

José Manuel Milián Caal

PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA ENTUBADA, EN LA ALDEA LOS GAVILANES  
DEL MUNICIPIO DE PURULHÁ, BAJA VERAPAZ



Asesor General Metodológico:  
Ing. Amb. Pablo Ismael Carbajal Estevez

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero 2023

Informe final de graduación

PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA ENTUBADA, EN LA ALDEA LOS GAVILANES  
DEL MUNICIPIO DE PURULHÁ, BAJA VERAPAZ



Presentado al honorable tribunal examinador por:

José Manuel Milián Caal

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado en Ingeniería  
Civil con énfasis en Construcciones Rurales

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero 2023

Informe final de graduación

PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA ENTUBADA, EN LA ALDEA LOS GAVILANES  
DEL MUNICIPIO DE PURULHÁ, BAJA VERAPAZ



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero 2023

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título de Licenciado en Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales.

## Prólogo

Este documento, elaborado como parte del programa de graduación de la Facultad de la Ingeniería de la Universidad Rural de Guatemala, está enfocado en la presentación de una propuesta de proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.

Tiene como objeto aprovechar de manera eficiente la principal fuente de recurso hídrico de la comunidad y de esta manera disminuir los casos de enfermedades intestinales y dermatológicas a causa de la falta de agua.

Actualmente no se cuenta con un sistema de agua adecuado en la Aldea los Gavilanes del Municipio de Purulhá, Baja Verapaz, abasteciéndose únicamente de aguas meteóricas, específicamente precipitación pluvial, que no es un abasto adecuado ya que la intensidad de las precipitaciones no es tan alta en la región, por lo que se considera útil la construcción de un sistema de abastecimiento de agua garantice a la población la dotación diaria.

Ante el hecho de que en el área rural el acceso al recurso hídrico es deficiente, surge el interés por desarrollar esta propuesta de proyecto dada la importancia que tiene el acceso al agua en la vida del ser humano y de esta manera garantizar a la población una mejor calidad de vida, a través de la reducción de gastos que se puedan generar por contraer enfermedades de tipo intestinal o dermatológico transmitidas por medio del agua contaminada o por la falta de agua.

Esta propuesta se utilizará por las autoridades de la comunidad y del municipio en la que fue desarrollada, para la gestión y/o ejecución del proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada.

## Presentación

Esta investigación, desarrolla la propuesta para el proyecto de construcción de un sistema de abastecimiento y distribución de agua entubada en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, el mismo es producto del estudio realizado durante los meses de julio del año dos mil veintiuno a marzo del año dos mil veintidós, como requisito del programa de graduación para optar al título universitario de Ingeniero Civil con énfasis en Construcciones Rurales, en el grado académico de licenciatura, afín a los estatutos regulados por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rural de Guatemala.

Como parte del estudio realizado, se logró determinar que la falta de acceso al agua influye considerablemente en la calidad de vida de las personas, específicamente en su salud, que pone a la población en riesgo de contraer ciertas patologías intestinales y dermatológicas relacionadas a la falta de agua o consumo de agua inadecuada.

Así mismo se pudo determinar que existe un control adecuado de las fuentes de agua y su calidad y presupuesto de parte de la Municipalidad de Purulhá, Baja Verapaz, destinado a la construcción de este tipo de proyectos.

Se considera la importancia del agua para diferentes actividades esenciales en la vida del ser humano y a modo de aprovechar el recurso hídrico más cercano a la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, se concluyó como medio de solución la construcción de un sistema de distribución de agua entubada, que abastezca a los habitantes de la aldea Los Gavilanes de este recurso.

Por lo que se realizó la propuesta de diseño, que servirá como herramienta para la gestión y ejecución del proyecto en mención.

## ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
I.1. Planteamiento del problema.....	3
I.2. Hipótesis.....	4
I.3. Objetivos. ....	5
I.3.1. Objetivo general.....	5
I.3.2. Objetivo específico. ....	5
I.4. Justificación. ....	5
I.5. Metodología. ....	7
I.5.1. Métodos.....	7
I.5.2. Técnicas. ....	8
II. MARCO TEÓRICO .....	12
III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	87
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	99
IV.1. Conclusiones .....	99
IV.2. Recomendaciones.....	101
 BIBLIOGRAFÍA	
 ANEXOS	

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

1. Morbilidad de tipo intestinal en Guatemala .....	22
2. Morbilidad de tipo intestinal en Purulhá, Baja Verapaz .....	23
3. Aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas .....	88
4. Grupo etario afectado por enfermedades intestinales y dermatológicas .....	89
5. Frecuencia de casos por enfermedades intestinales y dermatológicas .....	90
6. Causa de las enfermedades intestinales y dermatológicas .....	91
7. Capacitación a la población sobre higiene personal.....	92
8. Existencia de proyecto para construcción de sistema de agua entubada.....	93
9. Presupuesto para proyectos de agua entubada .....	94
10. Monitoreo de sistemas de abastecimiento de agua.....	95
11. Conocimiento de la calidad de agua para consumo .....	96
12. Existencia de colaboradores para monitoreo de la calidad de agua .....	97
13. Registro de estadísticas del consumo de agua.....	98



## ÍNDICE DE CUADROS

1. Clasificación de las enfermedades relacionadas con el agua .....	14
2. Factores para la selección de opciones tecnológicas .....	42
3. Fuentes de abastecimiento (comparación).....	54
4. Sustancias y propiedades químicas que influyen sobre la aceptabilidad del agua para usos domésticos .....	61
5. Límites provisionales para las sustancias tóxicas en el agua potable.....	62
6. Velocidades máximas recomendadas para el escurrimiento del agua.....	68
7. Cantidad de cloro requerida en la desinfección de instalaciones de agua.....	78
8. Aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas .....	88
9. Grupo etario afectado por enfermedades intestinales y dermatológicas .....	89
10. Frecuencia de casos por enfermedades intestinales y dermatológicas .....	90
11. Causa de las enfermedades intestinales y dermatológicas .....	91
12. Capacitación a la población sobre higiene personal.....	92
13. Existencia de proyecto para construcción de sistema de agua entubada.....	93
14. Presupuesto para proyectos de agua entubada .....	94
15. Monitoreo de sistemas de abastecimiento de agua.....	95
16. Conocimiento de la calidad de agua para consumo .....	96
17. Existencia de colaboradores para monitoreo de la calidad de agua .....	97
18. Registro de estadísticas del consumo de agua.....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

1. Composición química del agua .....	24
2. Ciclo del agua .....	25
3. Disponibilidad hídrica en el planeta .....	27
4. Primeros dispositivos para aprovechamiento del agua.....	38
5. Primeros dispositivos para aprovechamiento del agua.....	39
6. Esquema básico de red de abastecimiento de agua .....	41
7. Croquis o representación en planta de la línea de distribución .....	52
8. Perfil longitudinal de la línea de conducción. ....	53
9. Aljibes para almacenamiento de agua pluvial .....	55
10. Captación de orilla de agua superficial .....	58
11. Presiones máximas de trabajo para tuberías PVC .....	70
12. Tipos de reservorios: apoyado y elevado .....	71

## I. INTRODUCCIÓN

El agua, se considera como una de las sustancias de mayor vitalidad para el funcionamiento de la vida, sin ella sería imposible para los seres vivos poder sobrevivir, ya que es indispensable para diversas actividades no solo personales sino también comerciales e industriales.

Garantizar el acceso a agua adecuada para el consumo humano, con el fin de poder ofrecerle a la población una mejor calidad de vida, representa un reto significativo en nuestro país, especialmente en áreas rurales, donde la cobertura de proyectos de agua entubada es bastante baja.

Por tal razón, como parte de los requerimientos del programa de graduación de la facultad de ingeniería de la Universidad Rural de Guatemala, previo a portar al título de Ingeniero Civil, con énfasis en construcciones rurales, en el grado académico de licenciatura; se elabora esta propuesta para la construcción de un sistema de distribución de agua entubada en la Aldea Los Gavilanes, del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, con el objeto de responder a la necesidad de los habitantes de contar con abastecimiento de agua entubada y aprovechar el recurso hídrico más cercano a la comunidad.

A través de esta propuesta, se les entrega los estudios de pre factibilidad y diseño del sistema de distribución de agua entubada (memoria de cálculos, planos y resultados de laboratorio) a los dirigentes de la comunidad y municipalidad del municipio e n mención para las gestiones correspondientes para la ejecución del proyecto.

Este documento consta de dos tomos en los que se desarrolla la parte teórica, técnica y de investigación, para poder tener un concepto general de las necesidades prioritarias de la Aldea los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, que

dio como resultado la necesidad de contar con un abastecimiento de agua entubada a fin de disminuir considerablemente las enfermedades intestinales y dermatológicas.

En el capítulo I, se desarrolla de forma descriptiva el planteamiento del problema, la hipótesis, objetivos y justificación de este estudio, así como también, se describe la metodología y técnicas aplicadas para la comprobación de la hipótesis y los instrumentos utilizados para su verificación.

El capítulo II, comprende lo referente al marco teórico, donde se desarrollan conceptos fundamentales, estadísticas generales y reseñas históricas con el objeto de comprender de manera general aspectos del problema, causa y efecto de este estudio. En el capítulo III, se presentan de manera cuantitativa, gráfica y analítica los datos obtenidos de las boletas de investigación tanto de la variable dependiente (efecto) como de la variable independiente (causa), a través de los cuales se comprueba la hipótesis planteada.

En el capítulo IV, se describen las conclusiones y recomendaciones, producto del análisis de los resultados obtenidos a partir de las encuestas aplicadas a personal de salud que cubre la Aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz y Concejo Municipal del mismo municipio.

El tomo II, este compuesto por dos capítulos en los que se desarrolla de forma general un resumen de la investigación y su proceso, así como conclusiones y recomendaciones puntuales.

Se desarrolla también como parte del tomo II, la propuesta de solución para la problemática identificada y la matriz de la estructura lógica para la evaluación del cumplimiento de la propuesta.

### I.1. Planteamiento del problema.

En la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, según los datos recabados existe un aumento considerable de casos de morbilidades de tipo intestinal y dermatológico en los últimos cinco años, estos directamente relacionados a los escasos de agua y uso de agua inadecuada para consumo por medio de alimentos o para higiene personal.

Se debe tomar en cuenta que las enfermedades transmitidas por el agua es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad no solo en la región, si no a nivel mundial.

El no contar con el abastecimiento de este vital líquido representa para la población de la comunidad un riesgo significativo de contraer alguna de estas patologías.

Además de existir en los últimos años un crecimiento poblacional significativo, que provoca una mayor demanda de servicios y obras de infraestructura básicas, que es deber de las autoridades competentes atender, a fin de garantizar una mejor calidad de vida a la población.

Uno de los problemas centrales es a razón de que hay un deficiente aprovechamiento de los recursos hídricos con los que podría contar la aldea Los Gavilanes, uno de estos y la más factible de aprovechar es la fuente hídrica ubicada en la región aledaña, aldea Pancajché del municipio de Tucurú, Alta Verapaz.

El agua es uno de los recursos esenciales para la vida del ser humano, utilizado para diversas actividades, principalmente para la higiene y alimentación, por lo que es importante garantizar la calidad de la misma a fin de evitar enfermedades que se podrían transmitir por ese medio.

A razón del análisis y diagnóstico del problema y sus efectos, se identifica como una de las principales causas, la falta de un proyecto de construcción de un sistema eficaz de distribución de agua entubada que le dé cobertura a la comunidad antes mencionada.

El proveer de un sistema de abastecimiento de agua a la población de la Aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, representa una mejora considerable en su calidad de vida, y un avance en el desarrollo de diversas actividades personales y de productividad.

Se considera la importancia del agua para diferentes actividades esenciales en la vida del ser humano y a modo de aprovechar el recurso hídrico más cercano a la aldea mencionada, se concluyó como medio de solución la construcción de un sistema de distribución de agua entubada, que abastezca a los habitantes de la aldea Los Gavilanes de este recurso.

## I.2. Hipótesis.

Hipótesis causal: “El aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años; por deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, es debido a la falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada.”

Hipótesis interrogativa: ¿Será la falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada, la causante del aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, por deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años?

### I.3. Objetivos.

Durante el proceso de diagnóstico, investigación y desarrollo de este estudio se identificaron aspectos puntuales enfocados en darle solución a la problemática descrita anteriormente, por tal razón se han formulado los siguientes objetivos:

#### I.3.1. Objetivo general.

Disminuir los casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz

#### I.3.2. Objetivo específico.

Aprovechar de manera eficiente la fuente principal del recurso hídrico, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.

### I.4. Justificación.

La Constitución Política de la República de Guatemala, establece en el artículo 253, que uno de los fines principales de las actividades de las municipalidades locales es de atender los servicios públicos de la localidad, entre los cuales se encuentra con carácter de vital importancia el acceso al servicio de agua potable, que es indispensable para la vida humana.

La escasez de agua es un problema grave, aun cuando muchas regiones del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, por su ubicación geográfica tienen un alto promedio anual de lluvias. En Guatemala un estimado del cincuenta y cinco por ciento de la población en el área rural cuenta con un sistema de abastecimiento de agua entubada.

Además, la falta de agua influye de manera directa en las condiciones de salubridad de la población, lo cual afecta especialmente a niños y adultos mayores que están en

mayor riesgo de contraer patologías de tipo intestinal y dermatológico por el consumo de agua contaminada o la falta de higiene por no contar con suficiente recurso hídrico.

A través del análisis retrospectivo de los últimos cinco años previos a la investigación se determinó, que existe un incremento anual significativo de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.

Realizados los cálculos de proyección lineal, se puede prever un aumento constante en los próximos años si la situación actual no se aborda a través de la propuesta planteada en este estudio. Sin embargo, si se aborda y ejecuta la propuesta presentada, para el 2025 se prevé una reducción de hasta un 80% de casos presentados de enfermedades intestinales y dermatológicas, relacionadas directamente a la falta de agua y/o consumo de agua inadecuada.

El proveer de un sistema de abastecimiento de agua a la población de la Aldea Los Gavilanes del municipio del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, representa una mejora considerable en su calidad de vida, y un avance en el desarrollo de diversas actividades personales y de productividad.

Por lo antes descrito, es indiscutible que una propuesta de diseño para el proyecto de construcción de un sistema de distribución de agua entubada que abastezca a los pobladores de la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.

Dicho proyecto beneficiara en gran medida para que a través de las entidades correspondientes se puedan efectuar los procesos de gestión y posteriormente la ejecución del proyecto descrito, a fin de contribuir a la mejora de la calidad de vida de los habitantes.



## I.5. Metodología.

Esta investigación se desarrolló con base a procesos y técnicas metodológicas para que de esta manera se pueda garantizar que los resultados de la misma sean válidos y confiables y responder a los objetivos formulados. Se seleccionó el tipo de metodología adecuado a la población a estudio, el tipo de datos a recolectar y el tipo de análisis aplicado a los datos obtenidos.

Modelo de Investigación Dominó: Modelo creado por el Doctor Fidel Reyes Lee y Universidad Rural de Guatemala; muestra en dos páginas, un cuadro con tres columnas estructuradas de la manera siguiente: Columna del problema (efecto, problema, causa, hipótesis, preguntas que comprueban las variables dependiente e independiente, temas de marco teórico y justificación), columna de propuesta de solución (objetivo general, específico, nombre del trabajo de investigación, resultados y costos) y la columna de la evaluación expost de la propuesta.

En el Modelo de Investigación Dominó se resume el trabajo de investigación; como también, la aplicación de la metodología; éste se detalla en el anexo 1 del tomo I.

### I.5.1. Métodos.

#### I.5.1.1. Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis.

El método utilizado para la formulación de la hipótesis fue el método deductivo, a través del cual se pudo tener una visión general hasta puntualizar en un concepto específico y puntual, el cual nos permitió definir las condiciones de salubridad de la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, y su relación con la falta de acceso a agua entubada.

Así mismo, a través del método analítico, se pudo determinar posterior a definir la hipótesis y con el análisis de los datos obtenidos en las boletas de investigación, la causa y efecto de nuestra problemática planteada.

Definido una vez, la causa y efecto de la problemática, se utilizó el método de marco lógica para determinar los objetivos de la investigación, y planificar de una manera óptima los tiempos y el desarrollo de la misma.

#### I.5.1.2. Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis.

La comprobación de la hipótesis se realizó a través del método inductivo, con él cual se logró obtener los resultados específicos para cada una de las variables de la problemática en cuestión y a su vez establecer las conclusiones y recomendaciones generales de la investigación.

Así mismo, para la comprobación de la hipótesis se hizo uso del método estadístico y analítico, a través del cual se logró determinar de una forma cuantitativa y descriptiva los resultados de la investigación, lo cual permitió comprobar que el aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años; por deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, es debido a la falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada

#### I.5.2. Técnicas.

##### I.5.2.1. Técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis.

Dentro de las técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis están:  
Observación directa.

A través de la técnica de la observación, realizada en una primera visita y acercamiento de manera directa en la Aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, se pudo identificar diversas necesidades básicas, dentro de las cuales se determinó como prioritaria la necesidad de contar con un abastecimiento de agua entubada, con el objeto de garantizar la calidad y cantidad para el consumo de los pobladores, a fin de reducir los índices de enfermedades intestinales y dermatológicas relacionadas a la falta de agua o consumo de agua inadecuada.

#### Entrevista.

Definidas las principales necesidades de la comunidad a través de la observación, se procedió aplicar entrevista a líderes y vecinos de la comunidad, para tener una idea general de la situación en la que viven y las necesidades que ellos consideran prioritarias, así mismo se tuvo la cercanía con personal de salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, que da cobertura a la comunidad para saber su perspectiva en cuanto a los problemas encontrados.

#### Modelo de Investigación Dominó.

La hipótesis y el planteamiento inicial de la investigación, se desarrolló a través del modelo de investigación dominó, el cual es uno de los principales recursos de la Universidad Rural de Guatemala, a través del cual se desarrollan los principios fundamentales de la investigación.

En este se describe el árbol de problemas y objetivos, la hipótesis, las preguntas para la comprobación de hipótesis, los temas generales del marco teórico, entre otros.

#### I.5.2.2. Técnicas utilizadas para la comprobación de la hipótesis.

Las técnicas que se aplicaron para la comprobación de la hipótesis son:

Definir muestra.

Para la comprobación de las variables tanto dependiente (efecto) como independiente (causa), se definieron la población a estudio para la comprobación de las mismas.

En el caso de la verificación y/o comprobación de la variable dependiente se tomó como población a estudio el personal de salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social que da cobertura en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, se define que se considerará como sujetos de estudio el 100% de la población en mención que representa un total de 5 profesionales de la salud.

En cuanto a los sujetos de estudio para la comprobación de la variable independiente se seleccionó a los miembros del Concejo Municipal del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, que son las personas que tienen la competencia en la parte de servicios públicos y planificación y ejecución de proyectos, por lo que se determinó el 100% de la población que representa un total de 7 personas como sujetos de estudio.

Encuesta.

Se diseñaron dos boletas de investigación tipo encuesta para cada una de las variables a comprobar. La primera dirigida al personal de salud que da cobertura y atención en salud en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá Baja Verapaz, la cual está compuesta por un total de cinco interrogantes formuladas a fin de comprobar la variable dependiente. La segunda encuesta, dirigida a los miembros del Concejo Municipal del municipio en cuestión, la cual está compuesta por un total de seis interrogantes de selección múltiple

Las encuestas fueron aplicadas con autorización de las autoridades competentes de cada una de las instituciones involucradas, así como también con el consentimiento informado de cada uno de los sujetos de estudio.

Análisis estadístico.

Se realizó la comprobación de la hipótesis, a través del análisis estadístico (cuantitativo y descriptivo), resultado de las boletas de investigación aplicadas, dándole interpretación a los valores absolutos y relativos de los datos tabulados.

Así mismo a base del estudio retrospectivo realizado, al menos cinco años atrás, del registro de morbilidades de tipo intestinal y dermatológico en la Aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, permitió generar el cálculo de la correlación lineal ente la variable dependiente e independiente y a su vez el cálculo de la proyección lineal que nos da una visión de la situación sin y con proyecto.

## II. MARCO TEÓRICO

Enfermedades intestinales provocadas por el consumo de agua de mala calidad.

El agua es uno de los recursos esenciales para la vida del ser humano, utilizado para diversas actividades, principalmente para la higiene y alimentación, por lo que es importante garantizar la calidad de la misma a fin de evitar enfermedades que se podrían transmitir por ese medio.

La cantidad de agua disponible en la tierra se cuantificable de forma finita, sin embargo, la contaminación producida por el hombre se acelerará rápidamente con el incremento poblacional, actividades agrícolas e industriales; las fuentes de agua locales son susceptibles a agotarse o contaminarse debido al uso inconsciente del recurso hídrico por lo que el agua pasa de ser una fuente vida a convertirse en gran cantidad de casos en una fuente de muerte y enfermedades.

Sierra, C. (2011). Las aguas sin tratamiento poseen una gran variedad de microorganismos patógenos y no patógenos. Los patógenos que causan daño al ser humano, y que se encuentran presentes en el agua son bacterias, virus, algas, hongos y algunos protozoos. (p. 78)

Las enfermedades transmitidas por medio del agua son: amebiasis, disentería bacilar, enteritis capilobacteriana, cólera, enfermedades diarreicas, diarrea por *Escherichia Coli*, diarrea de los viajeros, virus, rotavirus, guarduasus, fiebre tifoidea, fiebre paratifoidea, salmonelosis, filiaríais, leptosporosis, tularemia, enfermedades cardiovasculares y dureza del agua potable, y cancerígenos en el agua potable. (ibídem, p. 78)

El riesgo de contraer alguna enfermedad transmitida por medio del agua está relacionado al grado de contaminación del mismo, por lo que el tratamiento del agua y un constante control y monitoreo de los sistemas de almacenamiento y distribución, debe considerarse como herramienta para garantizar la salud de las personas.

Según la OMS, (2019) alrededor de unas 842 000 personas mueren cada año de diarrea como consecuencia de la insalubridad del agua, de un saneamiento insuficiente o de una mala higiene de las manos. Sin embargo, la diarrea es ampliamente prevenible y la muerte de unos 361 000 niños menores de cinco años se podría prevenir cada año si se abordaran estos factores de riesgo. En los lugares donde el agua no es fácilmente accesible, las personas pueden considerar que lavarse las manos no es una prioridad, lo que aumenta la probabilidad de propagación de la diarrea y otras enfermedades. (p. 1)

En Guatemala, la diarrea es una de las patologías que mayor frecuencia tiene debido al consumo de agua de mala calidad, aunque también es relevante el número de casos por amebiasis intestinal. Otra de las patologías considerables a nivel mundial a causa de la exposición a aguas infestadas es la esquistosomiasis, según datos de la OMS, alrededor de 240 millones de personas se ven afectadas por esta morbilidad.

La creciente polución de nuestros ríos constituye la mayor amenaza a la salud pública. Las aguas contaminadas conllevan a varios problemas gastrointestinales, infecciones del hígado, cáncer, etc. Los niños son a menudo los más afectados, muriendo en grandes cantidades por diarrea. Aun en los 90 más de 1 millón de niños murieron debido a diarrea y otros trastornos gastrointestinales. (Magne, F., 2008, p.19)

Las enfermedades infecciosas relacionadas con el agua se pueden clasificar según el mecanismo de transmisión como: propagas por el agua, lavadas por el agua y con base en el agua. En la siguiente tabla se puede describir un resumen de los factores que

favorecen la transmisión y las patologías más comunes, así como acciones para la prevención.

Cuadro 1: Clasificación de las enfermedades relacionadas con el agua

Mecanismo de transmisión	Factores que favorecen la transmisión	Enfermedades	Medidas de prevención
Propagadas por el agua	El agua actúa como vehículo de transporte pasivo del elemento patógeno. La infección se produce al beber agua o al ingerir alimentos contaminados.	Enfermedades diarreicas, cólera, fiebre tifoidea, polio, leptospirosis, giardiasis, amebiasis, hepatitis infecciosa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar la calidad del agua</li> <li>• Evitar el uso de fuentes no protegidas.</li> <li>• Mejorar las condiciones sanitarias</li> <li>• Evitar la contaminación de los sistemas</li> </ul>
Lavadas por el agua	Son enfermedades causadas por la falta de higiene o por una higiene precaria (su eliminación depende más de la cantidad de agua que de la calidad)	Enfermedades diarreicas (lavado de manos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la cantidad de agua disponible</li> <li>• Mejorar la accesibilidad del agua</li> <li>• Mejorar la higiene personal</li> </ul>



	En regiones endémicas, el mero contacto con aguas contaminadas por organismos (moluscos y copépodos) que actúan como huéspedes de ciertos parásitos es suficiente para contraer la infección.	Esquistosomiasis, dracontiasis (gusano de Guinea)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir el contacto con aguas contaminantes</li> <li>• Control de la población de moluscos</li> <li>• Protección de fuentes y pozos.</li> </ul>
--	---	---	--

Fuente: Datos del Diccionario de Acción Humanitaria y Cooperación al Desarrollo, 2006.

Los padecimientos gastrointestinales prevalecen en sitios donde falta el agua, saneamiento e higiene adecuados. El derecho a la salud está estrechamente vinculado al derecho de agua limpia, físicamente accesible y económicamente asequible. (Sánchez, D., 2016, p. 12)

De acuerdo a datos de la OMS, se estima que 2600 millones de personas (la mitad del mundo en desarrollo) carecen de una letrina sencilla y 1100 millones carecen de acceso a cualquier tipo de fuente mejorada de agua, lo cual tiene como consecuencia directa; 1,6 millones de defunciones cada año de enfermedades diarreicas (incluido el cólera) atribuibles a la falta de acceso a un agua potable salubre y al saneamiento básico, y un 90% de esas personas son menores de 5 años, principalmente de países en desarrollo. (ibídem, p. 12)

Las enfermedades diarreicas agudas, tan típicas de los países subdesarrollados, son un ejemplo del significado del abastecimiento de agua, ya que ocurren en sitios donde los acueductos son insuficientes o no existen, donde no hay alcantarillado o está

defectuoso, por lo que se contaminan las aguas de uso humano con materias fecales y de otros tipos de desecho y estas pierden su potabilidad. (Beldarrain, E., 1999, p. 15) Además de esto, no son tratadas para remediar en algo el problema, y sobrevienen entonces estas enfermedades con su estela de daños y muertes, sobre todo en la infancia. También se producen enfermedades por exceso o defecto de elementos contenidos en el agua. (ibídem, p. 15)

Este grupo de enfermedades constituye la razón principal de la desinfección de los sistemas de abastecimiento de agua potable. Estas patologías se transmiten por la ingestión de agua contaminada por microorganismos patógenos, principalmente procedentes de heces fecales humanas. (ibídem, p. 93)

La ingestión puede ser directa por el agua o indirecta con alimentos o bebidas que han sido alterados con agua contaminada, aunque también puede ser accidental y producirse al nadar o practicar actividades recreativas. El cólera y la fiebre tifoidea se pueden adquirir por esa vía. Estas enfermedades también se transmiten por vía fecal –oral, prácticas de higiene deficientes y contaminación de alimentos. (ibídem, p. 93) Dentro de las enfermedades de tipo intestinal que son transmitidas por el consumo de agua contaminada o de mala calidad están:

**Cólera:** Enfermedad bacteriana intestinal, que se caracteriza por diarrea profusa, acuosa (heces con aspecto de agua de arroz) y sin dolor, vómitos, deshidratación rápida. El 80% de los infectados, cursa de manera asintomática. Sin tratamiento oportuno, la tasa de letalidad es mayor al 50%. (MSPAS, 2018, p. 12)

**Diarrea:** Es causada por diversas etiologías (patógenos bacterianos, virales y/o parásitos intestinales), se caracteriza por la expulsión frecuente de heces líquidas, puede acompañarse de náuseas, vómitos, fiebre, deshidratación y desequilibrio electrolítico, con una duración menor a 14 días. (MSPAS, 2018, p. 9)

Los brotes de diarrea en bebés, niños y adultos suelen ser causados por microorganismos en el agua o los alimentos, a menudo contaminados con heces infectadas. La infección también puede propagarse de persona a persona, especialmente si la persona con diarrea no se lava las manos después de defecar.

**Disentería:** Infección aguda, que afecta el intestino grueso y la porción distal del intestino delgado, se caracteriza por diarrea acompañada de fiebre, náusea y a veces toxemia, vómito, cólicos y tenesmo. Las heces, contienen sangre y moco (disentería), que es el resultado de la confluencia de microabscesos causados por los microorganismos invasores; sin embargo, muchos casos tienen como cuadro inicial diarrea acuosa. Se dan casos leves y asintomáticos. La enfermedad, suele ser de curso limitado y durar de cuatro a siete días en promedio. (MSPAS, 2018, p. 21)

**Hepatitis A:** Enfermedad viral de inicio repentino, caracterizado por fiebre, malestar general anorexia, náusea y molestias abdominales, seguidas en pocos días de ictericia. La enfermedad varía de asintomática, o forma leve que dura de una a dos semanas, hasta una forma grave e incapacitante, que puede durar varios meses. Dicha patología, se presenta especialmente en niños, se diagnostican mediante pruebas de función hepática y aislamiento viral. (MSPAS, 2018, p. 28)

**Fiebre tifoidea:** Enfermedad bacteriana, que caracteriza por la aparición insidiosa y sostenida de fiebre, cefalea intensa, malestar general, anorexia, relativa bradicardia, estreñimiento o diarrea (principalmente en niños), y hepatoesplenomegalia (aumento de tamaño del hígado o del bazo), tos no productiva. Sin embargo, pueden ocurrir infecciones atípicas y poco severas. (MSPAS, 2018, p. 17)

**Rotavirus:** Gastroenteritis estacional de los lactantes y los niños menores de 5 años, con mayor frecuencia en el grupo de 6 meses a 2 años, a menudo grave, que se

caracteriza por vómitos y fiebre, seguidos por diarrea acuosa. Puede ocasionar a veces deshidratación grave y defunción. (MSPAS, 2018, p. 31)

Giardiasis: La giardiasis es una infección del intestino delgado por *Giardia lamblia*, un parásito unicelular que viven en el intestino de las personas y los animales y se trasmite en las heces de una persona o animal infectado. Durante las últimas décadas, el organismo *Giardia* se ha reconocido como una de las causas más comunes de la enfermedad transmitida por el agua en los seres humanos. (Ministerio del agua, 2008, p. 18)

Los síntomas comienzan a aparecer por lo general de 1 a 2 semanas después de la infección, suelen ser leves e incluyen náuseas intermitentes, eructos, una mayor cantidad de gas (flatulencias), molestias abdominales, heces voluminosas y con mal olor y diarrea. (p. 20)

Amebiasis: La amebiasis es una infección del intestino grueso causada por la *Entamoeba histolytica*, un parásito unicelular. El ciclo vital de la *Entamoeba* depende de la excreción de los quistes en las heces y de la subsiguiente ingestión en otro huésped (transmisión persona-persona). Generalmente los infectados, en particular los que viven en climas templados, no presentan síntomas. En ciertos casos, los síntomas son tan leves que casi pasan desapercibidos. Pueden consistir en diarrea y estreñimiento intermitente, una mayor cantidad de gas (flatulencia) y retortijones abdominales. (Ministerio del agua, 2008, p. 13)

Puede darse la transmisión de enfermedades también, a través de otros modos en lo que el material fecal puede llevarse a la boca, por ejemplo, a través de las manos o comida contaminada. En general, la comida contaminada es la segunda causa más común por la que las personas suelen enfermarse.

La transmisión también puede ocurrir de otras formas en las que las heces pueden introducirse en la boca, por ejemplo, a través de las manos o alimentos contaminados. En general, los alimentos contaminados son la segunda causa más común de enfermedad.

Estas enfermedades se pueden evitar si se garantiza el agua potable y el saneamiento, se asegura el acceso universal a la inmunización y otros servicios básicos de salud, y si se preserva y protege el medio ambiente.

Enfermedades dermatológicas por falta de higiene.

El contacto y/o exposición a fuentes de agua contaminadas por microorganismos tales como hongos, bacterias y parásitos o bien por sustancias químicas, provocan ciertas lesiones cutáneas, dentro de las cuales las más comunes pueden ser: irritación cutánea, erupción e infección, que pone en riesgo la salud de las personas afectadas.

Esta clasificación de enfermedades suele manifestarse debido a la escasez o falta de acceso al agua adecuada para la higiene personal o doméstica. Vivir en las circunstancias mencionadas, puede provocar que haya un aumento considerable en casos de morbilidades de tipo cutáneo como la tiña, el impétigo, escabiosis, ascariasis, arsenicosis u otras infecciones en la piel.

Las patologías anteriormente mencionadas podrían ser las más comunes, sin embargo, dentro de esta clasificación también puede considerarse la sarna, el tifus y la pediculosis que debido al desabastecimiento adecuado del agua pueden presentarse en cierto grupo población con falta de acceso a este recurso indispensable.

La manera más adecuada de mitigar el número de casos de las enfermedades dermatológicas es a través de la disponibilidad de agua, aunque su calidad no sea la mejor, con un tratamiento previo a su uso tendría un efecto positivo en la reducción

de estas patologías. Estas enfermedades se producen cuando el agua ha sido contaminada por heces fecales, que sirven de hábitat a los agentes patógenos o a los huéspedes intermediarios en los cuales ciertos parásitos pasan parte de su ciclo vital.

Los parásitos causan enfermedad a los seres humanos cuando sus formas larvianas infecciosas se ponen en contacto con ellos, mientras éstos se sumergen, bañan, trabajan o nadan en el agua o como consecuencia de la ingestión de esquistosomas o de moluscos o crustáceos infectados, de peces o de plantas acuáticas. Todas son enfermedades que pueden ser graves y debilitantes. La desinfección de los abastecimientos de agua potable no influirá en la incidencia de las mismas. (Beldarrain, E., 1999, p. 93)

El acceso al agua segura no solo es un factor de gran importancia para la salud pública, sino que también es un factor condicionante para el desarrollo social y económico de la población, ante el hecho de que actividades como la agricultura, ganadería, industria, comercio y la vida diaria en sí depende en gran medida del acceso a una fuente de agua en cantidad y calidad adecuada, su carencia es una causa principal de pobreza y repercute en atrasos en el desarrollo de cualquier sociedad.

La higiene se refiere al conjunto de prácticas y comportamientos orientados a mantener unas condiciones de limpieza y aseo que favorezcan la salud de las personas. La falta de hábitos higiénicos adecuados por parte de las personas se convierte en un problema grave, no solo por lo desagradable de una mala apariencia o de los malos olores, si no por el potencial peligro de la transmisión de virus y gérmenes a otras personas.

La buena o mala higiene incide de manera directa en la salud de las personas. Son muchas las enfermedades con las malas prácticas de higiene. Y muchas de las causas de una mala higiene personal o una deficiente práctica de hábitos de higiene es la falta

de agua o el consumo de agua contaminada sin darle el tratamiento adecuado para consumo.

Índice de enfermedades por insalubridad.

La falta de acceso a un sistema de abastecimiento de agua adecuado, como la falta de saneamiento e higiene provoca una serie de patologías infecciosas de tipo intestinal y dermatológico, las de tipo intestinal son una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en el mundo. Relacionadas estas a la presencia de microorganismos y sustancias químicas que se encuentran en agua destinada para el consumo.

Hoy, al menos un quinto de todas las personas a nivel mundial, carecen de acceso a agua potable segura. En los países desarrollados, la mayoría de las ciudades descargan de 80 a 90 % de su desagüe directamente a los ríos y caños, que son usados para tomar, aseo y lavar. Esta carencia de tratamiento de cloacas ha propiciado que microorganismos peligrosos diseminen enfermedades propagadas por el agua; particularmente las enfermedades transmitidas por vectores que viven en el ambiente acuático son responsables por alrededor de un tercio de todas las muertes en el mundo. (Magne, F., 2008, p. 19)

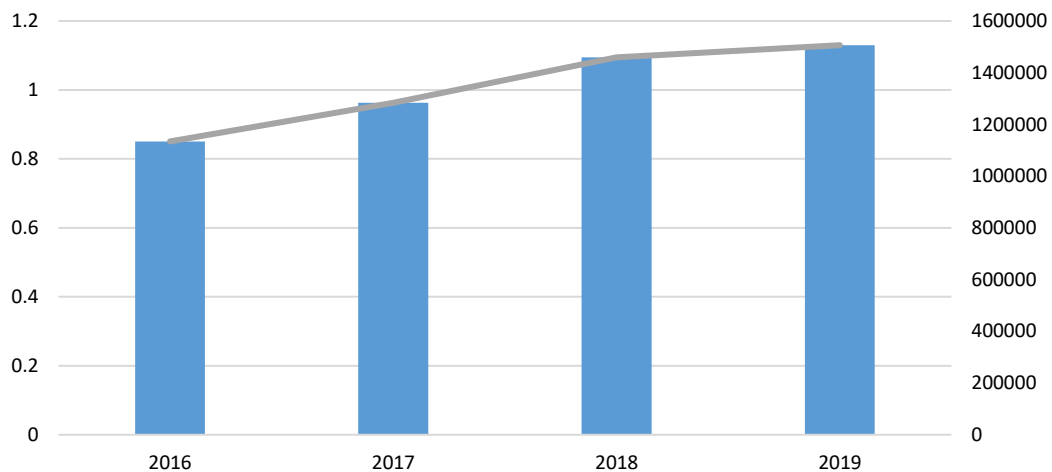
En Guatemala los problemas de enfermedades por contaminación hídrica, saneamiento inadecuado y malas prácticas higiénicas en el país aún persisten. El impacto de la falta servicios de agua potable y saneamiento recae, principalmente, sobre los sectores con mayor pobreza y hace un vínculo entre la falta de dichos servicios y las dimensiones de la pobreza, salud, educación, género e inclusión social, el ingreso y el consumo. (MPSAS, 2015, p.7)

Los servicios de abastecimiento de agua, el saneamiento y la higiene contribuyen a la reducción en la frecuencia de la enfermedad diarreica, así: higiene 37%, saneamiento

32%, abastecimiento de agua 25%, calidad del agua 31% y otros factores múltiples 33%, de lo cual se infiere la importancia que para mejorar los niveles de salud tienen los servicios de agua y saneamiento. (ibídem, p. 8)

Según datos del sistema de información gerencial de salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social en Guatemala las enfermedades intestinales es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad, esto debido a la falta de higiene a causa del consumo de agua contaminada. En la gráfica 1 podemos observar la tendencia anual de casos de morbilidad de tipo intestinal. Y en la gráfica 2, la tendencia en el municipio de Purulhá, Baja Verapaz, lugar donde se desarrollará este estudio.

