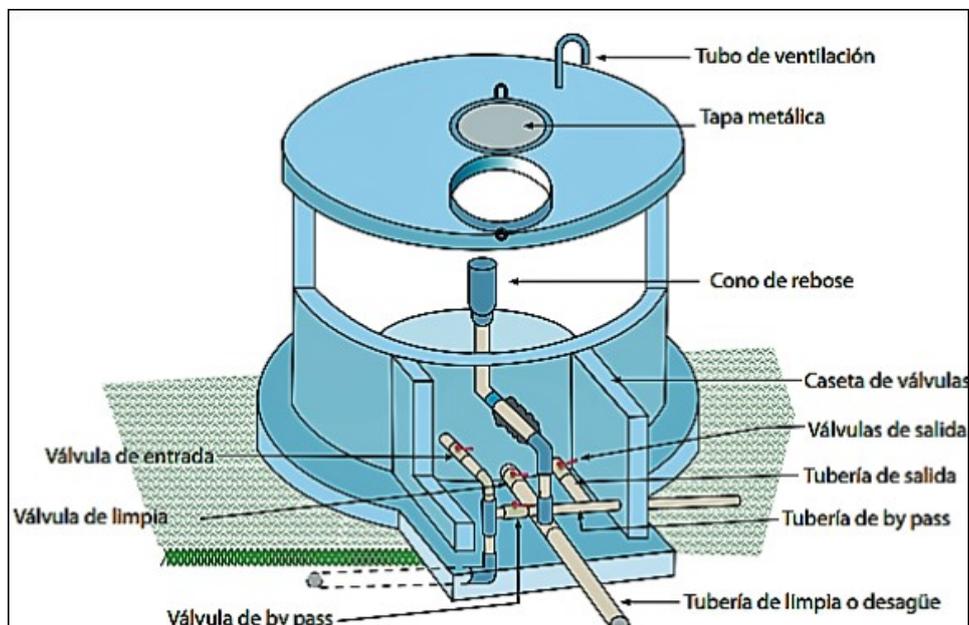
Fuente: Abastecimiento de Agua, Instituto Tecnológico de Oaxaca 2001

2.5.2.6. Tanque de almacenamiento y distribución

Un tanque de almacenamiento se refiere a una estructura que busca cumplir con dos funciones: la primera será almacenar la cantidad suficiente de agua con la que se pueda satisfacer la demanda de una población; y la segunda, regular la presión para que esta sea adecuada en el sistema de distribución y con ello dar un servicio eficiente. (Perez, s.f.)

Pérez (s.f.) también refiere que, en cuanto a diseño y construcción, estos pueden ser variados y dependiendo de las condiciones del terreno, del material disponible en el área y de la mano de obra existente. Pueden estar localizados antes o después de la planta de tratamiento, pero, independientemente de la fuente de agua utilizada, se recomienda aplicar una desinfección directa. Consta de dos estructuras principales: el depósito de almacenamiento y la caseta o cámara de válvulas.

Figura 5 Tanque de almacenamiento y distribución



Fuente: Saneamiento Sostenible y Caja de Herramientas de Gestión del Agua (SSWM por sus siglas en inglés)

El contar con un tanque de almacenamiento y distribución puede representar ventajas como el contar con reserva en caso de emergencia si la línea de conducción se interrumpe, mantener presiones adecuadas en la red de distribución o bien proveer agua en situaciones de emergencia. Aunque también puede tener ciertas desventajas como el requerimiento de limpieza e inspección para evitar cualquier situación de riesgo, así como el análisis del agua constantemente para mantener el estándar de calidad, ya que puede existir contaminación por insectos o contacto con agua no tratada (Perez, s.f.).

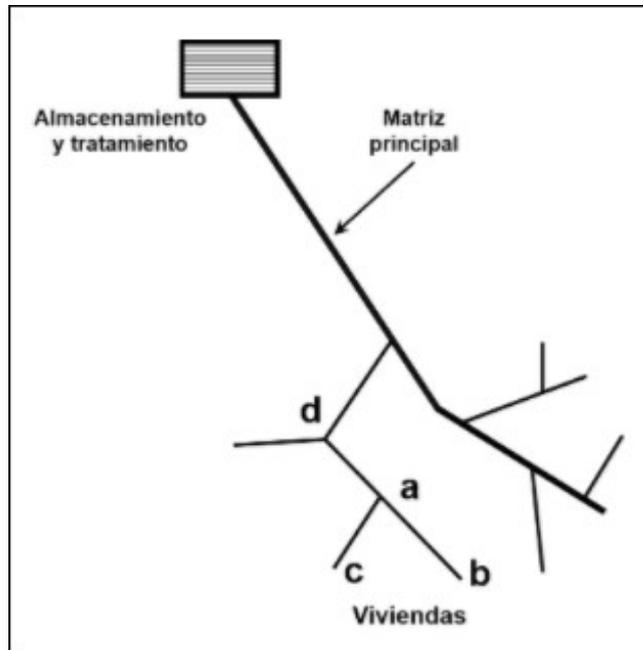
2.5.2.7. Red de distribución

Una red de distribución hace referencia a una estructura compuesta por una red de tuberías, válvulas y otros componentes, que permite transportar agua desde una planta de tratamiento o del tanque de almacenamiento hasta la conexión del servicio. Con ello se pretende preservar la calidad y cantidad de agua, así como mantener la presión suficiente en la distribución de la misma.

Se tiene variedad de tuberías de agua ya que depende del uso que vaya a tener. Las características principales son: el diámetro, que varía según la cantidad de agua a conducir; material de los tubos, como lo son los metálicos, de cemento y de plástico, cada uno con subdivisión de materiales, siendo las tuberías de cemento las más duraderas, aunque también más difíciles y costosas de instalar. (Gur & Spuhler, s.f.)

Pérez (s.f.) plantea que, en cuanto al mantenimiento de un sistema de distribución, lo primordial es la reparación de tuberías, válvulas y otros accesorios que se dañan por distintas causas como: el roce con raíces de árboles, apelmazamiento del terrero o bien expansión o contracción del suelo, exceso de presión, cambios bruscos y golpe de ariete, calidad de los materiales, vandalismo y movimientos sísmicos.

Figura 6 Red de distribución



Fuente: Saneamiento Sostenible y Caja de Herramientas de Gestión del Agua (SSWM por sus siglas en inglés)

2.5.2.8. Sistema de desinfección

El agua que sea suministrada a una comunidad debe ser apta para consumo humano, por lo que esta debe pasar de un estado ordinario a un estado que refleje que está limpia, salubre y sin microorganismos que pongan en riesgo la salud, dado que una simple variación en la cantidad de sustancias alterara la calidad. (Alcora, Salud Ambiental, 2016).

En una planta de tratamiento de agua potable para un sistema por bombeo, una forma de desinfección recurrente es la cloración, que es un método basado en el uso del cloro que permite potabilizar el agua, al ser efectivo y barato, pudiendo combatir patógenos, a la vez que oxida compuestos de hierro, manganeso y sabores y olores en el agua.

Se puede agregar al agua como una desinfección primaria, entre la sedimentación y la filtración, o bien como un paso de tratamiento final antes de la distribución. Puede utilizarse como una desinfección secundaria, al agregarlo al agua que sale de la planta o dentro de las redes de distribución y con ello evitar la recontaminación y garantizando la seguridad del agua potable. (Romero, 2011).

Tabla 1

Tipos de tratamiento para potabilización del agua

Elemento contaminante	Tratamiento
Sólidos gruesos	Desbaste
Partículas coloidales	Coagulación, floculación y decantación
Sólidos en suspensión	Filtración
Materia orgánica	Afino con carbón activo
Amoniaco	Cloración
Gérmenes patógenos	Desinfección
Metales no deseados	Precipitación por oxidación
Sólidos disueltos	Osmosis inversa

Fuente: Tratamientos utilizados en potabilización del agua. Facultad de Ingeniería, Universidad Rafael Landívar

De acuerdo a lo presentado por Romero (2011), el desbaste se refiere al proceso de quitar o impedir el paso, por medio de rejas, a elementos sólidos grandes que se encuentran en las corrientes de agua, tal es el caso de botellas, ropa, bolsas y demás. Un proceso de coagulación (agitación rápida), floculación (agitación lenta) y decantación (separación) permite eliminar partículas pequeñas perjudiciales, pueden ser partículas de arena o lodo las que se busca separar del agua; se utiliza una sustancia que permita coagular las partículas y hacer más fácil la decantación de las mismas. La filtración es realizada a partir del paso del agua a través de una arena especial o tratamientos con carbón activo, con la que se puede retener polvos que se encuentran en el líquido, pero no pueden ser eliminados por otros medios efectivamente.

Romero (2011) también manifiesta que, para asegurar la calidad del agua, se agrega cloro, sin embargo, es de tener cuidado con la dosis que se utiliza, ya que en pequeñas cantidades puede no eliminar impurezas del agua, y en grandes cantidades puede ser contraproducente para el organismo, pudiendo causar otras enfermedades. Al utilizar cloro durante el inicio del proceso se permite la oxidación y desinfección, con lo que se puede eliminar hierro, manganeso, sulfuros, amoniaco, así como la reducción del crecimiento de algas y microorganismos. El cloro puede ser adicionado en forma líquida o tabletas de hipoclorito de calcio.

En cuanto al proceso de osmosis inversa, este se utiliza para la remoción de iones y moléculas disueltas en el agua, realizado presión a través de una membrana semipermeable porosa que permita la retención de las moléculas e iones.

2.6. Proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable en una aldea

Llevar a cabo un proyecto de construcción de por si es complicado, pero al analizar el entorno del mismo puede volverse una tarea más ardua de lo pensado dependiendo del lugar donde se pretenda realizar dicha acción.

Un proyecto de esta magnitud es promovido para que permita satisfacer una necesidad básica a nivel de micro localización dado que es una parte de un municipio y no el municipio en totalidad. Un proyecto de agua potable por gravedad, como su nombre lo indica, es un sistema de abastecimiento de agua en la que ésta cae por su propio peso a partir de una fuente elevada hasta los consumidores situados a una altura más baja que la fuente.

En un sistema por gravedad, la energía que se utiliza para el desplazamiento es la energía potencial que tiene el agua en virtud de su altura; el agua fluye por gravedad desde la captación al tanque y a la red de distribución, requiriendo

solamente del control de válvulas para dar un buen servicio de agua a la comunidad (Lam, 2011).

2.6.1. Ejecución de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable en una aldea

Cada grupo social presenta características únicas y especiales que permite la diferenciación con otros grupos, razón por la cual no se puede tener a cabalidad las características de un proyecto de un lugar y copiarlo tal cual, a otro, y en evaluación y ejecución de proyectos, a pesar de tener ciertas similitudes, cada uno es único.

Determinar qué tipo de proyecto de construcción y el impacto que tendrá el mismo conlleva una serie de actividades que pueden ir desde una encuesta de los aspectos socio-económicos, en la que se pueden incluir una evaluación de saneamiento e higiene; “el estudio de las alternativas de abastecimiento de agua; censo poblacional; levantamiento topográfico; diseño del sistema de agua; legalizaciones de fuente, ubicación de tanque y pases de servidumbre” (Agua para la Vida - Nicaragua, 2011).

2.6.2. Desarrollo de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable en una aldea

El agua juega un papel más que importante en el desenvolvimiento del diario vivir de una persona, por lo que el acceso este bien no es algo que se deba tomar a la ligera. Si bien es cierto que puede ser cubierta con recursos ajenos al lugar, el que se tenga una fuente de abastecimiento propio permite que una aldea pueda manejar de una forma eficiente sus recursos.

Según la opinión de Lam (2011) el agua es un recurso indispensable para la vida humana, por lo que no basta tener un servicio de abastecimiento de agua, sino que esta debe ser apta para el consumo humano, permitiendo a las personas ser

protagonistas de su bienestar, por lo que juega un papel preventivo en la salud y un desarrollo humano y económico en el medio rural.

A pesar de considerar el acceso a agua potable como una necesidad que debe ser satisfecha siempre, aun no es una realidad que ello ocurra, ya que una parte de la población aún no cuenta con este servicio; las personas al pertenecer a cierto sector no aspiran ser tomadas en cuenta desde un principio por aquellos que tienen el poder de hacer el cambio.

Es toral que se logre llevar a cabo proyectos sociales a lo largo y ancho de un territorio dado el impacto que estos pueden llegar a tener. “Se considera que los beneficios que un proyecto da son innumerables, por eso tanto el Gobierno Central, Municipalidad, entidades no gubernamentales y la población a beneficiar deben de coordinarse y apoyar la ejecución y buen funcionamiento del proyecto... Un sistema de distribución de agua potable, con cantidades y calidades adecuadas, provocará: disminución en gastos de medicinas y consultas médicas para curar enfermedades de origen hídrico y, al mismo tiempo, se genera un incremento en el valor de la tierra para las personas que son propietarias, debido a la implementación de servicios” (Oliva, 2005).

2.6.3. Mejoramiento de una red de abastecimiento de agua potable

Un uso eficiente del agua implica la utilización de mejores sistemas de extracción, conducción y almacenamiento de agua, ya que, a pesar de poder contar con un abasto de agua, siempre puede existir una mejora en el sistema, ya que se pueden hacer cambios en la infraestructura que permita modificar aquello que queda obsoleto o bien poder hacer ampliaciones en la misma pudiendo abarcar aún más de lo que se tiene en determinado momento, y es que, con el creciente número de habitantes, en algún momento la infraestructura que se tenía ya no es suficiente y se requieren cambios que puedan hacer funcional de nuevo el sistema.

En algunas circunstancias, las empresas de agua, por abarcar un mayor número de habitantes descuida el servicio que presta a los usuarios ya existentes, creando descontento con la prestación del mismo, provocando que no se pueda atender bien a ninguna de las partes y a su vez generando problemas económicos y de salud, ya que muchas familias, al no poder contar con un suministro constante incurren en gastos que pudieran evitarse al buscar alternativas o bien al contraer enfermedades causadas por falta de higiene o por agua contaminada.

2.7. Impulso de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable en una aldea

Según la Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural (Decreto 11-2002, 2002), los consejos de desarrollo tienen las facultades y facilidades para al menos dar el primer paso, que permitan dar solución a los problemas que aquejan a la población, por lo que es importante que se tenga una buena organización y comunicación dentro de los miembros que ostentan el poder. Las condiciones organizativas de la comunidad pueden ser favorables para una buena ejecución de proyectos, tomando en cuenta los distintos niveles de consejos de desarrollo existentes, así como la coordinación interinstitucional, incluida la alcaldía municipal, que permita también la planificación de desarrollo de determinado lugar.

2.7.1. Implementación de un proyecto

Los primeros en notar la carencia de algo son los afectados de forma directa, por lo que son ellos los que deben tomar las riendas de la situación y mostrar la iniciativa que permita dar el primer paso hacia el cambio. “Involucrar a la comunidad en todo el proceso de manera que se apropien de los proyectos y se convierta en agente de su propio desarrollo, al impulsar la promoción de los derechos de los individuos y fortalecer el estado de derecho en Guatemala para lograr el desarrollo de la nación” (Farfán, 2005).

Durante los últimos años se ha puesto especial importancia al involucramiento de la población en materia de desarrollo de las comunidades, buscando con ello que pueda haber una colaboración en conjunto con las autoridades para poder sacar adelante los distintos programas planeados. Contar con una planificación detallada es de vital importancia ya que con ello se puede tener un panorama general de como debiera ser la situación en determinado momento de una obra; con ello se puede hacer más sencilla el seguimiento del proyecto, tanto para quienes lo llevan a cabo como para los beneficiarios del mismo.

Como habitantes de un lugar es importante tener poder dar seguimiento a la implementación de un proyecto que busca beneficiar a la sociedad, velando para que pueda concluirse la obra y se puedan obtener los beneficios esperados al inicio de la misma.