Gráfica 1. Morbilidad de tipo intestinal en Guatemala



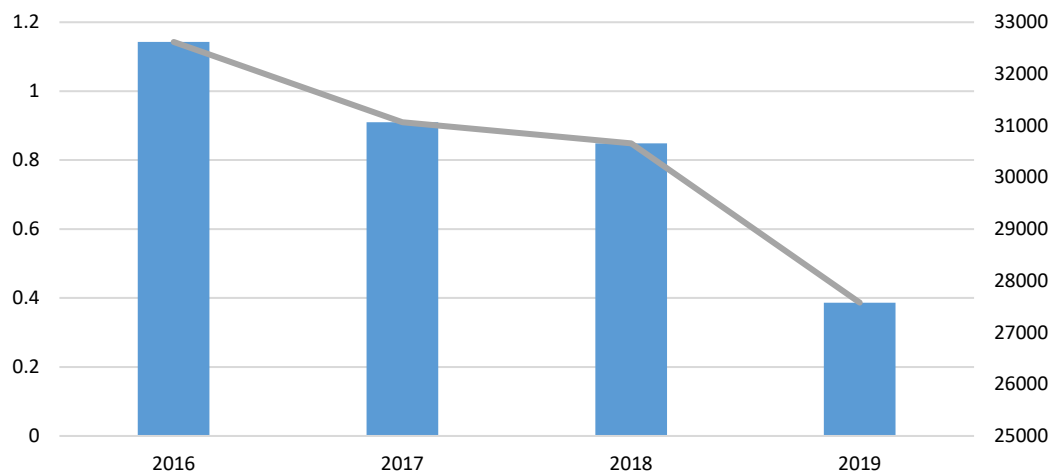
Fuente: SIGSA, 2020.

Como se puede observar en las gráficas, en relación a la situación nacional, se tiene una tendencia al aumento de casos anuales de morbilidad de tipo intestinal, sin embargo, a nivel local como municipio se tiene una disminución considerable de casos anuales.



Todas las enfermedades transmitidas por el agua y muchas de las enfermedades que tienen su brote en el agua dependen, para su propagación de agentes infecciosos provenientes de heces humanas que se introducen en el agua potable o en los alimentos. La cadena de transmisión de las enfermedades puede romperse de forma efectiva, tanto mediante una disposición sanitaria de las heces como por la provisión de abastecimientos seguros y adecuados de agua.

Gráfica 2. Morbilidad de tipo intestinal en Purulhá, Baja Verapaz



Fuente: SIGSA, 2020.

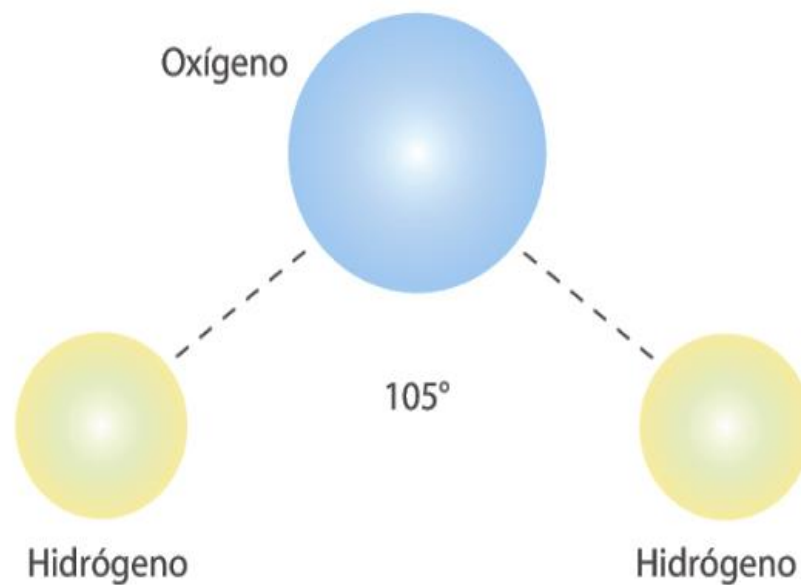
### Agua.

Guerrero, M. (2010), describe el agua como una sustancia cuyas moléculas están formadas por la combinación de un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrogeno, la cual es líquida, inodora, insípida e incolora. Es el componente más abundante de la superficie terrestre y, más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales. (p. 14)

El Ministerio de Agricultura y Recursos Naturales define que el agua puede ser considerada con un recurso renovable, cuando se controla cuidadosamente su uso. De lo contrario es un recurso no renovable, limitado por las cantidades que se mueven en el sistema natural; sin embargo, se ha considerado como inagotable, por lo que su uso ha generado acciones irresponsables. Así mismo indica que es importante considerar que el agua es un recurso finito y no siempre dispondremos de ella. (2008, p. 66)

La fórmula química del agua es  $H_2O$ , lo que significa que dos átomos de hidrógeno unidos a un átomo de oxígeno forman un ángulo de 105 grados, como se muestra en la Figura 1. Algunas moléculas de agua se unen para formar un tetraedro, como se muestra en la Figura 2.

Figura 1. Composición química del agua



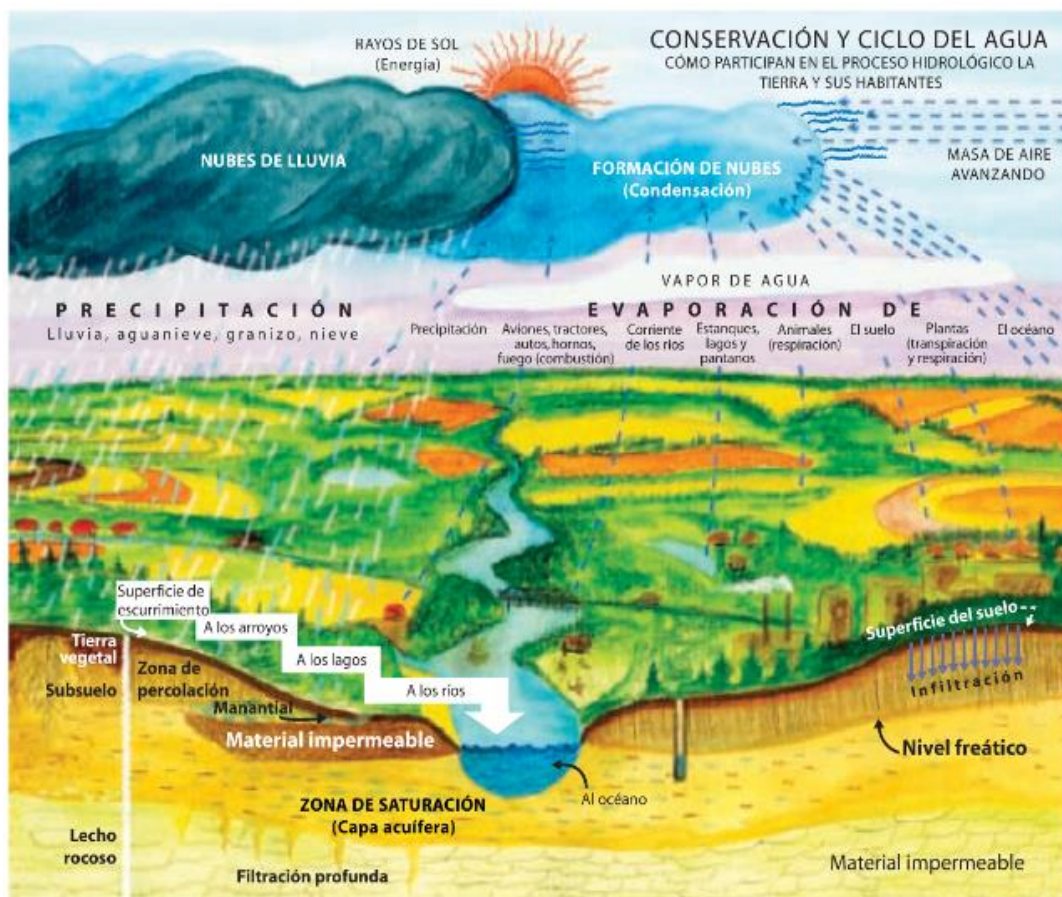
Fuente: El agua. Guerrero, M., 2006, p. 30

El agua en la atmosfera se mueve desde un depósito o reservorio a otro, a través de los diferentes procesos entre los cuales tenemos: evaporación, condensación,

precipitación, sedimentación, escorrentía, infiltración, sublimación, transpiración, fusión, y flujo de agua subterránea” (Ordoñez, J., 2011, p. 7).

La descripción anterior y los procesos mencionados es lo que se conoce con el nombre de ciclo hidrológico o ciclo del agua, el mismo consiste un conjunto de procesos a través del cual circula el agua y su transformación en el proceso en sus diferentes estados físicos (líquido, sólido y gaseoso).

Figura 2. Ciclo del agua



Fuente: El agua. Guerrero, M., 2006, p. 53

El ciclo hidrológico se trata de un conjunto de procesos simultáneos interrelacionados, se suele asumir que comienza en los océanos con la evaporación del agua. El calor del sol aporta la energía para romper los enlaces que mantienen unidas las moléculas de agua. Este proceso de cambio de estado de fase líquida a gas se denomina evaporación. Cuando la humedad relativa del aire es del 100% (punto de saturación) comienza la condensación, proceso por el cual el vapor de agua del aire se transforma en agua líquida lo que da lugar a la formación de nubes. (Lado, J. 2009, p. 78)

Teóricamente el agua más pura debiera ser la de lluvia, que es agua destilada, ya que previamente el agua se ha evaporado y luego condensado. Las aguas superficiales están en continua evaporación las cuales forman nubes, que, al condensarse producto de los cambios de temperatura, se precipitan en forma de lluvia, nieve o granizo. (Beldarrain, E., 1999, p.17)

Al atravesar la atmósfera, el agua se carga de polvo y de otras partículas que están en suspensión, incluso microbios, y llega a la superficie de la tierra con un determinado contenido de sustancias extrañas, que es variable en cantidad y calidad, según las características geográficas, climáticas y ecológicas de la zona en cuestión. (ibídem, p.17)

Las nubes en ciertas condiciones de presión y temperatura originan precipitaciones, estas pueden ocurrir en forma de nieve y acumularse en los glaciares. Su fusión, junto con el resto de las precipitaciones da lugar al agua superficial y subterránea (ibídem, p. 78)

Disponibilidad hídrica.

Se calcula que en el planeta existen alrededor de 1 400 millones de kilómetros cúbicos de agua, de los cuales 2.5% corresponden a agua dulce, localizada principalmente en

ríos, lagos, glaciares, mantos de hielo y acuíferos. Cerca de tres cuartas partes del agua dulce está contenida en los glaciares y mantos de hielo, de los cuales aproximadamente 97% son prácticamente inaccesibles, pues se encuentran en la Antártica, el Ártico y Groenlandia. (CONAGUA, 2015, p.363)

No obstante, muchos de los glaciares continentales, así como el hielo y las nieves perpetuas de volcanes y cadenas montañosas constituyen una fuente importante de recurso hídrico para muchos países. (ibídem, p.363)

Las aguas superficiales (lagos, embalses, ríos, arroyos y humedales) retienen menos del uno por ciento del agua dulce no congelada. En los lagos del mundo se almacenan más de 40 veces lo contenido en ríos y arroyos (91,000 frente a 2,120 km<sup>3</sup>) y aproximadamente nueve veces lo almacenado en los pantanos y humedales. (ibídem, p. 364)

Figura 3. Disponibilidad hídrica en el planeta



Fuente: Informe de la situación del medio ambiente, CONAGUA, 2011.

Por otro lado, el agua en el permafrost es agua dulce, pero no es de fácil acceso. Más de la mitad se encuentra entre las primeras capas de la superficie, atrapada en rocas, y solo una pequeña porción está disponible como agua dulce en glaciares, lagos y ríos.

El agua puede considerarse como el único recurso natural que está presente en todas las actividades de la civilización humana. Desde el comienzo de la historia humana, el agua ha sido una de las necesidades primordiales y por lo cual la demanda de la misma se ha convertido en un elemento principal en aspectos como: salud, prosperidad económica y desarrollo.

El suministro de agua dulce está disminuyendo a nivel mundial. Una persona de cada cinco ya no tiene acceso al agua potable. Casi una de cada tres no dispone de medios de saneamiento adecuados. En el siguiente mapa se presentan algunas zonas a nivel mundial en donde el agua está siendo motivo de preocupación.

En relación a la disponibilidad hídrica en Guatemala, según el análisis de los balances anuales de disponibilidad hídrica, permite estimar que el país cuenta con una disponibilidad de 97,120 millones de m<sup>3</sup> anuales de agua; se estima que las aguas subterráneas representan alrededor de 33,699 millones de m<sup>3</sup> anuales de agua. La disponibilidad total anual equivale a una cantidad siete veces mayor que la establecida como límite de riesgo hídrico de acuerdo con el estándar internacional de 1,000 m<sup>3</sup>/habitante/año. (SEGEPLAN, 2011, p. 1)

La cantidad de agua disponible estimada del mes más seco del año es aproximadamente 4,800 millones de m<sup>3</sup>, que se distribuye naturalmente de forma irregular en 3 vertientes y 38 cuencas, lo que provoca estrés hídrico tanto en el altiplano oriental como en el altiplano central occidental, la costa sur y el norte de Petén, pues las demandas de agua son superiores a la oferta estacional, y se considera que la demanda anual llegará a duplicarse en el año 2025. (ibídem, p. 1)

En Guatemala la población que tiene acceso a agua es del 75% (90% en el área urbana y 60% en el área rural). Según estadísticas oficiales en el área rural, mayoritariamente indígena, casi el 70% del agua que se consume está contaminada, lo que provoca importantes efectos sobre la salud de las personas, especialmente entre la niñez, ya que las enfermedades gastrointestinales, sobre todo las diarreicas, constituyen una de las primeras causas de morbilidad a nivel nacional. (SEGEPLAN, 2011)

El rápido crecimiento poblacional en las zonas tanto urbanas como rurales, la poca organización y regulación de los diversos sectores, la falta de inversión adecuada y el cambio climático son factores que han causado que la disponibilidad, aprovechamiento, cobertura y calidad del agua se conviertan en un problema permanente para las partes involucradas, ya que este afecta considerablemente a la población mundial.

Por esta razón la humanidad ha realizado esfuerzos por mejorar el entorno en el que vive, pero esto depende en gran medida de la disponibilidad de agua, debido a que existe una gran relación entre la calidad de agua que se consume y la salud pública.

Fuentes de agua natural

Se entiende por fuente de abastecimiento de agua aquel punto o fase del ciclo natural del cual se desvía o aparta el agua temporalmente para ser usada, misma que regresa finalmente a la naturaleza. Para el abastecimiento público de agua se usan comúnmente tanto las fuentes superficiales como las subterráneas; las razones para elegir una u otra son muchas entre las cuales se encuentran: la calidad, la cantidad disponible, la seguridad del abastecimiento y costo de construcción y operación (Hilleboe, 2004, p. 4).

El agua es un recurso natural que puede ser utilizado de múltiples formas y que se consume de forma habitual en diversas presentaciones, por lo que es de extrema importancia conocer la forma en la que se realiza este consumo en las diferentes actividades, de tal manera que se pueda promover y concientizar a cerca de un uso más racional del mismo. Los usos del recurso hídrico varían de unas regiones a otras, según sea la ubicación geográfica del área, de este modo que su análisis proporcionará información importante de cara a una posible optimización.

Por otro lado, las fuentes de agua existentes con las que se puede disponer son diferentes en cada región, esto a razón de las diversas particularidades geográficas. La existencia y disponibilidad de los distintos tipos de fuente de agua puede llegar a diferenciar el nivel de servicio que se preste, así como el desarrollo económico de una región. Estas fuentes de agua han de ser protegidas de manera que se evite la contaminación de las mismas y que optimicen las condiciones de uso o manejo, proporcionando un abastecimiento de agua de buena calidad.

Fuentes de agua natural.

Las principales fuentes del recurso hídrico que pueden ser utilizadas para consumo humano y que se encuentran accesibles son los ríos, lagos, la humedad del suelo y los acuíferos subterráneos de fácil acceso. Estas fuentes de agua no están distribuidas de forma homogénea a lo largo del planeta por lo que a gran parte de la población en el mundo se le dificulta el acceso a las mismas, provocándose de esta manera grandes desigualdades en cuanto a las posibilidades de desarrollo de las distintas regiones. El uso de fuentes no tradicionales como pozos y manantiales de bajo rendimiento, agua de lluvia, desagües urbanos, aguas residuales recicladas, etc., permite de alguna manera la posibilidad de reducir en parte estas desigualdades y mejorar el desarrollo a nivel regional.



Las fuentes de agua de manera general se pueden clasificar según su disponibilidad y procedencia. Según su disponibilidad, Saavedra los clasifica como permanentes y temporales. Las fuentes de agua permanentes son aquellas que fluyen durante todo el año, mientras que las fuentes temporales las define como fuentes de agua irregulares las cuales se secan en épocas de invierno y otoño. Estas fuentes están conectadas a venas de aguas subterráneas o superficiales que alimentan a los lagos, quebradas, arroyos, riachuelos y ríos.

Según su procedencia se clasifican las fuentes de agua se clasifican en meteóricas (lluvia, nieve, granizo); aguas superficiales (ríos, arroyos, lagos, embalses) y aguas subterráneas (manantiales, pozos, galerías) (López, P., 1994, p. 18).

Fuentes de agua meteóricas.

Las aguas meteóricas pueden encontrarse en estado de vapor, como líquido suspendido en nubes o a través de la precipitación en forma de lluvia, granizo o nieve. Es prácticamente pura, se caracteriza por su carencia de sales minerales, es blanda, saturada de oxígeno con alto contenido de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y por consiguiente corrosiva (ibídem, p. 18).

En muchos lugares, específicamente en domicilios donde no existe un sistema de distribución de agua local, esta fuente es grandemente aprovechada, la cual es conducida por canales en techos y dirigida a un tanque de almacenamiento (tinacos, aljibes, etc.)

En cuanto a la captación de esta fuente agua precipitada en forma de lluvia, generalmente no se considera una instalación compleja como tal para abastecimiento de agua público, sino más bien para abastecimiento domiciliar individual.

Las cisternas de almacenamiento deberán estar protegidas contra la contaminación de

aguas superficiales, basura y roedores, así mismo se recomienda la impermeabilización para evitar infiltraciones o pérdidas.

La captación de agua de lluvia se emplea en aquellos casos en los que no es posible obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad y cuando el régimen de lluvias sea importante. Para ello se utilizan los techos de las casas o algunas superficies impermeables para captar el agua y conducirla a sistemas cuya capacidad depende del gasto requerido y del régimen pluviométrico. (Agüero, R., 1997, p. 27)

Fuente de agua superficial.

Las fuentes de agua superficial son las corrientes naturales como ríos y arroyos, y en relativo reposo se pueden ubicar en lagos, embalses y mares, mientras que en estado sólido pueden ser el hielo donde se acumula en grandes cantidades. Al escurrir por la superficie las corrientes de agua natural están sujetas a contaminaciones derivadas del hombre y sus actividades, transformándolas en muchos casos en nocivas o impropias para la salud. La calidad de agua proveniente de estas fuentes depende también del tipo de suelo y vegetación. (López, P., 1994, p. 19)

Generalmente las aguas superficiales pueden presentar un mayor grado de contaminación. Ante el hecho de que parte de la contaminación de dichas fuentes de agua es dada por la desembocadura de aguas negras, sedimentos, residuos industriales, entre otros al cauce natural por lo que es necesario implementar un mejor manejo y tratamiento no solo del agua a distribuir para consumo humano sino también de las aguas residuales, para garantizar de esta manera una mejor calidad de agua, y mejorar no solo el entorno ecosistema del flujo de agua si no también mitigar el índice de enfermedades transmitidas por el consumo de agua contaminada.

Estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo, a veces no existe otra fuente alternativa

en la comunidad, por lo que es necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua para darle el tratamiento adecuado de ser necesario antes de la distribución. (Agüero, R., 1997, p. 28)

En la captación fluvial o superficial, el seleccionar el punto de toma o extracción del agua es una de las partes más complicadas y delicadas respecto a otras obras de captación, ya que se presentan diversos problemas en cuanto a parámetros como la temperatura, la contaminación de la corriente fluvial aguas arriba, la turbiedad y la flora y fauna acuática.

Fuente de agua subterránea.

Las fuentes de agua subterráneas son abundantes en muchos lugares, aunque algunas investigaciones reflejan una clara disminución de las mismas en los últimos años. Las aguas subterráneas abastecen de agua por lo menos al 50% de la población mundial y representa el 43% de agua utilizada para riego, por lo que se considera el recurso de agua exclusivo para satisfacer las necesidades básicas diarias de alrededor 2,500 millones de personas.

Los depósitos subterráneos constituyen una fuente principal de agua dulce. En función de la capacidad de almacenamiento, las cepas acuíferas mundiales contienen más del 90% del agua fresca total que se cuenta para uso humano. Un inconveniente es que mucha de esta agua se encuentra demasiado profunda para ser explotada en forma económica, del mismo modo que proporcionan agua excesivamente dura, lo cual se debe a constituyentes que causan la dureza son lavados de los depósitos minerales. (López, P., 1994, p. 26).

Por otro lado, tienen la ventaja de proporcionar agua que requieren un menor grado de tratamiento por lo que las impurezas se eliminan de forma natural a medida que el

agua atraviesa las capas del suelo y subsuelo. (ibídem, p. 26).

La clasificación del abastecimiento subterráneo es la siguiente:

Pozos poco profundos: se clasifican como aquellos cuya profundidad es menor de 30 metros. Estos pueden ser excavados o entubados.

Pozos profundos: Son aquellos cuya profundidad son mayores de 30 metros

Manantiales: Emergen espontáneamente a la superficie de la tierra.

Agua entubada

En la mayoría de los países en el mundo el principal servicio de abastecimiento y distribución de agua es a través de un sistema de tuberías, el mismo está constituido por una infraestructura para cada proceso de este (captación, extracción, almacenamiento, tratamiento y distribución). Por el medio en el que es distribuido se le conoce como agua entubada o agua corriente.

Según datos de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, alrededor de 1,200 millones de personas en el mundo, habita en zonas donde hay escasez de agua, lo que representa aproximadamente una quinta parte de la población en el mundo. Mientras que otra fracción de alrededor 500 mil, están cerca de iniciar a vivir esta situación, 1,100 millones de personas en el mundo no cuentan con acceso agua entubada adecuada para consumo.

El agua potable se está convirtiendo en un bien cada vez más escaso y costoso, debido a la cantidad limitada de agua dulce en comparación con la cantidad total de agua en la Tierra, junto con los problemas de contaminación del agua causados por diversas actividades humanas, crecimiento demográfico, deforestación, entre otras actividades que afectan la distribución generalizada del ciclo del agua, agotan los suministros de agua disponibles y seguros para el consumo.

La disponibilidad de agua entubada adecuada, es decir, no contaminada, es de mucho beneficio para la salud pública desde el punto costo-beneficio, sin embargo, en Guatemala, el agua distribuida a las viviendas en la mayoría de las regiones no lleva un tratamiento apropiado, por lo que no está destinada para su consumo final para la preparación de alimentos, y es una de las principales causas por las que se presentan altos índices de morbilidad relacionados al agua.

Los déficits de cobertura de los servicios evidencian solo una parte de los problemas del sector de agua entubada y saneamiento de Guatemala. Otro aspecto relevante es la calidad de los servicios que se suministran, cuyos niveles son altamente deficitarios. Uno de los problemas de mayor importancia respecto de la calidad de la prestación se refiere a las condiciones fisicoquímicas del agua. (Lentini, E., 2010, p. 14)

Se estima que solo el 15% del agua abastecida por los sistemas de red es desinfectado previamente de acuerdo a los parámetros mínimos que sobre el particular exigen las normas, y que solo el 25% de los municipios cuenta con algún sistema de desinfección, desconociéndose el estado de funcionamiento de los mismos. (ibídem, p. 14)

En Guatemala la provisión del servicio de agua entubada por red, así como el servicio de saneamiento esta descentralizado, se considera como responsable de este servicio las Municipalidades.

Según Lentini (2010). “Las modalidades de organización de provisión del servicio de agua y saneamiento son diferentes en las zonas urbanas a las de las zonas rurales.” En las áreas urbanas, las formas más comunes de organización de la prestación son:

Gestión pública municipal directa.

donde la administración de los servicios está a cargo de una dependencia que forma parte de la municipalidad y que no cuenta con autonomía presupuestaria. Es la forma predominante en la mayor parte de las localidades del país, excepto en las ciudades de Guatemala, Quetzaltenango y otras relativamente importantes.

Gestión pública municipal delegada.

Que corresponde a empresas o entidades municipales administrativas separadas o autónomas del sector público, como por ejemplo en los municipios de Guatemala, Quetzaltenango, Flores y San Benito (asociadas), y San Marcos. En la Ciudad de Guatemala y municipios aledaños, el servicio es prestado por EMPAGUA, creada por la municipalidad de Guatemala en 1972. Se considera que, a pesar de las deficiencias que presenta, es una de las pocas entidades prestadoras que es gestionada con prácticas empresariales.

En una escala de tamaño bastante inferior, se encuentran las empresas municipales de Quetzaltenango (EMAX), la de Cobán, de Huehuetenango y la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Petén (EMAPET) que abastece a los municipios de Flores y San Benito en Petén.

Gestión privada.

Correspondiente a empresas o emprendimientos privados de pequeña escala, en general para abastecer condominios.

Por su parte en las áreas rurales la forma más común de presentación es la asociación de usuarios, en algunos casos como organizaciones privadas con personalidad jurídica propia, sin fines de lucro e independientes del municipio. Si bien las municipalidades tienen la responsabilidad jurídica de prestar los servicios de agua por red y saneamiento también en las áreas rurales, por lo general son las comunidades mismas,

por medio de comités creados con poca participación de la municipalidad local, las que gestionan los sistemas de agua.

La calidad del agua debe evaluarse antes de construir el sistema de abastecimiento. El agua en la naturaleza contiene impurezas, que pueden ser de naturaleza fisicoquímica o bacteriológica y varían de acuerdo al tipo de fuente. Cuando las impurezas presentes sobrepasan los límites recomendados, el agua deberá ser tratada antes de consumirse. Además de no contener elementos nocivos a la salud, el agua no debe presentar características que puedan ocasionar que la población rechace su uso. (PAHO, 2010, p. 71)

Desde un punto de vista social, el acceso a suministros de agua adecuados conduce un mejor nivel de vida y permite la expansión de la economía regional, por lo que es un catalizador indispensable para el desarrollo sostenible, mismo que se define como el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades.

Sistema de distribución de agua.

Conocido también como red de abastecimiento de agua, es un conjunto de obras de ingeniería, consolidadas en un sistema con el fin de abastecer de agua a hogares, comercios, industrias, entre otros.

Los sistemas de abastecimiento de agua han existido desde los primeros asentamientos poblacionales, a lo largo de la historia el hombre ha buscado establecerse en sitios cercanos a una fuente de agua, al determinar que el agua es un recurso indispensable para la vida, por tanto, no podía asentarse lejos de un manantial, lago, arroyo o río que pudiera satisfacer la demanda y necesidad del agua. Y a la fecha se mantiene la necesidad de residir en un lugar donde se pueda tener acceso a este

vital líquido.

A lo largo de la historia, con el objetivo de completar la oferta natural, las distintas culturas y civilizaciones han realizado acciones destinadas a presentar una oferta antrópica. Es decir, obtener un mayor volumen de agua que permitiera a las comunidades humanas cubrir la demanda efectiva que se manifestaba en cada etapa histórica. Todo ello requería el empleo de tecnología, con el fin de vislumbrar soluciones que permitiera cubrir la demanda. (Matés, J., 1999, p. 2)

En esa línea se realizaban actuaciones encaminadas par a su captación, transporte y distribución. Las soluciones técnicas estaban auspiciadas por el nivel existente de recursos naturales y la situación geográfica, que determinaba en gran parte las anteriores. (ibídem, p. 2)

En cada época histórica se aplicaron las técnicas conocidas par a resolver adecuadamente esas necesidades. Así mismo, la realización de esas obras de infraestructura requería inversiones que conectasen la oferta y la demanda. (ibídem, p. 3)

Figura 4. Primeros dispositivos para aprovechamiento del agua



Fuente: Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable. (Magne, F., 2008, p. 2)



Con la necesidad de complementar el recurso natural, surgieron las primeras obras con el fin de almacenar y conducir el agua a ciertos puntos cercanos a los asentamientos a través de redes de suministro, en la figura 3 podemos observar uno de los primeros dispositivos para trasladar el agua de terrenos en un nivel más bajo a un terreno elevado y se conducía el agua a través de canales de distribución. Así como también el mecanismo de cañerías de ánforas que conducían las aguas sobrantes

Figura 5. Primeros dispositivos para aprovechamiento del agua



Fuente: Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable. (Magne, F., 2008, p. 2)

Aproximadamente en el año 7000 a.C. en Jericó (Israel) el agua almacenada en los pozos se utilizaba como fuente de recursos de agua, además se empezó a desarrollar los sistemas de transporte y distribución del agua. Este transporte se realizaba mediante canales sencillos, excavados en la arena o las rocas y más tarde se comenzarían a utilizar tubos huecos. Por ejemplo, en Egipto se utilizan árboles huecos de palmera mientras en China y Japón utilizaba troncos de bambú y más tarde, se comenzó a utilizar cerámica, madera y metal. (Magne, F., 2008, p. 4)

En la antigua Grecia el agua de escorrentía, agua de pozos y agua de lluvia eran utilizadas en épocas muy tempranas. Debido al crecimiento de la población se vieron obligados al almacenamiento y distribución (mediante la construcción de una red de distribución) del agua. Los acueductos un elemento que jugó un papel muy importante en la cultura Romana fue el agua, de hecho, su uso en los diversos ámbitos culturales de la época del imperio romano influyó en la salud de muchos pueblos conquistados. (ibídem, p. 5)

La palabra acueducto deriva del vocablo latino conducción de agua. A partir del siglo XIX el aumento de la población en las zonas urbanas obligó a realizar grandes obras de captación, conducción y de tratamiento de aguas, que fueron posibles gracias al desarrollo de la ingeniería, la geología y ciencias conexas (ibídem, p. 5)

Un sistema de abastecimiento de agua es un sistema que tiene como fin, captar, conducir, almacenar y distribuir agua a una región específica, se debe cumplir con ciertas condiciones que garanticen la cantidad y la calidad del recurso hídrico. El desarrollo de un sistema de abastecimiento de agua requiere una serie de estudios previos en el lugar donde se brindará el servicio, esto con el objeto de determinar aspectos fundamentales como la demanda de consumo, crecimiento poblacional, entre otros.

El abastecimiento de agua debe seleccionarse estudiando primero el lugar de obtención y conducción, su calidad y sanidad para evitar las patologías de origen hídrico.

Así mismo debe considerarse la capacidad de la fuente de agua, la conducción y el almacenamiento tomando en cuenta en un consumo mínimo de 25 a 30 litros diarios por persona.

Un sistema de abastecimiento de agua está conformado por un conjunto de obras y/o instalaciones que por lo general son:

Fuente de abastecimiento (meteorico, superficial o subterraneo)

Obra de captación

Líneas de conducción

Planta de tratamiento

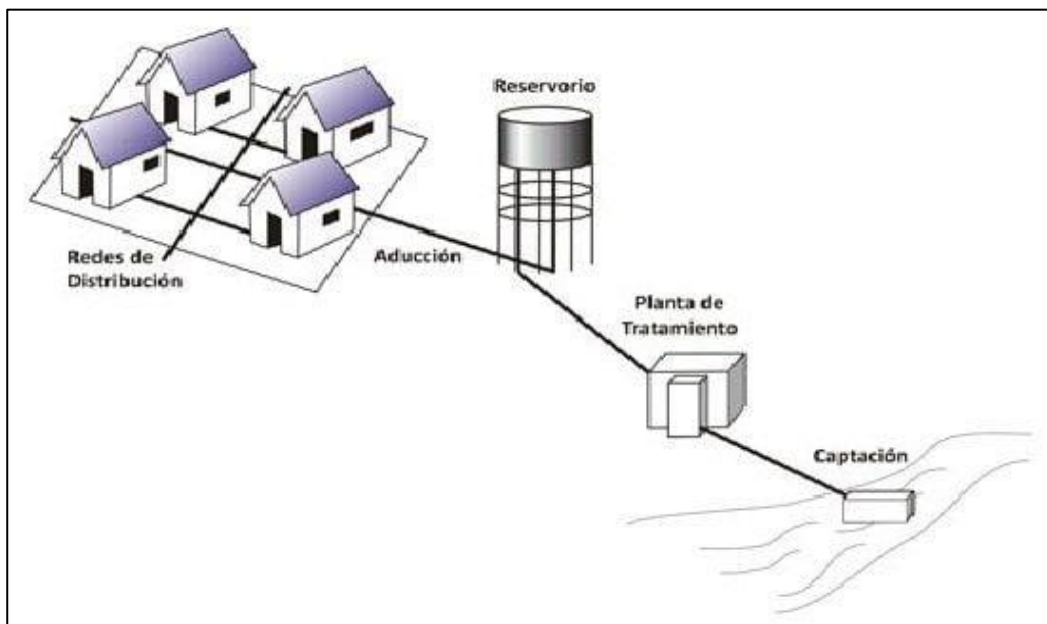
Línea de impulsión

Tanque de almacenamiento

Línea de aducción

Red de distribución (principal o matriz y secundaria)

Figura 6. Esquema básico de red de abastecimiento de agua



Fuente: Sistema de abastecimiento de agua (Narváez, R., 2001, p. 2)

Las opciones tecnológicas para abastecimiento de agua están condicionadas por el rendimiento y la ubicación de las fuentes, por el tamaño y dispersión de la población, por su ubicación geográfica, condiciones climáticas, etc. Estas condiciones

determinarán que la opción tecnológica sea “convencional” o “no convencional”. Para las poblaciones rurales, en la mayoría de los casos es posible utilizar sistemas de tecnología simple, que no demandan personal calificado o altos costos operativos. (PAHO, 2010, p. 77)

Las opciones tecnológicas, dan la posibilidad de seleccionar de manera adecuada de proporcionar servicios de calidad de agua potable y saneamiento a un costo compatible con la realidad. En la Figura 5, se presenta un resumen de los factores a considerar para la selección del sistema de abastecimiento de agua a utilizar.

Cuadro 2. Factores para la selección de opciones tecnológicas

Factores a considerar para la selección de opciones tecnológicas	
Fuentes de abastecimiento disponibles	Subterránea
	Superficial
	Meteórica
Conducción del agua	Por gravedad
	Por bombeo
Caudal disponible	Cantidad
	Temporalidad
	Calidad
Tratamiento requerido	Desinfección
	Tratamiento simplificado o químico + desinfección
Mantenimiento requerido	Simple
	Intermedio
	Complejo
Características locales	Clima

	Topografía
	Accesibilidad
Niveles de ingreso	Bajo
	Medio
	Alto
Capacidades locales	Muy baja
	Regular
	Buena
Tipo de población	Concentrada
	Dispersas

Fuente: Saneamiento Rural y Salud. PAHO, 2010, p. 77

El objetivo del servicio de agua potable es suministrar una cantidad de agua apropiada y de buena calidad, con presión suficiente y en forma continua. Se denomina a la cantidad media anual de consumo de agua domestico dotación y se expresa en litros por habitante por día: l/h/d. La dotación varía mucho con el clima, costumbres, nivel socioeconómico, disponibilidad y costos del agua. (Velarde, A., 2010, p. 4)

En cuanto al área rural, Las soluciones se han basado en sistemas de agua potable por gravedad, con una captación en lo posible de aguas subterráneas (manantiales), para disponer agua de mejor calidad e instalaciones dimensionadas de acuerdo al consumo. Especial atención se ha dado a la participación comunitaria: durante la planificación y construcción y posteriormente, en la operación y mantenimiento del sistema. (ibídem, p. 5)

Los mismos esquemas han sido aplicados para los sistemas de agua potable individuales o para grupos de viviendas, también los cuales tratan de usar aguas subterráneas por medio de pozos con bombas de mano, construidos con máquinas perforadoras o manualmente, o a través de la captación de manantiales; generalmente

las redes de distribución son abiertas o ramificadas y con piletas públicas. (ibídem, p. 5)

Diseño de sistemas de distribución de agua.

Un sistema de distribución y abastecimiento de agua está conformado por un conjunto de estructuras, estas son de características diferentes según su funcionalidad y que cumplen con un estricto parámetro de diseño. Por tal razón para el diseño de un sistema de agua se deben considerar una serie de procesos dentro de los que se puede mencionar la investigación preliminar, la planificación y el cálculo general de las diferentes estructuras que conformará la red.

El diseño de un sistema de abastecimiento de agua se puede clasificar según de la siguiente manera:

Estudios de campo y recopilación de información: Esta parte comprende información social como población, actividades económicas, viviendas, población de diseño y demanda de agua. También información técnica como investigación de fuentes de agua, topografía, tipo de suelo y clima.

Fuentes de abastecimiento: Comprende la información relacionada a la fuente de agua que abastecerá el sistema, la cantidad del caudal y la calidad del agua.

Diseño del proyecto: Describe consideraciones generales en cuento al diseño de obras de captación, líneas de aducción y conducción, sistemas de tratamiento, reservorios o tanques de almacenamiento y redes de distribución

Estudios de campo y recopilación de la información.

Es importante conocer datos generales de donde se desarrollará el proyecto, por lo que es importante una descripción de la ubicación geográfica de la localidad, así como también especificar distancia, tiempos de traslado y accesos viales de la localidad al

centro de la localidad o departamento más cercano, así como también hacer una descripción aproximada de la topografía de la localidad.

Dentro de la investigación y estudios preliminares se debe tener en cuenta información del clima, por lo que es importante tener datos de la caracterización climatológica de cada estación, porcentaje de precipitaciones pluviales, entre otros.

El estado socioeconómico de la localidad es importante para determinar las principales actividades económicas y comerciales, servicios públicos, establecimientos de emergencia, escuelas y otros para determinar el consumo diario de agua que no sea domiciliar.

Se deberá obtener información de la población actual, para el cálculo de información futura en base a censos anteriores y el índice de crecimiento poblacional de la región. Así como también información catastral de las viviendas, comercios, industrias y futuras áreas de expansión para ser consideradas en la red de distribución.

Periodo de Diseño.

El periodo de diseño es el tiempo durante el cual, la obra terminada, brindará el servicio para la población proyectada. Para definir el periodo de diseño se debe considerar la vida útil de los materiales utilizados, costos, crecimiento poblacional y la posibilidad de ampliación.

El Instituto de Fomento Municipal, a través de la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales, tipifica el periodo de diseño en dos grupos.

Para obras civiles recomienda un periodo de 20 años, mientras que para equipos mecánicos un periodo de vida útil de 5 a 10 años.

En la determinación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente viable. Por lo tanto, el periodo de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la existencia física de las instalaciones. (Agüero, R., 1997, p. 19)

Para establecer el periodo de diseño se toman en cuenta diversos criterios y/o factores tales como: durabilidad o vida útil de las instalaciones, factibilidad de construcción y posibilidades de ampliación o sustitución, tendencias de crecimiento de la población y posibilidades de financiamiento. Tomando en consideración los factores señalados se debe establecer para cada caso el periodo de diseño aconsejable.

A continuación, se indican algunos rangos de valores asignados para los diversos componentes de los sistemas de agua potable para poblaciones rurales:

Obras de captación: 20 años

Conducción: 10 a 20 años

Reservorio o almacenamiento: 20 años

Red de distribución: Tubería principal 20 años u tubería secundaria 10 años.

#### Cálculo de población

El método que comúnmente se utiliza para el cálculo de la población de diseño o población futura es el método analítico y un tanto más frecuente es a través de la ecuación de crecimiento población compuesto.

Para ejecutar un proyecto de abastecimiento de agua se debe conocer la población a servir durante el periodo de diseño o vida útil del proyecto. Para el cálculo de la población se debe contar con un censo poblacional histórico y actual para determinar el índice de crecimiento poblacional. Se recomienda utilizar el método geométrico el



cual está dado por la siguiente formula.

$$P_f = P_o (1 + i)^t$$

Donde:

$P_f$  = Población futura

$P_o$  = Población actual

$i$  = Tasa de crecimiento anual

$t$  = Periodo de diseño

Se tomará información básica del Instituto Nacional de Estadística (INE), registros municipales y de sanidad, censos escolares, levantamientos de densidad habitacional por instituciones gubernamentales, etc. En todo caso, el diseñador deberá verificar y evaluar la información.

Cuando se justifique, la población flotante y la debida a crecimiento industrial o de cualquier índole fuera de lo normal, deberá tenerse en cuenta dentro del cálculo, así como considerar las tendencias locales de emigración al área urbana. (INFOM, 1997, p. 20)

El diseñador deberá tomar muy en cuenta el tamaño de la comunidad, de tal manera que el número final de habitantes, con respecto al actual sea el resultado del incremento vegetativo y migratorio dentro de la jurisdicción de la comunidad. No completar, por lo tanto, en estos aspectos, las ampliaciones que se producen a otros núcleos de población circunvecinos, a menos que este extremo sea explícitamente completado. (ibídem, p. 21)

Consumos de agua.

Considerando que los que establecen la diferenciación de la demanda de consumo de agua en las múltiples zonas rurales; se asignan dotaciones en base al número de habitantes.

Para abastecer eficientemente agua a la población, es importante que cada una de las partes de la comunidad; diseñando cada estructura de forma que las cifras de consumo y variaciones de estas no desarticulen todo el sistema, sino que permitan un servicio de agua eficiente y continuo.

Las variaciones del consumo están influenciadas por diversos factores tales como: tipo de actividad, hábitos de la población, condiciones del clima, etc.

La dotación es la cantidad de agua diaria que se necesita para satisfacer las necesidades básicas de la población y específicamente por persona, expresándose en litros por habitante por día. (L/hab/día). Los factores que influyen en el consumo del agua son: el tipo de comunidad, la economía, el clima y el tamaño de la población.

El INFOM recomienda la siguiente dotación por habitante por día:

Servicio a base de llena cántaros exclusivamente: 30 a 60 litros.

Servicio mixto de llena cántaros y conexiones prediales: 60 a 90 litros.

Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 a 120 litros.

Servicio de conexiones intradomiciliarias con opción a varios grifos por vivienda: 90 a 170 litros.

Servicio de pozo excavado, con bomba de mano: mínimo 15 litros.

En cuanto al consumo máximo diario (CMD) será el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor que oscile entre 1.2 y 1.5 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes. Sin embargo, el diseñador deberá justificar el factor que haya seleccionado. (p. 22)

El consumo promedio diario se puede calcular con la siguiente expresión:

$$Q_m = \frac{P_f * d}{86,400 \text{ s/día}}$$

Donde:

$Q_m$  = Consumo promedio diario (l/s)

$P_f$  = Población futura (hab.)

$d$  = Dotación (l/hab./día)

El consumo máximo horario (CMH), se determina al multiplicar el consumo medio diario por el coeficiente 2.0 a 3.0 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 2.0 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes. La selección del factor es función inversa al tamaño de la población a servir. (ibídem, p. 22)

El diseñador deberá justificar el factor que haya seleccionado. Se recomienda que el diseño hidráulico de las tuberías de distribución se realice en función de los criterios de uso simultáneo versus factor de hora máxima, se deberá seleccionar siempre el valor más alto obtenido de ambos cálculos. (ibídem, p. 22)

Para el efecto se utilizará la expresión siguiente:

$$q = k\sqrt{n - 1}$$

Donde:

$q$  = Caudal de uso simultaneo no menor de 0.20 L/seg.

$k = 0.15$

$n$  = Número de conexiones

Topografía.

Esta puede ser plana, accidentada o muy accidentada. Para lograr la información topográfica es necesario realizar actividades que permitan presentar en planos los levantamientos especiales, la franja del trazo de la línea de conducción y aducción y el trazo de la red de distribución. Dicha información es utilizada para realizar los diseños hidráulicos de las partes o componentes del sistema de abastecimiento de agua potable; para determinar la longitud total de la tubería, para establecer la ubicación exacta de las estructuras y para cubicar el volumen de movimiento de tierras.

Es importante que luego de observar el terreno, se seleccione la ruta más cercana y/o favorable entre el manantial y el poblado, para facilitar la construcción y economizar materiales en la línea de conducción y aducción. (Agüero, R., 1997, p. 12)

Según el tipo de proyecto y la dimensión del mismo respecto a la cantidad de población a servir, condiciones del terreno y equipo a utilizar, el INFOM tipifica los levantamientos topográficos de primero, segundo y tercer orden, el tipo de levantamiento a utilizar se debe definir en el estudio de prefactibilidad.

Zonas de levantamiento topográfico.

En cuanto a las zonas de levantamiento topográfico se recomienda que se realicen lo más detallados posibles con el fin de tener la mayor información posible al momento de procesar los datos y realizar los cálculos correspondientes. Las zonas donde se debe realizar levantamiento topográfico son: zona de captación, zona de desarenador y tratamiento, líneas de conducción, línea de distribución y otras que se requieran, según el sistema de distribución de agua.

Zona de captación: En este punto se deberá realizar el levantamiento de la forma más amplia y detallada, según las condiciones del terreno y tipo de captación a realizarse,

por lo que se ha de sacar secciones transversales donde se ubiquen los brotes de agua.

Cuando se trate de una corriente de agua, se levantarán secciones en una longitud mínima de 20 m a un espaciamiento máximo de 20 m transversales, aguas arriba y abajo del sitio seleccionado. En corrientes se determinarán los niveles de escorrentía máximo y mínimo. Igual especificación se tendrá en cuenta al utilizar lagos o lagunas. Es recomendable sacar cuadrícula a cada 5 metros. (INFOM, 1994, p. 17)

Zona para construcción de obras: En esta zona se consideran los desarenadores, planta de tratamiento, tanque de almacenamiento, drenajes, entre otros. El levantamiento topográfico en estas áreas ha de realizarse de la forma más precisa y detallada, según sean las condiciones del terreno y el tipo de obra.

Líneas de conducción: En cuanto a la línea de conducción será necesario antes de iniciar con el levantamiento topográfico, realizar un recorrido desde la fuente de abastecimiento de agua hasta la comunidad o zona de distribución con el objeto de identificar y seleccionar de forma preliminar de localización por donde se conducirá la tubería de conducción.

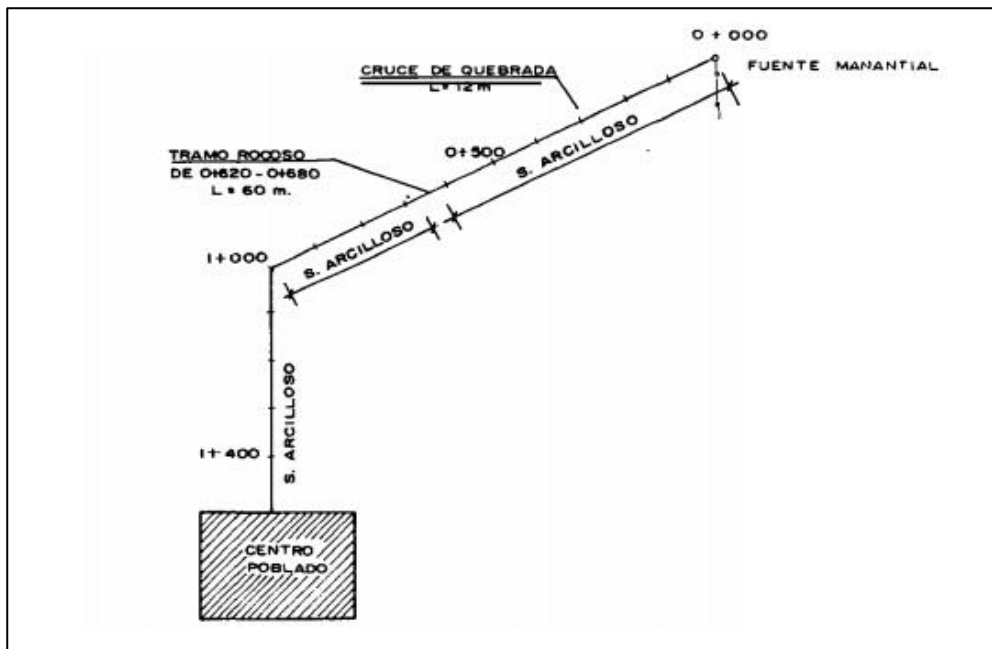
Línea de distribución: En los levantamientos topográficos de la zona de distribución o el núcleo de la comunidad, así como del área a donde tiende el crecimiento de la población a futuro; se deberá localizar y nivelar todas las calles y caminos, donde se ha de indicar el tipo y estado de la rasante.

Se localizarán las edificaciones por radiaciones. Se señalarán los edificios públicos, escuelas, industrias, puestos de salud, parques, campos de deporte, cursos de agua, puentes y todas aquellas estructuras naturales o artificiales que guardan relación con el proyecto de la red o influyan en su diseño.

Se correrá nivelación de los accidentes topográficos de importancia y se tomará la cota de los cruces de las calles, viviendas, escuelas e iglesias ligando estas nivelaciones a la general, cuando el nivel de servicio lo requiera. (INFOM, 1994, p. 18)

Amojonamiento: Para los levantamientos de primero y segundo orden, en las líneas de conducción y en la zona de distribución y de desarrollo futuro, se dejarán mojones de concreto debidamente referenciados en número tal que permitan se replanteo y que sean visibles de 2 en 2. Los mojones deberán de tener una dimensión de por lo menos 20 centímetros de base y una profundidad de al menos 30 centímetros, o bien las dimensiones adecuadas que permitan registrar en la base del mojón el número de estación, el caminamiento y la fecha.

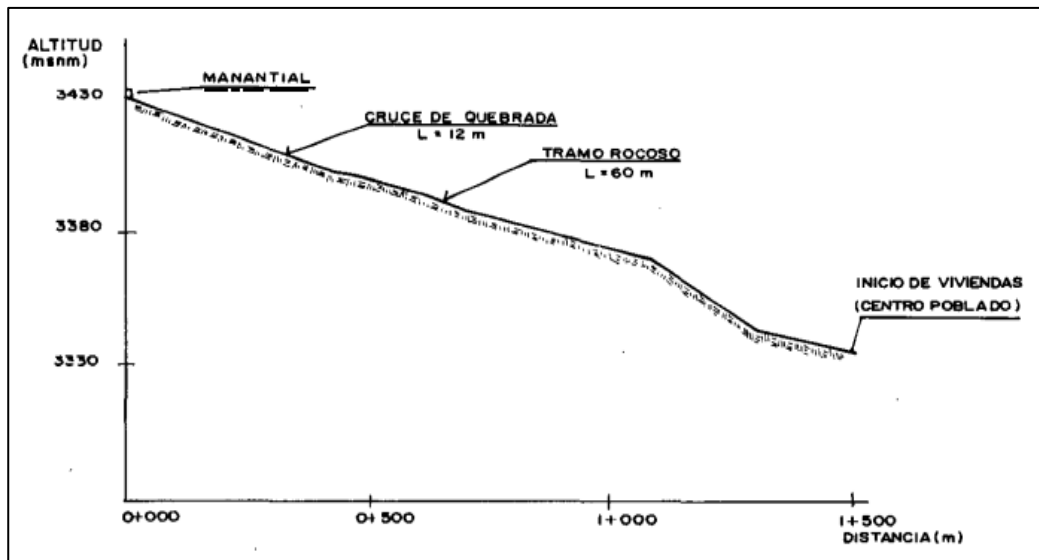
Figura 7. Croquis o representación en planta de la línea de distribución



Fuente: Agua potable para poblaciones rurales. Agüero, R., 1997, p. 13

El levantamiento topográfico nos permitirá conocer la información necesaria para el diseño de la red de abastecimiento de agua, por lo que al momento de realizarlo se han de realizar las anotaciones necesarias para tener un mejor detalle del diseño de agua entubada. En las siguientes figuras podemos tener una representación gráfica de algunos de diagramas o planos que se pueden obtener resultado del levantamiento topográfico.

Figura 8. Perfil longitudinal de la línea de conducción.



Fuente: Agua potable para poblaciones rurales. Agüero, R., 1997, p. 13

Fuente de abastecimiento.

Las fuentes de abastecimiento de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un acueducto y previo a cualquier paso debe definirse su tipo, cantidad, calidad y ubicación, según la forma de aprovechamiento son más comunes las aguas superficiales y subterráneas. Para tener una idea general de las características de las dos fuentes de abastecimiento de agua más comunes se describen a como comparativo en el cuadro 3.

Cuadro 3. Fuentes de abastecimiento (comparación)

Características	Aguas superficiales	Aguas subterráneas
ASPECTOS CUANTITATIVOS Y DE EXPLOTACIÓN	Generalmente aportan mayores caudales.	Generalmente solo disponen de caudales relativamente bajos.
	Caudales variables.	Poca variabilidad del caudal.
	No siempre precisan bombeo.	Generalmente requieren bombeo.
	Generalmente la captación debe hacerse distante del sitio de consumo.	Permite más cercanía al sitio de utilización.
	Costos de bombeo relativamente bajos.	Costos de bombeo más altos.
Turbiedad	Variable (baja o muy alta).	Prácticamente ninguna.
Color	Variable.	Constante, bajo o ninguno.
Temperatura	Variable.	Constante.
Mineralización	Variable, generalmente muy alta.	Constante, dependiente del suelo.
Dureza	Generalmente baja.	Dependiente del suelo, generalmente alta
Estabilización	Variable, generalmente algo corrosivas.	Constante, generalmente algo incrustantes.
Contaminación bacteriológica.	Variable, generalmente muy contaminadas.	Constante, generalmente poca o ninguna.

Fuente: Abastecimiento de agua, teoría y diseño. Simon, R., 1980, p. 217



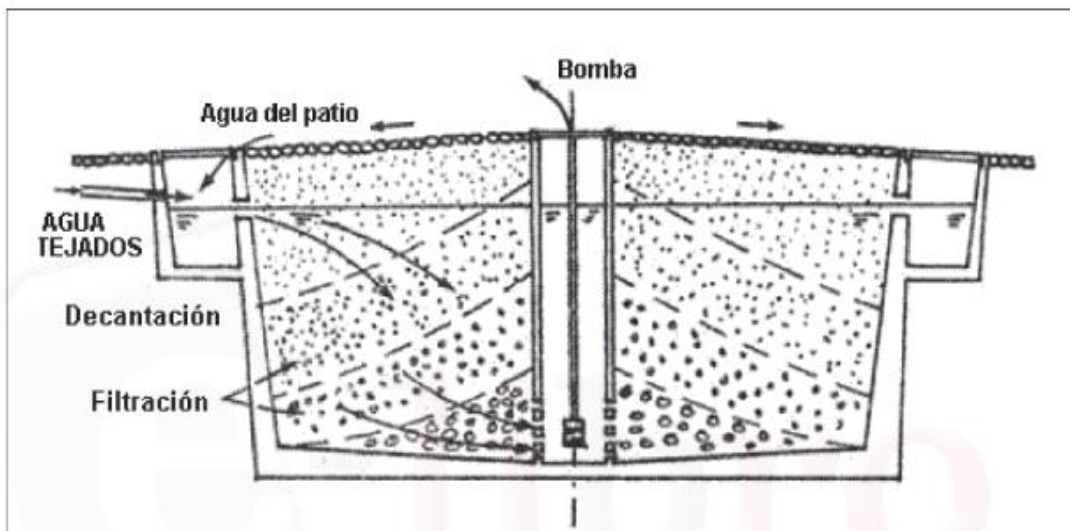
### Aguas pluviales o meteóricas

Este tipo de captación se utiliza en edificaciones ubicadas en regiones aislada, tales como, caseríos, aldeas o pequeñas comunidades y puede considerarse una solución viable como reserva de estiaje en las regiones donde las precipitaciones son escasas y desiguales, resolviéndose de esta forma la escasez estacional de otros recursos fácilmente captables.

Una captación de agua pluvial o meteórica está constituida generalmente por las siguientes partes:

Una superficie en la cual se produce la recogida del agua, la cual debe de estar limpia y ser suficientemente impermeable como para que no se produzcan pérdidas de agua por infiltración. Generalmente suele ser el mismo tejado de la vivienda domiciliar o también cualquier superficie preparada para la captación.

Figura 9. Aljibes para almacenamiento de agua pluvial



Fuente: Calidad de aguas: Usos y aprovechamiento. Navas, E., 2017, p. 112.

Un depósito donde se almacenará el agua, comúnmente conocido como aljibe, el cual se construye ya sea subterráneo con el objeto de evitar y reducir las pérdidas del recurso hídrico que se dan por evaporación y mantener la temperatura ideal del agua; o también se puede construir de sobre la superficie del terreno.

Un adecuado tratamiento del agua que se haya recolectado. Ya sea un tratamiento o biológico o químico antes de consumir el agua, con el fin de evitar enfermedades.

Aguas superficiales o fluviales.

En la captación fluvial o superficial, el seleccionar el punto de toma o extracción del agua es una de las partes más complicadas y delicadas respecto a otras obras de captación, ya que se presentan diversos problemas en cuanto a parámetros como la temperatura, la contaminación de la corriente fluvial aguas arriba, la turbiedad y la flora y fauna acuática.

Para el aprovechamiento de aguas superficiales, ha de realizarse un estudio hidrológico del río para poder conocer la altimetría máxima y mínima alcanzada, así como también los caudales en las diferentes épocas del año, según sea la región el estudio de caudales se realiza en la época más seca del año y en la época donde se produzcan mayores precipitaciones.

Las fuentes fluviales más comunes son las captaciones de fondo, las captaciones de orilla, las captaciones en canal derivado, las captaciones en torre, la captación flotante o móvil y los pozos.

Captaciones a fondo: Tienen como ventaja que se puede realizar la captación de agua de mejor calidad, ya que no se recolecta la de la superficie. Se instala en el lugar de torna (el cual deberá ir con un filtro que impida el paso de desechos y/o impurezas) apoyado encima del lecho del afluente.

Esta alternativa puede ser afectada si se presentaran los siguientes aspectos:

Estabilidad del lecho del río, pues debe evitarse las sedimentaciones y el arrastre de la tubería de la toma de captación.

El nivel mínimo de la cuenca en la temporada seca, ya que es necesario que el punto de toma de agua se encuentre sumergido por lo menos a 1 metro por debajo del nivel de agua.

El punto de captación de agua puede realizarse de forma directa sobre el fondo del río. El filtro o coladera se debe instalar con una capa de 50 centímetros de gravilla y la tubería de salida debe estar enterrada en el fondo. La aplicabilidad de este tipo de alternativa requiere que el lecho del río sea estable y sin ningún riesgo de obstrucción por arenas y limos.

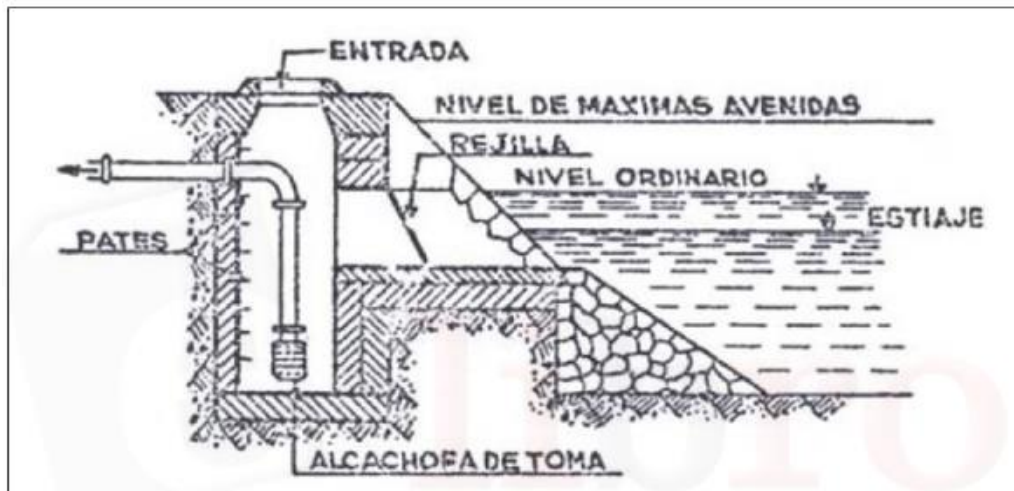
Captación de orilla: Esta alternativa es bastante utilizada en corrientes de agua navegables o con fondo o lecho inestable.

El punto de captación del agua se coloca sobre uno de los márgenes. Para esto se deberá realizar una protección, sobre la apertura del punto de toma, a la cual se ha de instalar alguna rejilla con la funcionalidad de filtrar e impedir el acceso de elementos gruesos y peces.

En esta alternativa no tiene ninguna importancia el nivel mínimo de la cuenca del río e interfiere demasiado poco con la navegación. Pueden instalarse de forma directa o en galería. Esta última opción suele utilizarse para evitar que los remolinos de toma no interfieran con la navegación.

En este tipo de captación en específico, suele instalarse un proceso de decantación, así como también compuertas que posibiliten poder realizar trabajos y operaciones de limpieza y mantenimiento y hacer de manera frecuente una medición de caudales a través de aforos.

Figura 10. Captación de orilla de agua superficial



Fuente: Fuente: Calidad de aguas: Usos y aprovechamiento. Navas, E., 2017, p. 115.

**Aguas subterráneas:** Las aguas subterráneas son las que penetran por las porosidades del suelo, a través del proceso al que se le conoce como infiltración. Se pueden clasificar dos tipos de aguas subterráneas las cuales son el agua freática y al agua artesiana.

El agua freática es la que está contenida entre la superficie de la tierra y la primera capa o estrato impermeable; se encuentra en un lecho permeable en donde se mueve libremente y a la presión atmosférica; está formada por dos zonas: una superficial llamada zona de aguas vadasas o zona de aireación y otra zona de saturación. El agua artesiana es la que está contenida entre dos estratos impermeables, no se mueve libremente, esta confinada y tiene una presión diferente a la atmosférica. (López, P., 1994, p. 18).

Los acuíferos pueden ser libres o confinados:

Los acuíferos libres son aquellos en los que en la superficie del agua se mantiene igualada a la presión atmosférica, eso se da ya que por encima no tiene ningún tipo de material que sea impermeable. En este tipo de acuíferos el nivel freático coincide con el nivel piezómetro. Al perforar pozos que atraviesan ya se de forma total o parcial, el agua llega a alcanzar un nivel igual al de su formación geológica. El coeficiente de almacenamiento de los acuíferos abiertos será igual al de la porosidad eficaz.

En cuanto a los acuíferos confinados el agua que estos contienen, están sometidos a una presión considerablemente mayor a la presión atmosférica, dado que ocupan en su totalidad la cantidad de los poros hasta su saturación. Los acuíferos confinados están cerrados por materiales que le dan impermeabilidad y por ende no permite que el agua suba a la superficie, por lo que no es posible que iguale la presión atmosférica. Por tal motivo al perforar pozos que pasan el límite superior del acuífero, se ha de observar que el nivel del agua asciende con tal rapidez hasta que llega al punto de nivel piezómetro donde se estabiliza.

Cantidad de agua.

La mayoría de los sistemas de abastecimientos de agua potable en las poblaciones rurales de nuestro país tiene como fuente los manantiales. La carencia de registros hidrológicos nos obliga a realizar una concienzuda investigación de las fuentes. Lo ideal sería que los aforos se efectuaran en la temporada crítica de rendimientos que corresponde a los meses de estiaje y lluvias, con la finalidad de conocer los caudales mínimos y máximos. El valor del caudal mínimo debe ser mayor que el consumo máximo diario (Qmd) con la finalidad de cubrir la demanda de agua de la población futura. (Agüero, R., 1997, p. 30)

Las principales variables y/o aspectos que pueden afectar la cantidad de agua para el consumo son el tipo de población o comunidad, ciertos factores económicos y sociales, el tamaño de la población a la que se le debe dar cobertura y sobre todo factores geológicos y climáticos.

Independientemente de que la región sea rural o urbana, ha de tomarse en cuenta el consumo domiciliar primordialmente pero también el consumo industrial, comercial, público, así como también el consumo que represente las pérdidas de agua.

Es recomendable consultar con los habitantes del lugar que tengan mayor edad, sobre el comportamiento y las variaciones que pueda tener el caudal, ya que ellos conocen con mayor certeza si la fuente de agua se seca o no en alguna época del año y que tan recurrente se da este efecto.

Calidad del agua.

La calidad del agua a abastecer es indispensable, ya que el agua potable es aquella que al consumirla no daña el organismo del ser humano, ni daña los materiales a ser usados en la construcción del sistema.

Este es un aspecto de importancia fundamental para el diseño de los sistemas de abastecimiento de agua y que puede privar en la utilización de una determinada fuente de abastecimiento. Generalmente se suele guiarse de Normas de Calidad de Agua, que para condiciones óptimas obligan a un tratamiento completo.

Aun cuando reconozcamos que ello es lo deseable, no siempre está justificado un tratamiento completo, sobre todo cuando no se dispone de personal local, capaz de lograr la operación y el mantenimiento adecuado. (Simon, R., 1980, p. 244)

En cada país existen reglamentos en los que se consideran los límites de tolerancia en los requisitos que debe satisfacer una fuente. Con la finalidad de conocer la calidad del agua de la fuente que se pretende utilizar se deben realizar los análisis físico, químico y bacteriológico, siendo necesario tomar muestras de agua siguiendo las instrucciones que se dan a continuación.

Cuadro 4. Sustancias y propiedades químicas que influyen sobre la aceptabilidad del agua para usos domésticos

Concentración o propiedad	Concentración máxima deseable	Concentración máxima admisible
Sustancias decolorantes	5 unidades	50 unidades
Sustancias olorosas	Ninguna	Ninguna
Sustancias que dan sabor	Ninguna	Ninguna
Materias en suspensión	5 unidades	25 unidades
Sólidos totales	50 mg/l	1500 mg/l
p. H.	7.0 a 8.5	6.5 a 9.2
Aceite mineral	0.001 mg/l	0.30 mg/l
Compuestos fenólicos	0.001 mg/l	0.002 mg/l
Dureza total	2 m Eq/l (100mg/lCaCO <sub>3</sub> )	10 m Eq/l
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	—	45 mg/l
Cloruros (Cl)	200 mg/l	600 mg/l
Cobre (Cu)	0.05 mg/l	1.5 mg/l
Calcio (Ca)	75 mg/l	200 mg/l
Hierro (Fe)	0.1 mg/l	1.0 mg/l
Magnesio (Mg)	30 mg/l	150 mg/l
Manganeso (Mn)	0.05 mg/l	0.5 mg/l
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	200 mg/l	400 mg/l

Fuente: Agua potable para poblaciones rurales. Agüero, R., 1997, p. 35

Cuadro 5. Límites provisionales para las sustancias tóxicas en el agua potable

Sustancia	Con concentración máxima (mg/l)
Arsénico (As)	0.05
Cadmio (Cd)	0.01
Cianuro (Cn)	0.05
Mercurio Total (Hg)	0.001
Plomo (Pb)	0.1
Selenio (Se)	0.01

Fuente: Agua potable para poblaciones rurales. Agüero, R., 1997, p. 35

Diseño del proyecto.

Captación.

La obra de captación está constituida por una estructura ubicada directamente en la fuente de abastecimiento con el objetivo de captar el caudal de agua deseado y conducirlo a través de la línea de conducción y/o aducción. La estructura debe garantizar, seguridad, estabilidad y funcionamiento, además de tener protección contra contaminación, proliferación de raíces, algas y otros organismos no deseables e impedir lo más posible el ingreso de arena y materiales en suspensión.

En cuanto a captaciones superficiales el sitio de captación debe cumplir con las siguientes condiciones

Ubicarse en los tramos rectos o en la orilla exterior de las curvas, cuando se trate de cursos de agua; el sitio escogido deberá proporcionar protección contra el ingreso de material flotante a las obras futuras. Ubicarse de tal manera que la corriente no amenace la seguridad de la estructura a construir. Deberá aislarse para impedir el acceso de personas o animales. Ubicarse en lugares donde no se formen bancos de arena (azolvamiento). (INFOM, 1997, p. 24)



Según las condiciones de la fuente de abastecimiento se tienen varios tipos de captaciones superficiales, entre las más comunes esta la bocatoma de fondo o sumergida y la captación lateral.

La bocatoma de fondo consiste en una estructura estable localizada en la corriente de agua, perpendicular a ella y provista de rejilla metálica que permita la entrada al agua y retener los materiales de acarreo de cierto tamaño. La inclinación de la rejilla deberá ser de 60 grados. La colocación de la rejilla deberá permitir su limpieza manual y su reemplazo. El área libre será de 150 a 200 % del área de flujo que protege. La rejilla será de hierro fundido, de barras paralelas entre sí, colocadas en el sentido de la corriente y espaciadas de 1 a 2 cm, asegurada con tornillos de bronce u otro dispositivo similar. (ibídem, p. 24)

No se aceptan mallas por la dificultad para su limpieza. Las velocidades de aproximación de entrada a la rejilla serán tales que no permitan sedimentación ni acumulación de materias extrañas a ella, justificando su diseño con los cálculos respectivos. (ibídem, p.25)

En cuanto a la captación lateral, cuando el régimen de la corriente no sea torrencial y el caudal es significativo, (mayor de 1 m<sup>3</sup>/seg.). Esta captación se proveerá de válvulas, desagües, rebalse y caja de inspección con tapa sanitaria.

En relación a captación de aguas superficiales se tipifica en captación de agua de manantiales, galerías de infiltración, pozos perforados a mano y mecánicamente.

La captación de agua de manantiales, se deben diseñar de tal forma que se garantice el máximo aprovechamiento del afloramiento, el tanque de captación debe ser construido con materiales que garanticen la impermeabilidad y brinde una completa

protección sanitaria. Se debe colocar una cuneta de modo que se evite la entrada de agua de escorrentía y debe protegerse con cerco o muro perimetral.

Las galerías de infiltración Son conductos horizontales con cierta pendiente, contruidos para interceptar y recolectar agua subterránea que fluya por gravedad. Generalmente se ubican paralelas a los lechos de los ríos para asegurar una recarga permanente. Se construyen con tuberías de diámetro tal que garanticen la capacidad requerida, que se colocarán a junta perdida o tendrán perforaciones convenientemente diseñadas para captar el caudal necesario. Estarán recubiertas con material adecuadamente graduado, tomar en cuenta la granulometría del material del acuífero y las características del agua. (ibídem, p. 25)

Generalmente se colocan sobre el tubo colector 20 cms de grava de 19 mm (3/4”), 15 cm de grava fina y 15 cm de arena gruesa lavada. La velocidad máxima de entrada por los orificios será de 5 cm/seg.; como medio de protección sanitaria se usará una capa impermeable y drenajes laterales en la superficie. Para los fines de inspección, limpieza y desinfección, se diseñarán las cajas correspondientes. La velocidad del agua en tubos no será menor de 0.60 m/seg. El agua deberá recolectarse en un depósito cubierto. (ibídem, p. 26)

Los pozos excavados a mano deberán cumplir con las siguientes recomendaciones: Estar ubicados en zonas que no tengan riesgo de inundación y de fácil acceso al agua superficial.

Deben excavarse aguas arriba de fuentes que se consideren de potencial contaminación, de los cuales deben ser protegidos; ubicarlos como mínimo a 30 m de distancia a tanques sépticos, letrinas, sumideros o cualquier otro foco de contaminación similar.

Para la construcción de pozos excavados a mano se debe tener en cuenta los siguientes requisitos: Que el subsuelo del sitio seleccionado no presente grietas, fallas o socavaciones que permitan el paso del agua superficial que pueda contaminar el acuífero. El área de captación debe acondicionarse con piedras a junta perdida. (ibídem, p. 27)

La cubierta del pozo debe estar constituida por una losa de concreto reforzado, provisto de tapa de inspección con cierre hermético. Esta debe sobresalir por lo menos 20 cm del nivel del piso. Los pozos excavados a mano deberán tener un manto de agua de por lo menos un metro y medio en época seca. El caudal mínimo deseable será igual al caudal requerido por el número de viviendas que abastezca y restituirse al nivel original en un período máximo de 12 horas. (ibídem, p. 27)

Las obras de captación son las obras civiles y equipos electromecánicos que se utilizan para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial o subterránea. Dichas obras varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente de abastecimiento su localización y magnitud. El diseño de la obra de captación debe ser tal que prevea las posibilidades de contaminación del agua. (Rodríguez, P, 2001, p. 73)

Línea de conducción.