2.8. Impacto de la implementación de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable

La carencia o existencia de un servicio de agua potable afecta en diferente medida los elementos que existen en un ambiente, ya sean tangibles o intangibles. Como todo proyecto, la construcción de una red de abastecimiento de agua potable conlleva distintos procesos que podrán afectar de forma positiva o negativa al entorno, pudiendo ser estos:

2.8.1. Salud

Un tema importante en la vida de un ser humano es la salud, ya que es considerada una necesidad básica dentro de un hogar. El acceso a agua potable es una acción que mayor impacto puede tener en la salud de la población, sobre todo en temas de morbilidad, mortalidad y desnutrición.

De acuerdo con la OMS (2004), el agua y el saneamiento son uno de los principales impulsores que posee la salud pública, y es que muchas de las

enfermedades son transmitidas a través de corrientes de agua contaminada, como lo son: diarrea, paludismo, esquistosomiasis, infecciones intestinales, entre otras, afectando en gran medida las tasas de morbilidad y mortalidad, por lo que contar con un abastecimiento eficiente permite reducir el número de personas que contraen estas enfermedades.

Según informes de la OMS (2017), a pesar de que cada vez más personas tienen acceso a servicios básicos de agua potable, estos servicios no necesariamente proporcionan agua potable segura. Numerosos hogares, centros de salud y escuelas carecen de agua potable, lo que aumenta el riesgo de contraer enfermedades que pueden afectar la salud de todo tipo de personas, especialmente de niños pequeños; algunos si cuentan con agua, pero debe recorrer grandes cantidades de terreno para poder recoger agua de alguna fuente cercana, siendo este un inconveniente por el tiempo que representa esta acción, sin tener certeza de la calidad de la misma. Por lo anterior, el poder contar con un abasto de agua potable es fundamental para la salud de cada comunidad, y por lo tanto es un paso esencial hacia la construcción de sociedades fuertes, saludables y equitativas.

Algunos datos de la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN, 2006) muestran que el impacto que tiene el invertir en agua potable representa una disminución en casos detectados de enfermedades diarreicas, siendo una relación de 1\$ invertido equivalente a la disminución de un 10% en casos registrados, con lo que se pueden “liberar” fondos de presupuesto destinados a estos casos y redirigirlos hacia otros aspectos igualmente relevantes.

2.8.2. Economía

A nivel económico, el contar con un sistema de abastecimiento de agua potable se puede determinar la incidencia tanto a nivel micro como a nivel macro, dada la incidencia que llega a tener no solo en la vida de una persona sino a nivel de una

comunidad, municipio o incluso país, ya que se afectan distintas variables que pueden ser determinantes tanto en el desarrollo como en el crecimiento económico. Puede verse desde dos puntos de vista: microeconómico, es decir, cómo afecta la situación a de las personas como individuos, o bien a nivel macroeconómico, es decir, el efecto de una situación a un conjunto de individuos, a nivel de país.

2.8.2.1. Nivel microeconómico

Con base en lo mencionado por Lentini (2010), en algunos lugares pueden llegar a emplearse por lo menos cinco horas a esta actividad, considerando que en muchas ocasiones la fuente principal de abasto es un río, y este se encuentra lejos de la casa.

Cada hogar tiene un impacto de manera particular al poder contar con un servicio que les contar en la casa con el abasto suficiente de agua y con ello poder satisfacer necesidades. En zonas rurales, las personas dedican cierto tiempo al acarreo de agua, sobre todo en situaciones en las que no se cuenta con un sistema de almacenamiento adecuado y, si no se tiene precaución, los recipientes utilizados para el acarreo pueden ser factores transmisores de enfermedades.

De acuerdo con lo anterior, se incurre en costos por temas de salud, ya que al no contar con un nivel de abasto de agua potable y contraer enfermedades por falta de higiene, se destinan recursos monetarios a la recuperación de la salud. Al disminuir los casos de morbilidad por enfermedades intestinales se tienen costos evitados en salud.

2.8.2.2. Nivel macroeconómico

A un nivel mayor, el hecho de que los hogares cuenten con un sistema de abastecimiento de agua conlleva a que en la sociedad se reflejen los efectos en

distintos sectores económicos, como lo son la industria, el comercio, el turismo, actividades agropecuarias y agrícolas, e incluso de comercio exterior.

Una variable importante a considerar es el empleo, ya que, según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2016), se estima que por lo menos la mitad de la población mundial está empleada en uno de los ocho sectores económicos que dependen del agua, por lo que la escasez y los problemas relacionados a ella pueden incidir en el crecimiento económico, tomando como base la producción de alimentos y energía. El no asegurar un suministro de agua adecuado y fiable a sectores que dependen del agua da como resultado la pérdida o desaparición de puestos de trabajo.

En el sector agroalimentario, el poder contar con abastecimiento de agua no contaminada es importante para riego, teniendo impacto a nivel país, económica y socialmente, al promover la producción agrícola, comprometiendo los ingresos que se obtienen de esta actividad. En el ámbito turístico, la importancia radica en el hecho de contar con agua limpia y segura, tanto para el consumo como para el uso que puedan darle los turistas.

La UNESCO (2016) también resalta la importancia del agua en la industria ya que a medida que avanzan la tecnología también aumentan las tensiones ambientales, por lo que la industria busca implementar medidas que puedan reducir el consumo de agua por unidad producida; también se está esforzando por aprovechar y reciclar el agua, orientándose hacia una producción más limpia, con posibles beneficios en términos de empleos mejor pagados.

2.8.3. Entorno social

La calidad de vida de la población depende del acceso que se tiene a los bienes necesarios para la supervivencia, en general, el no contar con un servicio digno de abastecimiento de agua puede afectar factores como educación y cohesión social.

Según lo expuesto por Lentini (2010) a nivel general, el acceso a servicios de buena calidad es una condición importante que refleja estabilidad política y social, puesto que los problemas que lo afectan tienen el potencial de provocar reacciones políticas y sociales. En la situación actual contar con los servicios mínimos se ha convertido en un lujo que poco a poco ha ido adentrándose en los hogares guatemaltecos, aunque en algunas circunstancias, aun es reflejo del estatus económico en el que se encuentra una familia.

De cierta forma, todos los hogares pueden presumir de acceder a alguna fuente de abastecimiento de agua, que, en muchas ocasiones puede ser lejana, de diversa calidad y de carácter regular e intermitente, puesto que de otro modo no podrían sobrevivir.

2.8.4. Medio ambiente

Sin duda alguna, el medio ambiente se ve afectado en gran medida al implementarse un proyecto que permita el abasto de agua en una comunidad, ya que no solamente se toma el agua de su curso natural, sino que este recurso es utilizado de distintas formas y para diversas actividades y es devuelto nuevamente al ambiente como un recurso contaminado por distintas sustancias con las que se mezcla durante su uso doméstico, siendo en la mayoría de veces, desechado sin ningún tratamiento que pueda minimizar el grado de contaminación que conlleva.

Normalmente, en áreas rurales es difícil encontrar sistemas de desagüe o alcantarillado, por lo que las aguas residuales producidas en los hogares o industrias son desechadas sobre la superficie del terreno o bien a corrientes de agua cercanas, que a su vez fluyen hacia otros cuerpos acuíferos llevando con ellas todo tipo de desechos, pudiendo afectar el consumo en otras áreas cercanas.

Al tener un proyecto que está abasteciendo una comunidad y se reduce el flujo del mismo, pueden existir varias causas, pero se pueden considerar a dos de ellas como las más recurrentes de dicho inconveniente: el crecimiento en la cuenca por

encima de lo que pueden soportar los recursos hidráulicos existentes, y el compromiso excesivo de los recursos hidráulicos, debido a que no se toman en consideración todos los usos y usuarios durante la planificación del proyecto.

El implementar un proyecto de agua potable conlleva actividades como construcción, expansión o rehabilitación de distintas líneas de conducción, pozos y sus respectivas estructuras de recepción, tuberías, sistemas de tratamiento y distribución, entre otras, por lo que se ven afectados distintos elementos del ambiente, entre ellos, los suelos de bosques, los cuales son desprovistos de su cubierta natural, siendo propensos a erosión y lateralización, llegando a ser improductivos para cultivos; esto es en cierta forma un círculo vicioso, ya que al erosionarse los suelos, el caudal del recurso hídrico se ve afectado, ya sea en cantidad o calidad (Barrios, 2014).

Una forma de representar el grado de daño que sufre el ecosistema ante cualquier alteración es por medio de la Matriz de Leopold, que, dicho en palabras de Ponce (s.f.) esta matriz desarrollada en 1971 que provee un análisis amplio de las interacciones entre acciones propuestas (eje horizontal) y factores ambientales significativos (eje vertical), evaluando las casillas relevantes, colocando un número entre 1 y 10 en la esquina superior izquierda de cada casilla para indicar la magnitud relativa de los efectos (1 representa la menor magnitud, y 10 la mayor). Asimismo, se coloca un número entre 1 y 10 en la esquina inferior derecha para indicar la importancia relativa de los efectos, por lo que un valor alto o bajo indica el grado de impacto, buscando colocar los datos reales y no a percepción del evaluador.

2.9. Proyectos sustentables de abastecimiento de agua potable

Según lo planteado por García & Tagle (2016), las propuestas de economía ecológica deben ser dirigidas hacia la identificación de modelos productivos que sean compatibles con el ambiente y que puedan generar bienestar social.

También hacen mención del principio de sustentabilidad, en el cual son concebidas las bases de los sistemas productivos como un problema que condiciona la supervivencia humana, percibiendo la protección de los ecosistemas por medio de una gestión apropiada de recursos naturales, tomando como punto de partida la rehabilitación del deterioro causado por años de consumo descontrolado.

A medida que las ciudades han ido creciendo, la disponibilidad de bienes naturales ha ido en disminución, principalmente el agua, en gran medida se debe al uso desmesurado que se tiene ya que se toma como si el recurso fuera inagotable cuando claramente no lo es, por lo que las costumbres de la población se han visto alteradas y en algunos casos ni cuenta se ha dado que sus hábitos han ido variando en aspectos relacionados al hogar, al trabajo e incluso en la recreación.

Todo ser viviente requiere del agua para sobrevivir, aunque en diferentes cantidades, por lo que la distribución equitativa entre las especies animales y vegetales (incluidas las humanas, actuales y futuras) debe mantenerse como una relación que permita mantener en equilibrio dada la disponibilidad de los recursos y las variaciones naturales que pueden presentar (García, Carreón, Hernández, Montero, Bustos, 2013).

2.9.1. Cosecha de agua

Dado que las fuentes de abastecimiento tienen menos capacidad de satisfacer necesidades dado el nivel de consumo que se tiene, se buscan alternativas que puedan ayudar a disminuir la brecha entre personas que no tienen como costear el servicio de abastecimiento de agua con aquellas que sí disponen de este servicio, siendo una opción la cosecha de agua, ya que no solo es el aprovechamiento de recursos disponibles sino también el manejo que se le puede dar al mismo.

La cosecha de agua es una técnica que se lleva a cabo por numerosas familias, pero en ocasiones no se tiene la noción que se está realizando este procedimiento ya que puede tomarse como algo cotidiano, tomando en cuenta que puede ser utilizada para usos distintos al consumo humano ya que, al hacer referencia a la cosecha de agua, la idea central gira es la del aprovechamiento de agua de lluvia.

Para poder recolectar la lluvia existen algunas técnicas, dependiendo el uso que se le quiera dar al recurso o bien la capacidad de almacenamiento con que se cuenta, ya que no todos pueden tener el espacio de recolección adecuado ni el espacio adecuado donde almacenarla.

A grandes rasgos, un sistema de captación de agua de lluvia consiste en un dispositivo que permite la recolección, conducción y almacenamiento de agua de precipitación. Se obtienen beneficios como el ahorro de energía, prevención de inundaciones, disminución de la erosión, manejo responsable del agua, la protección del ambiente y a la sustentabilidad, esto sin llegar a realizar ningún cambio de hábitos por parte de la población (García & Tagle, 2016).

Una forma sencilla de recolección solo necesita un depósito donde poder almacenarla, como botes, tinajas o pilas o bien pueden ser estructuras elaboradas, que necesite una erogación monetaria para su instalación, pero que conlleva a un mayor volumen de almacenamiento e incluso mejoramiento de la calidad, siendo apta para consumo humano.

Otra forma de poder cosechar agua es por medio de balsas, las cuales consisten en sistemas artificiales de almacenamiento que constan de una excavación en el terreno, frecuentemente acompañada de un levantamiento de muros perimetrales o interceptando escorrentías mediante presa. Puede tener diversos usos como el riego agrícola y el aprovechamiento por parte de ganaderos, en instalaciones agrarias o riego no agrícola. Los tamaños varían, así como los materiales con que son elaboradas. (Camacho, Sánchez, Aguilar, Gómez, & Rodríguez, 2011)

3. METODOLOGÍA

El presente capítulo contiene la metodología de investigación que expone en detalle el procedimiento utilizado para el desarrollo de la investigación y con ello buscar resolver el problema relacionado con el abastecimiento de agua potable en Aldea Lo de Coy, en el municipio de Mixco, departamento de Guatemala.

Como parte de este capítulo, se incluye la definición del problema; objetivos, tanto general como específicos, el uso y aplicación del método científico; y las técnicas de investigación documental y de campo que fueron utilizadas.

3.1. Definición del problema

Los recursos renovables son cada vez más escasos, sobre todo los recursos hídricos, por lo que, se hace difícil que las necesidades sean cada vez más difíciles de satisfacer. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística, (INE), de los habitantes en Aldea Lo De Coy un 23% no cuenta con servicio de agua entubada, debiendo buscar el abasto a través de camiones, o bien, compartiendo el servicio con otros habitantes del lugar.

Existen horarios en los que los vecinos se deben levantar de madrugada a abrir sus chorros y llenar sus depósitos y demás recipientes o bien, se tienen horarios durante el día, horarios en los que muchas veces las personas están fuera de casa, ya sea por trabajo o por estudio, teniendo que buscar alternativas para no quedarse sin agua.

Al identificar los inconvenientes que padece la población y determinar el problema de la investigación se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los aspectos a considerar para un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable en Aldea Lo De Coy, municipio de Mixco, departamento de Guatemala como solución ambiental de bajo costo?

3.2. Delimitación del problema:

La delimitación de un problema viene dada de la especificación del mismo, el cual es utilizado como base que permite definir la unidad de análisis, el período a investigar y el ámbito geográfico que comprende la investigación.

3.2.1. Unidad de análisis

Una red de abastecimiento de agua en Aldea Lo de Coy

3.2.2. Período a investigar

Se tomó como base los años 2019 y 2020

3.2.3. Ámbito geográfico

Municipio de Mixco, Departamento de Guatemala

3.3. Objetivos

Los objetivos constituyen la principal intención de la presente investigación, en la que se plantean objetivos generales y específicos.

3.3.1. Objetivo general

Presentar una propuesta de un proyecto para la construcción de una red de abastecimiento de agua potable en Aldea Lo De Coy, municipio de Mixco, departamento de Guatemala, como solución ambiental de bajo costo.

3.3.2. Objetivos específicos

- Detallar las características de la aldea para la implementación de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable realizando una investigación documental y una encuesta realizada a los habitantes del lugar.
- Identificar la red de abastecimiento de agua potable y sus elementos básicos, que sean adecuados para cubrir las necesidades identificadas en Aldea Lo de Coy.
- Establecer el costo de la construcción de una red de abastecimiento de agua potable, detallando los materiales requeridos para su realización.
- Determinar el impacto ambiental que tendría la implementación del proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable en Aldea Lo de Coy por medio de una lista de verificación de impactos ambientales.

3.4. Justificación

Permite explicar las razones o motivos que demuestran la necesidad e importancia de la investigación relacionada con el abastecimiento de agua en Aldea Lo de Coy, municipio de Mixco, departamento de Guatemala.

La Aldea Lo De Coy es una aldea en la que existen carencias y necesidades por satisfacer entre su población, tal es el caso de la escasez de agua potable en aproximadamente un 23% de sus habitantes según datos del INE.