Las líneas de conducción en sistema de distribución de agua es una estructura formada por un conjunto de tuberías y accesorios, que tienen la finalidad de conducir el agua desde el tanque de captación hasta el tanque de reservorio o almacenamiento, valiéndose de la carga estática y la fuerza de gravedad. En la cual debe de valerse al máximo la energía disponible para conducir el caudal deseado, lo que en la mayoría de casos sea uno de los factores que permitirá la selección adecuada del diámetro mínimo que permita las presiones iguales o menores a la resistencia del material a utilizarse para la tubería.

Las tuberías normalmente siguen el perfil del terreno, salvo el caso de que, a lo largo de la ruta por donde se debería realizar la instalación de las tuberías, existan zonas rocosas insalvables, cruces de quebradas, terrenos erosionables, etc. que requieran de estructuras especiales. Para lograr un mejor funcionamiento del sistema, a lo largo de la línea de conducción puede requerirse cámaras rompe presión, válvulas de aire, válvulas de purga, etc. Cada uno de estos elementos precisa de un diseño de acuerdo a características particulares. (Agüero, R., 1997, p. 53)

Es importante destacar que en caso de que la fuente de abastecimiento de agua se encuentre o ubique en un nivel topográfico más elevado que el tanque de almacenamiento, la conducción se realizará por gravedad, ya sea que se conduzca a través de un canal, donde la presión será nula, o bien a través de tuberías a presión, esta segunda opción se puede considerar la más común de utilizarse en sistemas de abastecimiento de agua entubada.

Sin embargo, si la fuente de abastecimiento de agua se encuentra a un nivel topográfico menor que el tanque de abastecimiento o regularización, la conducción deberá hacerse por bombeo.

Para conducciones libres se recomienda una tubería de diámetro mínimo de 15 cm (6'') o su equivalente para secciones no circulares. La velocidad debe estar entre 0.4 a 0.5 m/seg., se deben considerar las fugas, diseñar cajas de inspección y realizar los cálculos con la ecuación de Manning.

Las tuberías deberán enterrarse a una profundidad mínima de 0.60 metros sobre la corona (nivel superior del tubo). Si los terrenos son dedicados a la agricultura, la profundidad mínima será de 0.80 metros. Para tubería instalada bajo calles de tránsito no exclusivamente peatonal, carreteras, o vías ferroviarias, la profundidad de colocación se calculará en función de las cargas vivas y muertas, el tipo de suelo y la

clase de tubería a usarse. En estos casos la profundidad de colocación no será menor de 1.20 m. (INFOM, 1997, p. 31)

En los puntos más bajos y en los cruces de corrientes o cuerpos de agua, se podrá dejar la tubería aérea, siempre y cuando se garantice estabilidad y protección sanitaria. Para tal efecto, se usará tubería metálica, se deberá apoyar en forma adecuada. Cuando en otras circunstancias, la tubería vaya superficialmente y esté más o menos horizontal, también hay que apoyarla adecuadamente, atender a las especificaciones del fabricante. En los cambios de dirección de la tubería, deberán diseñarse estructuras que soporten los más rigurosos esfuerzos a los que estén sometidas. (ibídem, p. 31)

Para este tipo de conducción es necesario que se instalen dispositivos especiales, tales como, válvulas de aire, de limpieza, cajas rompe presión y otras que sean requeridas por el diseño. En el caso de válvulas para el ingreso y expulsión de aire, el diámetro de estas será el 12% del diámetro de la conducción.

Se instalarán válvulas de limpieza en puntos bajos, para conducciones menores de 51 mm (2´´), el diámetro de la purga será igual al de la conducción, mientras que para conducciones mayores de 51 mm (2´´), el diámetro de purga será de 51 mm (2´´). Se deberá instalar cajas rompe presión con la finalidad de que la máxima presión estática no exceda de la presión que soporta la tubería.

Los coeficientes de capacidad para la ecuación de Hazen y Williams o bien las rugosidades para la ecuación de Darcy-Weisbach, se seleccionarán en función del material de la tubería, el envejecimiento de éste y las condiciones fisicoquímicas del agua. Las fórmulas utilizadas serán aquellas universalmente calificadas como hidráulicamente correctas, por lo que se deberá considerar sus limitaciones de uso y aplicándose al diámetro interno de los conductos. (ibídem, p.32)

Según el tipo de tubería a utilizarse para la línea de conducción existen factores de velocidad máxima recomendadas para el escurrimiento del agua según corresponda, se tiene el coeficiente de rugosidad (n) y el factor de capacidad hidráulica (C).

Cuadro 6. Velocidades máximas recomendadas para el escurrimiento del agua

Tubería de:	Velocidad máxima permisible (m/s)	n Coeficiente de rugosidad de Manning	C Coeficiente de capacidad hidráulica
Concreto simple hasta 0.45 metros de diámetro	3.0	0.011	140
Concreto reforzado de 0.6 metros de diámetro o mayor	3.5	0.011	140
Fibra – cemento	5.0	0.010	140
Acero galvanizado	5.0	0.014	140
Acero sin revestimiento	5.0	0.014	140
Acero con revestimiento	5.0	0.011	140
Polietileno de alta densidad	5.0	0.009	140
PVC (poli cloruro de vinilo)	5.0	0.009	140

Fuente: Abastecimiento de agua potable. (Valdez, E., 1994, p. 138)

Existen diferentes tipos de tubería a elegirse según sean las máximas presiones que se presentes en el recorrido de la línea de conducción.

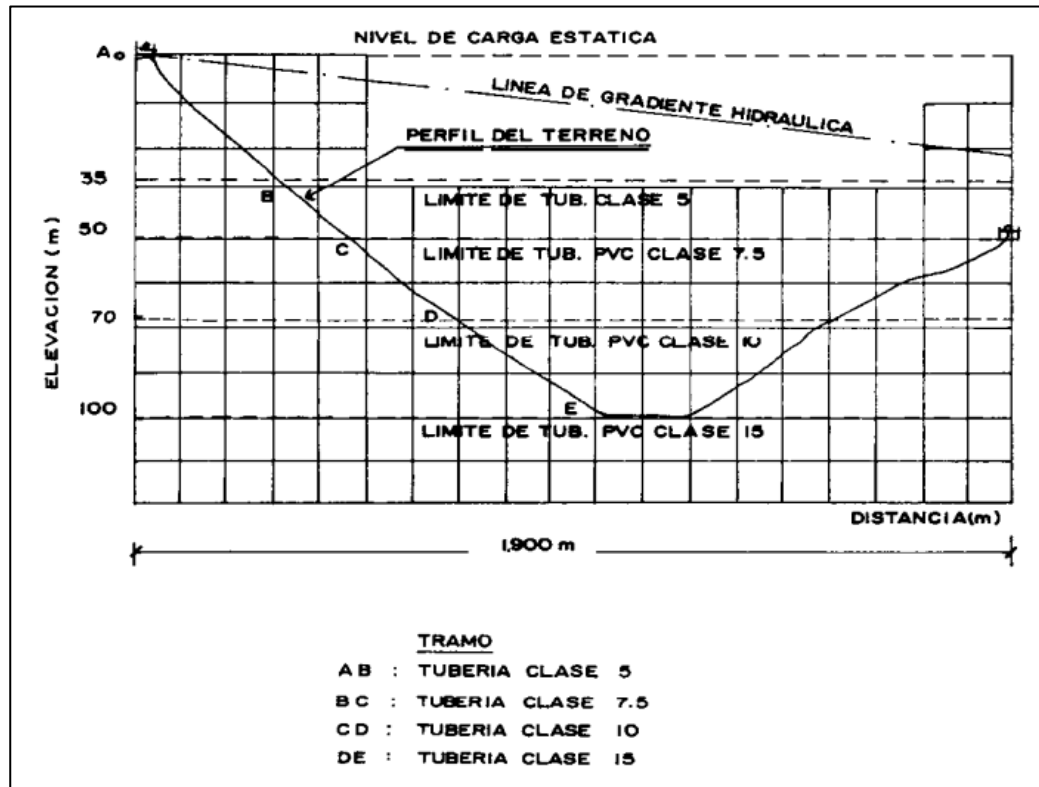
Para la selección adecuada de la tubería debe de tomarse en cuenta que la misma tiene que resistir la presión más alta que pueda producirse, esto considerando que la presión máxima no ocurre en el momento de operación sino cuando se genera la presión estática, que se genera al momento de cerrar las válvulas de control en la tubería.

En mucho de los proyectos de abastecimiento y distribución de agua entubada para poblaciones de tipo rural se maximiza el uso de tuberías de PVC. El PVC es un material que tiene muchas ventajas comparativas respecto a tuberías de otros materiales ya que minimiza costos, es bastante flexible, no pesa demasiado, se puede transportar fácilmente y es durable, además que sus características hacen que la instalación sea más fácil y su comercialidad permite que se puedan encontrar en el mercado de forma accesible.

Para definir el diámetro a utilizarse en el proyecto, se ha de considerar las diferentes soluciones y se evalúan para ello todas las alternativas posibles tomando en cuenta el punto de vista de la calidad y la economía.

Tomando en cuenta el máximo desnivel del terreno en la longitud del tramo, el diámetro que se elija, según las características del proyecto, deberá tener la capacidad para conducir el caudal de diseño, según las velocidades mínimas y máximas que se hayan calculado, así como también las pérdidas de carga por tramo calculado.

Figura 11. Presiones máximas de trabajo para tuberías PVC



Fuente: Fuente: Agua potable para poblaciones rurales. Agüero, R., 1997, p. 54

Reservorio o tanque de almacenamiento.

Los tanques de reservorio o almacenamiento tienen la finalidad de almacenar el recurso hídrico, para compensar de este modo las variaciones en el consumo en horas específicas del día.

Un sistema de abastecimiento de agua potable requerirá de un reservorio cuando el rendimiento admisible de la fuente sea menor que el gasto máximo horario ( $Q_{mh}$ ). En caso que el rendimiento de la fuente sea mayor que el  $Q_{mh}$  no se considera el reservorio, y debe asegurarse que el diámetro de la línea de conducción sea suficiente para conducir el gasto máximo horario ( $Q_{mh}$ ), que permita cubrir los requerimientos de consumo de la población. (Agüero, R., 1997, p. 77)

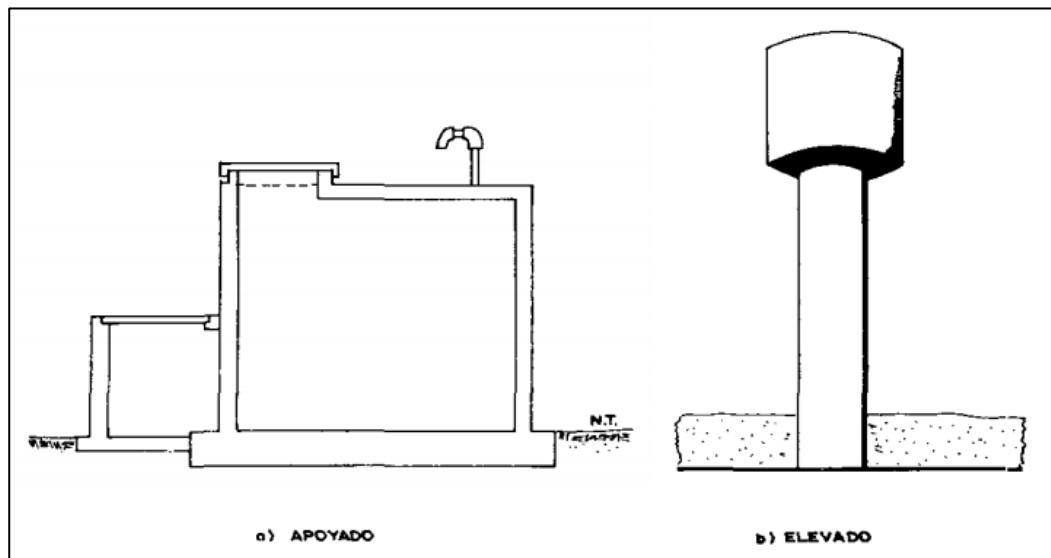


En algunos proyectos se considera el utilizar tuberías de un diámetro menor en la línea de aducción ya que resulta más económico y compensar el caudal con la construcción de un reservorio o tanque de almacenamiento.

Considerando que se pudieran dar alguna situación inesperada de daños en la tubería o por mantenimiento en la línea de conducción, se aconseja que se pueda considerar un volumen adicional al tanque de almacenamiento, el cual permita que no se interrumpa el suministro de agua hasta que se restablezca el servicio.

Generalmente los tipos de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados al nivel de la superficie o bien enterrados. El mismo de determinará respecto a la necesidad del diseño, a fin de garantizar las presiones mínimas en las viviendas más elevadas y presiones máximas en las viviendas más bajas.

Figura 12. Tipos de reservorios: apoyado y elevado



Fuente: Fuente: Agua potable para poblaciones rurales. Agüero, R., 1997, p. 78.

La ubicación del tanque de almacenamiento se ha de definir según sea la necesidad del proyecto y los beneficios que pueda dar el mantener la presión de la red dentro de los rangos aceptables para el suministro del servicio y sobre todo garantizar las presiones máximas calculadas para que se abastezca a las viviendas más abajo.

Para el cálculo del volumen o capacidad del tanque de almacenamiento se debe considerar la variación horaria de consumo, así como posibles emergencias como incendios y posibles daños en la línea de conducción que interrumpa la alimentación del reservorio. El tanque de almacenamiento ha de permitir que la demanda máxima determinada sea cumplida, al igual que toda variación calculada de consumo en algún horario específico del día.

Para sistemas de abastecimiento de agua por gravedad. Se aconseja una capacidad promedio de regulación del almacenamiento entre el 25% al 30% del volumen del consumo promedio diario ( $Q_m$ ).

Red de distribución.

Las redes de distribución son el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, dados según el cálculo, válvulas, y otros accesorios, el cual inicia en la entrada al poblado a abastecer o bien en el final de la línea de aducción y el mismo se extiende por todas las calles del poblado.

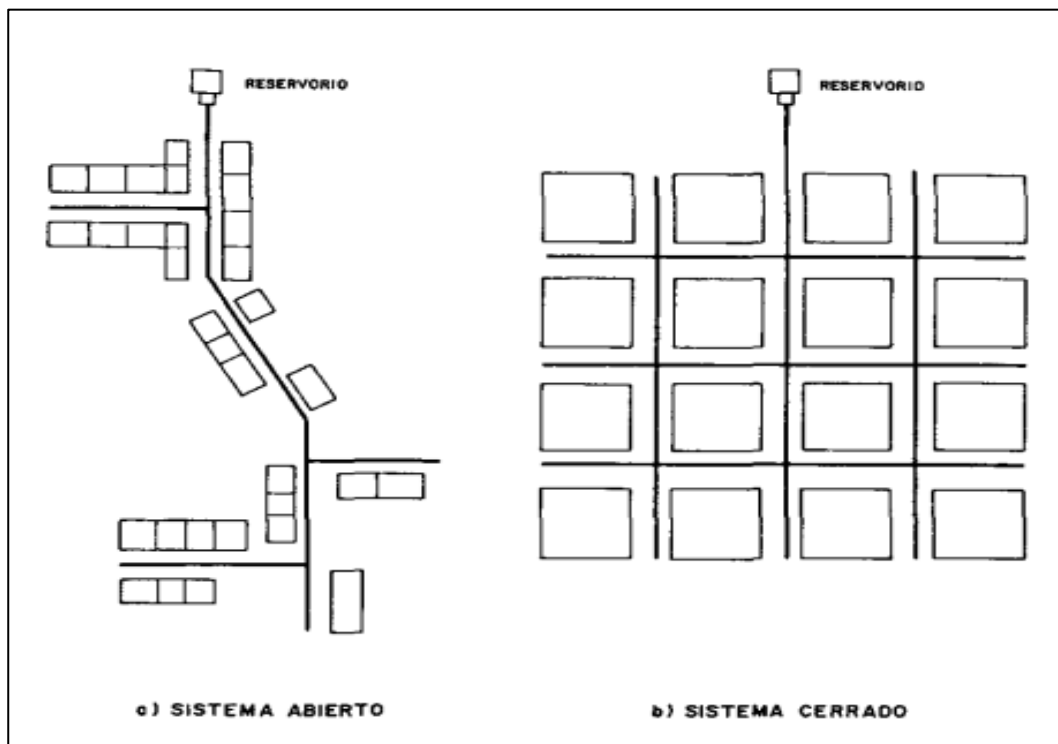
Se pueden distinguir dos tipos específicos de redes de distribución los cuales son el sistema abierto o de ramales y el sistema cerrado o de malla.

El sistema abierto o de ramales, es un sistema de distribución el cual está constituido por una línea principal y una serie de ramificación extendidas a donde se necesite el abastecimiento de agua. Este se utiliza cuando la topografía del terreno dificulta de alguna manera o no la interconexión entre los ramales y cuando las viviendas del área de desarrollan de forma lineal, que generalmente es a las orillas de un río o camino.

Comúnmente la tubería principal o matriz se instala guiándose de la calle, a través de la cual se desarrollan las tuberías secundarias. Una de las mayores desventajas de este sistema es que el flujo del agua está orientado a un mismo sentido, por lo que en caso de que se produjeran daños a la tubería podría dejar sin el servicio de suministro de agua una gran parte de la población.

El sistema cerrado o de malla está conformado por tuberías conectadas en forma de malla, es el sistema más recomendado ya que en este existe menor pérdida de carga y en el caso de mantenimiento o reparación solo quedaría sin servicio de agua una sección de la población respecto a la ubicación de las válvulas instaladas.

Figura 13. Tipos de redes de distribución



Fuente: Agua potable en poblaciones rurales, Agüero, R., 1997, p. 94

El cálculo de la red se hará preferentemente por el método de la gradiente hidráulica, considerando que las presiones de servicio en cualquier punto de la red, estarán limitadas entre 10 y 60 metros columna de agua. Las velocidades del agua en las tuberías podrán llegar hasta 2.00 m/seg. El método de Hardy-Cross se utilizará como acabo o verificación del cálculo, admitiéndose para el cierre de los circuitos una aproximación no mayor de 1% del caudal total que entra en la red. Para estimaciones en distribuciones abiertas se empleará el método de secciones. (INFOM, 1997, p. 34)

En consideración a la menor altura de las edificaciones en medios rurales, las presiones tendrán un valor mínimo de 10 metros y máxima de 40 metros (presión de servicio). En caso de presión hidrostática; máxima de 80 metros, en este caso deberá prestarse especial atención a la calidad de las válvulas y accesorios para evitar fugas cuando el acueducto está en servicio. (ibídem, p. 35)

La colocación de válvulas de control de la red de distribución, se recomienda para reparaciones y mantenimiento y se deberán colocar de tal forma que se permita dividir un tramo de la red, sin dejar de prestar el servicio a una gran extensión de la red, por lo que se sugiere ubicar una válvula para cada 20 viviendas.

La colocación de las tuberías, se hará en los núcleos poblacionales a alguno de los lados de las calles o caminos, ubicándose de forma precisa las válvulas y accesorios, en caso de calles o carreteras importantes de pisos permanentes, se podrá diseñar tuberías a ambos lados.

La caja rompe presión deberán tener las dimensiones mínimas que permitan la maniobra del flotador y demás accesorios, las cuales no podrán ser menores a 0.65 m \* 0.50 m \* 0.80 m.

El tipo de servicio que se podrá brindar a través de la red de distribución de agua poder por conexiones prediales, conexiones intradomiciliars, llena cantaros y mixtos.

Se entiende por conexión predial cada servicio que se presta a una comunidad, a base de grifo instalado fuera de la vivienda, pero dentro del predio o lote que la ocupa. Es el tipo de servicio más recomendable desde el punto de vista de higiene y salud para el área rural, así como también en consideración de razones económicas. La instalación predial se recomienda para comunidades rurales concentradas y semidispersas con el nivel socioeconómico regular. (ibídem, p. 36)

Se entiende por conexión intradomiciliar el servicio que permite la instalación de un grifo o unidades dentro y fuera de una vivienda. Por razones económicas este servicio es el menos aconsejable en el área rural, pero por razones urbanísticas y socioeconómicas no se debe impedir su empleo. (ibídem, p. 36)

En tal caso, todos los gastos de instalación, material y mano de obra, correrán por cuenta del usuario, adicionalmente el diseño con este tipo de instalación será aprobado siempre y cuando se diseñe y construya simultáneamente un sistema económico y adecuado de disposición de las aguas servidas, el cual podrá ser individual o colectivo. (ibídem, p. 36)

Se usarán llena cántaros cuando por razones económicas no se pueda hacer un sistema predial. También se contempla usar llena cántaros si el caudal de las fuentes no es suficiente para un mínimo de 60 L/hab/día.

Tratamiento.

Es importante garantizar la calidad de agua potable, por lo que se deberá respetar los límites mínimos de potabilidad establecidos en las normas COGUANOR, especialmente sobre las sustancias nocivas y la calidad bacteriológica de las aguas de

abastecimiento. Todas aquellas aguas que no cumplan con los requisitos mínimos para el consumo humano deberán pasar por un proceso de tratamiento, el cual será definido según los resultados de los análisis de laboratorio realizados a las muestras.

El término 'tratamiento', se refiere a todos aquellos procesos que de una u otra manera sean capaces de alterar favorablemente las condiciones de un agua. El tratamiento no está, en general, constituido por un sólo proceso, sino que será necesario, de acuerdo con las características propias del agua cruda, integrar un 'tren de procesos' esto es, una serie de procesos capaz de proporcionar al agua las distintas características de calidad que sea necesario para hacerla apta para su utilización. (Valdez, E. 1994, p. 15)

Cuando el tratamiento que se le da al agua es con el fin de hacerla apta para la bebida, se le llama "potabilización" a este tratamiento y "planta potabilizadora" a la obra de ingeniería civil en la que se construyen las unidades necesarias para producir el agua potable. (ibidem, p. 15)

El propósito del tratamiento del agua es convertir agua tomada de una fuente subterránea o superficial, "el agua cruda", en agua potable adecuada para el uso doméstico. Lo más importante es la remoción de organismos patógenos y sustancias tóxicas, tales como metales pesados, que provocan riesgos para la salud. También puede ser necesario remover otras sustancias o por lo menos reducirlas considerablemente. Estas incluyen: las materias suspendidas que causan la turbiedad, los compuestos de hierro y manganeso que imparten un sabor amargo o manchan la ropa, y el dióxido de carbono excesivo que corroe las partes de concreto y metal. (CEPIS, 1988. p. 167)

Para abastecimientos de agua a comunidades pequeñas por lo general serán menos importantes otras características de la calidad del agua, tales como dureza, total de sólidos disueltos y contenido orgánico. Se les debe reducir a niveles aceptables, pero

el grado en el cual se tratará el agua estará limitado por consideraciones económicas y técnicas. (ibidem, p. 167)

Los procesos más comunes para la potabilización del agua son: la aireación, sedimentación, filtración y desinfección.

La sedimentación es el asentamiento por gravedad de aquellas partículas sólidas que están contenidas en el agua. La forma simple se emplea para quitar los sólidos más pesados sin la necesidad de utilizar un tratamiento especial, únicamente se deja reposar el agua o se disminuye su velocidad, entre más sea el tiempo de reposo, mayor será el asentamiento de sólidos haciendo el agua más transparente. (Jiménez, J., 2013, p. 147)

Un reposo prolongado natural, propicia el mejoramiento de la calidad del agua, por la acción del aire y los rayos solares mejora el olor y el sabor, oxida el fierro y elimina algunas sustancias perjudiciales para el ser humano. (ibidem, p. 147)

La filtración se realiza generalmente después de la sedimentación y su función es detener las partículas o sólidos en suspensión, también se puede detener ciertas bacterias, pero no garantiza la potabilización del agua. (ibídem, p. 147)

La cloración consiste en agregar al agua, gas cloro o pastillas de hipoclorito de sodio o calcio, cuya finalidad principal es la de matar a las bacterias que están en ella, a este proceso se le conoce también como desinfección. (ibídem, p. 148)

Los elementos desinfectantes más utilizados son hipoclorito de calcio, cloro gasificado y HTH; el primero de ellos se utiliza con mayor frecuencia y tiene una concentración de cloro que varía entre 30 y 70%.

El procedimiento para la desinfección consiste en:

Primero se determina el volumen de la instalación a desinfectar y se calcula el peso del desinfectante a usar, en función de la concentración de compuesto y del volumen determinado anteriormente. Luego de diluir el compuesto en una pequeña cantidad de agua y con una parte de esta solución, se debe restregar paredes y fondo de la instalación que previamente fue lavada con agua corriente. (Agüero, R., 1997, p. 136)

Culminado este proceso, se debe llenar con agua la instalación y añadir la solución restante dentro del tanque para obtener a la concentración de desinfectante deseada. Mantener la instalación con el desinfectante por el tiempo necesario y desaguar y lavar hasta no percibir olor a desinfectante, para finalmente poner en marcha la instalación. (ibidem, p. 136)

En el siguiente cuadro se describen las concentraciones del compuesto (C), peso del hipoclorito de calcio (P), cantidad mínima de agua para diluir el hipoclorito de calcio (V) y el tiempo de retención (T) para las diferentes clases de instalaciones de sistemas de abastecimiento de agua potable.

Cuadro 7. Cantidad de cloro requerida en la desinfección de instalaciones de agua

Descripción	C (ppm)	P (Kg)	V (Litros)	T (Horas)
Captación	150 – 200	0.8 por m <sup>3</sup>	65	2 – 4
Buzón de reunión	150 – 200	0.8 por m <sup>3</sup>	65	2 – 4
Reservorios				
Hasta 5m <sup>3</sup>	50	0.83	65	4
10 m <sup>3</sup>	50	1.70	135	4



15 m <sup>3</sup>	50	2.50	200	4
20 m <sup>3</sup>	50	3.30	264	4
25 m <sup>3</sup>	50	4.20	336	4
30 m <sup>3</sup>	50	5.00	400	4
40 m <sup>3</sup>	50	6.60	520	4
50 m <sup>3</sup>	50	8.30	664	4
Más de 50 m <sup>3</sup>	50	*		4
Tuberías	50	*		4
Pozos	50	*		4

Fuente: Agua potable para poblaciones rurales. Agüero, R., 1997, p. 13

#### Mantenimiento del sistema de distribución de agua.

El mantenimiento de un sistema de distribución de agua es vital a fin de garantizar la vida útil del proyecto para el periodo que fue diseñado, a través del cual se podrá conocer el estado de los equipos, estructuras e instalaciones y mitigar en lo posible daños que puedan llevar como consecuencia una interrupción del servicio en un tiempo indefinido y por ende tener costos en reparaciones no estimadas. El mantenimiento puede ser preventivo y correctivo

El mantenimiento preventivo está programado, el tiempo que el elemento no está en uso es el dedicado exclusivamente a la operación propiamente dicha. Por esta razón, el tiempo de mantenimiento preventivo es siempre inferior al tiempo de mantenimiento correctivo. El mantenimiento correctivo es un mantenimiento de reparación que sigue después de un fallo o rotura en el sistema, no es programado previamente y es requerido por una determinada avería. (Movilla, J., 2012, p. 11)

Para garantizar la vida útil de cada uno de los componentes y/o estructuras del sistema de abastecimiento de agua se recomienda una serie actividades de operación y mantenimiento:

Zona de captación.

Limpiar las rejillas retirando material orgánico o cualquier otro residuo existente en el área. Lavar y limpiar el tanque de recolección para eliminar los sólidos retenidos y la suciedad que se acula en la superficie horizontal y vertical. Abrir la válvula de limpieza en el tanque de recolección y evacuar los sedimentos que se hayan acumular en el interior. Controlar el aumento o disminución del caudal para abrir o cerrar las compuertas, según el caudal que se requiera.

Controlar el funcionamiento de las válvulas y lubricar de forma periódica. Verificar los cambios en la calidad de agua cruda que estén relacionados al caudal, la turbiedad y los sedimentos de gran dimensión. Suspender el servicio cuando el caudal este con demasiada turbiedad o tenga mucho lodo. Encender y apagar equipos de bombeo si es el caso, y tener una programación para dicha actividad Lubricar los equipos de bombeo, poniéndole agua para que al encenderlos no arranquen en cero. Tener en cuenta las recomendaciones del fabricante para darle servicio al equipo de bombeo.

Línea de conducción.

Mantener libre el área contigua a la tubería, con el fin de facilitar su inspección. Monitorear frecuentemente haciendo recorridos en toda la tubería de la línea de conducción para verificar el estado de la misma.

Evitar que haya tramos de tubería que estén sobre la superficie expuestos al sol, especialmente si se utilizó para la línea de conducción tubería de plástico o polietileno, ya que los rayos ultravioletas dañan la superficie de la tubería, lo cual afecta la flexibilidad de esta haciéndolo menos resistente. En caso de presentarse daños en la tubería por exposición al sol. Se debe de cubrir la tubería a una altura de por lo menos 60 centímetros a partir del lomo del tubo.

Controlar la existencia de fugas, filtraciones o roturas en la tubería, de existir remplazarlas inmediatamente para evitar no solo pérdidas de agua sino también de energía. Ya que las filtraciones de agua producen humedad en el suelo y en consecuencia de ello pueden provocarse derrumbes o asentamientos en el terreno causando daños a la tubería u otras estructuras cercanas.

Verificar de forma habitual que las válvulas que estén instaladas en el recorrido de la línea de conducción para aire o ventosas se mantengan funcionando de manera correcta, es decir que expulsen el aire contenido en las tuberías. Verificar que la válvula de conexión ubicada entre la tubería de conducción y la ventosa se mantenga siempre abierta.

Abrir de forma habitual las válvulas de purga, con el fin de evacuar los sedimentos que se hayan acumulado en las tuberías de la línea de conducción. Durante este procedimiento, las válvulas deben ser abiertas y cerradas lentamente, de este modo poder evitar presiones altas en el interior de tubería o golpes de ariete como se le conoce. Controlar que el chorro en el tanque rompe presión este bajo el nivel del agua.

Verificar de forma periódica que las válvulas estén funcionando de forma correcta y lubricarlas cuando sea oportuno. Monitorear que no existan conexiones no autorizadas ligas a la línea de conducción. De existir, eliminarlas de forma inmediata.

Área de tratamiento.

Controlar el caudal de entrada según capacidad del tanque para el tratamiento. Abrir de manera habitual la válvula de limpieza, específicamente luego de las crecidas del caudal ya que hay mayor turbiedad y existencia de lodos en el afluente de agua. Retirar cualquier material orgánico u otro residuo flotante.

Mantener limpia y libre el área contigua al desarenador. Mantener limpia la estructura tanto por dentro como por fuera, limpiar con agua y cepillo de forma periódica. Controlar que las válvulas se mantengan funcionando de forma correcta

Tanque de almacenamiento.

Limpiar el área que se encuentre contigua al tanque de almacenamiento y eliminar cualquier foco de contaminación. Revisar si existen filtraciones o grietas en el reservorio o tanque de almacenamiento y repararlas.

Verificar la existencia de sedimentos en el fondo del tanque, de existir realizar la limpieza correspondiente y el mantenimiento requerido. Al darle mantenimiento al tanque de almacenamiento, notificar a la comunidad la suspensión temporal del servicio de abastecimiento. Para realizar actividades de limpieza, cerrar la válvula de entrada de agua al tanque y la salida hacia la red de distribución.

Abrir la válvula de desagüe; en caso haya tubería de paso directo, abrir la válvula para que no se suspenda el servicio de abastecimiento. Esperar que el agua drene del tanque de almacenamiento y con ayuda de botas impermeables limpias, escobas o cepillos limpios, sacar el lodo acumulado en el tanque. Lavar las paredes del tanque. Para el lavado de tanque de ser posible hacer uso de una manguera a presión. Cuando esté manipulando las válvulas hágalo suavemente, para evitar el golpe de ariete y que se reviente la tubería. Saque el aire que queda atrapado en la red con las válvulas de purga, válvulas para aire o hidrantes existentes.

Limpiar de forma habitual el interior del tanque de almacenamiento. La frecuencia con la que se efectuó la limpieza dependerá de la calidad del agua, y la turbiedad, así como también de las condiciones del clima. No utilizar jabón para la limpieza del tanque.

Cuidar de la corrosión las válvulas de entrada, salida, desagüe y de by-pass, debe de aplicarse de forma habitual pintura anticorrosiva para garantizar la protección y lubricar las válvulas cuando sea necesario. Tener programación de la limpieza del tanque de almacenamiento de modo que no afecte la presión en la red de distribución ni perjudique en los horarios de mayor uso por la comunidad que se abastece.

Llenar el tanque con una mezcla de agua e hipoclorito de calcio con 70% en forma de cloro, para que el resultado sea una concentración de 50 partes por millón ( $50 \text{ g/m}^3$ ) de cloro en el agua de llenado. Dejar actuar esta concentración durante por lo menos 24 horas. Vaciar el tanque totalmente, Permitiendo el desagüe del agua a través del alcantarillado si hubiera. Medir el cloro residual con el comparador algún aparato de medición. Si el cloro residual da como resultado menos de 0.4 mg/L repetir la operación, pero con la mitad del cloro que se utilizó en la ocasión anterior.

Red de distribución.

Verificar si existen instalaciones clandestinas, ya sea por quejas, por evidencia o rastros de su ejecución. Verificar y reparar fugas o filtración en todos los tramos de la red de distribución para que no existan pérdidas de agua y/o energía. Informar a la población para que notifiquen de forma inmediata y oportuna algunos daños o fuga de agua.

Revisar si el terreno donde este instalada la tubería no este cediendo. En caso de presentarse alguna situación similar será necesario realizar una excavación ya que esto indica generalmente que puede haber una fuga o filtración de agua de la tubería. Verificar que las uniones no estén corridas Revisar si no hay humedad o charcos a lo largo de donde está instalada la tubería de la red de distribución Verificar si hay desplazamiento de la tubería por topografía quebrada

Se debe verificar que el nivel del tanque de almacenamiento no baje en las horas de la noche, cuando no existe consumo en las viviendas.

Si esto sucede, verifique que no sea por causa de fugas en la red, desperdicio a nivel domiciliario o uso del agua para fines distintos del uso doméstico.

Por lo menos una vez al mes se deben lavar las tuberías para eliminar sedimentos que se hayan formado o acumulado. Para realizar esta actividad se deben abrir las válvulas de purga en la noche y en las horas de más bajo consumo. Si hay hidrantes, deje salir el agua por estos aparatos durante un rato.

Acometidas domiciliarias.

Abrir y cerrar lentamente las válvulas cuando sea necesario, para evitar golpes de ariete y daños por presión del agua. No permitir que las válvulas se cierren de manera forzada para que no peguen. Si es posible las válvulas deben de tener una tarjeta de control con los siguientes datos: sitio y fecha de instalación, tipo, marca, diámetro, fechas de mantenimiento y estado.

Normas relacionadas a la construcción de sistemas de distribución de agua.

COGUANOR NTG 29001.

La Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) es el ente nacional de normalización, está adscrita al Ministerio de Economía y dentro de sus funciones está, brindar soporte técnico por medio de directrices técnicas para diversas actividades. El proceso de normalización se desarrolla por medio de comités técnicos de normalización, lo que da la garantía de que participan todos los sectores interesados. A través de la Norma Técnica Guatemalteca (NTG) 29001, se establecen criterios y valores generales de las características que definen la calidad de agua apta para consumo humano.

Esta norma se aplica a toda agua para consumo humano, preparación de alimentos y

uso doméstico. Proveniente de fuentes como: pozos, nacimientos, ríos, entre otras y que puede estar ubicada en una red de distribución, en reservorios o depósitos. Se excluyen el agua purificada envasada y el agua carbonatada, las cuales son cubiertas por normas específicas. (COGUANOR, 2013, p. 6)

#### Guía para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en áreas rurales

El Instituto de Fomento Municipal (INFOM), a través de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), la cual está integrada por programas de pre-inversión, gestión social, desarrollo y ejecución y aguas subterráneas, están orientados a fortalecer la cobertura de proyectos de agua potable y saneamiento en comunidades rurales del país.

Se crea en 1993, la guía para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en áreas rurales. Esta guía ofrece un compendio de las normas básicas para el diseño de proyectos de abastecimiento de agua potable para las zonas rurales de la República de Guatemala.

Las mismas son el producto de la consolidación de las experiencias que sobre dicha materia se han acumulado a través de los años, tanto por las dependencias del sector público como por organismos y asociaciones del sector privado. (INFOM, 1997, p. 3)

Persigue esta Guía, dar los lineamientos básicos para que el profesional y el personal de apoyo involucrados en el subsector, introduzcan en los proyectos de abastecimiento de agua, las tres condiciones fundamentales de proporcionar a las poblaciones agua: 1) en la cantidad necesaria, 2) con la calidad adecuada y 3) con la garantía de un servicio permanente, en relación con la duración de las instalaciones y la cuantía de las inversiones.