De acuerdo a lo observado en distintos puntos de la Aldea Lo de Coy y de acuerdo con las opiniones de los vecinos, el suministro de agua está establecido por horarios y por sectores. En promedio, se tiene que durante dos horas cada dos días, se puede recolectar agua, para lo cual se hace indispensable poseer un

depósito o recipientes apropiados donde almacenarla por determinado periodo de tiempo (toneles, botes, cubetas), además que se tiene la posibilidad que la bomba del pozo sufra algún desperfecto o este en mantenimiento y el servicio sea irregular, lo cual se notifica por medio de redes sociales o bien se hace la consulta por el mismo medio en caso se tenga algún inconveniente con el servicio.

3.5. Método

El método científico es el fundamento de la presente investigación al ser desde un enfoque cuantitativo, ya que este, además de permitir obtener y analizar datos numéricos y estadísticos, busca ser objetivo y permite establecer un orden estricto que no da lugar a saltarse ningún paso sin haber completado el anterior, trazando líneas de conducción reguladas formando una perspectiva que permita delimitar las ideas vitales. Por ello, este método permite contar con fases que dan lugar la una a la otra, formando una secuencia fácil de seguir, como lo son las fases indagadora, demostrativa y expositiva.

Como parte de la fase indagadora se planeó obtener la información con fuentes primarias, investigando con los habitantes de la aldea para conocer de primera mano las necesidades y carencias que los afectan. También se contempló la recolección de información bibliográfica de proyectos similares. Sin embargo, existieron limitantes que dificultaron en gran medida la recolección de datos debido a restricciones existentes para la prevención de contagios por COVID-19.

Respecto a la fase demostrativa, el medio de obtener información, se establecieron instrumentos tanto para investigación de campo como documental. Posteriormente, se analizó toda la información recolectada, para ser ordenada, sintetizada e interpretada,

En cuanto a la fase expositiva, se llevó a cabo a través de la presentación de un trabajo escrito en el que se plasma el desarrollo de una propuesta de un proyecto que permita brindar solución a las carencias encontradas.

Para llevar a cabo cada una de las fases, el diseño de la investigación fue experimental, ya que era necesario tratar una variable independiente permitiendo establecer las causas y efectos que están ligadas al trabajo realizado, por lo tanto, tiene un alcance correlacional al buscar la relación entre una variable independiente y por lo menos una dependiente, en este caso, establecer las posibles fuentes de abastecimiento de agua que permitieran poder realizar una propuesta de un proyecto de construcción de abastecimiento de agua, y que este recurso sea apto para el consumo humano.

3.6. Técnicas de investigación aplicadas

Las técnicas son reglas y operaciones sistemáticos para el manejo de los instrumentos en la aplicación del método de investigación científico. Las técnicas de investigación documental y de campo aplicadas en la presente investigación, se refieren a lo siguiente:

3.6.1. Técnicas de investigación documental

La recopilación de la información documental se realizó por medio de:

- Lectura analítica de libros, tesis y documentos que permitieran ampliar la visión referente a la propuesta del proyecto.
- Resúmenes de la información relevante de los documentos consultados
- Fichas bibliográficas, de citas y de resumen.

3.6.2. Técnicas de investigación de campo

La investigación de campo se realizó por medio de:

- La observación científica, ya que se centra en poner énfasis en el lugar afectado, para ello es necesario tener claro qué y para que observar, en el caso de Aldea Lo de Coy, se observó el tipo de terreno que compone el territorio, los límites y la actividad comercial llevada a cabo por los habitantes.

- La narrativa, utilizada para conocer los problemas que afectan a los pobladores, como lo es la insuficiencia del servicio de agua que prestan los entes encargados, como afecta a la población y que medidas toman al respecto para poder hacer un uso eficiente del recurso.
- La entrevista, que, sin tener un cuestionario estructurado, permite obtener información valiosa de los habitantes afectados directamente o bien conocer detalles de la aldea, como lo es el origen de su nombre y los problemas más recurrentes de los pobladores, fue realizada a algunas de las personas de mayor edad en la aldea. (Anexo 1)
- La encuesta, llevada a cabo para conocer más a detalle aspectos relevantes de la situación que viven los habitantes respecto al abastecimiento de agua potable, teniendo en cuenta medidas de precaución y prevención dada la situación que se vive por la pandemia de COVID-19. (Anexo 2)
 - Cálculo de la muestra para realizar la encuesta: para este cálculo se tomó en cuenta el total de la población de la aldea y un nivel de confianza de 95%.

Fórmula para cálculo de muestra poblacional finita

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

Dónde:

Entonces:

N= Población total	N= 10,620
Z= Nivel de confianza (95%)	Z= 1.96
p= proporción de éxito esperada	p= 0.5
q= Proporción de fracaso esperada	q= 0.5
e= Error muestral (5%)	e= 0.05

Aplicación de la fórmula

$$n = \frac{(1.96)^2 * 0.5 * 0.5 * 10,620}{(0.05)^2 * (10,620 - 1) + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5} = \frac{10,199.45}{27.51} = 371 \text{ personas a encuestar.}$$

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente capítulo expone los resultados de la investigación realizada para poder presentar una propuesta que pueda dar paso a la construcción de una red de abastecimiento de agua potable en Aldea Lo de Coy, municipio de Mixco, Departamento de Guatemala, como solución ambiental de bajo costo.

4.1. Características de la aldea para la implementación de un proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable

El abastecimiento de agua es un problema que se mantiene en constante crecimiento dado que este va de la mano con el crecimiento poblacional, ya que, a mayor cantidad de habitantes de un lugar, mayor demanda de servicios van a tener. Contar con suficiente recurso hídrico se vuelve una necesidad básica que deber ser satisfecha en las mejores condiciones posibles, sin embargo, en muchas ocasiones no es suficiente los recursos existentes.

En algún momento se estimó que el caudal obtenido de los distintos pozos a nivel municipal iba a ser suficiente para la cantidad de personas que existía en ese momento, pero la población se mantiene en crecimiento constante, lo que hace que la demanda del agua sea cada vez mayor en relación a la demanda que se tenía hace algunos años.

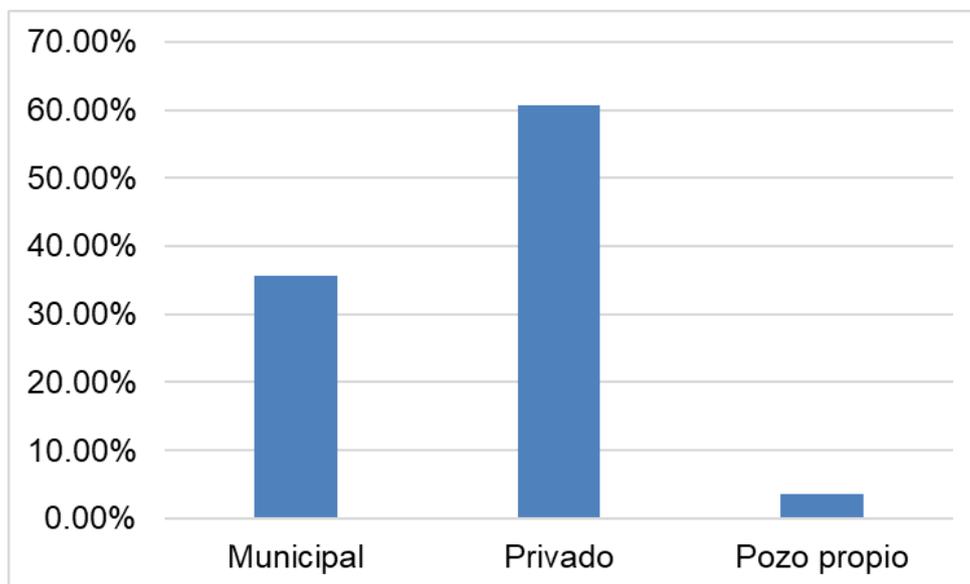
De acuerdo a los registros de la Municipalidad de Mixco, los pozos que actualmente están abasteciendo a toda la población mixqueña son en total nueve, distribuidos en todo el territorio municipal, con aproximadamente 6,458 m³ de agua al día, siendo un caudal insuficiente por lo que el servicio prestado es irregular durante el día y la semana, afectando a cada una de las colonias, caseríos, aldeas, entre otros. De los once pozos en todo el municipio, solo uno suministra a Aldea Lo de Coy, ubicado en el sector Vista al Valle, zona 1, con una profundidad de 900 pies y capacidad de 860 galones por minuto.

4.1.1. Manejo del recurso hídrico

De acuerdo al Plan de Desarrollo Municipal con Enfoque Territorial 2032 (2019), Mixco se encuentra ubicado en un territorio cubierto por gran parte de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, representando casi 21% del territorio, que se traduce en más de 21 kilómetros cuadrados, siendo en zona 1 la mayor concentración de territorio boscoso, principalmente las aldeas Manzanillo y Lo de Coy.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la encuesta realizada se muestra la siguiente grafica que contiene datos del servicio de abastecimiento con el que cuentan actualmente los habitantes de la aldea.

Gráfica 1
Tipo de servicio de abastecimiento de agua potable
Aldea Lo de Coy
Cifras en porcentaje
Año 2020



Fuente: elaboración propia con base en investigación realizada

Dado que las principales fuentes de abastecimiento son utilizadas no solo a nivel municipal (37%) sino también a nivel privado (60%) el recurso hídrico se ha visto degradado por la explotación llevada a cabo. Sin embargo, aún existen distintos afluentes en el territorio no son utilizados para consumo humano derivado de los costos que conlleva la potabilización del recurso.

Un territorio boscoso permite la captación de agua, por lo que los suelos suelen permanecer con un nivel de humedad que favorece el crecimiento de flora y fauna. Los distintos accidentes geográficos como barrancos o quebradas propician que puedan existir corrientes y flujos de agua, que, aunque algunas son menores de quince centímetros de ancho ayudan en el abastecimiento de distintos hogares.

A pesar de que existe recurso hídrico a lo largo del territorio, no se ha gestionado de la mejor forma, ya que con la tala exorbitante que se ha registrado durante los últimos años, la explotación desmedida del agua, la contaminación que se tiene no solo para el recurso hídrico sino también en los suelos del lugar, e incluso el cambio climático, los recursos se vuelven cada vez más escasos, valiosos y difíciles de manejar al procurar cubrir una demanda que crece cada día más, no solo para los habitantes de la aldea, sino también para el resto del municipio.

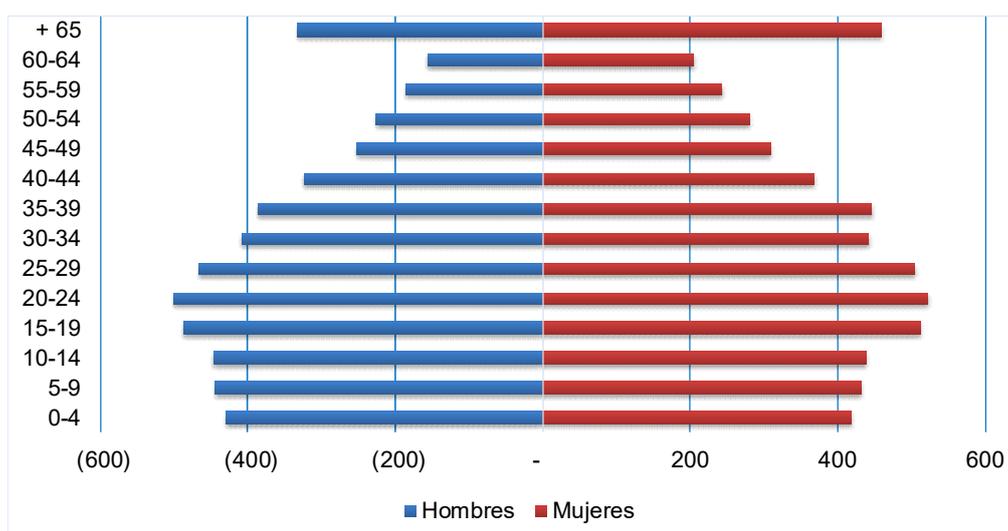
De acuerdo a datos presentados por la Municipalidad de Mixco, los daños que han sido causados por el uso insensato del recurso hídrico se ve reflejado principalmente en la pérdida de los niveles del manto freático, que se manifiesta a partir de los niveles de perforación que superan los 1,400 pies para la perforación de pozos mecánicos, revelando un descenso promedio del manto freático entre 3 y 4.8 pies por año. Los datos de los pozos existentes de carácter privado no son conocidos, por lo que no se cuenta con un control de la explotación del manto freático que se lleva a cabo por ese servicio.

4.1.2. Población

El aumento poblacional ha provocado que el servicio prestado deba ser sectorizado y priorizado, siendo necesario que se establezcan horarios para la distribución de agua por parte de la municipalidad, causando descontento e inconformidad de parte de cada uno de los vecinos, ya que, no solo deben pagar por el servicio contratado, el cual no se desempeña como debería, sino que también deben buscar alternativas para no sufrir un gran impacto por la ausencia de agua, debiendo gastar más recursos en depósitos y cisternas (y el mantenimiento de los mismos), que permitan almacenar agua y contar con ella en forma continua.

De acuerdo a datos publicados del último Censo de Población y Vivienda por parte del INE en 2018, la población joven es la que mayor presencia tiene en Aldea Lo de Coy, según se muestra en la siguiente gráfica:

Gráfica 2
Pirámide Poblacional
Aldea Lo de Coy
Año 2018



Fuente: elaboración propia con base en datos del INE (Censo de Población y Vivienda 2018) y Municipalidad de Mixco (2019)

En general, la población femenina es predominante con 53% de la población total. La población es en mayoría jóvenes entre 15 y 29 años, representando cerca del 29% del total de la población. Sin embargo, aún se puede encontrar un porcentaje considerablemente alto de personas de 65 años y más, especialmente mujeres.

Tabla 2

Distribución urbano- rural de Aldea Lo de Coy

Sexo	Área urbana	Área rural	Total
Hombre	37.4%	10.1%	47.5%
Mujer	39.9%	12.6%	52.5%
Total	77.3%	22.7%	100.0%

Fuente: elaboración propia con base en datos del INE (Censo de Población y Vivienda 2018) y Municipalidad de Mixco (2019)

A pesar de contar con categoría de aldea, la población está establecida en un 77.3% como zona urbana contrastando con un 22.7% de población rural.

Según registros de la Municipalidad de Mixco (2019), Aldea Lo de Coy representa un 2.28% de la población total del municipio, siendo uno de los 10 centros más poblados. El crecimiento poblacional se ha tomado como un elemento negativo en el desarrollo del municipio, ya que no se cuenta con una planificación urbana que permita gestionar cada uno de los recursos, principalmente el suelo, generando escases de espacios de distracción y servicios públicos, deficiencias en la movilidad vehicular y por consiguiente congestionamiento, considerando que es una vía principal la que atraviesa al territorio, como lo es la Carretera Interamericana, el caos se vuelve mucho más difícil de controlar.

De los principales aspectos positivos tomados en cuenta para este análisis se tienen la concentración e importancia de la infraestructura de educación, salud y comercio; así también los aspectos negativos que influyen en este análisis se tiene la concentración de todo tipo de transporte, principalmente por ser una vía importante de conectividad con y desde el centro municipal y la ciudad de

Guatemala. En temas de salud, se presentan las enfermedades recurrentes de la población, las cuales se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 3
Prevalencia de enfermedades principales en Aldea Lo de Coy para el año 2019

Diagnóstico	Total	Tasa de prevalencia
Rinofaringitis aguda	419	39
Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	279	26
Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	247	23
Traumatismo de regiones no especificadas del cuerpo	223	21
Otros trastornos del sistema urinario	140	13
Gastritis y duodenitis	127	12
Caries dental	105	10
Hipertensión esencial (primaria)	87	8
Asma	72	7
Falso trabajo de parto	54	5
Amigdalitis aguda	47	4
Diabetes mellitus, no especificada	47	4
Dolor abdominal y pélvico	46	4
Conjuntivitis	44	4
Efectos adversos, no clasificados en otra parte	44	4
Dorsalgia ¹	44	4
Escabiosis ²	41	4
Infección de las vías genitourinarias en el embarazo	36	3
Otros trastornos articulares, no clasificados en otra parte	33	3
Mordedura o ataque de perro	30	3

Fuente: elaboración propia con base en datos del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (Primeras causas de morbilidad 2019) y Municipalidad de Mixco (2019)

Nota: ¹Dolores asociados a los músculos que rodean la espina dorsal. ²Picazon en la piel provocada por ácaros.

Según los datos presentados, las enfermedades respiratorias y gastrointestinales ocupan los primeros tres lugares de prevalencia en la población, es decir, la incidencia y duración de una enfermedad, tomando como base el número de casos registrados durante el último año por cada mil habitantes.

Actualmente, Aldea Lo de Coy figura dentro de los ocho corredores de desarrollo que el gobierno municipal tiene contemplado, producto de variables como la conectividad y población existentes en el lugar. Sin embargo, un tema importante en la salud de la población es la desnutrición en niños menores a cinco años, por lo que es vital poder contar con los recursos necesarios para procurar la disminución de casos registrados. Se muestran casos de desnutrición crónica y aguda (moderada y severa).

Gráfica 3
Casos de desnutrición
Aldea Lo de Coy
Periodo 2015-2019



Fuente: elaboración propia con base en datos del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (Morbilidad por desnutrición 2019) y Municipalidad de Mixco (2019)

En un periodo de cinco años tomados en cuenta para este factor, se observa una disminución de casos durante 2017 y 2018, sin embargo, durante el 2019 se observa un leve incremento de registros, por lo que es preciso poder tomar medidas a tiempo y con ello evitar que los casos puedan seguir en aumento. 2016 es el año con más casos de desnutrición crónica.

Un tema importante que ha cobrado relevancia en los últimos meses es la situación mundial que se está viviendo a causa de la pandemia provocada por el COVID-19, ya que en poco tiempo llego para dar un giro de 180° a la realidad como era conocida, dejando expuestas diversas carencias que se viven día a día, tomando un énfasis especial el contar con agua potable. El municipio de Mixco ha sido uno de los más afectados a nivel nacional, estando posicionado en los primeros cinco lugares en contagios; este hecho hace que las enfermedades relacionadas con el uso del agua siga en aumento, y con ello la preocupación de poder contar con comunidades lo suficientemente abastecidas para que puedan hacer el mejor uso posible del recurso.

Durante los últimos años se ha observado un crecimiento en la población, ya sea por nuevas familias que se forman a partir de los habitantes de la aldea como por la migración a la que se enfrentan muchas personas, aldea Lo de Coy, al ser un punto cercano a los centros poblados se ha vuelto un punto donde se puede establecer una persona que busca estar más cerca de algunos servicios y lugares de trabajo.

En la última década, en el sector se ha observado la construcción no solo de casas familiares y unifamiliares por parte de los vecinos y las familias que se han formado en ese tiempo, sino también la construcción de un complejo de apartamentos ubicado en el límite entre aldea Lo de Coy y Ciudad Satélite, lo que ha representado no solo la deforestación en el lugar sino el racionamiento del agua para los vecinos de los sectores aledaños.

Cada uno de los hogares que conforman la aldea cuenta con abastecimiento de agua potable, pero dado que cada hogar cuenta con distinto número de habitantes el consumo es variable entre cada uno, por lo que en la encuesta realizada se buscó obtener información que permita analizar como es el consumo promedio de cada hogar; la tabla 4 muestra la relación que existe entre el número de personas de un hogar y el consumo en metros cúbicos que tienen en promedio en el mes.

Tabla 4
Consumo promedio mensual de agua por metro cubico por hogar en Aldea Lo de Coy

Habitantes por hogar	Consumo promedio por hogar			Total
	Menos de 5 m ³	5-10 m ³	11-15 m ³	
1-2	14.3%	10.7%	0.0%	25.0%
3-6	10.7%	28.6%	0.0%	39.3%
7-10	0.0%	21.4%	14.3%	35.7%
Total	25.0%	60.7%	14.3%	100.0%

Fuente: elaboración propia con base en investigación realizada

En promedio, un 39.3% de los hogares de Aldea Lo de Coy está compuesto por familias que poseen entre 3 y 6 miembros y el 28.6% tienen un consumo mensual que va desde los 5 hasta los 10 metros cúbicos (m³).

A pesar de que existen hogares que poseen entre 7 y 10 miembros solo un 14.3% de ellos excede los 10 m³, por lo que presentan un consumo relativamente moderado dada la cantidad de miembros que poseen.

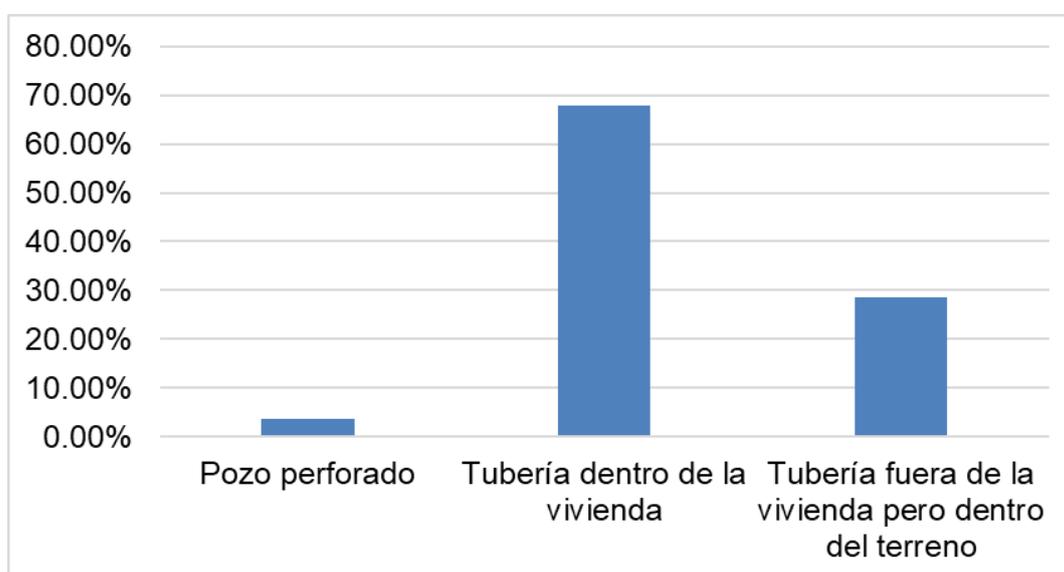
4.1.3. Abastecimiento de agua

A pesar de que la cobertura de agua ha incrementado en los últimos años, no ha sido suficiente para suplir todas las necesidades de la población, pese a contar con recurso hídrico suficiente en el municipio.

En los datos obtenidos a partir de la encuesta se determinó como es la forma en que las personas logran abastecerse de agua, ya que existen distintas maneras de

hacerlo, dependiendo de los recursos con que cuente cada hogar, pero las opciones encontradas se muestran en la gráfica 4:

Gráfica 4
Fuente de agua para consumo
Aldea Lo de Coy
Cifras en porcentaje
Año 2020



Fuente: elaboración propia con base en investigación realizada

Según los datos que se muestran, cerca del 68% de la población cuenta con abastecimiento de agua por medio de tuberías que se encuentran conectadas dentro de la vivienda, aproximadamente un 29% cuenta con abastecimiento a través de tuberías que se encuentran dentro del terreno de la vivienda, pero no llegan a estar dentro del domicilio. En tanto que un 3% cuenta con pozo propio dentro de los límites de su terreno.

El contar con abastecimiento de agua no necesariamente asegura contar con el todo el tiempo o en el instante en que se requiera propiamente, ya que pueden existir momentos del día o de la semana incluso en los que las personas no

pueden prender el chorro y contar con este líquido vital. De acuerdo con los datos obtenidos en la encuesta, la cantidad de días a la semana en los que efectivamente cuentan con abastecimiento y su relación con el tipo de servicio que abastece cada hogar se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5

Relación días con suministro de agua potable respecto al tipo de servicio en los hogares de Aldea Lo de Coy

Tipo de servicio	1-2 días	3-4 días	5-6 días	Todos los días	Total general
Municipal	7.1%	21.4%	7.1%	0.0%	35.7%
Privado	0.0%	14.3%	7.1%	39.3%	60.7%
Propio	0.0%	0.0%	0.0%	3.6%	3.6%
Total general	7.1%	35.7%	14.2%	42.9%	100.0%

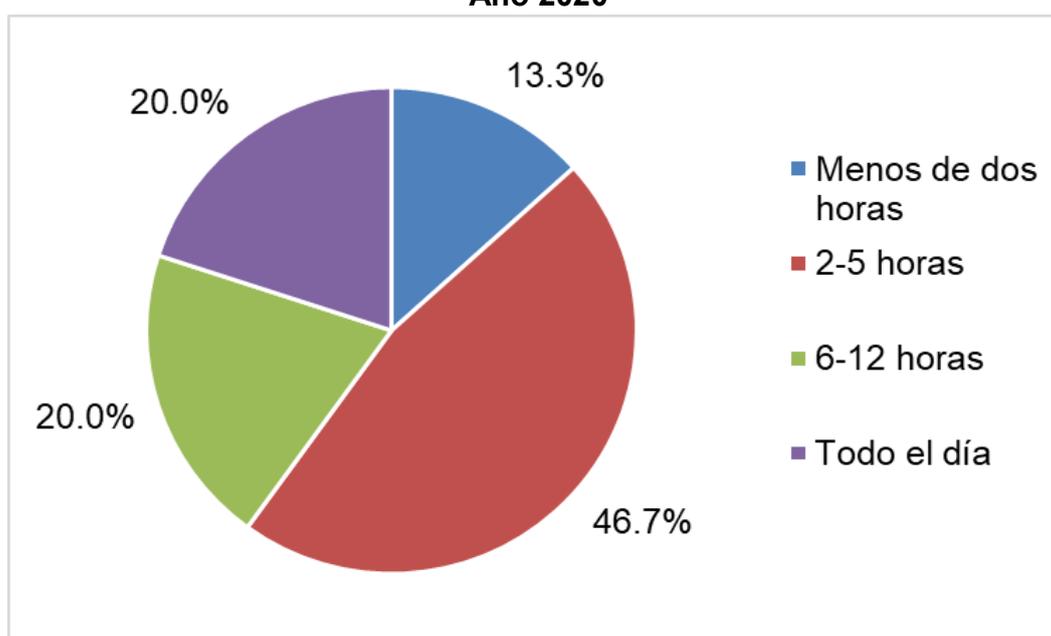
Fuente: elaboración propia con base en investigación realizada

El 42.86% de la población cuenta con servicio de abastecimiento de agua todos los días, representando un 39.3% del suministro total que brinda la empresa privada que opera en el lugar; en contraste, un 7.1% de la población solamente cuenta con el servicio uno o dos días a la semana siendo el ente municipal el encargado de brindar este servicio. La empresa privada cuenta con cobertura del 60.7% de los hogares, por lo que se tiene una mejor calidad en el servicio prestado.

El contar con un pozo dentro del terreno garantiza que todos los días y prácticamente a toda hora se pueda contar con líquido vital, por lo que los vecinos que cuentan con ello no deben preocuparse por tener que controlar los horarios de abastecimiento, lo cual es una ventaja, pero se tiene la desventaja de tener que contar con los procedimientos necesarios para que el agua sea potable y segura para el consumo humano, y no sea un hecho contraproducente que pudiera causar enfermedades, ya que en algunos casos los elementos que se encuentran en el suelo pueden ser dañinos si no se tratan de manera correcta.

El contar con abastecimiento de agua en determinados días no garantiza que durante esos días en específico los hogares dispongan de ello durante todo el día, por lo que, en la encuesta realizada, parte de la información a obtener se contemplaba determinar la cantidad de horas con las que efectivamente un hogar cuenta con el servicio, por lo que los resultados obtenidos se resumen en la gráfica 5:

Gráfica 5
Cantidad promedio de horas que los hogares cuentan con agua potable
Aldea Lo de Coy
Cifras en porcentaje
Año 2020



Fuente: elaboración propia con base en investigación realizada

A pesar de contar con un servicio de abastecimiento de agua, en muchos hogares no se cuenta con ello todo el día, ya que el 46.7% debe estar al pendiente del horario que se tiene establecido para poder decir que cuentan con el servicio, es probable que para poder cubrir sus necesidades deban llenar recipientes que les

permita almacenar suficiente agua para el resto del día, o días si es que no les llega el agua todos los días.

Según los resultados de la encuesta, se presenta también la relación que se da hoy por hoy en cuanto a los días en que se cuenta con abastecimiento de agua y las horas efectivas en el día. Esta relación se presenta en la tabla 6:

Tabla 6
Relación horas por día respecto a los días que cuentan con suministro de agua potable en Aldea Lo de Coy

Días de suministro	Menos de dos horas	De 2 a 5 horas	De 6 a 12 horas	Todo el día	Total general
De 1 a 2 días	0.0%	3.6%	3.6%	0.0%	7.2%
De 3 a 4 días	7.1%	28.6%	0.0%	0.0%	35.7%
De 5 a 6 días	0.0%	10.7%	3.6%	0.0%	14.3%
Todos los días	7.1%	3.6%	14.3%	17.8%	42.8%
Total general	14.2%	46.5%	21.5%	17.8%	100.0%

Fuente: elaboración propia con base en investigación realizada

En este sentido, el 35.7% de hogares que cuentan con suministro de agua entre tres y cuatro días a la semana, durante el día efectivamente cuentan con suministro de dos a cinco horas.

Existe un 7.1% de hogares en que a pesar de que cuentan con el servicio todos los días, al día únicamente pueden disponer de ello menos de dos horas diarias, siendo considerados dichosos si se comparan con un porcentaje de 7.1% que también reciben esas mismas dos horas o menos pero únicamente por tres o cuatro días semanales. Solamente el 17.8% de hogares cuenta con un servicio disponible todo el día, toda la semana.

La discrepancia del servicio de suministro de agua se ve reflejado no solo en que algunos hogares cuentan con horarios limitados durante el día y la semana, sino

que está marcado por sectores que se ven más perjudicados que otros, según los resultados de la encuesta, resumidos en la tabla 7.