Debe tomarse en cuenta, sin embargo, que esta, como cualquier otra guía, no exime al profesional, ni de su ingenio, ni de su responsabilidad, en la concepción del proyecto, ni de la facultad de aplicar su criterio para obtener mejores logros en su trabajo. (ibídem, p. 3)

#### Acuerdo Gubernativo 113 – 2009

Como parte de las obligaciones del estado el Gobierno de Guatemala acuerda emitir el “reglamento de normas sanitarias para la administración, construcción, operación y mantenimiento de los servicios de abastecimiento de agua para consumo humano”, el cual se publica en abril del 2009, el cual tiene como objeto el establecimiento de las normas sanitarias para los servicios de abastecimiento de agua para consumo humano, relativas a su administración, construcción, operación y mantenimiento.

Dentro de sus consideraciones están que el Decreto 90-97, Código de Salud, regula como función del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social el establecimiento de las normas vinculadas a la administración, construcción, y mantenimiento de los servicios de agua para consumo humano, vigilando en coordinación con las municipalidades y la comunidad organizada la calidad del servicio y del agua de todos los abastos para uso humano, sean éstos públicos o privados; en el marco de las acciones pertinentes para la prevención y control de las enfermedades causadas por microorganismos patógenos, sustancias químicas transmitidas a través del agua.

El mismo, menciona al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social como el ente competente para hacer cumplir dicho reglamento, el cual menciona de forma general normas sanitarias, registro de servicios e indicaciones para la vigilancia y control de servicios de abastecimiento de agua.



### III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La investigación se desarrolló en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, a fin de comprobar la hipótesis planteada: “El aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años; por deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, es debido a la falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada.”

Para determinar la variable dependiente (efecto), se tomó como población al personal de salud que da cobertura en dicha comunidad y que tiene el conocimiento general de la situación de salud de la localidad a estudio, los sujetos de estudio corresponden al 100% de la población que corresponde a 5 profesionales de la salud.

Para comprobar la variable independiente (causa), se seleccionó a los miembros del Concejo Municipal del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, que son las personas que tienen la competencia en la parte de servicios públicos y planificación y ejecución de proyectos, por lo que se determinó el 100% de la población que representa un total de 7 personas como sujetos de estudio.

En este capítulo se presenta de manera gráfica y descriptiva los resultados de las encuestas aplicadas a los sujetos de estudio, a fin de dar respuesta a cada una de las variables establecidas. Del cuadro 1 al 5 y grafica 3 al 7, se presentan y analiza lo referente a la variable dependiente; mientras que del cuadro 6 al 11 y grafica 8 al 13, se describe los resultados de la variable independiente

Se logró determinar que a través de la gráfica 3, se comprueba la variable dependiente; y con la gráfica 8, se comprueba la variable independiente, según las hipótesis formuladas.

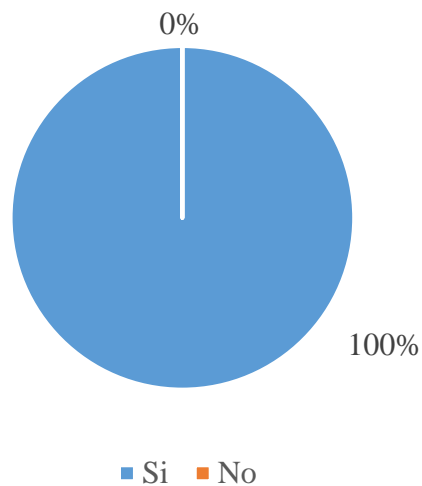
Comprobación de la variable dependiente (Y) o efecto

Cuadro 8. Aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	100
No	0	0
TOTALES	5	100

Fuente: Encuesta a personal de salud, aldea Los Gavilanes, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

Gráfica 3. Aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas



Fuente: Encuesta a personal de salud, aldea Los Gavilanes, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

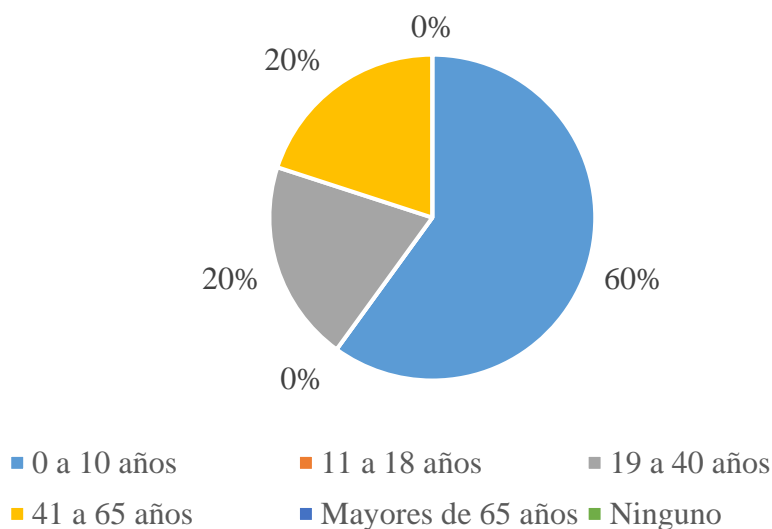
Análisis: El total de la población manifiesta que, si ha habido un aumento considerable de morbilidades de tipo intestinal y dermatológico en los últimos cinco años, lo cual se puede considerar un problema a causa de la falta de agua en la comunidad Los Gavilanes; por lo que se comprueba la variable dependiente de la hipótesis planteada.

Cuadro 9. Grupo etario afectado por enfermedades intestinales y dermatológicas

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
0 a 10 años	3	60 %
11 a 18 años	0	0 %
19 a 40 años	1	20 %
41 a 65 años	1	20 %
Mayores de 65 años	0	0 %
Ninguno	0	0 %
TOTALES	5	100 %

Fuente: Encuesta a personal de salud, aldea Los Gavilanes, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

Gráfica 4. Grupo etario afectado por enfermedades intestinales y dermatológicas



Fuente: Encuesta a personal de salud, aldea Los Gavilanes, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

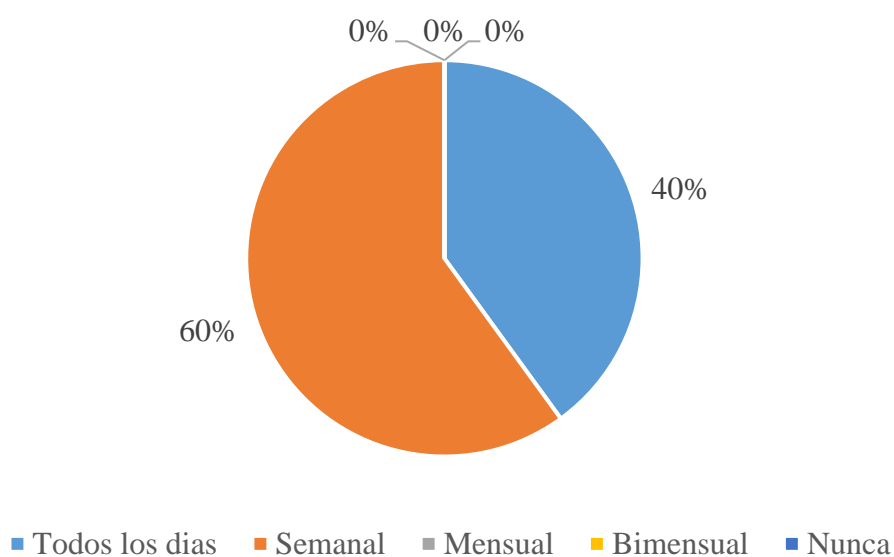
Análisis: Del total de los sujetos de estudio, seis décimas partes manifestaron que el grupo etario que mayor presenta enfermedades intestinales y dermatológicas es el de 0 a 10, mientras que cuatro décimas partes indican que el grupo etario más afectado es el de 19 a 65 años.

Cuadro 10. Frecuencia de casos por enfermedades intestinales y dermatológicas

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Todos los días	2	40 %
Semanal	3	0 %
Mensual	0	60 %
Bimestral	0	0 %
Nunca	0	0 %
<b>TOTALES</b>	<b>5</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Encuesta a personal de salud, aldea Los Gavilanes, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

Gráfica 5. Frecuencia de casos por enfermedades intestinales y dermatológicas



Fuente: Encuesta a personal de salud, aldea Los Gavilanes, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

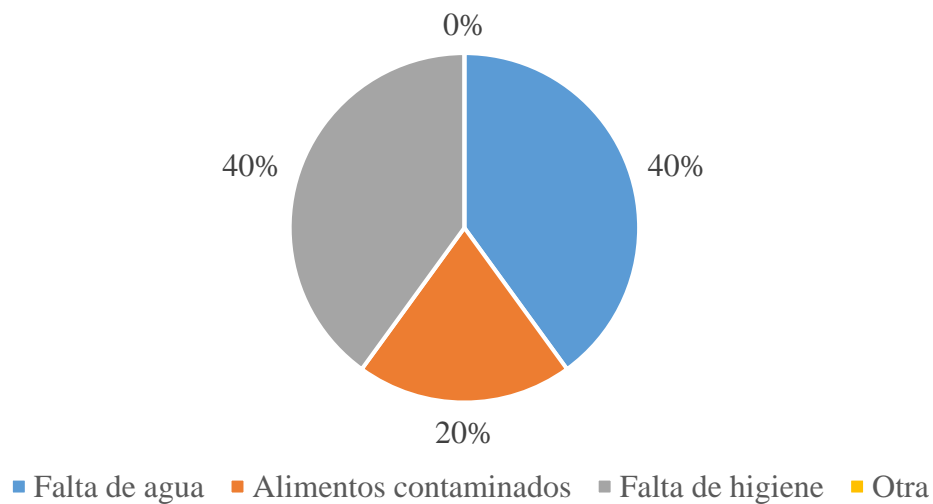
Análisis: En relación a la frecuencia con la que se presentan casos de morbilidad de tipo intestinal y dermatología, cuatro décimas partes de la población indican que es de forma diaria y seis décimas parte manifiesta que se presentan semanalmente. Por lo que existe alta frecuencia de casos vistos por el servicio de salud en tal comunidad.

Cuadro 11. Causa de las enfermedades intestinales y dermatológicas

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Falta de agua entubada	2	40 %
Alimentos contaminados	1	20 %
Falta de higiene	2	40 %
Otra	0	0 %
<b>TOTALES</b>	<b>5</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Encuesta a personal de salud, aldea Los Gavilanes, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

Gráfica 6. Causa de las enfermedades intestinales y dermatológicas



Fuente: Encuesta a personal de salud, aldea Los Gavilanes, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

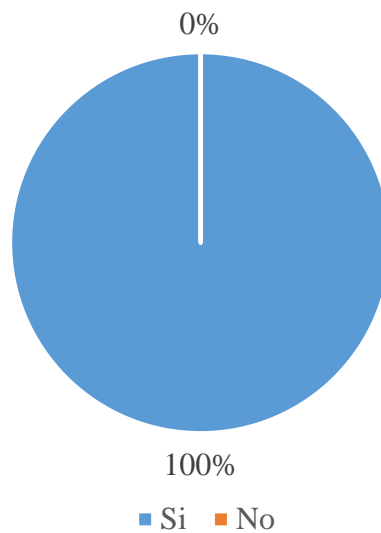
Análisis: Cuatro décimas partes de los sujetos de estudio indican que es por la falta de agua, dos décimas parten manifiestan que se debe al consumo de alimentos contaminados y cuatro décimas partes concluyen que es por la falta de higiene, esta última relacionada a su vez a la falta de agua para prácticas de higiene personal.

Cuadro 12. Capacitación a la población sobre higiene personal

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	100 %
No	0	0 %
TOTALES	5	100 %

Fuente: Encuesta a personal de salud, aldea Los Gavilanes, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

Gráfica 7. Capacitación a la población sobre higiene personal



Fuente: Encuesta a personal de salud, aldea Los Gavilanes, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

Análisis: El total de las personas encuestadas, indican que se ha capacitado a la población de la aldea Los Gavilanes, sobre temas de higiene personal y uso adecuado del agua para consumo para evitar casos de morbilidad por infecciones intestinales o dermatológicas.

Comprobación de la variable independiente (X) o causa

Cuadro 13. Existencia de proyecto para construcción de sistema de agua entubada

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	0	0 %
No	7	100 %
TOTALES	7	100 %

Fuente: Encuesta a miembros del concejo municipal, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

Gráfica 8. Existencia de proyecto para construcción de sistema de agua entubada



Fuente: Encuesta a miembros del concejo municipal, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

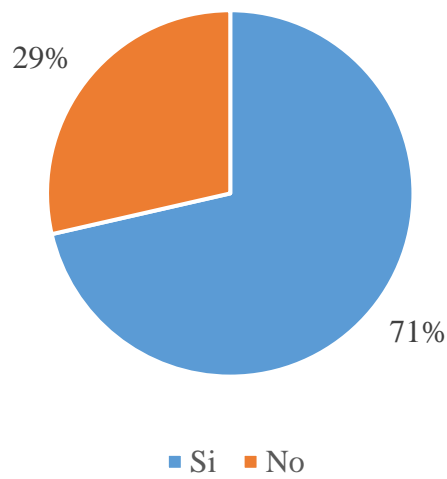
Análisis: El total de la población indica que no existe algún proyecto para la construcción de un sistema de agua potable en la aldea Los Gavilanes, por lo que es importante el inicio del proyecto a través del diseño y la planificación del mismo; esto comprueba la variable independiente de la hipótesis planteada.

Cuadro 14. Presupuesto para proyectos de agua entubada

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	71 %
No	2	29 %
TOTALES	7	100 %

Fuente: Encuesta a miembros del concejo municipal, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

Gráfica 9. Presupuesto para proyectos de agua entubada



Fuente: Encuesta a miembros del concejo municipal, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

Análisis: Tres cuartos de los sujetos de estudio indican que, si existe presupuesto destinado para este tipo de proyectos, un cuarto de los encuestados manifiesta que no hay un rubro destinado a los mismos. Se considera que es posible la aprobación de presupuesto por su importancia en la calidad de vida de la población.

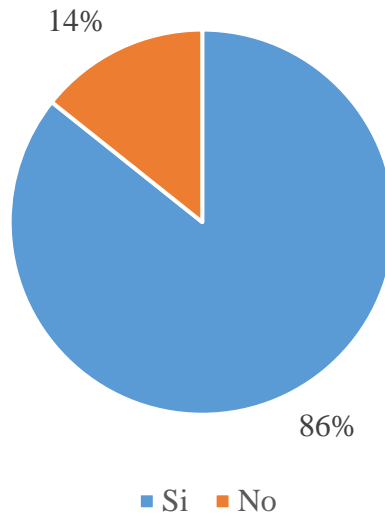


Cuadro 15. Monitoreo de sistemas de abastecimiento de agua

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	6	86 %
No	1	14 %
<b>TOTALES</b>	<b>7</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Encuesta a miembros del concejo municipal, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

Gráfica 10. Monitoreo de sistemas de abastecimiento de agua



Fuente: Encuesta a miembros del concejo municipal, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

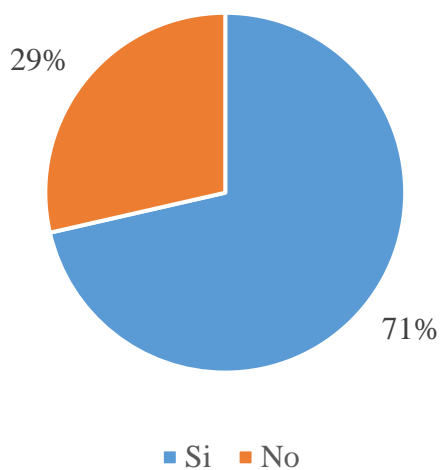
Análisis: Nueve décimas partes de la población a estudio indican que, si se realiza monitoreo constante para el control de los sistemas de distribución de agua, una décima parte manifiesta que no se monitorea la infraestructura existente.

Cuadro 16. Conocimiento de la calidad de agua para consumo

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	71 %
No	2	29 %
TOTALES	7	100 %

Fuente: Encuesta a miembros del concejo municipal, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

Gráfica 11. Conocimiento de la calidad de agua para consumo



Fuente: Encuesta a miembros del concejo municipal, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

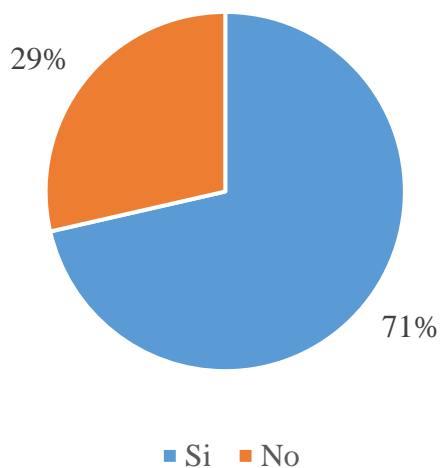
Análisis: Siete décimas partes de los sujetos de estudio indican que, si se conoce y que a través de la unidad de saneamiento ambiental se toman muestras de las principales fuentes de agua para ser analizadas, tres décimas partes indican que no se tiene conocimiento acerca de la calidad de agua para consumo humano.

Cuadro 17. Existencia de colaboradores para monitoreo de la calidad de agua

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	71 %
No	2	29 %
TOTALES	7	100 %

Fuente: Encuesta a miembros del concejo municipal, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

Gráfica 12. Existencia de colaboradores para monitoreo de la calidad de agua



Fuente: Encuesta a miembros del concejo municipal, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

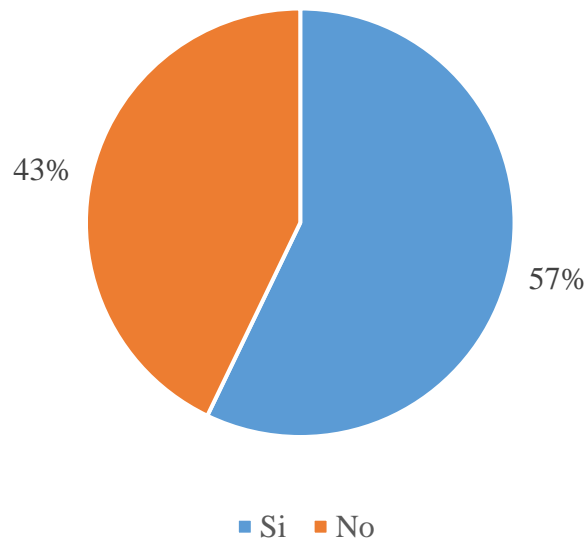
Análisis: Siete décimas partes de las personas encuestadas indican que, si existen colaboradores capacitados para el monitoreo de la calidad de agua, mencionan que existe la unidad de saneamiento ambiental que tiene la capacidad para este tipo de controles en los sistemas de distribución de agua y en los pozos de captación de agua.

Cuadro 18. Registro de estadísticas del consumo de agua

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	4	57 %
No	3	43 %
TOTALES	5	100 %

Fuente: Encuesta a miembros del concejo municipal, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

Gráfica 13. Registro de estadísticas del consumo de agua



Fuente: Encuesta a miembros del concejo municipal, Purulhá, Baja Verapaz, agosto 2021.

Análisis: Seis décimas partes de la población indican que, si existen registros estadísticos del consumo de agua, que a través de las instalaciones pueden considerar un estimado de consumo de agua por día. Cuatro décimas partes de la población indican que no tienen conocimiento de la existencia de estos registros.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### IV.1. Conclusiones

Derivado de la investigación realizada a base de las necesidades de la comunidad y concentrándose en el problema de la situación se confirma la hipótesis planteada ya que se puede demostrar de forma estadística (cuantitativa y descriptiva) que el aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años; por deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, es debido a la falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada. Por lo que se presentan las siguientes conclusiones:

1. Se comprueba la hipótesis siguiente: “El aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años; por deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, es debido a la falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada.”. con el 100% de nivel de confianza y 0% de error de muestreo.
2. La frecuencia con la que el personal de salud atiende este tipo de casos de morbilidad, es alta, presentándose casos al servicio de salud de forma regular y afecta principalmente a niños menores de 10 años, el cual es el grupo etario en mayor riesgo.
3. La investigación realizada permitió comprobar que la falta de agua es una de las principales causas que provocan la transmisión de patologías intestinales y dermatológicas, junto con la falta de higiene que es a su vez está relacionada intrínsecamente en la falta de acceso al agua adecuada para consumo humano.

4. La comunidad recibe constantes capacitaciones sobre temas de higiene personal, y tratamiento adecuado del agua de lluvia que es la fuente de abastecimiento actual de la comunidad, con el fin de evitar casos de morbilidad por infecciones intestinales o dermatológicas, sin embargo, no es suficiente para una disminución significativa de los casos pues en los últimos cinco años los casos han presentado un aumento constante.
5. A través de la investigación se pudo determinar que, en la municipalidad del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, no existe la planificación ni la ejecución de ningún tipo de proyecto de distribución de agua entuba para el beneficio de los pobladores de la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, sin embargo.
6. Se pudo verificar que la Municipalidad de Purulhá, Baja Verapaz, si cuenta con un presupuesto asignado para proyectos de agua y saneamiento, sin embargo, es necesario trabajar en la planificación y gestión de proyectos de esta tipología para ejecutar y operativizar los recursos.
7. Se pudo determinar que, a través de la unidad de agua y saneamiento de la Municipalidad de Purulhá, Baja Verapaz, se mantiene un constante control de las fuentes de abastecimiento de agua, la calidad de la misma, por lo que se puede garantizar que se tendrá el mantenimiento adecuado, si en un futuro se ejecuta la construcción de un sistema de abastecimiento en la aldea Los Gavilanes, del municipio en mención
8. A pesar del control constante de los sistemas existentes de distribución de agua en el municipio, no existe un registro ni investigación de fuentes de abastecimiento a las que se les podría dar un aprovechamiento a fin de aumentar la cobertura del servicio de agua entubada, especialmente en áreas periurbanas y rurales.

## IV.2. Recomendaciones

Una vez desarrollado el proceso de investigación respecto a las necesidades y problemática detectada en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, a través de los resultados del estudio realizado y según las conclusiones descritas con anterioridad, se comprueba la hipótesis planteada inicialmente, ya que el aumento significativo de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas tiene como una de las principales causas la falta de un sistema de abastecimiento de agua adecuado para consumo humano; por lo que al concluir con la investigación realizada se recomienda:

1. Operativizar la propuesta de proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.
2. Garantizar a la población la prestación del servicio de salud pública a fin de brindarles la atención necesaria y el tratamiento adecuado para las enfermedades de tipo intestinal y dermatológico que se presenten, y brindar consejería y educación a los padres de familia en el cuidado en la alimentación e higiene de los niños ya que el grupo etario más afectado son niños menores de 10 años.
3. Gestionar recursos para el servicio de salud que da cobertura a la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, a fin de que puedan contar con un espacio adecuado para la atención de los pobladores y cuenten con insumos suficientes para garantizar el tratamiento necesario a las morbilidades que se les presente por demanda de la población.

4. Brindar a la población una alternativa temporal adecuada para el almacenamiento del agua captada a partir de la precipitación pluvial, que es su fuente principal de abastecimiento actualmente, así como un apropiado tratamiento de la misma a fin de tener resultados a corto plazo en la disminución de enfermedades de tipo intestinal y dermatológico a causa de la falta de agua o consumo de agua contaminada.
5. Brindar a la población educación, a través de talleres de capacitación sobre temas de higiene, aprovechamiento del agua y tratamiento básico del agua para consumo humano a través de la cloración, insolación o ebullición, a fin de buscar una reducción en los casos de morbilidad presentados por consumo de agua inadecuada.
6. Priorizar la ejecución de proyectos que cubran necesidades básicas de la población y este caso la planeación, gestión y ejecución de un sistema de abastecimiento y distribución de agua entubada en la Aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en respuesta a las necesidades de la población a fin de garantizar así una mejor calidad de vida.
7. Controlar y darle seguimiento a los tanques de captación y almacenamiento de agua pluvial que se existen en la Aldea los Gavilanes, a fin de verificar la calidad de agua utilizada para consumo; así como también brindar a la población talleres de mantenimiento y limpieza constante de los mismos a fin de garantizarle a la población la mejor calidad de agua con la que pueden contar al momento.
8. Tener un control y registro de fuentes de agua que pueden ser aprovechadas de manera sustentables, especialmente en comunidades periurbanas y rurales que no cuentan con sistema de abastecimiento de agua entuba, a fin de garantizar y aumentar la cobertura de este servicio público.



## BIBLIOGRAFÍA

- 1 C. Sierra, Calidad del agua, evaluación y diagnóstico. 1ª. Edición, Colombia, Medellín: Editores de la U, 2011.
- 2 Organización Mundial de la Salud, Informe de Saneamiento (Datos y cifras), 2019.
- 3 F. M. Magne Ayllón, Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable, Cochabamba, Bolivia., 2008.
- 4 D. Sánchez, La falta de potabilización del agua y su relación con las enfermedades gastrointestinales en México, 2016.
- 5 E. Beldarrain, Enfermedades transmitidas a través de las aguas, 1999.
- 6 Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Política nacional del sector de agua potable y saneamiento, Guatemala, 2015.
- 7 M. Guerrero, El agua, FCE, 2010.
- 8 Ministerio de Agricultura y Recursos Naturales, Manual de educación ambiental sobre el recurso hídrico en Guatemala, Guatemala, 2008.
- 9 J. Ordoñez, Cartilla técnica: Ciclo hidrológico, Lima, Perú, 2011.
- 10 J. Lado, El ciclo hidrológico: experiencias prácticas para su comprensión., 2009.
- 11 Consejo Nacional de Agua, Informe de la situación del medio ambiente, México, 2011.
- 12 P. López, Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas, 1994.
- 13 R. Agüero, Agua potable para poblaciones rurales, Lima, Perú, 1997.
- 14 E. Lentini, Servicios de agua potable y saneamiento en Guatemala: beneficios potenciales y determinantes de éxito, 2010.
- 15 J. Matés, La conquista del agua: historia económica del abastecimiento urbano,

1999.

- 16 A. Valverde, Abastecimiento de agua y alcantarillado, Lima, Perú, 2010.
- 17 Instituto de Fomento Municipal, Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales, Guatemala, 1997.
- 18 R. Simon, Abastecimientos de Agua: teoría y diseño, 1980.
- 19 Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Sistema de abastecimiento de agua para pequeñas comunidades, 1988.
- 20 J. Jiménez, Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario, 2013.
- 21 Comisión Guatemalteca de Normas, NTG 29001: Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones, 2013.
- 22 P. Rodríguez , Abastecimiento de Agua, 2001.
- 23 E. C. Vladez, Abastecimiento de agua potable, 1994.
- 24 Pan American Health Organization (PAHO), Saneamiento Rural y Salud / Guía para acciones a nivel local, 2010.
- 25 CARE International, Operación y mantenimiento de sistemas de agua potable, Ecuador, 2012.

## ANEXOS

Anexo 1. Modelo de investigación dominó.

F-30-07-2019-01

Modelo De Investigación: Dominó

*(Derechos reservados por Doctor Fidel Reyes Lee y Universidad Rural de Guatemala)*

Elaborado por: José Manuel Milián Caal

Para: Programa de Graduación

Fecha: 20/09/2022

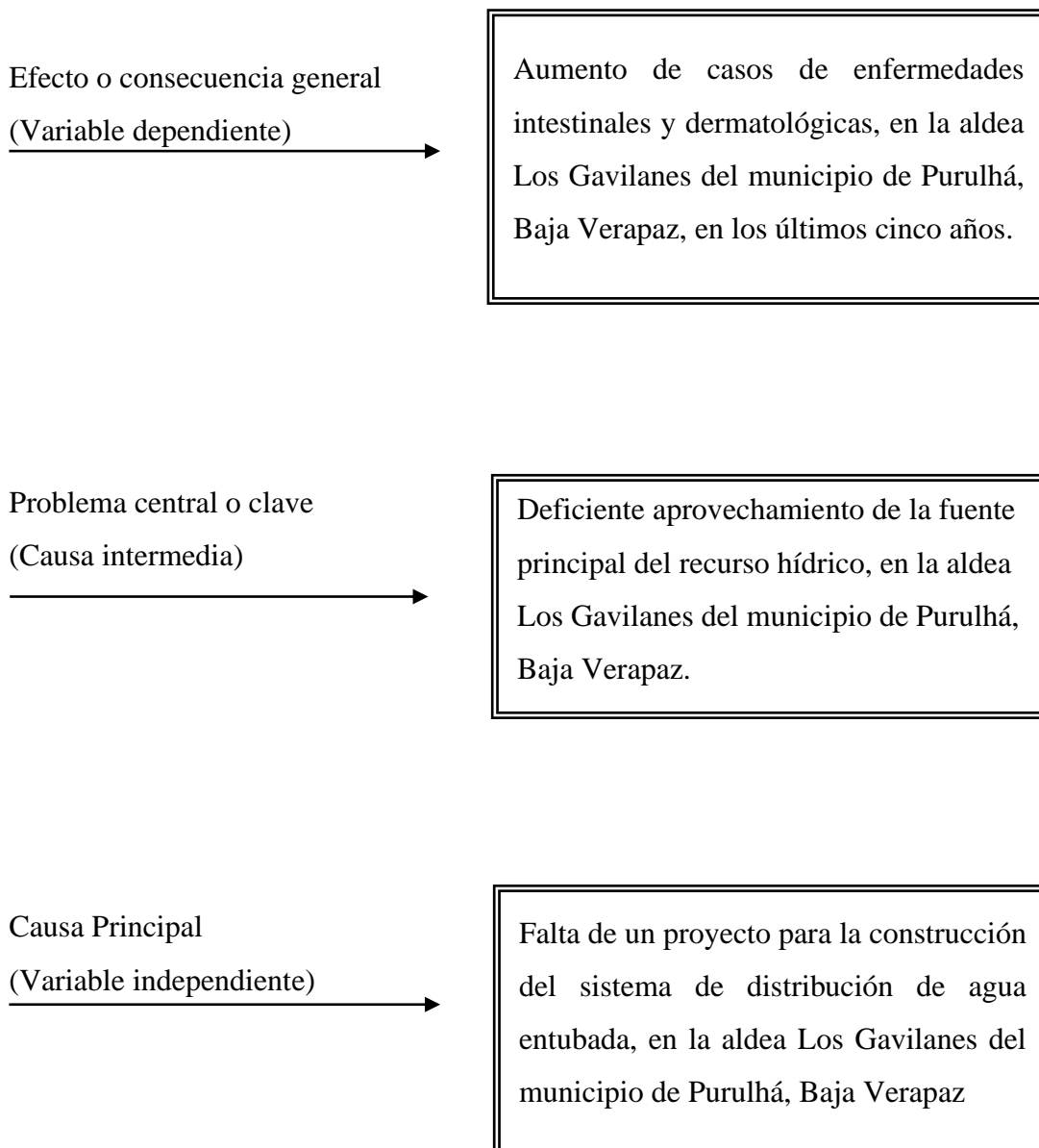
Problema	Propuesta	Evaluación
1) Efecto o variable dependiente Aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años	4) Objetivo general Disminuir los casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz	15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Indicadores: Al cuarto año reducen en un 80% los casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz. Verificadores: Estadísticas de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas e informes. Cooperantes y supuestos: Mejoran las condiciones de salud de los habitantes de la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.
2) Problema central Deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.	5) Objetivo específico Aprovechar de manera eficiente la fuente principal del recurso hídrico, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.	
3) Causa principal o variable independiente Falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.	6) Nombre PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA ENTUBADA, EN LA ALDEA LOS GAVILANES DEL MUNICIPIO DE PURULHÁ, BAJA VERAPAZ.	16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Indicadores: Al tercer año se cuenta con el 100% de la construcción del sistema de distribución de agua entubada. Verificadores: Informes, monitoreo, imágenes y videos. Cooperantes y supuestos: Los habitantes de la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, son conscientes del uso racional del agua.
7) Hipótesis “Aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años; por deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, es debido a la falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada. ¿Será la falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada, la causante del aumento de casos de	12) Resultados o productos R1. Se tiene creada la Unidad Ejecutora R2. Se dispone de propuesta de proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz. R3. Se cuenta con programa de capacitación para los pobladores.	

<p>enfermedades intestinales y dermatológicas, por deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años?</p>		
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>¿Existen aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años? Sí ___ No___ Boleta censal dirigida a los colaboradores del puesto de salud</p>	<p>13) Ajuste de costos y tiempo</p> <p>No aplica para licenciaturas</p>	
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>¿Existe proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada, en la aldea los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz? Sí _____ No _____ Boleta censal dirigida al concejo municipal del municipio.</p>	<p>14) Anotaciones, Aclaraciones y advertencias</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Utilizar la tabla de contenidos por orden para elaborar la tesis (<a href="https://urural.edu.gt/wp-content/uploads/2020/01/tabla-de-contenidos-por-orden.pdf">https://urural.edu.gt/wp-content/uploads/2020/01/tabla-de-contenidos-por-orden.pdf</a>)</li> <li>— Utilizar normas APA sexta edición para citas, y bibliografía.</li> <li>— No utilizar gerundios.</li> <li>— Redactar en tercera persona.</li> <li>— Puede utilizar la biblioteca virtual que está en la página de la Universidad.</li> <li>— Puede utilizar el modelo para elaborar la metodología que está en la página de la Universidad.</li> <li>— Desde introducción hasta recomendaciones del tomo I, debe haber mínimo 75 páginas.</li> <li>— En el anexo 1 del tomo II, desarrollar ocho (8) actividades por cada resultado.</li> </ul>	
<p>10) Temas del Marco Teórico</p> <p>1.Enfermedades intestinales provocadas por consumo de agua de mala calidad. 2.Enfermedades dermatologías por falta de higiene. 3.Índice de enfermedades por insalubridad. 4. Agua. 5. Fuentes de agua natural. 6. Agua entubada. 7. Sistema de distribución de agua. 8. Diseño de sistemas de distribución de agua. 9. Mantenimiento de sistemas de distribución de agua. 10.Normas relacionas a la construcción de sistemas de distribución de agua.</p>		
<p>11) Justificación:</p> <p>El investigador debe de evidenciar con proyección estadística y matemática el aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años; así mismo la importancia de implementar la propuesta.</p>		

Anexo 2. Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

2.1 Árbol de problemas.

Tópico: Deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico.



### Hipótesis del trabajo

Hipótesis causal: “El aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años; por deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, es debido a la falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada.”

Hipótesis interrogativa: ¿Será la falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada, la causante del aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, por deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años?

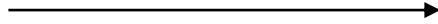
## 2.2 Árbol de objetivos

Fin u objetivo general



Disminuir los casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.

Objetivo específico



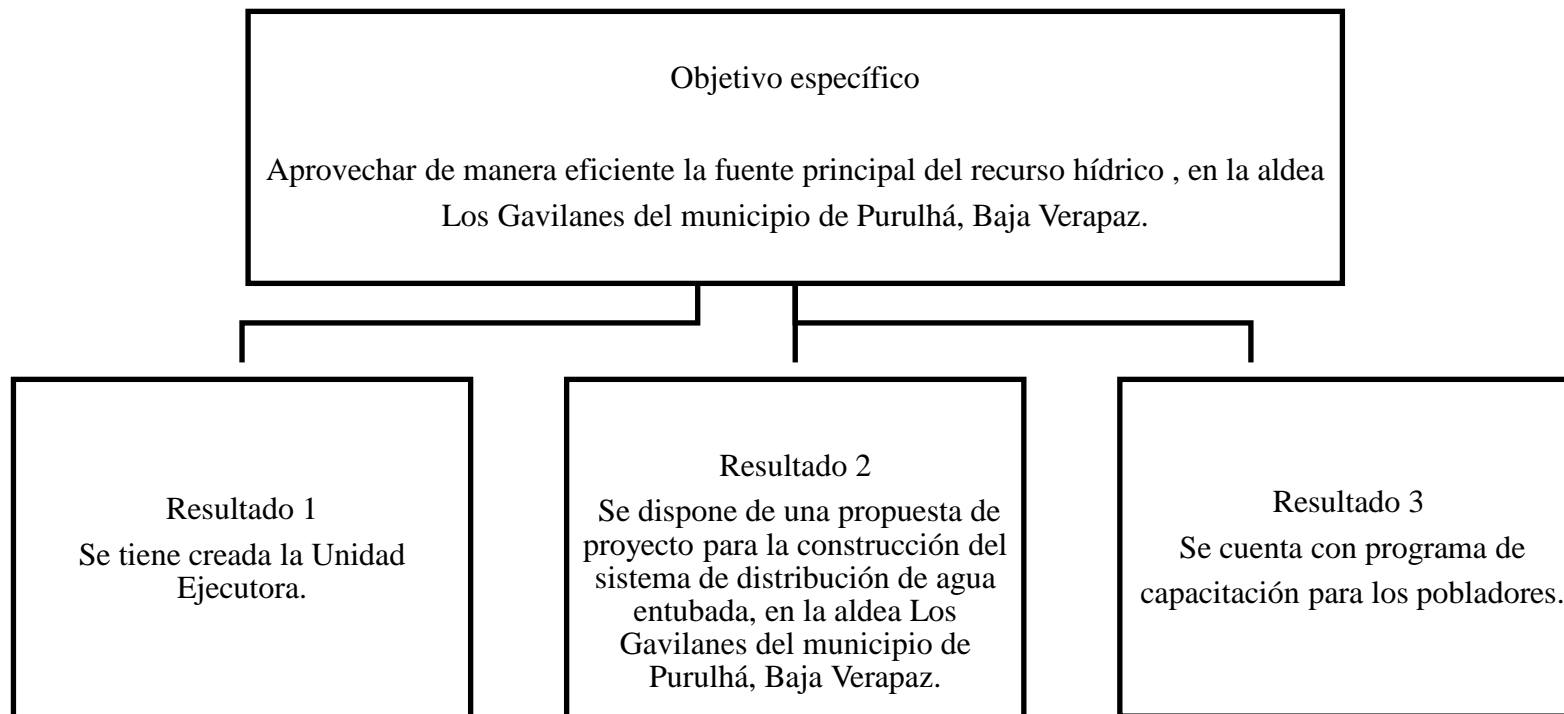
Aprovechar de manera eficiente la fuente principal del recurso hídrico, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.