Tabla 7

Relación días que cuentan con suministro de agua potable según el sector en Aldea Lo de Coy

Sector	Días que cuenta con suministro de agua				Total general
	De 1 a 2 días	De 3 a 4 días	De 5 a 6 días	Todos los días	
Cerro	0.0%	0.0%	0.0%	3.6%	3.6%
Entrada a satélite	0.0%	7.1%	0.0%	0.0%	7.1%
La Granja	3.6%	0.0%	3.6%	3.6%	10.7%
Las Hojarascas	3.6%	7.1%	3.6%	0.0%	14.3%
Miralvalle	0.0%	0.0%	0.0%	7.1%	7.1%
Nido del Gavilán	0.0%	7.1%	0.0%	7.1%	14.3%
Nueva Vida	0.0%	0.0%	0.0%	14.3%	14.3%
San Andresito	0.0%	14.3%	7.1%	7.1%	28.6%
Total general	7.2%	35.7%	14.3%	42.9%	100.0%

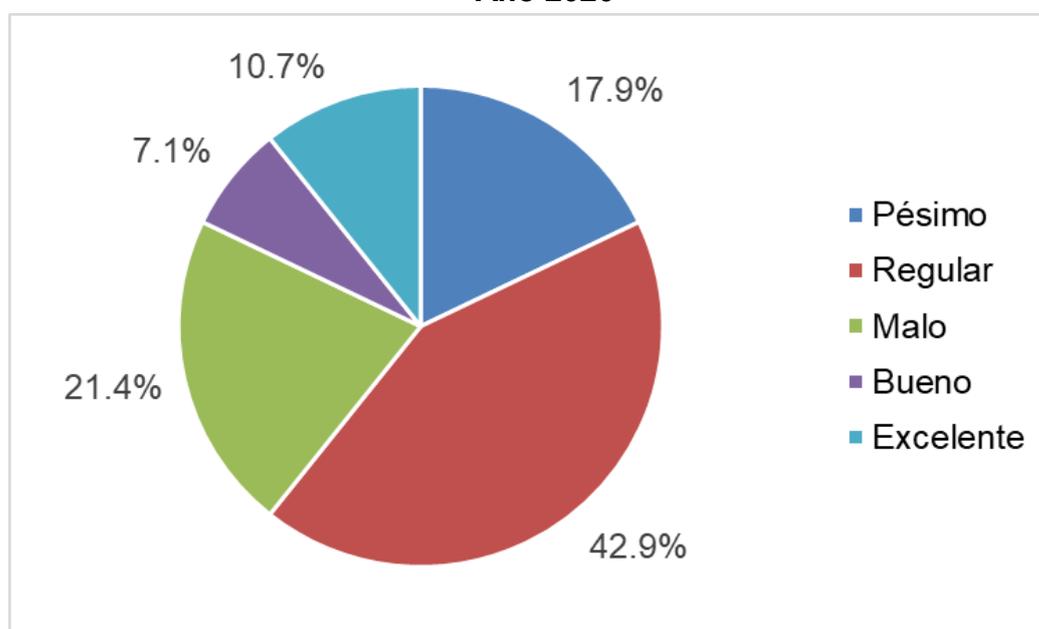
Fuente: elaboración propia con base en investigación realizada

De acuerdo con los resultados obtenidos, los sectores más afectados son La Granja y Las Hojarascas, ya que algunos de sus habitantes solamente cuentan con el servicio de abastecimiento de agua entre uno y dos días, representando, del total, el 3.6% cada sector, en tanto que el resto de sectores es más beneficiado ya que cuentan con más días para poder abastecerse.

El contar con un servicio que abastezca de agua a los hogares, aunque sea periódicamente pudiera ser suficiente para algunos dependiendo del uso y el consumo que se tenga, pero, en muchas ocasiones no solamente no se cuenta con el servicio, sino que este tampoco logra satisfacer mínimamente los requerimientos de las personas, ya sea por el poco tiempo que está disponible como bien puede ser por la calidad del recurso. Basado en el tiempo que los

hogares cuentan con el servicio, (tanto en días como en horas), se establece también la calidad del servicio, por lo que se tiene la siguiente gráfica:

Gráfica 6
Calidad del servicio de agua potable que reciben los hogares
Aldea Lo de Coy
Cifras en porcentaje
Año 2020



Fuente: elaboración propia con base en investigación realizada

Al analizar el servicio prestado por las instituciones encargadas, el 42.9% de la población manifiesta que el servicio que obtienen es regular, un 7.1% lo considera pésimo y solamente el 10.7% lo considera como un servicio excelente.

Derivado de la situación económica que se ha tenido en los últimos años, los vecinos buscan la forma de poder generar ingresos, por lo que también han optado por la puesta en marcha de comercios de distintos tipos, que van desde tiendas y negocios de comida hasta puestos de lavado de vehículos, lo cual genera que algunos vecinos consuman más agua que lo que consumían años atrás, provocando no solo escasez, sino también un mal manejo de aguas

residuales, ya que las mismas son desechadas a la calle sin contar con un sistema de alcantarillado que evite que se formen charcos y correntadas en el camino.

4.2. Elementos básicos para la construcción de una red de abastecimiento de agua potable

Para identificar cuáles son los elementos básicos que deben considerarse al momento de iniciar una construcción es preciso también conocer que es lo que se pretende construir, para no dejar ningún componente fuera del planteamiento que pueda causar que los costos se incrementen de sobremanera o bien que la obra no quede según lo planificado.

No es ventajoso dejar tomar a la ligera un proyecto que pueda beneficiar o perjudicar a un gran número de personas, sino al contrario, es de poner mayor atención a lo que se realiza dado que de ello pueden depender otros factores como lo son la salud, educación y la economía de los afectados, tanto directa como indirectamente.

Es preciso considerar, al momento de plantear un proyecto, la demanda que existirá en un largo plazo, tomando en cuenta las instalaciones actuales que posee el sistema municipal y futuras instalaciones que puedan llevarse a cabo para que ello no se vea afectado por la falta de planificación, aunque no siempre pueda ser llevado a cabo de la forma correcta, es preciso invertir en mejoras previas a cualquier inconveniente.

4.2.1. Propuesta para un sistema de abastecimiento de agua potable

Según los resultados obtenidos en la investigación realizada se establece que la población cuenta con infraestructura que permite el abastecimiento de agua potable, sin embargo, la población que posee un servicio prestado por la municipalidad no cuenta con el recurso hídrico necesario que pueda satisfacer las

necesidades de los habitantes, por lo que se deben buscar alternativas que permitan paliar la situación.

Al existir una cobertura del servicio de abastecimiento de agua en casi todos los hogares, no se necesita de una nueva red de distribución, pero si debe ser mejorada dado que es ineficiente, por lo que se plantea que la red de abastecimiento sea un proyecto de ampliación del servicio que presta actualmente la municipalidad, que pueda ser un complemento al sistema existente, es decir, no llegar a nuevos lugares, sino que la distribución que se tiene en estos momentos sea llevada a cabo durante más horas del día, dado que no todas las personas tienen cobertura del servicio municipal durante todo el día, todos los días de la semana.

Según los sistemas investigados, una red de abastecimiento de agua a partir de un sistema de bombeo es el más recomendable para construir en Aldea Lo de Coy, principalmente porque no se cuenta con ríos, lagos o ninguna otra fuente de abasto superficial que pueda cumplir con lo requerido para cubrir las necesidades de los habitantes.

Lo que se busca con la implementación de esta idea es ampliar el tiempo de suministro que tienen actualmente los distintos sectores de Aldea Lo de Coy, principalmente los habitantes del área de La Granja y Las Hojarascas, ya que según los datos obtenidos son las menos favorecidas con el servicio.

Figura 7 Mapa de zona 1 de Mixco



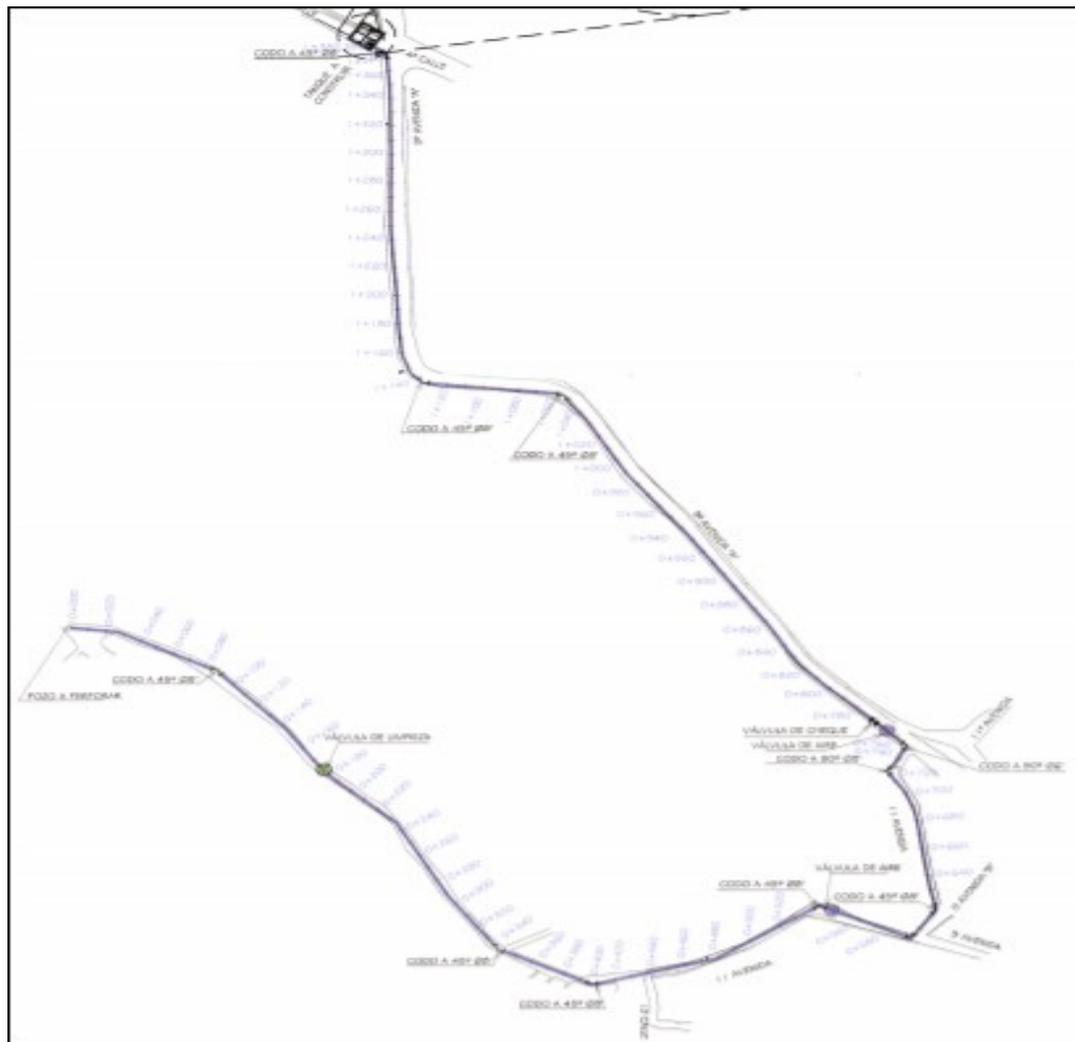
Fuente: Google Maps

Lo que se propone es la perforación de un pozo con una profundidad cercana a 1,600 pies y un diámetro de 17 ½", con lo cual se pretende se pueda obtener un caudal aproximado de 200 galones por minuto (alrededor de 0.75 metros cúbicos por minuto), el cual será recolectado por un sistema de bombeo en un horario de 10 horas diarias, lo que permitirá, por un lado, contar con un servicio de agua en los hogares durante más horas , y por otro lado, se busca un uso sensato del recurso hídrico, sin abusar del entorno natural, y de esta forma incluir un atisbo de sentido sustentable a la obra.

Tomando en cuenta que cerca del 61% de la población encuestada indicaba que tiene un consumo promedio de 5 a 10 m³ al mes, se considera que se puede abarcar alrededor de 1,360 hogares en el municipio con ese volumen del caudal, por lo que se puede dar un mejor uso al recurso hídrico.

Se estima una longitud de aproximadamente 1,380 metros lineales de conducción, que corresponderán a la ampliación que permita ser un complemento al sistema existente, los cuales se calculan a partir del punto tentativo de construcción, cerca de Aldea El Manzanillo, (al norte de la zona 1 del municipio) hasta el pozo al cual se pretende conectar esta nueva red de abasto, que es el que actualmente abastece a Aldea Lo de Coy. La figura 8 muestra un ejemplo de cómo podría diseñarse la línea de conducción para este proyecto.

Figura 8 Red de abastecimiento de agua Aldea Lo de Coy



Fuente: Municipalidad de Mixco

4.2.2. Componentes de construcción de una red de abastecimiento de agua potable

En el caso que se lleve a cabo el proyecto, se necesitaría realizar la perforación de un pozo y la construcción de sus respectivas líneas de conducción y de distribución, por lo que cada uno de estos elementos conlleva un desembolso monetario. Para tener un mejor panorama de cómo se integran los gastos se ha de definir en qué consiste cada uno.

4.2.2.1. Estudio del terreno

Se basa en un estudio topográfico que permita establecer las condiciones físicas del terreno en el cual pueda ser aprovechado de mejor manera el uso del recurso hídrico. Este estudio abarca la determinación de la ubicación del pozo, los tanques de captación, almacenamiento y distribución, el trazo de las líneas de conducción y distribución.

Permite establecer las condiciones del terreno, considerando los distintos relieves que puede llegar a tener y cómo afecta en el diseño de la red.

4.2.2.2. Análisis de la calidad del agua

El análisis de la calidad del agua se basa en los resultados que se obtienen al realizar exámenes bacteriológicos y fisicoquímicos, permitiendo establecer las condiciones en las que se encuentra el agua. Las principales características que se toman en cuenta son: color, olor, nivel de sustancias vegetales y minerales que pueda contener, o bien, que no contenga gérmenes que puedan causar enfermedades a la población.

Dependiendo de los resultados obtenidos se establece el grado de tratamiento que se dará al agua, y con ello poder controlar y/o prevenir enfermedades.

4.2.2.3. Captación

Se ha de realizar por medio de la construcción de obra civil que permita obtener el recurso. La construcción de obra civil abarca la perforación de un pozo, y se equipara con un equipo de bombeo y una caseta que permita la protección del pozo y el equipo, garantizando el funcionamiento de la obra.

La caseta se divide en varias plantas entre ellas: de instalación hidráulica, de iluminación, de fuerza de conexión domiciliar, de acabados, amueblada y acotada o de guardianía. Así también contara con elementos como ventanas, puertas metálicas, fachadas frontal y posterior; siendo los materiales principales: soleras, acometidas, te´s, reductores, tubos y codos PVC.

4.2.2.4. Tanque de almacenamiento y distribución

Son construcciones que permiten la captación y distribución de agua, el primero es permitirá almacenar el agua, previo a direccionarlo a través de la línea de conducción. Ha de ser construido según el volumen de agua que se espera conseguir del pozo, y que a su vez permita ayudar a paliar la situación de los vecinos desfavorecidos. Mientras que el segundo se conecta a la red de distribución. Debe contar con un espesor mínimo que permita el buen almacenamiento del agua.

Los materiales a utilizar son: concreto, cemento solvente, acero, blocks, soleras, tubos de PVC para agua potable tipo I grado I de 20 pies de largo y los accesorios PVC compatibles con los tubos. De igual forma, se debe cavar una zanja que permita la instalación y soporte de la tubería, dadas las condiciones del terreno. Una vez instalada la tubería, los espacios que queden han de ser llenados con selecto, compactado para hacer el espacio uniforme. Las cajas de válvulas que sean instaladas deben quedar a nivel del suelo.

4.2.2.5. Línea de conducción y distribución

Es un conjunto de tuberías que deben funcionar bajo presión forzada. Estas tuberías permitirán la conexión desde el punto de captación hasta el tanque de distribución. Está compuesta por tubos PVC de distintos diámetros, dependiendo del caudal que estará transportando, así como las tee's y codos de PVC, que permitirán llegar a la longitud deseada, pegado con cemento solvente. Incluye también válvulas de aire, de compuertas y de limpieza, las cuales deben ser instaladas a nivel de suelo, incluidas las tapaderas. Dependiendo de la presión que tenga el caudal, serán necesarias cajas rompe presión que permitan reducir el efecto y no causen inconvenientes a la infraestructura.

Toda la línea debe estar por debajo de la superficie, por lo que son necesarias actividades de zanqueo, por lo menos a un metro de la superficie, podría variar la profundidad de la zanja según las actividades realizadas alrededor de la misma.

4.2.2.6. Sistema de desinfección

Se hace referencia a los recursos y procesos que serán parte del sistema de purificación del agua, que permita establecer que es apta para el consumo humano. Debido a que el agua a tratar es obtenida de un pozo, a través de bombeo, el proceso de purificación es menos costoso y complejo que si se aplicara a un sistema por gravedad, ya que con ello se evitan procesos de eliminación de elementos contaminantes de tamaño mayor como lo es la basura, o bien materia sólida natural como tierra y arena en grandes cantidades.

El proceso de potabilización viene dado según los resultados obtenidos en los exámenes realizados para determinar la calidad del agua. El componente principal es el cloro y la cantidad a utilizar será determinada por la cantidad de agua a tratar y el tiempo mínimo necesario que deba permanecer en tratamiento, de forma que sea un proceso óptimo y seguro para la salud humana.