Medio



PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA ENTUBADA, EN LA ALDEA LOS GAVILANES DEL MUNICIPIO DE PURULHÁ, BAJA VERAPAZ.

Anexo 3. Diagrama del medio para solucionar la problemática.





Anexo 4. Boleta de investigación para la comprobación del efecto general (Y)

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: Aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años.

Instrucciones: Responda las siguientes interrogantes, según su criterio.

1. ¿Existen aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

2. ¿Grupo etario que se presenta con mayor frecuencia por enfermedades intestinales y dermatológicas de la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz?

<input type="checkbox"/>	0 a 10 años
<input type="checkbox"/>	11 a 18 años
<input type="checkbox"/>	19 a 40 años

<input type="checkbox"/>	41 a 65 años
<input type="checkbox"/>	Mayores de 65 años
<input type="checkbox"/>	Ninguno

3. ¿Con que frecuencia se presentan pobladores por enfermedades intestinales y dermatológicas de la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz?

<input type="checkbox"/>	Todos los días
<input type="checkbox"/>	Semanal
<input type="checkbox"/>	Mensual

<input type="checkbox"/>	Bimestral
<input type="checkbox"/>	Nunca

4. ¿Cuál es la causa de las enfermedades intestinales y dermatológicas de la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz?

<input type="checkbox"/>	Falta de agua entubada
<input type="checkbox"/>	Alimentos contaminados

<input type="checkbox"/>	Falta de higiene
<input type="checkbox"/>	Otra

5. ¿Capacitan a los pobladores sobre higiene personal?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

Anexo 5. Boleta de investigación para comprobación de la causa (X)

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de investigación

Variable Independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: Falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.

Instrucciones: Responda las siguientes interrogantes, según su criterio.

1. ¿Existe proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz?

Si

No

2. ¿Cuentan con presupuesto para la implementación de proyectos de agua entubada?

Si

No

3. ¿Monitorean los sistemas de abastecimiento de agua, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz?

Si

No

4. ¿Conocen la calidad de agua para consumo, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz?

Si

No

5. ¿Cuentan con colaboradores capacitados para monitorear la calidad del agua para consumo?

Si

No

6. ¿Cuentan con registros estadísticos de consumo de agua de la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz?

Si

No

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra.

En el caso de la muestra para la comprobación de efecto se utilizó el censo, ya que la población que representa esta variable es el personal de salud que da cobertura en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz es igual a cinco personas. Por lo tanto, el cien por ciento de la población fue considerada como elegible para la recolección de datos de la variable dependiente “Y”.

En cuanto al cálculo de la muestra de la variable independiente “X” o comprobación de causa, no fue necesario el cálculo de la misma ya que la población objetivo de esta variable es menor a treinta y cinco, por lo que se realizó un censo. La población de estudio para la comprobación de la causa fue el Concejo Municipal de la Municipalidad de Purulhá, Baja Verapaz, que son un total de siete personas, mismas a las cuales se les aplicó la encuesta correspondiente con consentimiento afirmado.

Anexo 7. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación.

A través del cálculo del coeficiente de correlación lineal de Pearson, identificaremos la relación estadística entre dos variables, en el que la variable “X” está representado por el número de año regresivo como antecedente de la situación, mientras que la variable “Y” está representada por el total casos anuales de enfermedades intestinales y dermatológicas registrados en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.

En este caso el coeficiente de correlación (r), es igual a 0.95 que según la escala de correlación de Pearson indica que el grado de correlación entre las dos variables estudiadas es positiva muy alta, lo cual cumple con la ecuación de línea recta que se resume a  $y = a + bx$ .

El coeficiente de correlación puede ubicarse entre los valores de -1 a +1.

Cálculo de coeficiente de correlación

Año	X (# de Años)	Y Casos de enfermedades intestinales y dermatológicas	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2018	1	72	72.00	1	5184.00
2019	2	91	182.00	4	8281.00
2020	3	137	411.00	9	18769.00
2021	4	142	568.00	16	20164.00
2022	5	151	755.00	25	22801.00
TOTALES	15	593	1988.00	55	75199.00

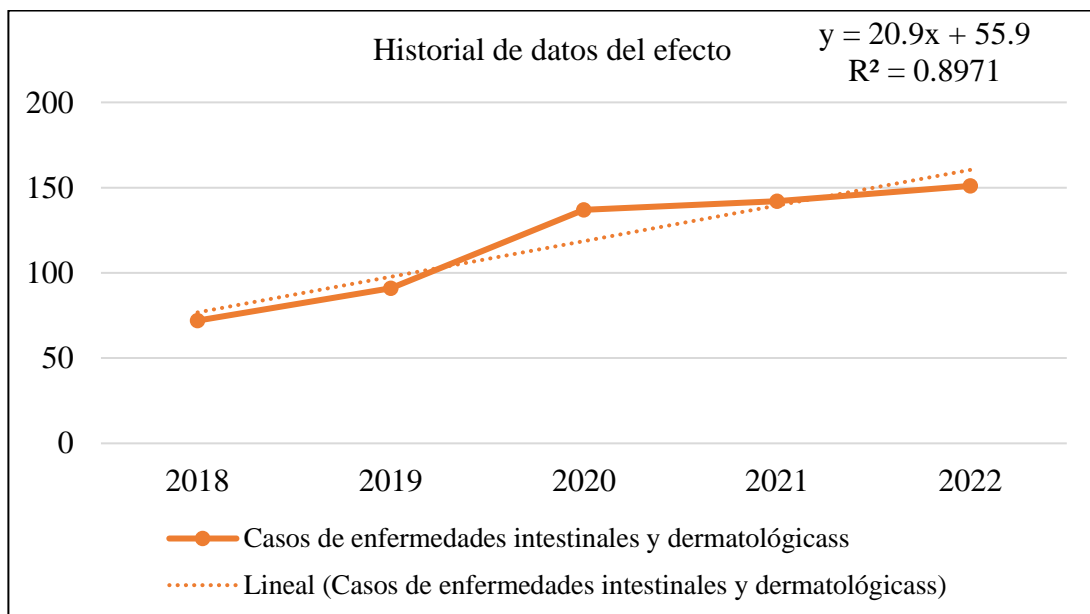
Formula:

$$r = \frac{n\Sigma XY - \Sigma X * \Sigma Y}{\sqrt{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2 * (n\Sigma Y^2) - (\Sigma Y)^2}}$$

Calculo:

$$r = \frac{9940 - 8895}{\sqrt{275 - 225 * 375995 - 351649}}$$
$$r = \frac{1045}{\sqrt{1217300}}$$
$$r = \frac{1045}{1103.31}$$
$$r = 0.95$$

Historial de datos del efecto



## Anexo 8. Anexo metodológico de la proyección lineal

Con el fin de definir cuantitativamente a futuro el impacto de la problemática en estudio se proyectó a través del cálculo de proyección lineal el número de casos en los próximos años, si no se busca la reducción de casos de morbilidad de tipo intestinal y dermatológica a través de un proyecto de distribución y abastecimiento de agua entubada en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.

A continuación, se presentan los cálculos y la tabla de análisis de varianza para proyectar los datos correspondientes.

Proyección lineal					
Año	X (Años)	Y Casos de enfermedades intestinales y dermatológicas	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2018	1	72	72	1	5184.00
2019	2	91	182	4	8281.00
2020	3	137	411	9	18769.00
2021	4	142	568	16	20164.00
2022	5	151	755	25	22801.00
TOTALES	15	593	1988	55	75199.00

Formulas:

$$b = \frac{n\Sigma XY - \Sigma X * \Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

$$a = \frac{\Sigma Y - b\Sigma X}{n}$$



Cálculos:

$$b = \frac{5 * 1988 - 15 * 593}{5 * 55 - 225}$$

$$b = \frac{1045}{50}$$

$$b = 20.9$$

$$a = \frac{593 - 20.9 * 15}{5}$$

$$a = \frac{279.5}{5}$$

$$a = 55.9$$

Situación proyectada sin propuesta

x	y = a + bx	
No. De año	Año	Casos de enfermedades intestinales y dermatológicas
6	2023	181
7	2024	202
8	2025	223
9	2026	244
10	2027	265

Porcentajes propuestos para la situación con propuesta

Año a proyectar	Año anterior	% propuesto	Porcentaje expresado en unidades	Casos de enfermedades intestinales y dermatológicas
	2022			
	Casos de enfermedades intestinales y dermatológicas			
2023	181	0%	0	181

Año a proyectar	Año anterior	% propuesto	Porcentaje expresado en unidades	Casos de enfermedades intestinales y dermatológicas
	2023			
	Casos de enfermedades intestinales y dermatológicas			
2024	181	0%	-21	202

Año a proyectar	Año anterior	% propuesto	Porcentaje expresado en unidades	Casos de enfermedades intestinales y dermatológicas
	2024			
	Casos de enfermedades intestinales y dermatológicas			
2025	202	0%	-21	223

Año a proyectar	Año anterior	% propuesto	Porcentaje expresado en unidades	Casos de enfermedades intestinales y dermatológicas
	2025			
	Casos de enfermedades intestinales y dermatológicas			
2026	223	80%	178	45

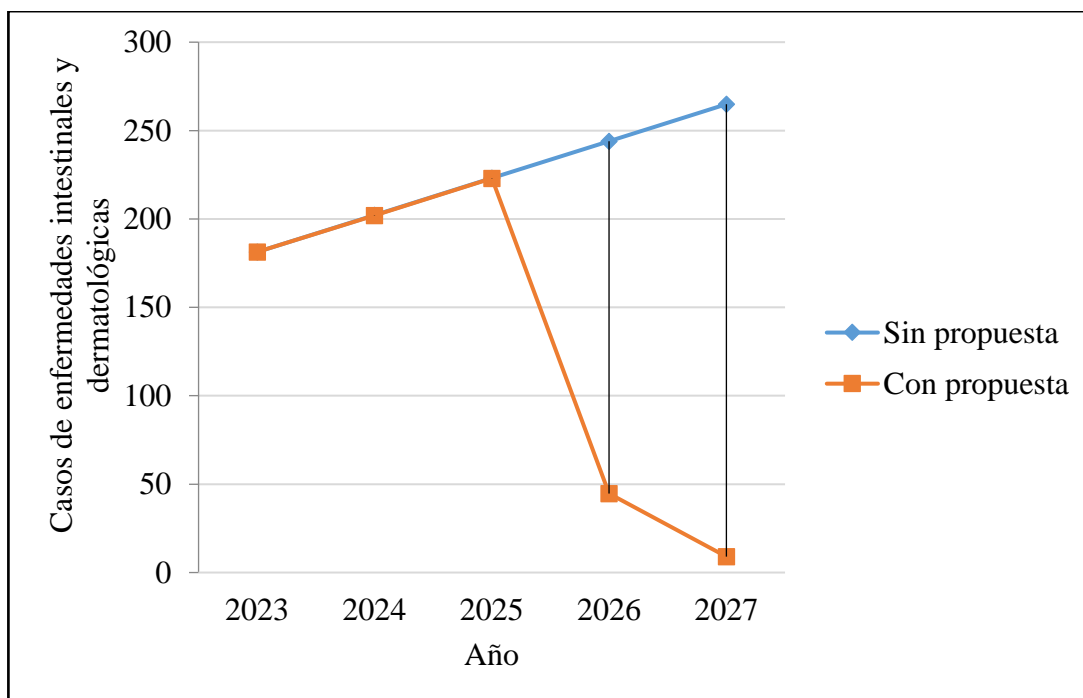
Año a proyectar	Año anterior	% propuesto	Porcentaje expresado en unidades	Casos de enfermedades intestinales y dermatológicas
	2026			
	Casos de enfermedades intestinales y dermatológicas			
2027	45	80%	36	9

### Comparación de la situación sin y con propuesta

Análisis comparativo con y sin propuesta.

Año	Casos de enfermedades intestinales y dermatológicas		Diferencial
	Sin propuesta	Con propuesta	
2023	181	181	0
2024	202	202	0
2025	223	223	0
2026	244	45	199
2027	265	9	256
Sumatoria	1116	660	456

### Comparación de la situación sin y con propuesta



#### Análisis

A través del análisis retrospectivo de los últimos cinco años previos a la investigación se determinó, que existe un incremento anual significativo de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz. Al realizar los cálculos de proyección lineal, se puede prever un aumento constante en los próximos años si la situación actual no se aborda a través de la propuesta planteada en este estudio.

Sin embargo, si se aborda y ejecuta la propuesta presentada, para el 2027 se prevé una reducción de hasta un 80% de casos presentados de enfermedades intestinales y dermatológicas, relacionadas directamente a la falta de agua y/o consumo de agua inadecuada.

José Manuel Milián Caal

TOMO II

PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA ENTUBADA, EN LA ALDEA LOS GAVILANES  
DEL MUNICIPIO DE PURULHÁ, BAJA VERAPAZ



Asesor General Metodológico:  
Ing. Amb. Pablo Ismael Carbajal Estevez

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero 2023

Informe final de graduación

PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA ENTUBADA, EN LA ALDEA LOS GAVILANES  
DEL MUNICIPIO DE PURULHÁ, BAJA VERAPAZ



Presentado al honorable tribunal examinador por:

José Manuel Milián Caal

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado en Ingeniería  
Civil con énfasis en Construcciones Rurales

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero 2023

Informe final de graduación

PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA ENTUBADA, EN LA ALDEA LOS GAVILANES  
DEL MUNICIPIO DE PURULHÁ, BAJA VERAPAZ



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero 2023

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título de Licenciado en Ingeniería Civil con énfasis en construcciones rurales.



## Prólogo

Este documento, elaborado como parte del programa de graduación de la Facultad de la Ingeniería de la Universidad Rural de Guatemala, está enfocado en la presentación de una propuesta de proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.

Tiene como objeto aprovechar de manera eficiente la principal fuente de recurso hídrico de la comunidad y de esta manera disminuir los casos de enfermedades intestinales y dermatológicas a causa de la falta de agua.

Actualmente no se cuenta con un sistema de agua adecuado en la Aldea los Gavilanes del Municipio de Purulhá, Baja Verapaz, abasteciéndose únicamente de aguas meteóricas, específicamente precipitación pluvial, que no es un abasto adecuado ya que la intensidad de las precipitaciones no es tan alta en la región, por lo que se considera útil la construcción de un sistema de abastecimiento de agua garantice a la población la dotación diaria.

Ante el hecho de que en el área rural el acceso al recurso hídrico es deficiente, surge el interés por desarrollar esta propuesta de proyecto dada la importancia que tiene el acceso al agua en la vida del ser humano y de esta manera garantizar a la población una mejor calidad de vida.

Esta propuesta se utilizará por las autoridades de la comunidad y del municipio en la que fue desarrollada, para la gestión y/o ejecución del proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada.

## Presentación

Esta investigación, desarrolla la propuesta para el proyecto de construcción de un sistema de abastecimiento y distribución de agua entubada en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, el mismo es producto del estudio realizado durante los meses de julio del año dos mil veinte a marzo del año dos mil veintidós, como requisito del programa de graduación para optar al título universitario de Ingeniero Civil con énfasis en Construcciones Rurales, en el grado académico de licenciatura, afín a los estatutos regulados por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rural de Guatemala.

Como parte del estudio realizado, se logró determinar que la falta de acceso al agua influye considerablemente en la calidad de vida de las personas, específicamente en su salud, que pone a la población en riesgo de contraer ciertas patologías intestinales y dermatológicas relacionadas a la falta de agua o consumo de agua inadecuada.

Así mismo se pudo determinar que existe un control adecuado de las fuentes de agua y su calidad y presupuesto de parte de la Municipalidad de Purulhá, Baja Verapaz, destinado a la construcción de este tipo de proyectos.

Se considera la importancia del agua para diferentes actividades esenciales en la vida del ser humano y a modo de aprovechar el recurso hídrico más cercano a la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, se concluyó como medio de solución la construcción de un sistema de distribución de agua entubada, que abastezca a los habitantes de la aldea Los Gavilanes de este recurso.

Por lo que se realizó la propuesta de diseño, que servirá como herramienta para la gestión y ejecución del proyecto en mención.

## ÍNDICE

I. RESUMEN .....	1
II. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES .....	12
II.1. Conclusión .....	12
II.2. Recomendación.....	12

ANEXOS

## I. RESUMEN

El agua, se considera como una de las sustancias de mayor vitalidad para el funcionamiento de la vida, sin ella sería imposible para los seres vivos poder sobrevivir, ya que es indispensable para diversas actividades no solo personales sino también comerciales e industriales.

Garantizar el acceso a agua adecuada para el consumo humano, con el fin de poder ofrecerle a la población una mejor calidad de vida, representa un reto significativo en nuestro país, especialmente en áreas rurales, donde la cobertura de proyectos de agua entubada es bastante baja.

Por tal razón, como parte de los requerimientos del programa de graduación de la facultad de ingeniería de la Universidad Rural de Guatemala, previo a portar al título de Ingeniero Civil, con énfasis en construcciones rurales, en el grado académico de licenciatura; se elabora esta propuesta para la construcción de un sistema de distribución de agua entubada en la Aldea Los Gavilanes, del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, con el objeto de responder a la necesidad de los habitantes de contar con abastecimiento agua entubada y aprovechar el recurso hídrico más cercano a la comunidad.

A través de esta propuesta, se les entregó los estudios de prefactibilidad y diseño del sistema de distribución de agua entubada (memoria de cálculos, planos y resultados de laboratorio) a los dirigentes de la comunidad y municipalidad del municipio en mención para las gestiones correspondientes para la ejecución del proyecto.

El tomo II, este compuesto por dos capítulos en los que se desarrolla de forma general un resumen de la investigación y su proceso, así como conclusiones y

recomendaciones puntuales. Se desarrolla también la propuesta de solución para la problemática identificada donde se describen y presentan tres resultados principales como medio de solución, así mismo se presenta también la matriz de la estructura lógica para la evaluación del cumplimiento de la propuesta.

#### Planteamiento del problema

En la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, según los datos recabados existe un aumento considerable de casos de morbilidades de tipo intestinal y dermatológico en los últimos cinco años, estos directamente relacionados a los escasos de agua y uso de agua inadecuada para consumo por medio de alimentos o para higiene personal.

Se debe tomar en cuenta que las enfermedades transmitidas por el agua es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad no solo en la región, si no a nivel mundial, el no contar con el abastecimiento de este vital líquido representa para la población de la comunidad un riesgo significativo de contraer alguna de estas patologías.

Además de existir en los últimos años un crecimiento poblacional significativo, que provoca una mayor demanda de servicios y obras de infraestructura básicas, que es deber de las autoridades competentes atender, a fin de garantizar una mejor calidad de vida a la población.

Uno de los problemas centrales es a razón de que hay un deficiente aprovechamiento de los recursos hídricos con los que podría contar la aldea Los Gavilanes, uno de estos y la más factible de aprovechar es la fuente hídrica ubicada en la región aledaña, aldea Pancajché del municipio de Tucurú, Alta Verapaz.

El agua es uno de los recursos esenciales para la vida del ser humano, utilizado para diversas actividades, principalmente para la higiene y alimentación, por lo que es importante garantizar la calidad de la misma a fin de evitar enfermedades que se podrían transmitir por ese medio.

A razón del análisis y diagnóstico del problema y sus efectos, se identifica como una de las principales causas, la falta de un proyecto de construcción de un sistema eficaz de distribución de agua entubada que le dé cobertura a la comunidad antes mencionada.

El proveer de un sistema de abastecimiento de agua a la población de la Aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, representa una mejora considerable en su calidad de vida, y un avance en el desarrollo de diversas actividades personales y de productividad.

#### Hipótesis

Hipótesis causal: Aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años; por deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, es debido a la falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada.

Hipótesis interrogativa: ¿Será la falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada, la causante del aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, por deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años?

## Objetivos

Durante el proceso de diagnóstico, investigación y desarrollo de este estudio se identificaron aspectos puntuales enfocados en darle solución a la problemática descrita anteriormente, por tal razón se han formulado los siguientes objetivos:

### Objetivo general

Disminuir los casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz

### Objetivo específico

Aprovechar de manera eficiente la fuente principal del recurso hídrico, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.

## Justificación

La Constitución Política de la República de Guatemala, establece en el artículo 253, que uno de los fines principales de las actividades de las municipalidades locales es de atender los servicios públicos de la localidad, entre los cuales se encuentra con carácter de vital importancia el acceso al servicio de agua potable, que es indispensable para la vida humana.

La escasez de agua es un problema grave, aun cuando muchas regiones del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, por su ubicación geográfica tienen un alto promedio anual de lluvias. En Guatemala un estimado del cincuenta y cinco por ciento de la población en el área rural cuenta con un sistema de abastecimiento de agua entubada.

A demás la falta de agua influye de manera directa en las condiciones de salubridad de la población, lo cual afecta especialmente a niños y adultos mayores que están en mayor riesgo de contraer patologías de tipo intestinal y dermatológico por el consumo

de agua contaminada o la falta de higiene por no contar con suficiente recurso hídrico. Por lo antes descrito, es indiscutible que una propuesta de diseño para el proyecto de construcción de un sistema de distribución de agua entubada que abastezca a los pobladores de la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, beneficiara en gran medida para la gestión y posteriormente la ejecución del proyecto descrito, a fin de contribuir a la mejora de la calidad de vida de los habitantes.

A través del análisis retrospectivo de los últimos cinco años previos a la investigación se determinó, que existe un incremento anual significativo de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz. Al realizar los cálculos de proyección lineal, se puede prever un aumento constante en los próximos años si la situación actual no se aborda a través de la propuesta planteada en este estudio. Sin embargo, si se aborda y ejecuta la propuesta presentada, para el 2025 se prevé una reducción de hasta un 80% de casos presentados de enfermedades intestinales y dermatológicas, relacionadas directamente a la falta de agua y/o consumo de agua inadecuada

#### Metodología

Esta investigación se desarrolló con base a procesos y técnicas metodológicas para que de esta manera se pueda garantizar que los resultados de la misma sean válidos y confiables y responder a los objetivos formulados. Se seleccionó el tipo de metodología adecuado a la muestra, el tipo de datos a recolectar y el tipo de análisis aplicado a los datos obtenidos.

Modelo de Investigación Dominó: Modelo creado por el Doctor Fidel Reyes Lee y Universidad Rural de Guatemala; muestra en dos páginas, un cuadro con tres columnas estructuradas de la manera siguiente: Columna del problema (efecto, problema, causa, hipótesis, preguntas que comprueban las variables dependiente e independiente, temas de marco teórico y justificación), columna de propuesta de



solución (objetivo general, específico, nombre del trabajo de investigación, resultados y costos) y la columna de la evaluación expost de la propuesta.

En el Modelo de Investigación Dominó se resume el trabajo de investigación; como también, la aplicación de la metodología; éste se detalla en el anexo 1 del tomo I.

#### Métodos

##### Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis

El método utilizado para la formulación de la hipótesis fue el método deductivo, a través del cual se pudo tener una visión general hasta puntualizar en un concepto específico y puntual, el cual nos permitió definir las condiciones de salubridad de la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, y su relación con la falta de acceso a agua entubada.

Así mismo, a través del método analítico, se pudo determinar posterior a definir la hipótesis y con el análisis de los datos obtenidos en las boletas de investigación, la causa y efecto de nuestra problemática planteada.

Definido una vez, la causa y efecto de la problemática, se utilizó el método de marco lógica para determinar los objetivos de la investigación, y planificar de una manera óptima los tiempos y el desarrollo de la misma.

##### Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis

La comprobación de la hipótesis se realizó a través del método inductivo, con él cual se logró obtener los resultados específicos para cada una de las variables de la problemática en cuestión y a su vez establecer las conclusiones y recomendaciones generales de la investigación.

Así mismo, para la comprobación de la hipótesis se hizo uso del método estadístico y

analítico, a través del cual se logró determinar de una forma cuantitativa y descriptiva los resultados de la investigación, lo cual permitió comprobar que el aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años; por deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, es debido a la falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada

#### Técnicas

Técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Dentro de las técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis están:

Observación directa: A través de la técnica de la observación, realizada en una primera visita y acercamiento de manera directa en la Aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, se pudo identificar diversas necesidades básicas, dentro de las cuales se determinó como prioritaria la necesidad de contar con un abastecimiento de agua entubada, con el objeto de garantizar la calidad y cantidad para el consumo de los pobladores, a fin de reducir los índices de enfermedades intestinales y dermatológicas relacionadas a la falta de agua o consumo de agua inadecuada.

Entrevista: Definidas las principales necesidades de la comunidad a través de la observación, se procedió aplicar entrevista a líderes y vecinos de la comunidad, para tener una idea general de la situación en la que viven y las necesidades que ellos consideran prioritarias, así mismo se tuvo la cercanía con personal de salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, que da cobertura a la comunidad para saber su perspectiva en cuanto a los problemas encontrados.

Modelo de Investigación Dominó: La hipótesis y el planteamiento inicial de la investigación, se desarrolló a través del modelo de investigación dominó, el cual es uno de los principales recursos de la Universidad Rural de Guatemala, a través del cual se desarrollan los principios fundamentales de la investigación. En este se

describe el árbol de problemas y objetivos, la hipótesis, las preguntas para la comprobación de hipótesis, los temas generales del marco teórico, entre otros.

Técnicas utilizadas para la comprobación de la hipótesis

Las técnicas que se aplicaron para la comprobación de la hipótesis son:

Definir muestra: Para la comprobación de las variables tanto dependiente (efecto) como independiente (causa), se definieron la población a estudio para la comprobación de las mismas.

En el caso de la verificación y/o comprobación de la variable dependiente se tomó como población a estudio el personal de salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social que da cobertura en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, se define una muestra del 100% de la población en mención que representa un total de 5 profesionales de la salud.

En cuanto a los sujetos de estudio para la comprobación de la variable independiente se seleccionó a los miembros del Concejo Municipal del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, que son las personas que tienen la competencia en la parte de servicios públicos y planificación y ejecución de proyectos, por lo que se determinó el 100% de la población que representa un total de 7 personas como muestra.

Encuesta: Se diseñaron dos boletas de investigación tipo encuesta para cada una de las variables a comprobar. La primera dirigida al personal de salud que da cobertura y atención en salud en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá Baja Verapaz, la cual está compuesta por un total de cinco interrogantes formuladas a fin de comprobar la variable dependiente. La segunda encuesta, dirigida a los miembros del Concejo Municipal del municipio en cuestión, la cual está compuesta por un total de seis interrogantes de selección múltiple

Las encuestas fueron aplicadas con autorización de las autoridades competentes de cada una de las instituciones involucradas, así como también con el consentimiento informado de cada uno de los sujetos de estudio.

Análisis estadístico: Se realizó la comprobación de la hipótesis, a través del análisis estadístico (cuantitativo y descriptivo), resultado de las boletas de investigación aplicadas, dándole interpretación a los valores absolutos y relativos de los datos tabulados.

Así mismo a base del estudio retrospectivo realizado, al menos cinco años atrás, del registro de morbilidades de tipo intestinal y dermatológico en la Aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, permitió generar el cálculo de la correlación lineal ente la variable dependiente e independiente y a su vez el cálculo de la proyección lineal que nos da una visión de la situación sin y con proyecto.

Realizado el diagnostico se plantean tres resultados, en respuesta a la solución del problema encontrado, siendo estos:

Resultado 1. Se tiene creada la unidad ejecutora

Se pretende fortalecer la unidad ejecutora (Municipalidad de Purulhá, Baja Verapaz) a través de la propuesta para la implementación de un área de laboratorio a cargo de la unidad de agua y saneamiento de la misma institución, a fin de contar con las herramientas básicas para el análisis microbiológico y fisicoquímico de las fuentes de abastecimiento de agua existente.

Lo que contribuirá a tener un monitoreo y control con mayor eficiencia y darle el tratamiento adecuado al agua previo a disponerlo para la comunidad y de esta forma garantizar la calidad del recurso hídrico destinado para el consumo humano y por ende contribuir a la reducción de enfermedades intestinales y dermatológicas transmitidas

por el consumo de agua de mala calidad.

Resultado 2. Se dispone de una propuesta de proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua

A razón del análisis y diagnóstico del problema y sus efectos, se identifica como una de las principales causas, la falta de un proyecto de construcción de un sistema eficaz de distribución de agua entubada que le dé cobertura a la comunidad antes mencionada.

Por lo que esta propuesta tiene como objeto, proveer la propuesta y diseño de un sistema de abastecimiento de agua para la población de la Aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, por lo que su ejecución representará una mejora considerable en su calidad de vida, y un avance en el desarrollo de diversas actividades personales y de productividad.

Resultado 3. Se cuenta con programa de capacitación para los pobladores

La educación ambiental y sanitaria es uno de los campos más relevantes para la mejora de las condiciones de vida de las personas. Ante el hecho de que el índice de contaminación de la mayoría de las fuentes de agua es cada vez mayor, estas se convierten en una amenaza para la vida, la cual es la causa de gran cantidad de enfermedades.

Esta propuesta pretende la implantación de un programa de educación ambiental dirigido principalmente a la población del área rural y sus líderes comunitarios, quienes son los que se encuentran en mayor vulnerabilidad a causa de la baja cobertura de sistemas de agua eficientes que les den el abasto de un recurso hídrico de calidad. Será a través de la educación y las capacitaciones que se programen que se logre estimular a la reflexión, abrir el dialogo en cuanto a la problemática de salud familiar y ambiental y el uso razonable y adecuado del agua, que cada vez es más escaso.

Evaluación expost.

La evaluación de la propuesta desarrollada se realizará a través de lo estructurado en el Anexo 2 de este tomo desarrollado, el cual es la Matriz de la Estructura Lógica, en donde se describen los indicadores a evaluar, los medios a través del cual se realizará la verificación y supuestos resultados en respuesta al objetivo general y específico.

En cuanto al objetivo general el indicador establece que al cuarto año reducen en un 80% los casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz; lo cual se verificará a través de estadísticas de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas e informes del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, esperando como supuesto resultado que mejoran las condiciones de salud de los habitantes de la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.

Respecto a la evaluación del objetivo específico se toma como indicador que al tercer año se cuenta con el 100% de la construcción del sistema de distribución de agua entubada, lo cual se verificara a través de informes, monitoreo, imágenes y videos que sean generados por la unidad ejecutora, esperando un resultado supuesto que los habitantes de la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, son conscientes del uso racional del agua.

## II. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

Derivado de la investigación realizada a base de las necesidades de la comunidad y concentrándose en el problema de la situación se confirma la hipótesis planteada ya que se puede demostrar de forma estadística (cuantitativa y descriptiva) que el aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años; por deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, es debido a la falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada.

### Conclusión

Se comprueba la hipótesis siguiente: “El aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años; por deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, es debido a la falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada.”. con el 100% de nivel de confianza y 0% de error de muestreo.

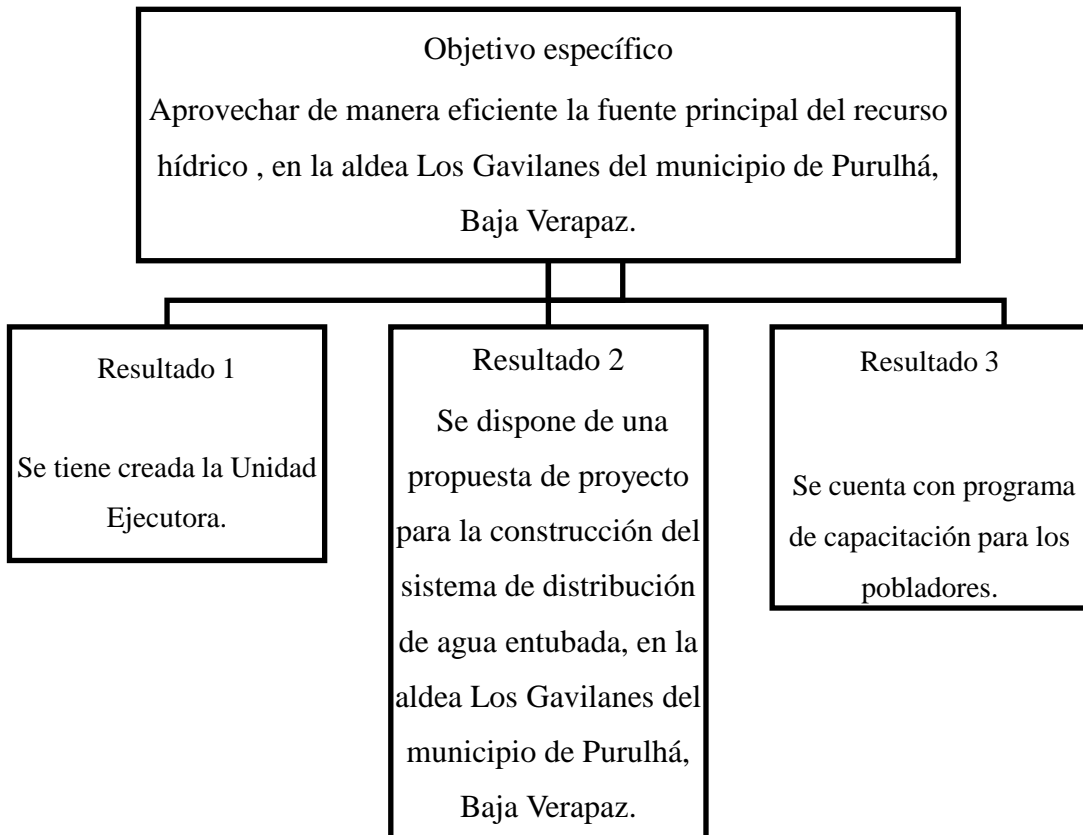
### Recomendación

Operativizar la propuesta de proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.

## ANEXOS

### Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática

Una vez definido el problema como sus efectos y causas a través del árbol de problemas, se plantea la hipótesis descrita con anterioridad y se desarrolla el proceso de investigación a fin de llegar a las soluciones, por lo que a través del árbol de objetivos se determina que la solución a la causa del problema es a través de una propuesta para la construcción de un sistema de distribución de agua entubada en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz. A su vez se contemplan una serie de resultados que se presentan en el siguiente diagrama, los cuales se desarrollan de manera específica en el Anexo 3.





Realizado el diagnóstico se plantean tres resultados, en respuesta a la solución del problema encontrado, siendo estos:

Resultado 1. Se tiene creada la unidad ejecutora

Se pretende fortalecer la unidad ejecutora (Municipalidad de Purulhá, Baja Verapaz) a través de la propuesta para la implementación de un área de laboratorio a cargo de la unidad de agua y saneamiento de la misma institución, a fin de contar con las herramientas básicas para el análisis microbiológico y fisicoquímico de las fuentes de abastecimiento de agua existente.

Lo que contribuirá a tener un monitoreo y control con mayor eficiencia y darle el tratamiento adecuado al agua previo a disponerlo para la comunidad y de esta forma garantizar la calidad del recurso hídrico destinado para el consumo humano y por ende contribuir a la reducción de enfermedades intestinales y dermatológicas transmitidas por el consumo de agua de mala calidad.

Resultado 2. Se dispone de una propuesta de proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua

A razón del análisis y diagnóstico del problema y sus efectos, se identifica como una de las principales causas, la falta de un proyecto de construcción de un sistema eficaz de distribución de agua entubada que le dé cobertura a la comunidad antes mencionada.

Por lo que esta propuesta tiene como objeto, proveer la propuesta y diseño de un sistema de abastecimiento de agua para la población de la Aldea Los Gavilanes del municipio del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, por lo que su ejecución representará una mejora considerable en su calidad de vida, y un avance en el desarrollo de diversas actividades personales y de productividad.