4.2.2.7. Operación y mantenimiento

Son todas aquellas actividades necesarias para el buen funcionamiento del proyecto. Implica acciones que garanticen que el pozo y las redes de conducción y distribución han de operar en óptimas condiciones, teniendo en cuenta que debe existir días cada cierto tiempo que permita hacer mantenimiento a la estructura por parte de un fontanero, descartando cualquier inconveniente que pueda surgir y haciendo reparaciones ante cualquier indicio que pueda convertirse en problema, sobre todo el desgaste que pueda darse por el uso constante.

También es necesario atender el entorno del pozo, principalmente por el crecimiento de monte y maleza que puede ser hogar de animales que puedan causar daños a la estructura.

4.3. Costos de construcción de una red de abastecimiento de agua potable

Para determinar los costos en los que incurrirá el proyecto se debe tener claro que aspectos estarán presentes en el mismo, ya que no solamente se debe considerar la parte de la estructura de la red, sino que también todo el trasfondo que requiere la propuesta que será planteada a la municipalidad para que ellos puedan llevar a cabo el proyecto.

Como parte de los costos directos se tiene contemplado la mano de obra calificada y no calificada, los materiales que han de utilizarse, así como las herramientas y transporte necesarios para llevar a cabo cada actividad.

En tanto que los costos indirectos son aquellos que se generan principalmente por el funcionamiento de una empresa o un proyecto en general, pero que no han de estar ligados directamente al proyecto, como lo son actividades de transporte de materiales, transporte para los obreros, entre otros.

Es preciso establecer costos para cada una de las fases y etapas que conlleva la construcción de la red de abastecimiento, como lo son: las líneas de conducción, la línea de distribución, transporte, estudios topográficos, análisis de la calidad del agua y la capacidad de brote, sistemas de desinfección, sumideros, transporte y conexiones a contadores. Es importante también considerar cada uno de los estudios y evaluaciones imprescindibles para llevar a cabo el proyecto.

Cada uno de los componentes de la red de distribución conlleva costos asociados, tanto para la construcción como para la operación, por lo que estos son integrados en una tabla, considerando 3 cajas rompe presión ubicadas estratégicamente a lo largo de la obra. La mano de obra se considera dentro de cada rubro como un trabajo para cada componente.

De igual forma, dentro del rubro de “trabajos preliminares” son considerados los derechos de servidumbre y acceso al proyecto, la construcción de una bodega para el uso de los trabajadores, que será utilizada por los guardias y servicios sanitarios portátiles, la limpieza y nivelación del terreno, así como la deposición de los excedentes que puedan haber. También se considera dentro de este gasto la movilización, montaje y desmontaje de la maquinaria, combustibles y lubricantes a utilizar por las distintas máquinas.

Tabla 8**Costo de materiales para la construcción de red de abastecimiento de agua potable****Cifras en quetzales y unidades****Año 2020**

Descripción	Cantidad	Medida	Costo unitario	Costo total
Rotulo	1	Unidad	2,450.00	2,450.00
Estudio topográfico	1	Global	2,525.00	2,525.00
Trabajos preliminares	1	Global	10,000.00	10,000.00
Muestreo y calidad del agua	3	Unidad	681.00	2,043.00
Perforación de pozo	1	Global	329,615.00	329,615.00
Equipo de bombeo	1	Unidad	128,566.00	128,566.00
Caseta de bombeo	1	Unidad	21,035.00	21,035.00
Captación brote definido	1	Unidad	10,665.00	10,665.00
Desarenador	1	Unidad	36,230.00	36,230.00
Caja distribuidora de caudales	1	Unidad	7,020.00	7,020.00
Línea de conducción	1	Unidad	74,387.90	74,387.90
Válvula de aire con caja	1	Unidad	1,885.98	1,885.98
Válvula de control	1	Unidad	2,491.90	2,491.90
Caja de rompe presión	3	Unidad	9,941.40	29,824.20
Tanque de distribución	1	Unidad	78,132.16	78,132.16
Sistema de desinfección / Hipoclorador	1	Unidad	4,486.41	4,486.41
Total				741,357.55

Fuente: elaboración propia con base en investigación realizada

4.4. Impacto ambiental que tendría la implementación del proyecto de construcción de una red de abastecimiento de agua potable en Aldea Lo de Coy

Al ser un proyecto que involucra en gran medida recursos naturales es preciso tener presente en todo momento el impacto que puede llegar a generar en el entorno, directa e indirectamente, lo cual puede llegar a ser un inconveniente si se presentan más complicaciones que beneficios, no solo en el ambiente sino también a los habitantes, siendo necesario encontrar formas que permitan mitigar el impacto negativo que pueda surgir.

En tiempos actuales en los que el tema ambiental ha tomado mayor importancia en cualquier proyecto no se puede obviar un aspecto tan importante como este, dando paso a distintos instrumentos y actividades que permiten establecer dicho impacto, siguiendo un proceso lógico que va desde la identificación y medición del impacto, el cual permite pronosticar y evaluar el impacto que surgirá a partir de llevar a cabo el proyecto.

Dada la actividad que se pretende realizar, no solo se hace importante porque representa riesgos que involucran daños tanto a la salud pública como ambiental, sino también porque se vuelve un instrumento que permite la planificación, gestión y control del proceso de urbanización y ordenamiento territorial, siendo un valioso recurso para autoridades municipales que empiezan a incursionar en el tema.

Tomando en cuenta que no se puede dejar de lado la sostenibilidad del proyecto cabe recordar que para que se pueda llevar a cabo, debe existir coordinación entre la sociedad, el ambiente y la economía (ya que cada recurso tiene un valor que permite determinar el peso de cada uno en la toma de decisiones), tomando como eje principal en todo el proceso a las distintas instituciones que puedan verse involucradas.

4.4.1. Determinación del Impacto Ambiental

Contar con un procedimiento definido que permita el análisis y la formación de juicios objetivos que hagan que la toma de decisiones sea más práctica, es un punto importante en todo proyecto, pudiendo mejorar el diseño del proyecto en el camino, a su vez que se evitan o por lo menos se minimizan los efectos negativos que puedan surgir, sin embargo, se vuelve un desafío el poder poner en números los cambios cualitativos que pueda haber en el ambiente.

Se tiene que impacto ambiental es toda aquella alteración, modificación o cambio que presente alguno de los componentes del entorno en el que se ponga en marcha una actividad, sin importar la magnitud de la variación que pueda registrarse.

Para este trabajo, el tipo de estudio de impacto ambiental será de tipo descriptivo y cualitativo, permitiendo la identificación de los impactos que puedan surgir, tanto positivos como negativos, en qué medida se hacen presentes, que tanto tiempo puedan estar presentes en el medio y como pueden estar ser minimizados en caso sea una marca negativa.

Es importante recordar que el impacto ambiental que puede generar la construcción de una red de abastecimiento no afecta solamente al recurso hídrico como tal, sino que también tiene efectos sobre la fauna, la flora, las vidas humanas, el suelo, el aire, el paisaje y las distintas relaciones que cada uno tiene con el ecosistema en general, debiendo comprender la incidencia de cada uno en el desarrollo del otro.

Existen diversos factores que pueden alterar, aunque sea de forma mínima la situación del ambiente, por lo que se consideran aspectos relevantes que inciden desde el momento de la planificación y preparación del proyecto hasta aquellos que pudieran darse durante la fase de ejecución del mismo.

4.4.1.1. Impacto en la implementación de la construcción de la red de abastecimiento de agua potable

Al buscar implementar la puesta en marcha del proyecto, se tienen impactos durante las distintas etapas del mismo, tanto en la construcción como en la operación, siendo el principal afectado el recurso hídrico, aunque existen otros elementos que se verán igualmente afectados según se muestran en la tabla 9:

Tabla 9

Matriz de elementos ambientales afectados por actividad

Componente	Elemento ambiental	Construcción	Operación
Tierra	Material de Construcción	SI	No
	Suelos	SI	No
Agua	Calidad el Agua	SI	SI
	Agua Subterránea	No	SI
Atmosfera	Polvo	SI	No
	Ruido	SI	No
	Calidad (gases, partículas)	SI	No
Procesos	Erosión	SI	SI
	Sorción (intercambio de iones, complejos)	No	SI
	Compactación y asentamientos	SI	No
Flora	Árboles	SI	No
	Arbustos	SI	SI
	Hierbas	SI	SI
	Microflora	SI	No
Fauna	Pájaros (aves)	SI	No
	Animales terrestres, incluso reptiles	SI	SI
	Insectos	SI	SI
Relaciones ecológicas	Eutrofización	No	SI
	Vectores	No	SI
Usos del terreno	Cadenas alimenticias	SI	SI
	Espacios abiertos y salvajes	SI	No
	Pastos	SI	No

Fuente: elaboración propia con base en investigación realizada

Nota: se establecen los elementos que estarían y no estarían siendo afectados durante las fases de construcción y operación.

Para la etapa de construcción se toman en cuenta actividades como la apertura de caminos para llegar al punto de edificación, y con ello el despeje y corte de vegetación existente, afectando no solo la flora sino la fauna del lugar, la instalación de campamentos para los distintos obreros, el transporte, operación y mantenimiento de maquinaria y herramientas, movimiento, el desecho no solo de materiales excedentes sino también de residuos líquidos y sólidos que provengan del campamento, así como la instalación de estanques y tuberías. Para la fase de operación se contemplan las actividades de mantenimiento tanto de los tanques como de las tuberías y la cloración del agua.

Para tener un detalle mayor de lo que implica para el ambiente un proyecto de esta índole se presenta la matriz de Leopold:

Tabla 10

Calificación de magnitud e importancia para uso de Matriz de Leopold

Intensidad	<u>Magnitud</u>		Duración	<u>Importancia</u>	
	Afectación	Calificación ³		Influencia	Calificación
Baja	Baja	1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	4	Temporal	Local	4
Media	Media	5	Media	Local	5
Media	Alta	6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	8	Media	Regional	8
Alta	Alta	9	Permanente	Regional	9
Muy baja	Alta	10	Permanente	Nacional	10

Fuente: Elaboración propia con datos de Guía Metodológica para Elaboración de Evaluación de Impacto Ambiental

Nota: ³La calificación de la magnitud puede ser negativa o positiva según sea beneficioso o perjudicial para el elemento.

Tabla 11
Matriz de Leopold

Factor ambiental		Construcción										Operación					IMPACTO SUB COMPONENTE	IMPACTO POR COMPONENTE	IMPACTO TOTAL DEL PROYECTO
		Recepción de material	Limpieza del área	Excavaciones	Traslado de materiales y maquinaria	Almacenamiento de material de construcción	Alojamiento	Manejo de residuos sólidos	Manejo de residuos líquidos	Operación de maquinaria	TOTAL FASE	Manejo del agua	Limpieza del terreno	Operación del pozo	Mantenimiento del pozo	TOTAL FASE			
Tierra	Suelos	-3 2	-3 2	-5 3	-4 2	-4 1	-1 1	-2 1	-1 1	-4 1	-47	-2 3	-1 2	-2 1	-1 3	-13	-60	-60	
Agua	Subterráneas	-3 2	-3 2	-5 3	-3 3	-3 3	-2 2	-2 2	-1 2	-1 2	-51	-2 3	-1 2	-2 3	-1 3	-17	-68	-138	
	Calidad	-3 2	-3 2	-5 3	-4 2	-4 1	-2 2	-2 2	-1 2	-2 2	-53	-2 3	-1 2	-2 3	-1 3	-17	-70		
Atmósfera	Calidad (gases, partículas)	-3 1	-3 1	-5 1	-4 1	-4 1	-2 1	-2 1	-1 1	-2 2	-32					0	-32	-32	
Procesos	Erosión	-3 2	-3 2	-5 1	-4 1	-3 1	-2 1	-2 2	-1 2	-5 2	-42	-2 2	-1 2	-2 2	-1 2	-12	-54	-116	
	Sorción (intercambio de iones complejos)									0	-2 1	-1 2	-2 2	-1 1	-9	-9			
	Compactación y asientos	-3 2	-3 2	-5 3	-4 2	-4 1	-1 2	-1 2	-1 2	-4 2	-53					0	-53		
Flora	Árboles	-3 2	-3 1	-5 3	-4 1	-4 1	-2 1	-2 2	-1 2	-5 2	-50					0	-50	-234	
	Arbustos	-3 2	-3 2	-5 3	-4 2	-3 1	-2 2	-2 2	-1 2	-4 2	-56	-2 2	-1 2	-2 2	-1 1	-11	-67		
	Hierbas	-3 2	-3 2	-5 3	-3 2	-2 1	-2 2	-2 2	-1 2	-5 2	-55	-2 3	2 2	-2 2	-1 2	-8	-63		
	Microflora	-3 2	-3 2	-5 3	-2 2	-3 1	-2 2	-2 2	-1 2	-5 2	-54					0	-54		
Fauna	Pájaros (aves)	-3 2	-3 2	-5 3	-4 2	-4 1	-2 2	-2 2	-1 2	-5 2	-59					0	-59	-129	
	Animales terrestres, incluso reptiles	-2 2	-2 2	-2 3	-2 2	-2 1	-2 2	-2 2	-1 2	-2 2	-34	-2 1	-1 2	-2 1	-1 1	-7	-41		
	Insectos	-1 2	-1 2	-1 3	-1 2	-1 1	-1 2	-1 2	-1 2	-1 2	-18	-2 2	-1 2	-2 2	-1 1	-11	-29		
Usos del Terretorio (Suelo)	Espacios abiertos y salvajes	-3 2	-3 2	-2 3	-3 2	-2 1	-2 2	-2 2	-3 2	-5 2	-50					0	-50	-100	
	Pastos	-3 2	-2 2	-6 3	-1 2	-2 1	-2 2	-2 2	-1 2	-4 2	-50					0	-50		
Relaciones ecológicas	Eutrofización										0	-2 3	-1 2	-2 3	-1 3	-17	-17	-54	
	Vectores enfermedades - insectos										0	-2 1	-1 2	-2 1	-1 1	-7	-7		
	Cadenas alimentarias	-1 2	-1 2	-1 3	-1 2	-1 1	-2 2	-2 2	-1 2	-1 2	-22	-2 1	-1 2	-2 1	-2 1	-8	-30		
TOTALES		-83	-78	-181	-87	-50	-51	-56	-34	-106	-726	-50	-18	-46	-23	-137		-863	

Fuente: elaboración propia con base en investigación realizada.

La matriz de Leopold busca reflejar una combinación de aspectos cuantitativos y cualitativos que permitan determinar el impacto ecológico que se puede llegar a producir con determinadas acciones, así como también busca reflejar aquellas acciones que requieran mayor atención para evitar que el daño sea mayor.

4.4.2. Manejo ambiental

A pesar de que pueden surgir inconvenientes al ambiente cuando se pretende poner en marcha una construcción, es posible que también se pongan a consideración acciones que permitan reducir los efectos negativos que se presentan, en distintos momentos de la vida del proyecto, ya que pueden ser antes, durante o después según se requiera para cada situación.

Estas medidas pueden estar en función del análisis que requiera cada uno de los componentes identificados para cada una de las etapas que se están presentando para el proyecto, pudiendo ser medidas que disminuyan el efecto adverso, que lo corrijan o que lo compensen.

4.4.2.1. Medidas de mitigación

Se consideran medidas de mitigación a todas aquellas acciones enfocadas a minimizar al máximo posible todos aquellos efectos negativos que puedan presentarse, y si es posible buscar su eliminación.