Resultado 3. Se cuenta con programa de capacitación para los pobladores

La educación ambiental y sanitaria es uno de los campos más relevantes para la mejora de las condiciones de vida de las personas. Ante el hecho de que el índice de contaminación de la mayoría de las fuentes de agua es cada vez mayor, estas se convierten en una amenaza para la vida, la cual es la causa de gran cantidad de enfermedades.

Esta propuesta pretende la implantación de un programa de educación ambiental dirigido principalmente a la población del área rural y sus líderes comunitarios, quienes son los que se encuentran en mayor vulnerabilidad a causa de la baja cobertura de sistemas de agua eficientes que les den el abasto de un recurso hídrico de calidad. Será a través de la educación y las capacitaciones que se programen que se logre estimular a la reflexión, abrir el diálogo en cuanto a la problemática de salud familiar y ambiental y el uso razonable y adecuado del agua, que cada vez es más escaso.

En el Anexo 5 se desarrolla a profundidad y con mayor detalle cada uno de los resultados.

Anexo 2. Matriz de la estructura lógica

Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Objetivo general: Disminuir los casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz	Al cuarto año reducen en un 80% los casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.	Estadísticas de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas e informes.	Mejoran las condiciones de salud de los habitantes de la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.
Objetivo específico: Aprovechar de manera eficiente la fuente principal del recurso hídrico, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.	Al tercer año se cuenta con el 100% de la construcción del sistema de distribución de agua entubada.	Informes, monitoreo, imágenes y videos.	Los habitantes de la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, son conscientes del uso racional del agua.

---

Resultado 1: Se tiene fortalecida la Unidad Ejecutora.

---

Resultado 2: Se dispone de una propuesta de proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz.

---

Resultado 3: Se cuenta con programa de capacitación para los pobladores

---



#### Anexo 4. Presupuesto

Construcción Sistema de Agua Entubada en Aldea Los Gavilanes, Purulhá, Baja Verapaz						
REGLONES DE TRABAJO						
No.	DESCRIPCION DEL REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	P/U	SUB-TOTAL	
<b>1</b>	<b>1. TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
1.01	REPLANTEO TOPOGRAFICO	5154.00	ML	Q 3.95	Q	20,358.30
	<b>2. COLOCADO DE TUBERIA DE CONDUCCION</b>					
2.01	EXCAVACION DE ZANJA DE TERRENO ROCOSO	5004.00	ML	Q 35.25	Q	176,391.00
3.01	COLOCACION DE TUBERIA DE 2" P.V.C 160 PSI	276.00	ML	Q 113.00	Q	31,188.00
4.01	COLOCACION DE TUBERIA DE 1 1/2" P.V.C 160 PSI	4728.00	ML	Q 82.80	Q	391,478.40
5.01	RELLENO DE ZANJA	5004.00	ML	Q 24.20	Q	121,096.80
6.01	CONSTRUCCION PASO AEREO TIPO 1 L= 60.00 MTS con	1.00	Unidad	Q 34,270.00	Q	34,270.00
7.01	CONSTRUCCION PASO AEREO TIPO 1 L= 66.00 MTS con	1.00	Unidad	Q 35,726.00	Q	35,726.00
8.01	CONSTRUCCION PASO AEREO TIPO 1 L= 24.00 MTS con	1.00	Unidad	Q 25,684.00	Q	25,684.00
	<b>3. CONSTRUCCION DE OBRA GRIS + COLOCADO DE ACCESORIOS</b>					
9.01	CONSTRUCCION CAJA DE CAPTACION + CIRCULACION CON ALAMBRE DE PUAS	1.00	Unidad	Q 25,798.00	Q	25,798.00
10.01	CONSTRUCCION CAJA DESARENADORA + CIRCULACION	1.00	Unidad	Q 22,758.90	Q	22,758.90
11.01	CAJA ROMPE - PRESION	3.00	Unidad	Q 11,140.00	Q	33,420.00
12.01	CONSTRUCCION CAJA DE VALVULA DE AIRE	3.00	Unidad	Q 3,604.00	Q	10,812.00
13.01	CONSTRUCCION CAJAS DE VALVULA DE LIMPIEZA	2.00	Unidad	Q 3,301.00	Q	6,602.00
14.01	CONSTRUCCION TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 60 M3 + CIRCULACION	1.00	Unidad	Q 179,108.00	Q	179,108.00
15.01	CONSTRUCCION DE CAJA + CLORADOR ARTESANAL	1.00	Unidad	Q 8,412.00	Q	8,412.00
16.01	ENTRADA DE DOMICILIARES	57.00	unidades	Q 831.80	Q	47,412.60
17.01	HERRAMIENTA BASICA PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1.00	UNIDAD	Q 1,911.00	Q	1,911.00
<b>TOTAL</b>					<b>Q</b>	<b>1,172,427.00</b>

Fuente: Elaboración propia, marzo 2022

Anexo 5.  
Desarrollo de los resultados

José Manuel Milián Caal

PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA ENTUBADA, EN LA ALDEA LOS GAVILANES  
DEL MUNICIPIO DE PURULHÁ, BAJA VERAPAZ



Resultado 1

Fortalecimiento de la unidad ejecutora

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero 2023



## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	DESARROLLO DEL RESULTADO.....	3
	Unidad Ejecutora.....	3
	Descripción de la propuesta.....	4
	Perfil y cualidades afines a los cargos y/o puestos.....	5
	Recurso financiero.....	8
	Recurso material.....	8

## I. INTRODUCCIÓN

El agua, se considera como una de las sustancias de mayor vitalidad para el funcionamiento de la vida, sin ella sería imposible para los seres vivos poder sobrevivir, ya que es indispensable para diversas actividades no solo personales sino también comerciales e industriales.

Garantizar el acceso a agua adecuada para el consumo humano, con el fin de poder ofrecerle a la población una mejor calidad de vida, representa un reto significativo en nuestro país, especialmente en áreas rurales, donde la cobertura de proyectos de agua entubada es bastante baja.

Por tal razón, como parte de la investigación realizada y con base a las conclusiones de la misma, se definen tres resultados fundamentales para la solución de la problemática identificada en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, el cual es el primero de ellos el fortalecimiento de la unidad ejecutora, a través del cual se busca brindar una propuesta para el control, monitoreo, mantenimiento y evaluación de las fuentes de abastecimiento de agua y de los sistemas de distribución de agua existentes, a fin de garantizar a la población una abastecimiento de agua de calidad, lo cual aportaría en gran medida a la reducción de enfermedades intestinales y dermatológicas transmitidas por el consumo de agua inadecuada.

A través de este componente se pretende establecer recomendaciones puntuales, para lograr el fortalecimiento de la unidad ejecutora y de este modo asegurar la adecuada implementación de las acciones requeridas para la solución de la problemática. La ejecución de esta propuesta estará a cargo de la Municipalidad de Purulhá, Baja Verapaz, quien es el ente rector para garantizar la calidad de servicios básicos a su población.

## Hipótesis

Identificada la problemática detectada se define la hipótesis, misma que fue verificada a través del proceso de investigación la cual es: “El aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años; por deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, es debido a la falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada.”

## Objetivos

### Objetivo general

Fortalecer las capacidades técnicas de la unidad ejecutora

### Objetivo específico

Fortalecer las capacidades técnicas del recurso humano de la unidad de agua y saneamiento de la Municipalidad de Purulhá, Baja Verapaz, a través de la propuesta

## II. DESARROLLO DEL RESULTADO

### Unidad Ejecutora

La municipalidad de Purulhá, del departamento de Baja Verapaz, es una entidad de carácter pública no lucrativa, que tiene a su cargo la administración local del municipio, el presupuesto proviene de fondos nacionales y locales.

Visión: “Que el municipio de Purulhá, sea un municipio próspero con gobierno local transparente, donde existe desarrollo sostenible integral con equidad de género, los servicios de educación seguridad ciudadana, techo mínimo, salud e infraestructura vial fortalecidos, dentro de una sociedad justa y participación para la toma de decisiones.

Los Purulhenses, contarán con recursos naturales manejados sosteniblemente a través de alternativas económicas y amigables al ambiente, generadoras de empleo, respetando los valores culturales de la población.

Son varias las organizaciones de cooperación que han iniciado los procesos de institucionalización de los servicios de agua y saneamiento a nivel municipal, los modelos de organización son diversos, entre ellos se pueden citar de menor a mayor especificidad las Oficinas de Servicios Públicos Municipales –OSPM–, los Departamentos de Agua y Saneamiento –DEAGUAS– y las Oficinas Municipales de Agua y Saneamiento –OMAS–.

### Oficina Municipal de Agua y Saneamiento

Es la dependencia municipal prestadora de los servicios de agua y saneamiento a nivel urbano y con funciones de brindar asistencia técnica y capacitación a nivel rural. Deber llevar el catastro de cobertura, así como monitorear la calidad de los servicios y apoyo en caso de emergencias.

Monitorea la sostenibilidad de los sistemas a través de los mecanismos establecidos

para la administración, operación y mantenimiento de los servicios. Toda esta información la debe de reportar al Centro de Salud como ente rector de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

#### Dirección de servicios públicos

Su principal función es garantizar que la población disponga de servicios públicos municipales, sobre todo en condiciones de eficiencia, calidad, equidad, continuidad, transparencia y excelencia.

#### Descripción de la propuesta

Se tiene fortalecida la unidad ejecutora (Municipalidad de Purulhá, Baja Verapaz) a través de la propuesta para la implementación de un área de laboratorio a cargo de la unidad de agua y saneamiento de la misma institución, a fin de contar con las herramientas básicas para el análisis microbiológico y fisicoquímico de las fuentes de abastecimiento de agua existente.

Lo que contribuirá a tener un monitoreo y control con mayor eficiencia y darle el tratamiento adecuado al agua previo a disponerlo para la comunidad y de esta forma garantizar la calidad del recurso hídrico destinado para el consumo humano y por ende contribuir a la reducción de enfermedades intestinales y dermatológicas transmitidas por el consumo de agua de mala calidad.

#### Recurso humano

Para poder llevar a cabo esta propuesta es necesario contar con recurso humano que cumpla con un perfil en específico para efectuar con eficiencia las actividades necesarias para el control y evaluación de las fuentes de abastecimiento de agua.

Por lo que en el siguiente cuadro se especifica el personal necesario para dar cobertura a las actividades competentes de la unidad de agua y saneamiento, orientadas en esta

propuesta específicamente al control y monitoreo de las fuentes de abastecimiento de agua.

Recurso humano indispensable para la propuesta

Unidad/Departamento	Puesto/Cargo	No. de Personas
Agua y Saneamiento	Técnico de campo	2
	Laboratorista	1
Dirección de servicios públicos	Auxiliar de mantenimiento	5

Perfil y cualidades afines a los cargos y/o puestos

Para garantizar el cumplimiento y la eficiencia de las actividades comprendidas para cada uno de los puestos y/o cargos antes mencionados se especifica a continuación el perfil recomendado para los mismos.

Técnico de campo

El técnico de campo desarrollará actividades relacionadas con la medida de parámetros ambientales, a través de la aplicación de metodologías especializadas para el muestreo ambiental.

Funciones:

Toma muestras de fuentes de agua y aguas residuales, para su posterior análisis en laboratorio.

Realiza mediciones de parámetros del agua, a través de instrumentos específicos.

Realiza el mantenimiento y resguardo de los aparatos e instrumentos de control y demás equipo que se le sea asignado.

Maneja de forma estadística, gráfica y descriptiva datos de los diferentes parámetros

ambientales, a través de informes mensuales o trimestrales.

Interpreta los datos que obtiene y efectúa una valoración de los riesgos relacionados resultados obtenidos.

Otras actividades que demande la unidad de agua y saneamiento, relacionada a su cargo.

#### Perfil:

Mayor de 18 años

Graduado de Inspector en Saneamiento Ambiental y/o estudios técnicos en áreas relacionadas a las Ciencias Ambientales.

Experiencia mínima de 1 año en el control y toma de muestras de agua.

Manejo básico de base de datos

Habilidad para elaborar reportes

Licencia de conducir tipo “B” o “M”

#### Laboratorista

Tendrá a su cargo el procesamiento de muestras tomadas por el técnico de campo, haciendo uso de las técnicas correspondientes para el análisis químico y biológico según procedimientos establecidos y la aplicación las normas de seguridad buenas prácticas de laboratorio.

#### Funciones:

Apoyar en la elaboración del plan de muestreo y logística de entrega y manejo de muestras.

Supervisar y controlar las actividades de muestreo

Preparación de insumos y soluciones para el análisis de muestras

Procesamiento de muestras de agua para análisis fisicoquímico y microbiológico

Descarte adecuado de muestras y desechos

Manejo y control de inventario de insumos

Entrega de resultados a técnicos de campo

Perfil:

Mayor de 18 años

Graduado de nivel diversificado como técnico laboratorista y contar con estudios relacionados con temas ambientales o de laboratorio

Conocimiento en el manejo de cristalería y equipo de laboratorio

Experiencia mínima de 1 año en análisis fisicoquímicos y microbiológico de aguas residuales y potable, de acuerdo a normas establecidas

Conocimiento básico en manejo de inventario

Conocimiento básico en el uso de paquete de Office.

Auxiliar de mantenimiento (fontanero)

Tiene a su cargo el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de abastecimiento de agua entubada

Funciones:

Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los componentes del sistema de abastecimiento de agua entubada.

Programar visitas de control a los tanques de captación y almacenamiento para verificar su funcionamiento eficaz

Perfil:

Mayor de 18 años

Poseer la capacidad técnica y función para el desempeño de las tareas

Experiencia mínima de 2 años en el mantenimiento de tuberías y/u otras relacionadas.

Licencia de conducir tipo “M”



#### Recurso financiero

El presupuesto para la planificación, ejecución y monitoreo de esta propuesta deberá ser gestionado por cada uno de los encargados de los departamentos y/o unidades que corresponde, hacia el Concejo Municipal de la Municipalidad de Purulhá, Baja Verapaz, quienes son los encargados de autorizar y asignar el presupuesto requerido para la ejecución de la propuesta.

#### Recurso material

Parte del recurso indispensable para la ejecución de la propuesta es contar con el recurso material (mobiliario y equipo), por lo que se enlista en este apartado el recurso indispensable.

#### Espacio físico para laboratorio y oficinas

Equipo básico de laboratorio (Espectrofotómetro, colorímetro, medidores HQD, pH-metro, bomba de vacío, kit de muestreo de agua, cristalería, equipo de seguridad, entre otros)

Equipo de cómputo (3)

Escritorios y sillas de oficina (3)

Impresora (1)

Archivadores (2)

José Manuel Milián Caal

PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA ENTUBADA, EN LA ALDEA LOS GAVILANES  
DEL MUNICIPIO DE PURULHÁ, BAJA VERAPAZ



Resultado 2

Propuesta de proyecto para la construcción de un sistema de distribución de agua  
entubada

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero 2023

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
Hipótesis .....	2
Objetivos .....	2
II. DESARROLLO DEL RESULTADO .....	3
Unidad Ejecutora.....	3
Descripción de la propuesta.....	3
Contexto del área de influencia .....	4
Ingeniería de la propuesta del proyecto.....	6
Diseño de la propuesta de proyecto.....	7
Ajuste tiempos y costos.....	1
Presupuesto.....	1
Planos .....	16

## I. INTRODUCCIÓN

El agua, se considera como una de las sustancias de mayor vitalidad para el funcionamiento de la vida, sin ella sería imposible para los seres vivos poder sobrevivir, ya que es indispensable para diversas actividades no solo personales sino también comerciales e industriales.

Garantizar el acceso a agua adecuada para el consumo humano, con el fin de poder ofrecerle a la población una mejor calidad de vida, representa un reto significativo en nuestro país, especialmente en áreas rurales, donde la cobertura de proyectos de agua entubada es bastante baja.

Como parte del estudio realizado, se logró determinar que la falta de acceso al agua influye considerablemente en la calidad de vida de las personas, específicamente en su salud, que pone a la población en riesgo de contraer ciertas patologías intestinales y dermatológicas relacionadas a la falta de agua o consumo de agua inadecuada.

Por tal razón, como parte de la investigación realizada y con base a las conclusiones de la misma, se definen tres resultados fundamentales para la solución de la problemática identificada en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, el cual es el segundo de ellos una propuesta de proyecto para la construcción de un sistema de abastecimiento y distribución de agua entuba en la aldea en mención, a fin de garantizar a la población la dotación de este vital líquido y a través de ello reducir de forma considerable los casos de enfermedades intestinales y dermatológicas que son transmitidas por medio de consumo de agua contaminada.

A través de esta propuesta, se les entrega los estudios de prefactibilidad y diseño del sistema de distribución de agua entubada (memoria de cálculos, planos y resultados de laboratorio) a los dirigentes de la comunidad y municipalidad del municipio en

mención para que a través de la oficina municipal de planificación se pueda iniciar el proceso de gestión, planificación y ejecución del proyecto propuesto.

#### Hipótesis

Identificada la problemática detectada se define la hipótesis, misma que fue verificada a través del proceso de investigación la cual es: “El aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años; por deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, es debido a la falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada.”

#### Objetivos

##### Objetivo general

Brindar un medio de solución hacia la problemática detectada en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz

##### Objetivo específico

Facilitar a la unidad ejecutara una propuesta para la implementación de un programa de capacitación para los pobladores, en temas relacionados al cuidado del agua y el tratamiento del mismo.

## II. DESARROLLO DEL RESULTADO

### Unidad Ejecutora

La municipalidad de Purulhá, del departamento de Baja Verapaz, es una entidad de carácter pública no lucrativa, que tiene a su cargo la administración local del municipio, el presupuesto proviene de fondos nacionales y locales.

Visión: “Que el municipio de Purulhá, sea un municipio próspero con gobierno local transparente, donde existe desarrollo sostenible integral con equidad de género, los servicios de educación seguridad ciudadana, techo mínimo, salud e infraestructura vial fortalecidos, dentro de una sociedad justa y participación para la toma de decisiones.

Los Purulhenses, contarán con recursos naturales manejados sosteniblemente a través de alternativas económicas y amigables al ambiente, generadoras de empleo, respetando los valores culturales de la población.

### Descripción de la propuesta

El agua es uno de los recursos esenciales para la vida del ser humano, utilizado para diversas actividades, principalmente para la higiene y alimentación, por lo que es importante garantizar la calidad de la misma a fin de evitar enfermedades que se podrían transmitir por ese medio.

A razón del análisis y diagnóstico del problema y sus efectos, se identifica como una de las principales causas, la falta de un proyecto de construcción de un sistema eficaz de distribución de agua entubada que le dé cobertura a la comunidad antes mencionada.

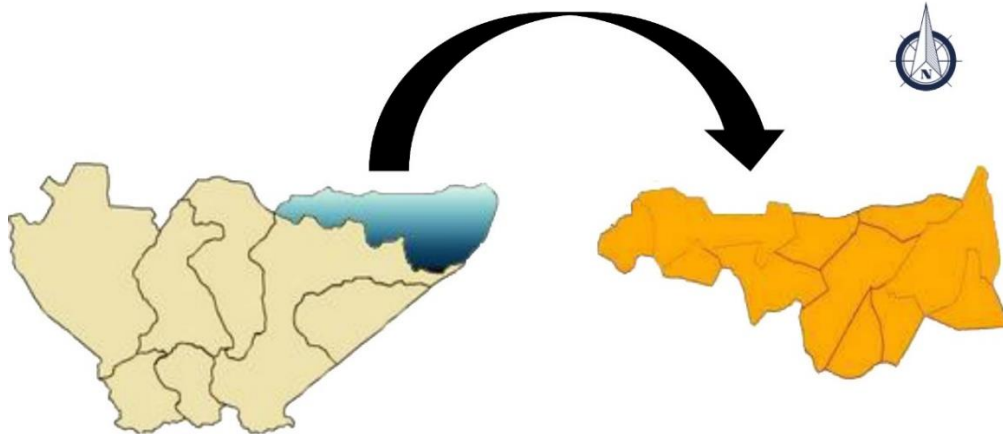
Por lo que esta propuesta tiene como objeto, proveer la propuesta y diseño de un sistema de abastecimiento de agua para la población de la Aldea Los Gavilanes del municipio del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, por lo que su ejecución representará una mejora considerable en su calidad de vida, y un avance en el desarrollo de diversas actividades personales y de productividad.

Contexto del área de influencia

Caracterización geográfica

La aldea Los Gavilanes, se encuentra ubicada en el municipio de Purulhá del departamento de Baja Verapaz. Aproximadamente a 38 kilómetros al noroeste de la cabecera municipal. La mayoría de la infraestructura vial para el acceso a la localidad es por caminos de terracería

Localización geográfica del municipio



Fuente: Monografía del municipio de Purulhá, Baja Verapaz

## Localización geográfica aldea Los Gavilanes



Fuente: Google Earth Pro.

### Caracterización social y económica

La población de la aldea Los Gavilanes, se dedica especialmente a la agricultura como principal actividad económica y productiva, y en menor escala de la población que se dedica a actividades de ganadería y/o artesanías.

La principal fuente de ingresos de las familias de la aldea Los Gavilanes proviene de la comercialización de sus cultivos, dentro de los cuales, los de mayor importancia son: la cosecha de maíz, frijol, cardamomo y café.

Respecto a las condiciones de vivienda, en la mayoría de familias predomina la tenencia de viviendas a base de madera, conformadas por dos o tres ambientes, techos



de lámina galvanizada y piso de tierra; en menor cantidad existen viviendas de bloques de concreto.

La población actual en la comunidad es de 321 personas, de las cuales habitan 186 mujeres que representa el 58% de la población y 135 hombres que representa el 42% de la población.

Ingeniería de la propuesta del proyecto

Topografía

La topografía constituye un proceso básico para la elaboración del diseño, ya que a través del levantamiento topográfico podemos representar gráficamente en base al posicionamiento de datos de altimetría y planimetría, la línea principal o línea de aducción que comprende el área por donde pasará la tubería desde el tanque de captación de agua hasta el tanque de almacenamiento y/o distribución, así como también la línea o red de distribución que es por donde pasará la tubería desde el tanque de almacenamiento hasta la disposición final para las viviendas, escuela, iglesia y comercios de la localidad.

Fuente de agua

La fuente de abastecimiento es un brote de agua (manantial), ubicado en una de las laderas cercanas al área poblada, aproximadamente a una distancia de 300 metros de la primera vivienda a abastecer.

El aforo de la fuente abastecimiento permitió considerarla como adecuada para el periodo de diseño del proyecto, el cual arrojó como resultado un caudal promedio de aforo de 1.95 litros por segundo, el aforo se realizó en época de verano para garantizar la dotación a la población en la época más seca del año.

## Diseño de la propuesta de proyecto

### Dotación

La dotación considerada para el diseño del proyecto se adapta a los criterios que se establecen en la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable en zonas rurales de la UNEPAR- INFOM, la cual permite una dotación de 65 litros por habitante por día. Se consideró para este proyecto la dotación indicada a fin de garantizar la dotación para el periodo de diseño y según la capacidad de la fuente de abastecimiento.

### Periodo de diseño

El periodo de diseño considerado para el proyecto es de 23 años, ya que se consideran tres años adicionales para la planificación y gestión del financiamiento, así como también el tiempo de construcción de la obra.

### Población

La población actual en la aldea los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz es de 321 personas, la población futura calculada en función de la población actual, la tasa de crecimiento y el periodo de diseño es de. Se utilizó una tasa de crecimiento de 2.5% en base a datos obtenidos por los líderes comunitarios de censos de 2015.

### Cálculo de tasa de crecimiento

Formula:

$$r = \sqrt[n]{\frac{Pf}{Po}} - 1$$

Donde:

**r** = Tasa de crecimiento

**Pf** = Población final

**Po** = Población inicial

Cálculos:

$$r = \sqrt[n]{\frac{Pf}{Po}} - 1 = \sqrt[5]{\frac{321}{284}} - 1 = 0.025$$

La tasa de crecimiento anual corresponde a 2.5%

Cálculo de población futura o población de diseño

Formula:

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

Donde:

***Pf*** = Población final

***Po*** = Población inicial

***r*** = Tasa de crecimiento

***r*** = Tasa de crecimiento

***n*** = Periodo de diseño

Cálculos:

$$Pf = Po * (1 + r)^n = 321 * (1 + 0.025)^{23} = 566$$

Caudales de diseño

Caudal medio

En función de la dotación indicada y la población futura calculada, se determinó el caudal medio a través de la siguiente expresión:

$$QM = \frac{\text{Dotación} * \text{Población futura}}{86400}$$
$$QM = \frac{65 * 566}{86400} = 0.43 \text{ lt/seg}$$

El caudal medio (QM) considerado para el diseño del proyecto es de 0.43 litros por segundo.

Caudal día máximo

Al tener presente que es una población menor de 1,000 habitantes, se considera un factor de día máximo de 1.2, se calcula el caudal de conducción a través de la siguiente expresión:

$$QDM = FDM * QM$$
$$QDM = 1.2 * 0.43 \text{ lt/seg}$$
$$QDM = 0.52 \text{ lt/seg}$$

El caudal día máximo (QMD) a considerar para el diseño de la conducción es de 0.52 litros por segundo.

Caudal hora máxima

Se considera un factor de 2.5 en función de la población, se determina el caudal en hora máxima a través de la siguiente expresión:

$$QHM = FHM * QM$$
$$QHM = 2.5 * 0.43 \text{ lt/seg}$$
$$QHM = 1.075 \text{ lt/seg}$$

El caudal en horario máximo a considerar para el diseño corresponde a 1.075 litros por segundo

#### Línea de conducción

El diseño de la línea de conducción se realizó en consideración de un tipo de conducción forzada, que son las conducciones que se deben a la presión interna de la tubería según la tipificación de la UNEPAR. En atención a esa normativa se consideraron los siguientes criterios.

Diámetro mínimo: Se recomienda un diámetro mínimo de 38 mm o su equivalente a 1 ½". Según sean las necesidades hidráulicas o económicas podrán aceptarse diámetros de hasta 19 mm (3/4").

La velocidad mínima y máxima permitida es de 0.40 y 3.00 metros sobre segundo respectivamente. De preferencia que no exceda de 1.50 metros sobre segundo. En caso de longitudes cortas de tramos finales se permitirá hasta un máximo de 5.00 metros sobre segundo.

Respecto a la colocación y anclaje de la tubería, estos deberán enterrarse a una profundidad de 0.60 metros sobre el nivel superior del tubo. Si el terreno se utiliza para agricultura la profundidad mínima será de 0.80 metros.

Las válvulas de aire se instalarán los puntos más altos que admitan y expulsen el aire, con un diámetro nominal del 12% del diámetro de conducción.

Las válvulas de limpieza se instalarán en los puntos más bajos. Para conducciones menores de 55 mm (2") el diámetro de purga será igual al de la línea de conducción. Para conducciones mayores de 55 mm (2") el diámetro de purga será de 55 mm (2").

Caja rompe-presión: se instalarán con el objetivo de que la máxima presión estática no exceda de la presión de trabajo de la tubería.

Para los cálculos de la línea de conducción se utilizó la ecuación de Hazen y Williams que está dada por la siguiente expresión:

$$H_f = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * \phi^{4.87}}$$

Donde

$H_f$  = Perdida de carga en metros

$L$  = Longitud de diseño en metros

$Q$  = Caudal de diseño en litros sobre segundo

$C$  = Coeficiente de rugosidad (según el material de la tubería)

$\phi$  = Diámetro interno de la tubería

Determinada la altura máxima por perder se considera esa como  $H_f$ , para encontrar el diámetro técnico necesario para la conducción del agua, por lo que al despejar el diámetro de la formula anterior se tiene la siguiente expresión:

$$\phi = \left[ \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{H_f * C^{1.85}} \right]^{1/4.87}$$

Cálculo del diámetro:

$$\begin{aligned}\phi &= \left[ \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{Hf * C^{1.85}} \right]^{1/4.87} \\ \phi &= \left[ \frac{1743.811 * 1764 * 1.75^{1.85}}{640 * 150^{1.85}} \right]^{1/4.87} \\ \phi &= 1.051''\end{aligned}$$

Se considera para el diseño un diámetro comercial de 2", con diámetro interno de 1.85"

Cálculo de la pérdida de carga:

$$\begin{aligned}Hf &= \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * \phi^{4.87}} \\ Hf &= \frac{1743.811 * 1764 * 1.75^{1.85}}{150^{1.85} * 1.85^{4.87}} \\ Hf &= 40.68 \text{ m}\end{aligned}$$

Cálculo de la velocidad:

$$\begin{aligned}V &= \frac{1.973 * Q}{\phi^2} \\ V &= \frac{1.973 * 1.75}{1.85^2} \\ V &= 1.01 \text{ m/s}\end{aligned}$$

## Red de distribución

El cálculo de la red de distribución se realiza por el mismo método utilizado en la línea de conducción, por lo que se presenta el resumen de cálculos en el siguiente cuadro.

Resumen de cálculos red de distribución

CAMINAMIENTO		Cota terreno	Cota terreno	Longitud	Q diseño	Ø Teórico	Ø Interior
DE	A	inicial	final	m	l/s	plg	plg
0+000	0+060	495.00	493.00	60.00	1.849	1.75	2.193
0+060	0+280	493.00	450.00	214.00	1.474	1.11	2.193
0+280	2+333	90.00	-145.00	2106	1.006	1.08	2.193
0+280	1+919	143.00	-145.00	1650.00	0.913	0.95	1.754
0+420	0+840	410.00	311.00	432.00	0.913	0.90	1.754
0+520	0+920	378.00	306.00	402.00	0.913	0.95	1.754
0+725	1+013	353.00	292.00	288.00	0.913	0.92	1.754

CAMINAMIENTO		H <sub>f</sub>	Velocidad	Piezométrica	Piezométrica	Presión Inicial	Presión Final
DE	A	m	m/s	Inicial	Final	mca	mca
0+000	0+060	0.67	0.78323	495.00	494.33	0.00	1.33
0+060	0+280	1.57	0.62438	494.33	492.75	1.33	42.75
0+280	2+333	7.64	0.42614	492.75	485.11	402.75	630.11
0+280	1+919	14.85	0.60456	485.11	470.27	342.11	615.27
0+420	0+840	3.89	0.60456	470.27	466.38	60.27	155.38
0+520	0+920	3.62	0.60456	466.38	462.76	88.38	156.76
0+725	1+013	2.59	0.60456	462.76	460.17	109.76	168.17



CAMINAMIENTO		Presión Inicial	Presión Final	Tubería	Presión tubo	Ø com.
DE	A	PSI	PSI	PVC tubos	PSI	plg
0+000	0+060	0.00	1.89	77.0	160	2"
0+060	0+280	1.89	60.80	153.0	160	2"
0+280	2+333	572.72	896.02	45.0	160	2"
0+280	1+919	486.49	874.91	132.0	160	1 1/2"
0+420	0+840	85.70	220.95	86.0	160	1 1/2"
0+520	0+920	125.67	222.91	180.0	160	1 1/2"
0+725	1+013	156.08	239.14	13.0	160	1 1/2"

Fuente: Elaboración propia, marzo 2022

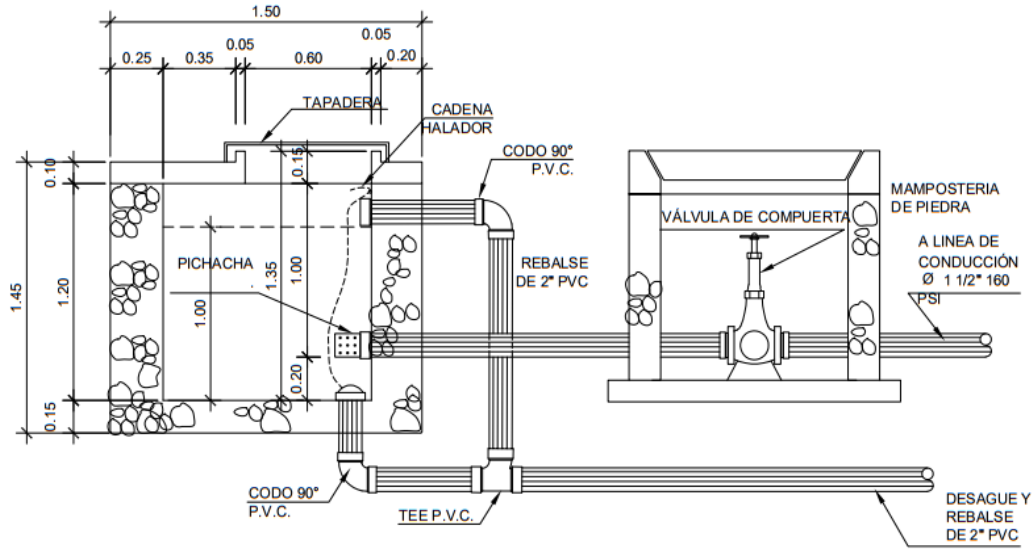
#### Tanque de captación

El tanque de captación tiene una capacidad de un metro cubico, fabricado con mampostería reforzada, mortero de cal hidratada, arena de rio y cemento en proporción 1:2 más 2% del volumen de cal en cemento. El concreto deberá ser de f'c igual a 210 kg/cm<sup>2</sup> y el acero de f's igual 1620 kg/cm<sup>2</sup>. Los detalles del tanque de captación se presentan el plano 09/18.

#### Tanque de almacenamiento

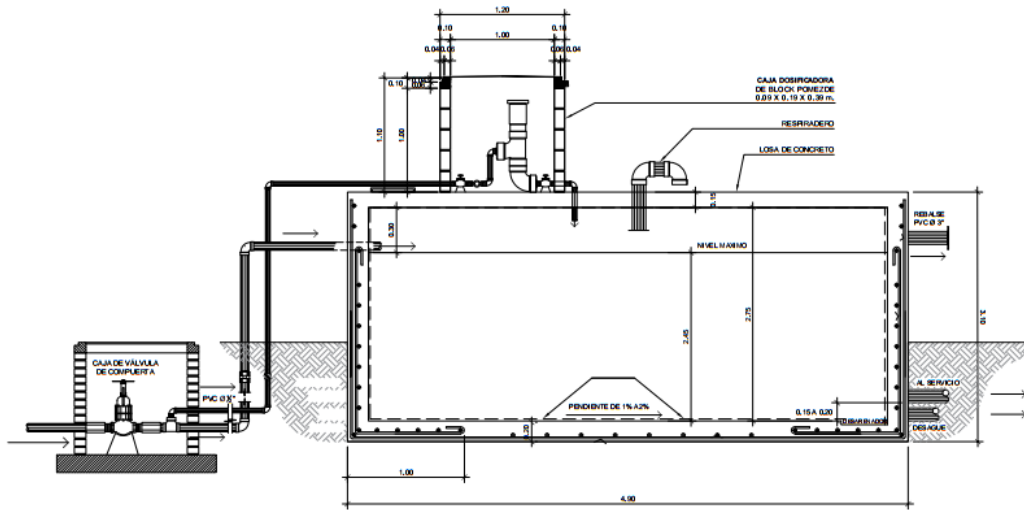
El tanque de almacenamiento y/o distribución tendrá una capacidad de 60 metros cúbicos a fin de garantizar la dotación a la población. El tanque se construirá de concreto Tipo A, de 3,000 PSI, el mismo deberá ser plástico sin utilizar exceso de agua a fin de garantizar la resistencia, el interior del tanque debe recubrirse con mortero de proporción 1:1 de arena y cemento respectivamente. La tapadera del tanque deberá ser metálica para facilitar el mantenimiento. Los detalles del tanque de almacenamiento y distribución se presentan en el plano 11/18 y 12/18.