Se pueden tomar como medidas precautorias las que se presentan a continuación:

Tabla 12
Medidas de mitigación según el elemento ambiental afectado

Elemento ambiental	Medida de mitigación
Material de Construcción	<ul style="list-style-type: none"> - Contar con espacio adecuado para evitar el desperdicio y dispersión de los distintos materiales. - Transportar el material según la capacidad del vehículo de carga
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar el diseño del proyecto con base en las características del terreno
Calidad el Agua	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer de baños para el personal de la obra
Agua Subterránea	<ul style="list-style-type: none"> - No entorpecer el aprovechamiento del agua de otras actividades - No afectar los derechos ajenos - Humedecer regularmente el área de trabajo (vías de acceso y alrededores)
Polvo	<ul style="list-style-type: none"> - Procurar cubrir el material extraído, tanto en el terreno como al momento de transportarlo
Ruido	<ul style="list-style-type: none"> - Cada trabajo puede hacerse durante las horas del día - Velar porque las condiciones de vehículos y maquinaria sean las optimas
Erosión	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar cercos perimetrales para evitar el avance de actividades innecesarias que provoquen desgaste del suelo
Compactación y asientos	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar la velocidad de los vehículos
Árboles	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar infraestructura existente para la ubicación de campamentos
Arbustos	<ul style="list-style-type: none"> - No talar más de lo estrictamente necesario
Pájaros (aves)	<ul style="list-style-type: none"> - Prevenir al máximo la alteración de los árboles en el terreno para evitar la huida de aves y animales que habitan en el bosque
Vectores	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar almacenar desechos que puedan ser atractivos para insectos y bacterias dañinas
Cadenas alimenticias	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar la interferencia en los distintos ambientes ecológicos
Pastos	<ul style="list-style-type: none"> - No realizar directamente en el suelo mezclas para obra gris - Dar mantenimiento a equipos y maquinaria en un área específica

Fuente: elaboración propia con base en investigación realizada

4.4.2.2. Medidas de restauración

Este tipo de medidas están enfocadas a la “reparación” del daño causado a los distintos elementos ambientales que se pueden ver afectados con la puesta en marcha de un proyecto y dependerán del elemento que se haya visto más dañado, principalmente en la fase de construcción; estas medidas son promovidas principalmente para la conservación del medio ambiente y no alterar más de lo debido el desarrollo de las relaciones ecológicas existentes.

Dentro de estas medidas se pueden considerar:

Tabla 13

Medidas de restauración según el elemento ambiental afectado

Elemento ambiental	Medida de restauración
	- Reutilizar la mayor cantidad posible de residuos de las excavaciones
Suelos	- Compactar la mayor cantidad de tierra removida - Coordinar la correcta deposición de desechos y residuos sólidos.
Calidad el Agua	- Reutilizar la mayor cantidad de agua residual, tanto la utilizada como la obtenida de pruebas para el estanque y tuberías
Hierbas	- Disponer del material orgánico para reutilizarlo
Eutrofización	- Remover derrames accidentales de cualquier material
Espacios abiertos y salvajes	- Recuperar y restaurar al máximo la zona afectada - Retirar materiales y residuos que ya no se utilizaran
Pastos	- Remover del suelo cualquier liquido o sustancia que pueda afectar el entorno

Fuente: elaboración propia con base en investigación realizada

4.4.2.3. Medidas de compensación

Estas medidas son similares a las anteriores, con la diferencia que las medidas de restauración buscan volver a la “normalidad” los elementos alterados, mientras que las medidas de compensación introducen nuevos elementos que puedan funcionar como sustitutos o complementos de los elementos dañados.

Tabla 14

Medidas de compensación según el elemento ambiental afectado

Elemento ambiental	Medida de compensación
Suelos	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar obras civiles de control y protección para minimizar los impactos de componentes hídricos y edáficos. - Tratamiento de muros, taludes y cortes nuevos para la protección del curso del agua.
Calidad el Agua	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborar programas de desarrollo y ordenamiento ambiental que permita el uso racional del recurso
Espacios abiertos y salvajes	<ul style="list-style-type: none"> - Estabilizar las áreas dañadas y - Procurar la revegetación del área afectada y sus alrededores

Fuente: elaboración propia con base en investigación realizada

4.4.3. Manejo del agua

Un plan de manejo del recurso hídrico permite tener un mejor control sobre el abastecimiento de agua que brinda una institución, por lo que permite prevenir inconvenientes o bien poder corregirlos en un menor tiempo. Para ello es posible considerar los principales peligros que pueden surgir, los riesgos que conlleva, las medidas de control y evaluación que se pueden implementar en caso fueran necesarias, validando la eficacia de las mismas o bien buscando el complemento con programas relacionados a la gestión.

Debe tomarse en cuenta la importancia del cuidado y conservación del agua, esto debido a diferentes problemáticas que existen entorno a la calidad y cantidad de agua disponible para consumo humano

El uso que se le pueda dar al recurso hídrico puede afectar en gran medida la disponibilidad del mismo en un mediano o largo plazo, dependiendo de cuál sea el enfoque que se pueda dar. Existen medidas que pueden hacer que se racione el uso que o bien que exista un desperdicio, en muchas ocasiones, de forma inconsciente al no tener idea de lo que sucede alrededor de la estructura del suministro.

Dentro de las medidas que se pueden tomar para poder hacer un uso eficiente del recurso se tienen las siguientes:

- Utilizar materiales de calidad y duración para evitar fugas en la estructura.
- Revisar habitualmente las estructuras de conducción, almacenamiento y distribución principalmente.
- Cambiar periódicamente las piezas que tienen mayor desgaste como empaque y válvulas, evitando que se dañen y causen un inconveniente mayor.
- Utilizar sistemas que permitan la introducción de tecnologías que permitan un mayor control de salida de agua, que, aunque puede significar un mayor desembolso inicialmente, en el largo plazo se refleja el beneficio de la misma.
- Apostar por la reutilización del recurso, pudiendo ser el reutilizar aguas residuales por medio de un sistema de tratamiento o bien aprovechar el agua de lluvia.
- La creciente población es un factor determinante si se considera realmente el factor de crecimiento para poder racionalizar correctamente el agua, evitando desperdicios o insuficiencia en el servicio.

CONCLUSIONES

1. Un servicio de abastecimiento de agua potable insuficiente no cubre las necesidades básicas de los habitantes, por lo que en muchas ocasiones el servicio de agua, aunque se tenga la infraestructura instalada no tiene mayor relevancia si no cumple con su propósito.
2. Un sistema de abastecimiento adecuado para poder cubrir las necesidades de los habitantes es el sistema por bombeo, dadas sus características, las cuales son apropiadas dados los recursos del municipio.
3. Los costos que implican la construcción de una red de abastecimiento de agua están condicionados por los resultados que se obtienen con el estudio del terreno y de las pruebas que evalúan la calidad del agua, ya que son la base del diseño final de la estructura que lleva la obra, la calidad y cantidad de materiales que se han de requerir y el tratamiento y mantenimiento que se dará cuando empiece a funcionar.
4. El llevar a cabo una construcción que se destine a la explotación de un recurso natural en general mostrará efectos negativos, dado que se altera el orden original del lugar; aunque represente impactos positivos para otros ámbitos, el medio ambiente no refleja ninguno, especialmente para la flora y la fauna local.

RECOMENDACIONES

1. Las autoridades municipales deben considerar no solamente el crecimiento natural de la población sino el grado de expansión económica que puede tener la aldea, debido principalmente a que los negocios desde la casa son cada vez más comunes, sino que también el centro de la actividad económica se expande cada vez más fuera de los principales centros poblados.
2. Realizar una planificación eficiente por parte de la Municipalidad de Mixco en conjunto con los Consejos de Desarrollo, que permita evaluar las necesidades de los vecinos y poder implementar los proyectos que mejor se adapten a las exigencias de cada situación.
3. Los costos que conllevan este tipo de proyectos son altos, por lo que se puede llevar a cabo al realizar la propuesta a la Municipalidad de Mixco y con ello contemplar la introducción de nuevas tecnologías que permitan mejorar la calidad de obras futuras, reduciendo riesgos, no solo por el peligro que pueda suscitarse durante la construcción sino también durante la operación y funcionamiento del mismo.
4. Se recomienda a la Municipalidad de Mixco que pueda promover proyectos de reforestación en áreas circundantes al espacio del proyecto, que permitan reducir los efectos negativos dado que la propuesta está desarrollada para llevarla a cabo en un área boscosa.

BIBLIOGRAFÍA

- Agua para la Vida - Nicaragua. (octubre de 2011). *Proyecto de agua potable y saneamiento rural en la Comunidad de El Chile*. Obtenido de https://aplv.org/files/Propuesta%20El%20chile%20APLV_JAR%20241111_1.pdf
- Agua.Org. (s.f.). *agua.org*. Recuperado el 31 de octubre de 2019, de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/05/Impactos-ambientales-en-agricultura.pdf>
- Alcora, Salud Ambiental. (01 de 06 de 2016). Recuperado el 13 de septiembre de 2020, de Alcora.es: <https://alcora.es/blog/agua-apta-consumo-humano/>
- Ander-egg, E., & Aguilar, M. J. (1989). *Como elaborar un proyecto: guia para diseñar proyectos sociales y culturales*. San Isidro, Argentina: Graficos Litodar. Obtenido de <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2017/05/Como-elaborar-un-proyecto-1989-Ed.1-Ander-Egg-Ezequiel-y-Aguilar-Id%c3%a1%c3%b1ez-MJ.pdf.pdf>
- Arnalich, S. (2008). *Abastecimiento de Agua por Gravedad*. doi:M-5999-2008
- Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de Proyectos*. México: Mcgraw Hil, Companies Inc.
- Barrios Pineda, M. R. (2014). *Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para la Zona 1 y Edificio de Tres Niveles para la Ampliación de Edificio Municipal, Santa Catarina Pinula, Guatemala*. Guatemala: Universidad de San

Carlos de Guatemala. Obtenido de
<https://core.ac.uk/download/pdf/35292518.pdf>

Bautista Justo, J. (2013). *El derecho humano al agua y al saneamiento frente a los Objetivos del Desarrollo del Milenio (ODM)*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Recuperado el 28 de octubre de 2020, de
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4071/S2013130b_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Camacho Martínez-Vara de Rey, J., Sánchez Gullón, E., Aguilar Silva, F., Gómez Jaén, A., & Rodríguez, J. M. (26 de abril de 2011). Manual práctico de balsas agrícolas. Andalucía, España: Consejería de Medio Ambiente. doi:SE-3597/2011

Cañón Alvarado, D. S., & Mora Alfonso, M. A. (2016). *Propuesta de un sistema de abastecimiento de agua potable*. Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtenido de
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5375/1/PROYECTO%20DE%20GRADO.pdf>

Cohen, E., & Franco, R. (2006). *Evaluación de Proyectos Sociales*. Tucumán: Siglo XXI Editores, S.A. de C.V.

Comision de agua potable, drenaje y alcantarillado de Manzanillo. (2006). *Sistema de abastecimiento de agua potable a Colimilla*. Mexico: CAPDAM.

Comisión Guatemalteca de Normas. (s.f.). Norma Técnica Guatemalteca - COGUANOR NTG 29001. *Agua para Consumo Humano (especificaciones)*. Ministerio de Economía de Guatemala. Recuperado el 16 de septiembre de 2020, de <https://mspas.gob.gt/images/files/saludambiente/regulacionesvigentes/AguaConsumoHumano/NormaTecnicaGuatemaltecaNTG29001.pdf>

Comisión Nacional del Agua. (2007). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. doi:978-968-817-880-5

Congreso de la República de Guatemala. (11 de abril de 2002). Ley de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural. *Decreto 11-2002*. Guatemala, Guatemala. Obtenido de https://www.contraloria.gob.gt/imagenes/i_docs/i_leg_ley/LEY%20DE%20LOS%20CONSEJOS%20DE%20DESARROLLO%20URBANO%20Y%20RURAL.pdf

De La Peña Gutierrez, A. (2012). *Proyecto Empresarial* (Tercera ed.). Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A. Obtenido de https://books.google.com.gt/books?hl=es&lr=&id=zd5UiZgn3ZYC&oi=fnd&pg=PR11&dq=finalidad+de+un+proyecto&ots=3xiMgSADBH&sig=xFgjq7Q_kJYA2lkr

7HBEZxpYhEM&redir_esc=y#v=onepage&q=finalidad%20de%20un%20proyecto&f=false

Dellavedova, M. G. (2011). Guía metodológica para elaboración de evaluación de impacto ambiental. (17). La Plata. Recuperado el 30 de octubre de 2020, de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33094835/Ficha-17-GUIA-METODOLOGICA-PARA-LA-ELABORACION-DE-UNA-EIA.pdf?1393528031=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DFicha_no_17_del_Taller.pdf&Expires=1604140455&Signature=AeuynzNI57WRVmUKvl~PGhMn0SW3

Dirección General de Inversiones Públicas. (s.f.). *Guía metodológica general para la formulación y evaluación de programas y proyectos de inversión pública*. Honduras: Secretaría de Finanzas.

Espinoza B., I. (2020). Vigilancia de la Calamidad del Agua para Consumo Humano. Lima, Peru: Ministerio de Salud.

Ezpeleta Gago, E. X. (2010). *Instalación de bombeo solar, potabilización y saneamiento de agua en comunidad indígena de Guatemala*. Navarra: Universidad Pública de Navarra. Obtenido de <https://academic.e.unavarra.es/handle/2454/1781>

Farfán Cruz, J. F. (2005). *Modelo básico de gestión de proyectos de abastecimiento de agua potable y saneamiento ante el plan internacional*,

aplicado a la comunidad Trinidad 15 de octubre, Escuintla. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Fernandez Rodriguez, N. (s.f.). *Manual de Proyectos.* Andalucía: Coria Gráfica, S.L. Recuperado el 15 de mayo de 2020, de <https://fapacordoba.org/wp-content/uploads/2010/10/manualdeproyectos-voluntariado.pdf>

Fong Leon, M. E. (2005). *Orientacion psicosocial a adolescentes entre 13 a 17 años que presentan episodios depresivos, atendidos en puesto de salud en Aldea Lo de Coy.* Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/13/13_0544.pdf

Fundación Aquae. (s.f.). Recuperado el 18 de septiembre de 2020, de La fundación del agua: <https://www.fundacionaquae.org/calidad-agua/>

García de León, A. S., & Tagle Zamora, D. (2016). Cosecha de agua de lluvia: una estrategia para enfrentar el problema social del acceso al agua en la ciudad de León, Guanajuato. 2(1). Guanajuato, Mexico: Universidad de Guanajuato. Obtenido de <http://148.214.50.9/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/1361/981>

García Lirios, C., Carreón Guillén, J., Hernández Valdés, J., Montero Lopez Lena, M., & Bustos Aguayo, J. (29 de abril de 2013). Actitudes, consumo de agua y sistema de tarifas del servicio de abastecimiento de agua potable. (34). (C. d.

(CISPO), Ed.) Recuperado el 28 de octubre de 2020, de <http://journals.openedition.org/polis/8933>

Gistau Gistau, R. (2000). *elguapotable.com*. Obtenido de <http://www.elaguapotable.com/Gestion%20abastecimientos%20Gistau.htm>

Golder Associates. (julio de 2004). Obtenido de <http://www.ingenieroambiental.com/3000/proyectos%20agua%20potable.pdf>

González Chavajay, B. G. (2018). Agua y ciudad: analisis y perspectivas del consumo de agua en el municipio de Guatemala. 24. Guatemala: Instituto de Problemas Nacionales Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado el 28 de octubre de 2020, de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/61269491/IPN-RI-2420191119-21838-1w0v5m4.pdf?1574200959=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAgua_y_ciudad_analisis_y_perspectivas_d e.pdf&Expires=1603930173&Signature=TbhV~BfwnqCzR65GcZx0ZBKme9F1ur8EeRz3

Google. (s.f.). Mapa de zona 1, Mixco en Google Maps. Recuperado el 30 de septiembre de 2020, de <https://www.google.com/maps/@14.6302654,-90.6230124,2586m/data=!3m1!1e3>

Gur, E., & Spuhler, D. (s.f.). *Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox*. Recuperado el 1 de septiembre de 2020, de <https://sswm.info/es/gass->

perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/red-de-distribuci%C3%B3n-comunitaria

IICA/CAIE. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (1999).

Redacción de Referencias Bibliográficas: Normas Técnicas del ICCA y CATIE.

Cuarta. Turrialba, Costa Rica: Biblioteca Conmemorativa Orton.

Instituto de Incidencia Ambiental. (2005). *Situación del recurso hídrico en*

Guatemala. Guatemala: Universidad Rafael Landívar. Obtenido de

<http://www.url.edu.gt/PortalURL/Archivos/51/Archivos/12-Priorizacion-recarga-hidrica.pdf>

Lam González, J. A. (2011). *Diseño Del Sistema De Abastecimiento De Agua*

Potable Para La Aldea Captzín Chiquito, Municipio De San Mateo Ixtatán,

Huehuetenango. Trabajo de graduación, Universidad San Carlos de Guatemala,

Guatemala.

Obtenido

de

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53281431/CAPTZIN_CHIQUITO.pdf?1495](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53281431/CAPTZIN_CHIQUITO.pdf?1495762231=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDISENO_DEL_SISTEMA_DE_ABASTECIMIENTO_DE.pdf&Expires=1598417345&Signature=GgPYOHBVAI5PgRuqc20MM26uJD5VAEgvtOdijK~LSQkTouxUz45L)

[762231=&response-content-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53281431/CAPTZIN_CHIQUITO.pdf?1495762231=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDISENO_DEL_SISTEMA_DE_ABASTECIMIENTO_DE.pdf&Expires=1598417345&Signature=GgPYOHBVAI5PgRuqc20MM26uJD5VAEgvtOdijK~LSQkTouxUz45L)

[disposition=inline%3B+filename%3DDISENO_DEL_SISTEMA_DE_ABASTECI](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53281431/CAPTZIN_CHIQUITO.pdf?1495762231=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDISENO_DEL_SISTEMA_DE_ABASTECIMIENTO_DE.pdf&Expires=1598417345&Signature=GgPYOHBVAI5PgRuqc20MM26uJD5VAEgvtOdijK~LSQkTouxUz45L)

[MIENTO_DE.pdf&Expires=1598417345&Signature=GgPYOHBVAI5PgRuqc20M](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53281431/CAPTZIN_CHIQUITO.pdf?1495762231=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDISENO_DEL_SISTEMA_DE_ABASTECIMIENTO_DE.pdf&Expires=1598417345&Signature=GgPYOHBVAI5PgRuqc20MM26uJD5VAEgvtOdijK~LSQkTouxUz45L)

[M26uJD5VAEgvtOdijK~LSQkTouxUz45L](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53281431/CAPTZIN_CHIQUITO.pdf?1495762231=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDISENO_DEL_SISTEMA_DE_ABASTECIMIENTO_DE.pdf&Expires=1598417345&Signature=GgPYOHBVAI5PgRuqc20MM26uJD5VAEgvtOdijK~LSQkTouxUz45L)

Lentini, E. (julio de 2010). *Servicio de Agua Potable y Saneamiento en Guatemala:*

Beneficios Potenciales y Determinantes de Éxito. Santiago de Chile: Comisión

Economica para America Latina y el Caribe. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/3787>

Lentini, E. (2011). *Servicios de agua potable y saneamiento: lecciones de experiencias relevantes*. Santiago de Chile: Comision Economica para America Latina y el Caribe. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/3851>

Meixueiro Garmendia, J., & Pérez Cruz, M. A. (2008). *Metodologia General para la Evaluación de Proyectos*. México: Centro de estudios para la preparación y evaluación socioeconomica de proyectos. Obtenido de https://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/documentos/metodologia_general.pdf

Mejia, A., Castillo, O., & Vera, R. (2016). *Agua potable y saneamiento en la nueva ruralidad de América Latina. Agua para el desarrollo*. Obtenido de <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/918>

Mendoza, J. E. (2014). *Diseño del abastecimiento de agua potable por bombeo para la aldea San José El Tablon, Villa Canales, Guatemala*. Guatemala: Universidad de San Carlos. Obtenido de http://www.repositorio.usac.edu.gt/1723/1/08_3731_C.pdf

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2003). *Manual de Indicadores del Ambiente y los Recursos Naturales*. Guatemala.

Moreno, D., & Carrillo, J. (2019). *Normas APA* (Septima ed.). Colombia: Coordinación Editorial de la Universidad Central. doi:10.1037/0000165-000

Municipalidad de Mixco. (s.f.). Recuperado el 23 de marzo de 2019, de Municipalidad de Mixco Web site: <https://www.munimixco.gob.gt/nuevo-pozo-brindara-mejor-servicio-de-agua-a-minervas/>

Municipalidad de Mixco. (2018). *Plan de Ordenamiento Territorial - Conoce la Zona 1 de Mixco*. Obtenido de <https://www.munimixco.gob.gt/plan-de-ordenamiento-territorial/>

Naciones Unidas. (s.f.). Recuperado el 25 de mayo de 2020, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>

Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. (marzo de 2011). *El Derecho al agua*. Derechos Humanos para las Naciones Unidas. Recuperado el 28 de octubre de 2020, de https://www.ohchr.org/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/Documents/Publications/FactSheet35sp.pdf&action=default&DefaultItemOpen=1

Oliva Oliva, D. N. (2005). *Diseño de abastecimiento de agua potable para los caseríos Pueblo Viejo y Plan Grande Chigualmop, Municipio de Canillá, Departamento de Quiché*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/08/08_0064.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1993). *Prevención de la Contaminación del Agua por la Agricultura y Actividades Afines*. Santiago de Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2016). *Agua y empleo*. París: UNESCO. Recuperado el 29 de octubre de 2020, de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244103/PDF/244103spa.pdf.multi>

Organización Mundial de la Salud. (2003). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 18 de septiembre de 2020, de Organización Mundial de la Salud: https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/wsh0302/es/

Organización Mundial de la Salud. (noviembre de 2004). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/

Organización Mundial de la Salud. (12 de julio de 2017). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/detail/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation>

Organización Mundial de la Salud. (14 de junio de 2019). Recuperado el 2 de junio de 2020, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Ortegon, E., Pacheco, J., & Roura, H. (2005). *Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública*. Santiago de Chile: Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social - ILPES .

Pereira Del Valle, Z. R. (2011). *La Incidencia del trabajo psicosocial, para el mejoramiento de la salud mental en los alumnos de la Escuela Rural Mixta no. 835 de la Aldea Lo de Coy, Mixco*. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/13/13_0846.pdf

Perez, L. R. (s.f.). *Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox*. Recuperado el 31 de agosto de 2020, de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/tanque-de-almacenamiento>

Ponce, V. M. (s.f.). La matriz de Leopold para la evaluación de impacto ambiental. Recuperado el 29 de octubre de 2020, de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33938635/59130474-La-Matriz-de-Leopold-Guia-Buenazo-docx.pdf?1402646031=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLA_MATRIZ_DE_LEOPOLD_PARA_LA_EVALUACION.pdf&Expires=1604034382&Signature=HhYngcB9-CVJXI4dUMI2D

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (s.f.). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Recuperado el 28 de octubre de 2020, de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo:

<https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

Rodriguez Ruiz, P. (2001). *Abastecimiento de Agua*. Oaxaca: Instituto Tecnológico de Oaxaca. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34792833/ABASTECIMIENTO_DE_AGUA_Pedro_rodriguez_Ruiz_ITO.pdf?1411113231=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DABASTECIMIENTO_DE_AGUA.pdf&Expires=1599193863&Signature=NRFvrSLOVmrjM43v66dn9tO4JMW9gLrNe9Wn42

Romero García, M. (2011). Tratamientos utilizados en potabilización de agua. (8), 12. Guatemala: Facultad de Ingeniería, Universidad Rafael Landívar. Obtenido de <http://www.ozonoalbacete.es/wp-content/uploads/2011/08/estudio-agua-ozono.pdf>

Sagastume Flores, L. F. (2015). *Diseño del sistema de distribución de agua potable fase III y del alcantarillado pluvial para la Colonia La Brigada, Zona 7 de Mixco, Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/1666/1/Luis%20Fernando%20Sagastume%20Flores.pdf>

Sampieri Hernandez, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.

Saneamiento Sostenible y Caja de Herramientas de la Gestion del Agua. (s.f.).

Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox. Recuperado el 10 de junio de 2020, de https://sswm.info/sites/default/files/factsheet_icons/SA2.jpg

Secretaria de Planificacion y Programacion de la Presidencia y Banco Interamericano de Desarrollo. (noviembre de 2006). Obtenido de http://www.infom.gob.gt/archivos/Docs-Pdf/Documentos-Tecnicos/Diagnostico_del_Agua_Guatemala.pdf

Skyscraper. (10 de Noviembre de 2007). *Skyscraper City*. Recuperado el abril de 2019, de <https://www.skyscrapercity.com/threads/planta-de-tratamiento-lo-de-coy-empagua.1164421/>

Sulecio Alva, H. L. (2017). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el casco central y diseño de la carretera para el caserío Chuaracanjay, aldea El Pacay, municipio de Tecpan Guatemala, departamento de Chimaltenango*. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7970/1/Herman%20Leonardo%20Sulecio%20Alva.pdf>

Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Economicas. Escuela de Estudios de Postgrado. (2009). Guia metodologica para la elaboracion del plan e informe de investigacion de postgrado de Ciencias Economicas.

Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas.
Escuela de Estudios de Postgrado. (2009). Guía para la elaboración de Trabajo
Profesional de Graduación para optar al grado de Maestro en Artes.

Universidad Interamericana para el Desarrollo. (s.f.). *Unid.edu.mx*. Recuperado el
12 de junio de 2020, de
https://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md/pos/TI/PY/AM/06/Estrategias.pdf

ANEXOS

Anexo I



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



ENTREVISTA

TEMA DE INVESTIGACIÓN

“LA CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALDEA LO DE COY, MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA COMO SOLUCIÓN AMBIENTAL DE BAJO COSTO”

Presentación:

La presente entrevista tiene como finalidad recolectar información referente al tema de investigación; los datos suministrados serán utilizados únicamente con fines académicos y se les dará tratamiento estrictamente confidencial, permitiendo su uso exclusivo en la investigación que está siendo desarrollada por el estudiante en el trabajo profesional de graduación de Maestría en Evaluación y Formulación de Proyectos.

Objetivo:

Obtener información relevante de aspectos generales de la Aldea Lo de Coy, municipio de Mixco, departamento de Guatemala, para conocer las necesidades sociales de la población.

1. ¿Sabe en qué año aproximadamente fue fundada la aldea? Favor indique el año

Si _____ No _____ Año _____

2. ¿Conoce alguna historia sobre el origen del nombre de la aldea? Indique cual
Sí _____ No _____

3. ¿Existe alguna familia destacada en la aldea? ¿Por qué?

4. ¿Cuáles son los sectores principales de la aldea?

5. ¿Conoce algún nacimiento o afluente de agua que exista o haya existido en la aldea?

6. ¿Desde hace cuánto tiempo posee servicio de abastecimiento de agua potable por tubería?

7. ¿Cuáles son las opciones que tiene actualmente para poder adquirir un servicio de abastecimiento de agua potable?

8. ¿Cuáles son los problemas principales relacionados al servicio de abastecimiento de agua?

OBSERVACIONES:

Anexo II



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



ENCUESTA

TEMA DE INVESTIGACIÓN

“LA CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALDEA LO DE COY, MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA COMO SOLUCIÓN AMBIENTAL DE BAJO COSTO”

Presentación:

La presente encuesta tiene como finalidad recolectar información referente al tema de investigación; los datos suministrados serán utilizados con fines académicos y serán tratados de forma confidencial, permitiendo su uso en la investigación que está siendo desarrollada por el estudiante en el trabajo profesional de graduación de Maestría en Evaluación y Formulación de Proyectos.

Objetivo:

Obtener información relevante de los aspectos generales de la Aldea Lo de Coy, municipio de Mixco, departamento de Guatemala, que permita establecer las características para la implementación de la construcción de una red de abastecimiento de agua potable.

Aspectos personales

1. Rango de edad

Menos de 18 años _____ 19-25 años _____ 26-35 años _____
36-45 años _____ 46-50 años _____ mayor de 50 años _____

2. Sexo

Hombre _____ Mujer _____

Aspectos generales

3. ¿Cuántas personas viven en su hogar?

1-2 _____ 3-6 _____ 7-10 _____ más de 10 _____

4. Sector que habita

Las Hojarascas _____ La Granja _____ Nido del Gavilán _____
 Vista al Valle _____ Nueva Vida _____ Los Pinos _____
 San Andresito _____ Miralvalle _____ Primavera _____
 Otro _____

5. ¿Cuenta con abastecimiento de agua potable?

Sí _____ No _____

6. ¿Cómo obtiene principalmente el agua para consumo del hogar??

Tubería dentro de la vivienda _____ Tubería fuera de la vivienda _____
 Chorro publico _____ Pozo perforado _____ Camión _____
 Otro _____

7. ¿El servicio que recibes es?

Municipal _____ Privado _____ Otro _____

8. ¿Cuántas horas al día dispone del servicio de abastecimiento de agua?

Menos de 1 hora _____ 2-5 horas _____ 6-12 horas _____
 Todo el día _____

9. ¿Cuántos días a la semana dispone del servicio de abastecimiento de agua?

1-2 días _____ 3-4 días _____ 5-6 días _____ todos los días _____

10. ¿Cómo califica el servicio que recibe?

Pésimo _____ Malo _____ Regular _____ Bueno _____ Excelente _____

11. ¿A cuánto asciendo su consumo promedio mensual?

Menos de 5 mt³ _____ 5-10 mt³ _____ 11-15mt³ _____ más de 15 mt³ _____

12. ¿Cuál es el gasto mensual en el servicio?

0-30 quetzales _____ 31-60 quetzales _____ 60-100 quetzales _____

Más de 100 quetzales _____

OBSERVACIONES:

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de tratamiento para potabilización del agua	34
Tabla 2 Distribución urbano-rural de Aldea Lo de Coy	57
Tabla 3 Prevalencia de enfermedades principales en Aldea Lo de Coy	58
Tabla 4 Consumo promedio mensual de agua por metro cúbico por hogar en Aldea Lo de Coy	61
Tabla 5 Relación días con suministro de agua potable respecto al tipo de servicio en los hogares de Aldea Lo de Coy	63
Tabla 6 Relación horas por día respecto a los días que cuentan con suministro de agua potable en Aldea Lo de Coy	65
Tabla 7 Relación días que cuentan con suministro de agua potable según el sector en Aldea Lo de Coy	66
Tabla 8 Costo de materiales para la construcción de red de abastecimiento de agua potable.....	78
Tabla 9 Matriz de elementos ambientales afectados por actividad	81
Tabla 10 Calificación de magnitud e importancia para uso de Matriz de Leopold.	82
Tabla 11 Matriz de Leopold	83
Tabla 12 Medidas de mitigación según el elemento ambiental afectado	85
Tabla 13 Medidas de restauración según el elemento ambiental afectado	86
Tabla 14 Medidas de compensación según el elemento ambiental afectado	87

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Tipo de servicio de abastecimiento de agua potable	54
Gráfica 2 Pirámide Poblacional	56
Gráfica 3 Casos de desnutrición	59
Gráfica 4 Fuente de agua para consumo	62
Gráfica 5 Cantidad promedio de horas que los hogares cuentan con agua potable	64
Gráfica 6 Calidad del servicio de agua potable que reciben los hogares	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Abastecimiento de agua por gravedad.....	25
Figura 2 Abastecimiento de agua por bombeo.....	26
Figura 3 Tipo de obra de captacion.....	29
Figura 4 Linea de Conduccion.....	30
Figura 5 Tanque de almacenamiento y distribucion	31
Figura 6 Red de distribucion.....	33
Figura 7 Mapa de zona 1 de Mixco	70
Figura 8 Red de abastecimiento de agua Aldea Lo de Coy	72