### Sección longitudinal tanque de captación



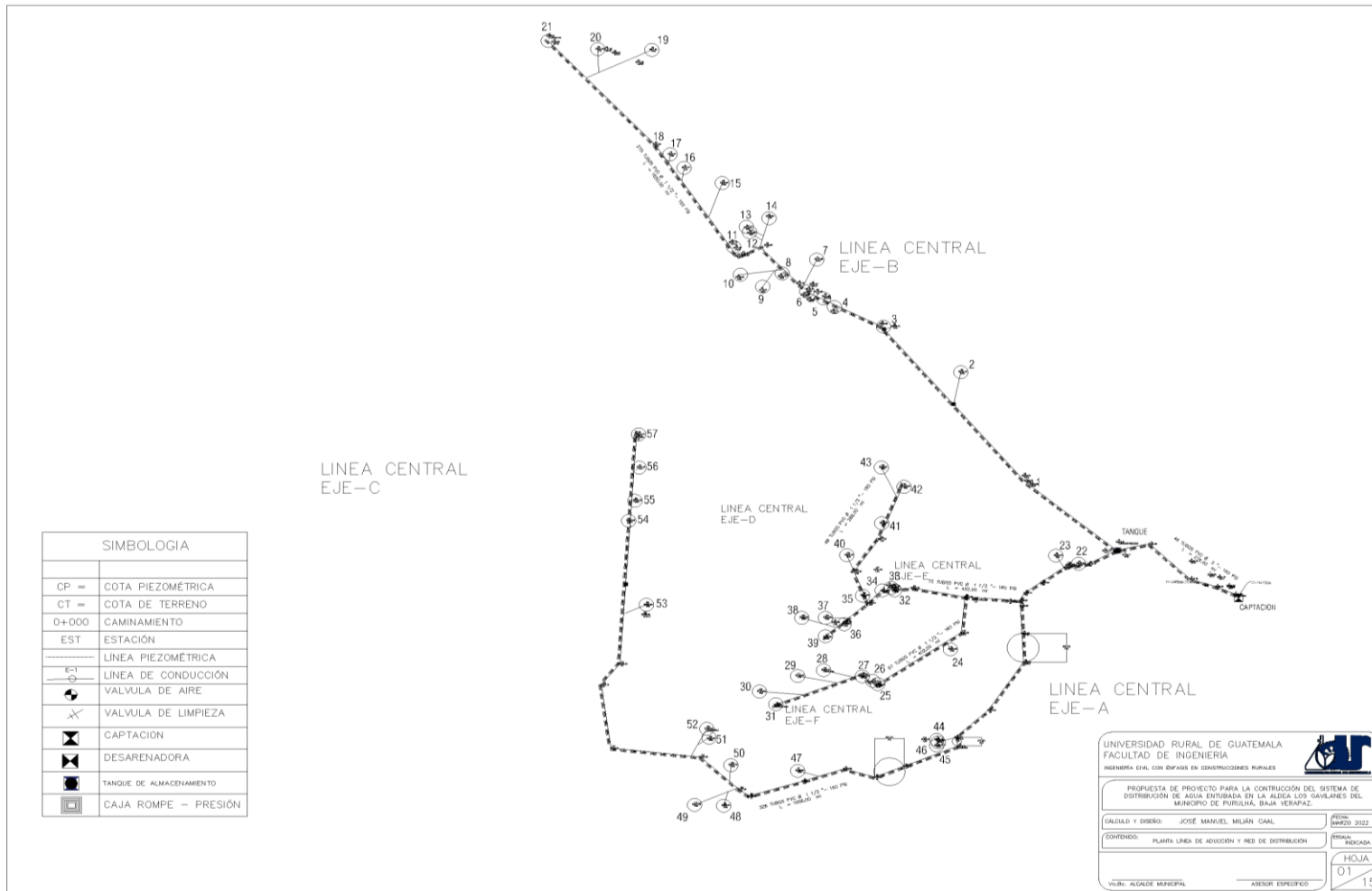
Fuente: Elaboración propia, marzo 2022.

### Sección longitudinal tanque de almacenamiento

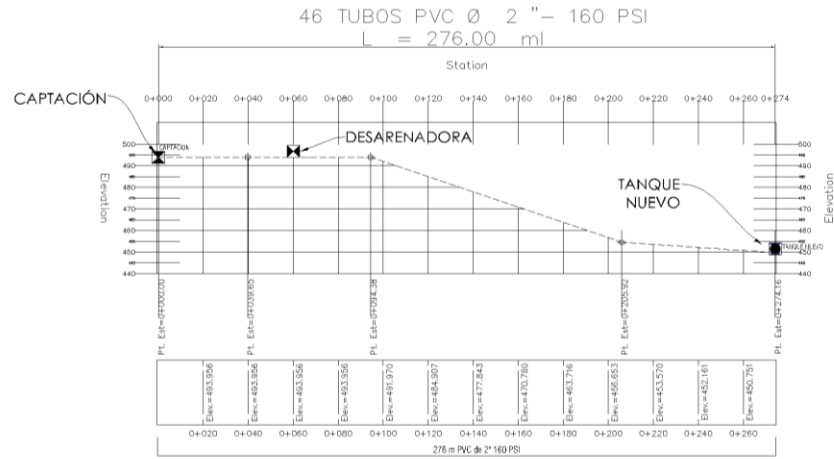


Fuente: Elaboración propia, marzo 2022

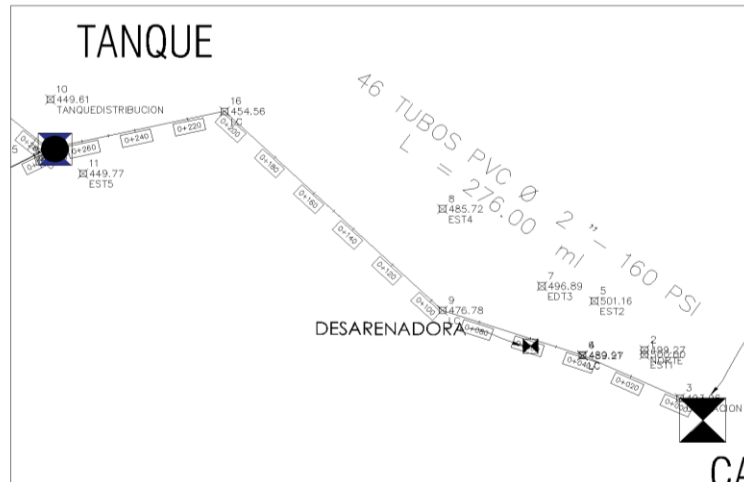
# Planos



SECCION DE EJE-A



SIMBOLOGÍA	
CP =	COTA PIEZOMÉTRICA
CT =	COTA DE TERRENO
0+000	CAMINAMIENTO
EST	ESTACIÓN
---	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
○	VALVULA DE AIRE
✕	VALVULA DE LIMPIEZA
⊠	CAPTACION
⊠	DESARENADORA
⊠	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
⊠	CAJA ROMPE - PRESIÓN



UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN CONSTRUCCIONES RURALES

PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA ENTUBADA EN LA ALSEA LOS CAVALLES DEL MUNICIPIO DE PURULHA, BAJA VERAPAZ.

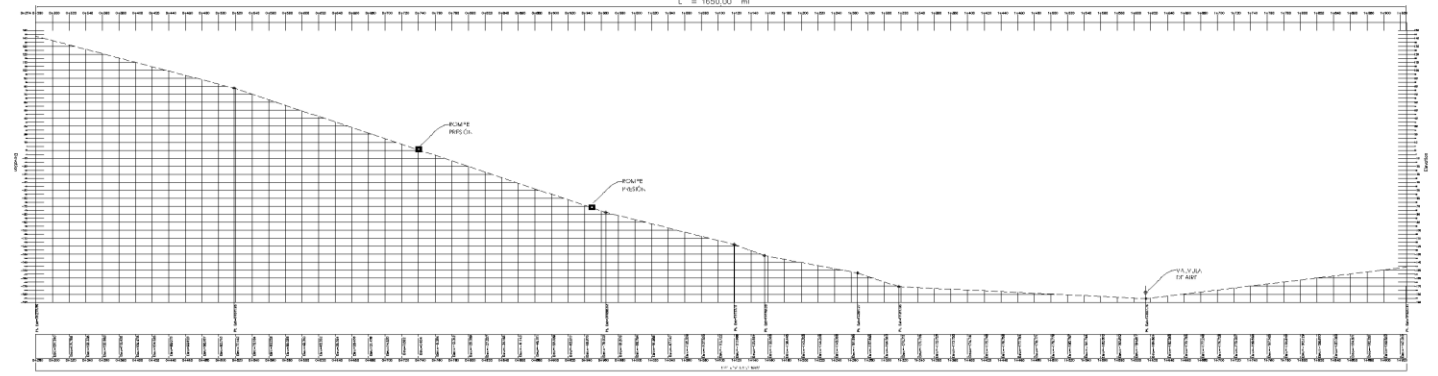
CÁLCULO Y DISEÑO: JOSÉ MAHAJEL MELÁN CAJAL  
 FECHA: MARZO 2022

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE COTA 0+000 A 0+274  
 ESCALA: REDUCIDA

WILSON ALCAIDE MUNICIPAL  
 ASESOR ESPECÍFICO

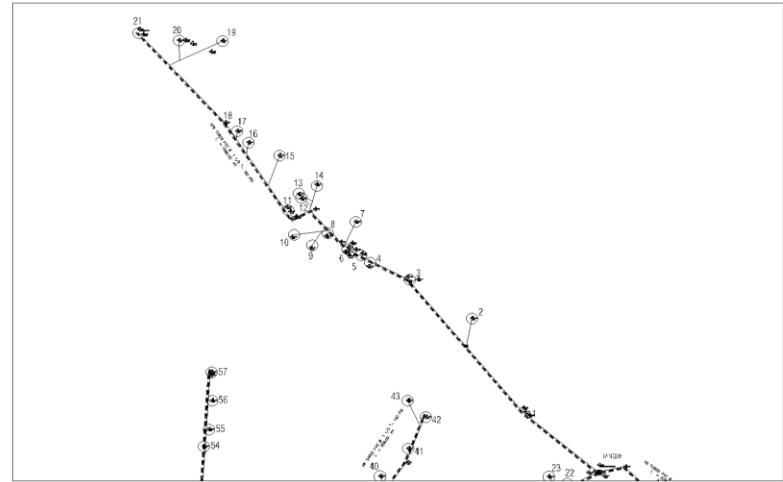
HOJA 02 DE 15

275 TUBOS PVC Ø 1 1/2" - 160 PSI  
 L = 1650.00 m



SECCION DE EJE-B

SIMBOLOGIA	
CP =	COTA PIEZOMÉTRICA
CT =	COTA DE TERRENO
0+000	CAMINAMIENTO
EST	ESTACIÓN
---	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
- - -	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
○	VALVULA DE AIRE
⌵	VALVULA DE LIMPIEZA
⊠	CAPTACION
⊠	DESARENADORA
■	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
□	CAJA RÓMPE - PRESIÓN



UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN CONSTRUCCIONES RURALES

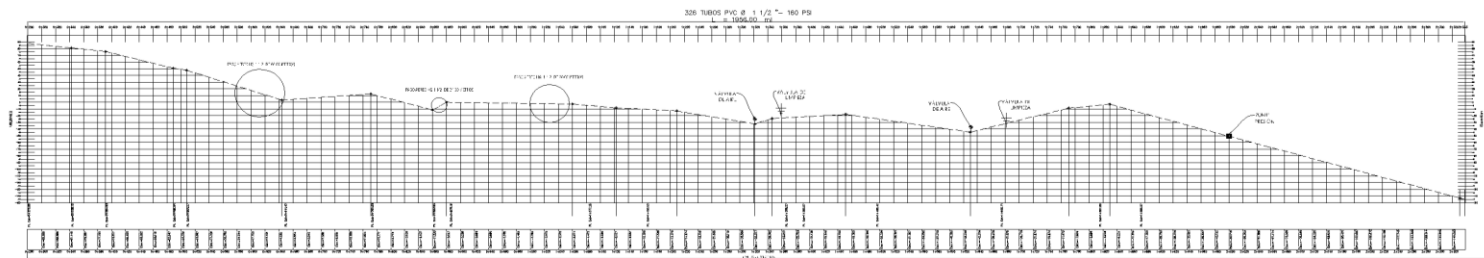
PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONTRUCCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA ENTUBADA EN LA ALDEA LOS GAVILANES DEL MUNICIPIO DE PURULHA, BAJA VERAPAZ.

CALCULO Y DISEÑO: JOSÉ MANUEL MELÁN CAJAL      FECHA: MARZO 2022

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE COTA 0+280 A 1+920      ESCALA: 1:1000

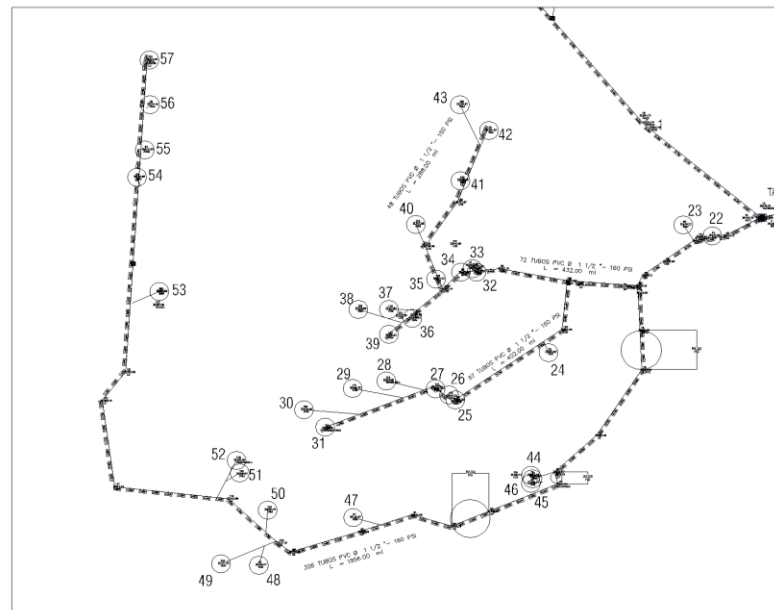
HOJA 03 DE 15

ALCALDE MUNICIPAL      ASESOR ESPECIFICO



SECCION DE EJE-C

SIMBOLOGIA	
CP =	COTA PIEZOMETRICA
CT =	COTA DE TERRENO
0+000	CAMINAMIENTO
EST	ESTACION
---	LINEA PIEZOMETRICA
---	LINEA DE CONDUCCION
⊕	VALVULA DE AIRE
⊗	VALVULA DE LIMPIEZA
⊠	CAPTACION
⊠	DESARENADORA
⊠	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
⊠	CAJA ROMPE - PRESION



UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN CONSTRUCCIONES RURALES

PROPIETA DE PROYECTO PARA LA CONTRUCCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA ENTUBADA EN LA ALDEA LOS GAVALANES DEL MUNICIPIO DE PURULHA, BAJA VERAPAZ.

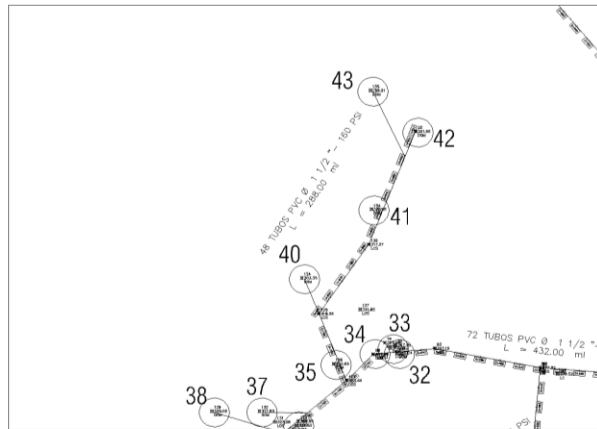
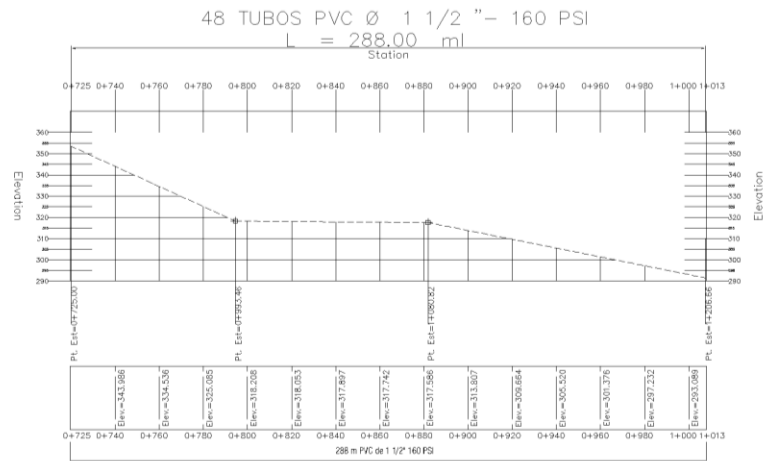
CALCULO Y DISEÑO: JOSÉ MANUEL MELÉN CAL  
 FECHA: MARZO 2022

CONTENIDO: PLANA Y PERFIL DE COTA 0+280 A 2+332  
 ESCALA: 1:1000

W.B.N. ALCALDE MUNICIPAL  
 ASESOR ESPECIFICO

HOJA  
 04  
 15

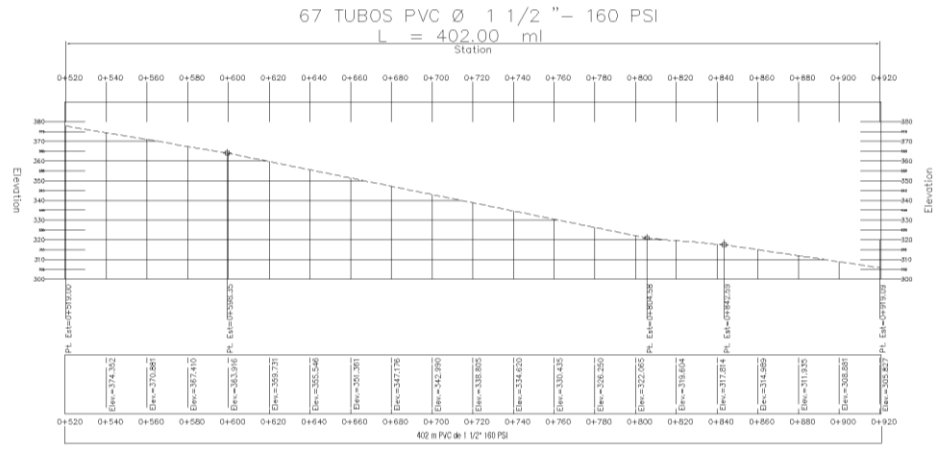
SIMBOLOGIA	
CP =	COTA PIEZOMÉTRICA
CT =	COTA DE TERRENO
0+000	CAMINAMIENTO
EST	ESTACIÓN
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	CAPTACION
	DESARENADORA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	CAJA ROMPE - PRESIÓN



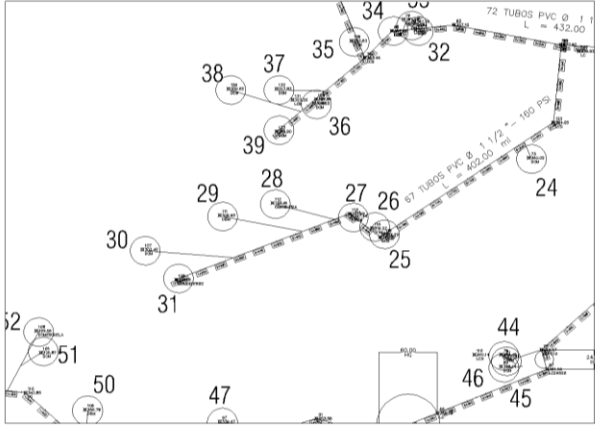
SECCION DE EJE-D

UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN CONSTRUCCIONES RURALES		
PROPIUESTA DE PROYECTO PARA LA CONTRUCCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA ENTUBADA EN LA ALDEA LOS GAVILANES DEL MUNICIPIO DE PURULHA, BAJA VERAPAZ.		
CALCULO Y DISEÑO:	JOSE MANUEL MELIÁN CAAL	FECHA: MARZO 2022
CONTENIDO:	PLANTA Y PERFIL DE COTA 0+725 A 1+013	TIPO DE TRAZO: REDIMASA
VOL. ALCALDE MUNICIPAL		ASESOR ESPECIFICO
		HOJA 05 / 15

SIMBOLOGIA	
CP =	COTA PIEZOMÉTRICA
CT =	COTA DE TERRENO
0+000	CAMINAMIENTO
EST	ESTACIÓN
---	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
—○—	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
⊙	VALVULA DE AIRE
X	VALVULA DE LIMPIEZA
⊠	CAPTACION
⊠	DESARENADORA
⊠	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
⊠	CAJA ROMPE - PRESIÓN



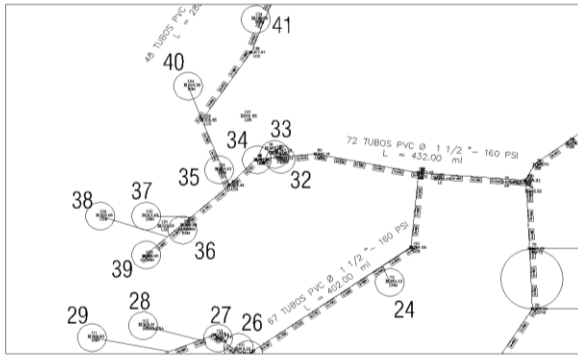
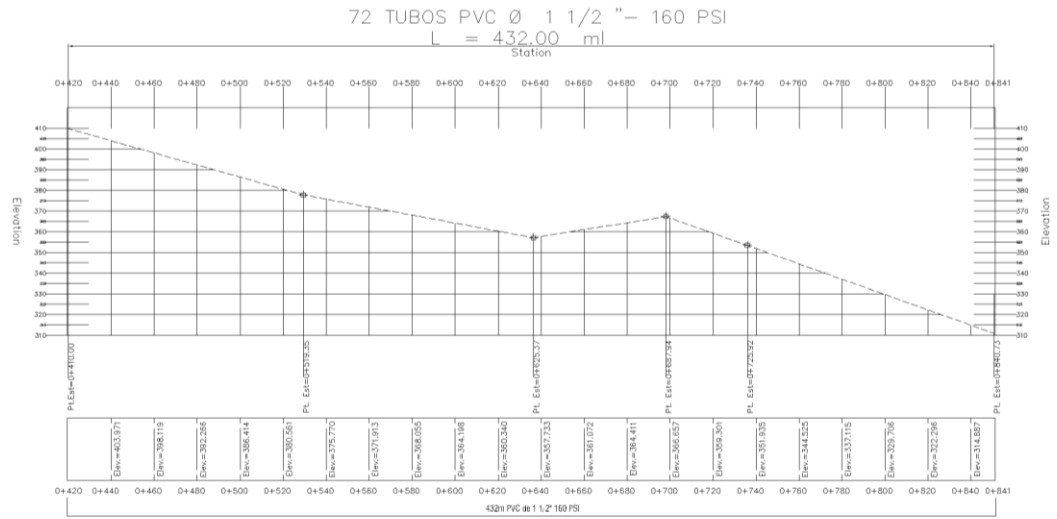
SECCION DE EJE-E



UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN CONSTRUCCIONES RURALES		
PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA ENTUBADA EN LA ALDEA LOS GAVILANES DEL MUNICIPIO DE PURULHA, BAJA VERAPAZ.		
CALCULO Y DISEÑO:	JOSE MANUEL MELIÁN CAAL	FECHA: MARZO 2023
CONTENIDO:	PLANTA Y PERFIL DE COTA 0+020 A 0+820	ESCALA: REDUCIDA
V.B. ALCALDE MUNICIPAL		ASesor ESPECIFICO
		HOJA 06 / 15



SECCION DE EJE-F



SIMBOLOGIA	
CP	= COTA PIEZOMÉTRICA
CT	= COTA DE TERRENO
0+000	CAMINAMIENTO
EST	ESTACION
---	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
---	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
○	VALVULA DE AIRE
✕	VALVULA DE LIMPIEZA
⊠	CAPTACION
⊠	DESARENADORA
■	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
■	CAJA ROMPE - PRESION

UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN CONSTRUCCIONES RURALES

PROPIEDAD DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA ENTUBADA EN LA ALDEA LOS CAVALANES DEL MUNICIPIO DE PURULHA, BAJA VERAPAZ.

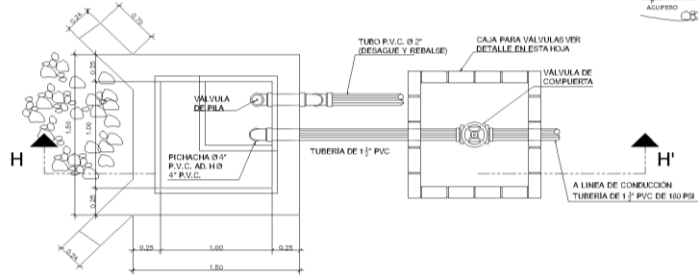
CÁLCULO Y DISEÑO: JOSE MANUEL MULLÁN CAJAL  
FECHA: MARZO 2022

CONTENIDO: PLANA Y PERFIL DE COTA 0+420 A 0+841  
ESCALA: INDICADA

VERB: ALCALDE MUNICIPAL  
ASESOR ESPECIFICO

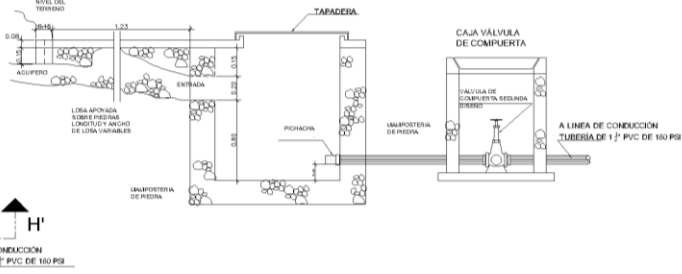
HOJA 07 15

**NOTA:**  
 - EL HACIMIENTO DEBERÁN SER PROTEGIDOS Y RECAPTADOS DE CONFORMIDAD CON ESTE PLANO Y LOS MURDOS DE CAPTACION SE PROCLAMARAN HASTA DONDE SEA NECESARIO.



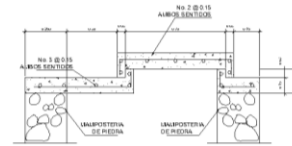
**PLANTA DE CAJA DE CAPTACION**

ESCALA 1 / 25.



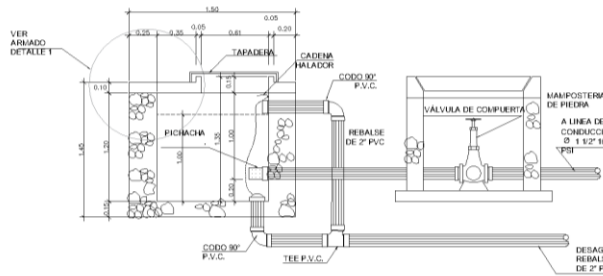
**SECCION LONGITUDINAL**

ESCALA 1 / 25.



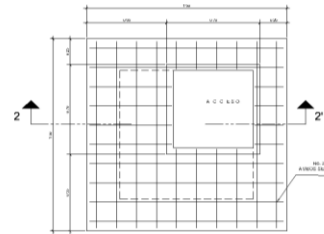
**SECCION 2 - 2'**

ESCALA 1 / 12.5



**SECCION LONGITUDINAL H-H'**

ESCALA 1 / 25.



**PLANTA DE TAPADERA**

ESCALA 1 / 25.

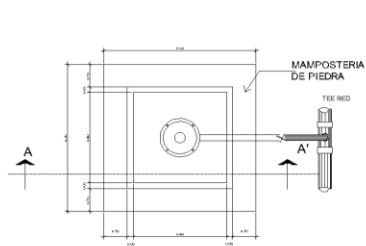
**ESPECIFICACIONES**

- UNIMPOSTERA
- MORTERO DE CAL HORASTADA, ARENA DE RIO Y CEMENTO EN PROPORCION 1:2:10 A 2% DEL VOLUMEN DE CAL EN CEMENTO
- CONCRETO PC - 210 X 200 X 100
- ACERO # 8 Y # 10 SEGUNP
- TUBERIA Y ANCLAJES 4 E 6 DIAMETROS

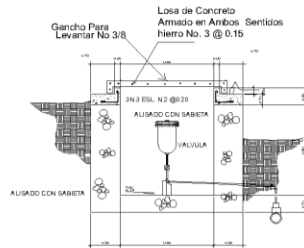
**NOTAS:**

- EL ARMAJO DE LAS LORETAS DE LA TAPADERA SERA EL ARMAJO EN LAS TRES UNIDADES.
- LA FUNDICION EN LAS LORETAS SERA CON BARBETA EN PROPORCION.

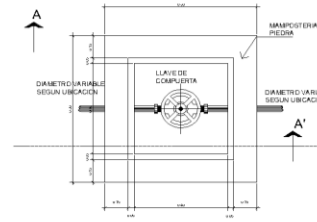
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL CON ESPECIALIDAD EN CONSTRUCCIONES RURALES		
PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONTRUCCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA ENTUBADA EN LA ALDEA LOS SAVILANES DEL MUNICIPIO DE PURULLANA, BAJA VERAPAZ.		
CALCULO Y DISEÑO:	JOSE MANUEL MILAN CAJAL	FECHA: MARZO 2022
CONTENIDO:	DETALLES TANQUE DE CAPTACION	ESCALA: INDICADA
MUNICIPIO: ALCALDE MUNICIPAL		ASESOR ESPECIFICO
		HOJA 08 15



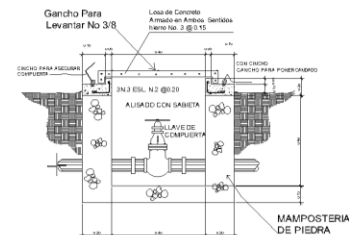
VALVULA DE AIRE



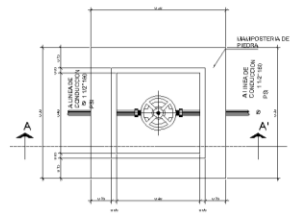
CORTE POR A - A'



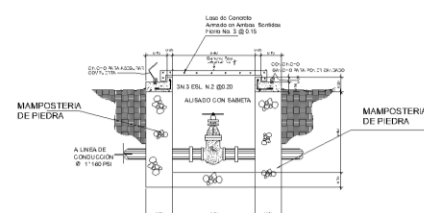
VALVULA DE LIMPIEZA



CORTE POR A - A'



CAJA VALVULA DE COMPUERTA



CORTE POR A - A'

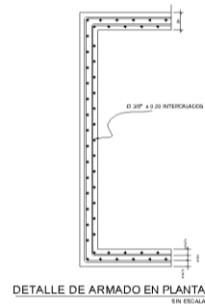
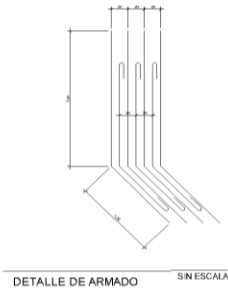


DETALLES DE VALVULAS

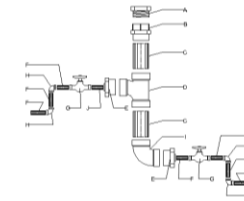
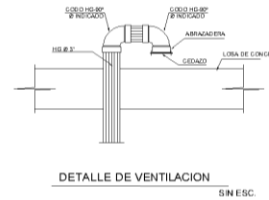
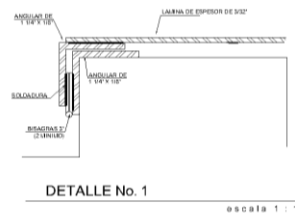
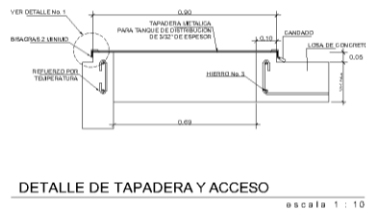
SIN ESCALA

UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN CONSTRUCCIONES RURALES		
PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA ENTUBADA EN LA ALDEA LOS GAVILANES DEL MUNICIPIO DE PURULHA, BAJA VERAPAZ.		
CALCULO Y DISEÑO:	JOSÉ MANUEL MELIÁN CASAL	FECHA: MAYO 2022
CONTENIDO:	DETALLES DE CAJAS Y VALVULAS	ESCALA: REDUCIDA
VLR: ALCALDE MUNICIPAL		ASESOR ESPECIALIZADO
		HOJA 09 15

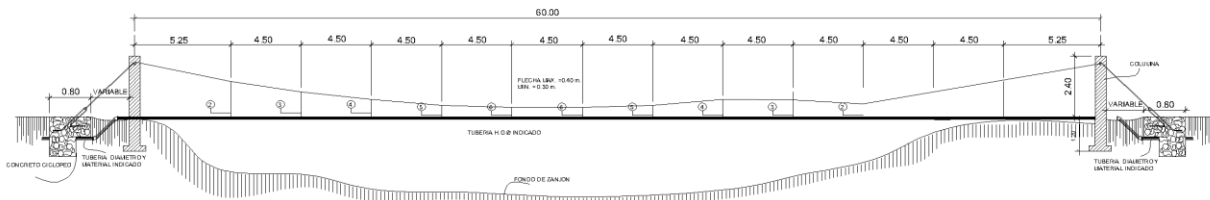




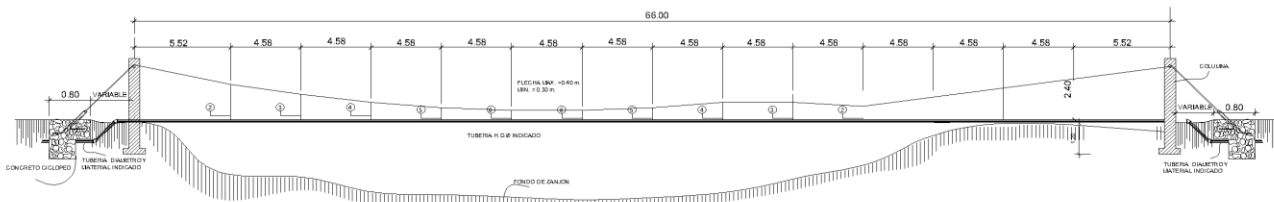
NOMENCLATURA	
A	TAPON MACHO $\varnothing$ 4" P.V.C. CON ROSCA
B	ADAPTADOR HEMBRA $\varnothing$ 4" P.V.C.
C	NIPLE TUBO $\varnothing$ 4" P.V.C.
D	TEE $\varnothing$ 4" P.V.C.
E	REDUCIDOR DE 4" A 1/2"
F	NIPLE TUBO $\varnothing$ 1/2" P.V.C.
G	LLAVE (VALVULA) $\varnothing$ 1/2" P.V.C.
H	CODO P.V.C. 90° $\varnothing$ 1/2"
I	CODO P.V.C. 90° $\varnothing$ 4"
J	UNION UNIVERSAL



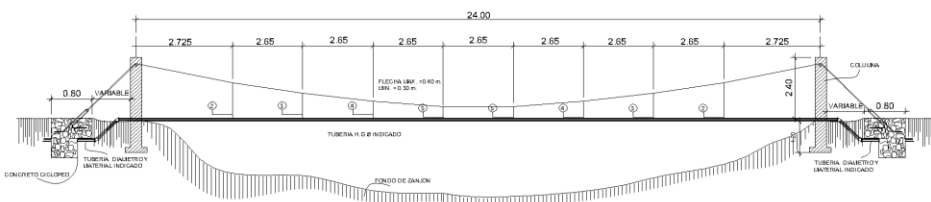
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN CONSTRUCCIONES RURALES		
PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA ENTUBADA EN LA ALDEA LOS GAVALANES DEL MUNICIPIO DE PURULHA, SIJA VERAPAZ.		
CALCULO Y DISEÑO: JOSÉ MANUEL MELÁN CAAL	FECHA: MARZO 2022	
CONTENIDO: DETALLES TANQUE DE ALMACENAMIENTO 2/2	FORMA: INDICADA	
Visto: ALCALDE MUNICIPAL	ASESOR ESPECIFICO	HOJA 11 / 15



ELEVACION DEL PASO AEREO TIPO 1 L=60.00 m. LUZ.



ELEVACION DEL PASO AEREO TIPO 1 L=66.00 m. LUZ.



ELEVACION DEL PASO AEREO TIPO 1 L=24.00 m. LUZ.

ESCALA 1: 5 0

NOTAS GENERALES

1. CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESPESOR DE BARRERA A AL COMPRESION  $f_{cd}$  20.000 MPa (2800 PSI/4087 T) A LOS 28 DIAS PARA LA TUBERIA DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS.
2. ACERO DE REFUERZO: SE USARA REFUERZO GRADO 40 KSI.
3. CABLE DE ALAMBRE: SE USARA CABLE DE ACERO DE ARMA MEDIANO COMPUESTO DE 8 CORDONES DE 16 ALAMBRES POR CORDON CON ALAMA DE ACERO CON UN DIAMETRO SEGUN PARA CADA UNO.
4. EL NIVEL DE CIMENTACION DE LAS ZAPATAS DEBERA SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y ESTAS ULTIMAS QUEDARAN PERFECTAMENTE ALINEADAS CON LOS MUERTOS RESPECTIVOS.
5. LA ESTRUCTURA HA SIDO CALCULADA PARA UN SUELO DIFIA CAPACIDAD SOPORTE NO SEA MENOR DE 15.0 TONELADAS POR METRO CUADRADO.
6. EL REFORZAMIENTO EN LAS COLUMNAS Y ZAPATAS SERA DE 4.0 Y 7.5 CM RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL CENTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
7. LAS MORDAZAS DE EMPALME DE TUBERIA COLOCAR DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLA EN CONTACTO CON EL PERFORACION DEL CABLE.
8. EL PUENTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE LA TUBERIA.
9. A LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBERAN APLICAR DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSION.
10. TODAS LAS DIMENSIONES DADAS EN METROS.
11. TODOS LOS EXTREMOS DEL CABLE DEBERAN PROTEGERSE CON 8 A 10 VUELTAS DE ALAMBRE GALVANIZADO.
12. SI EL TERRENO TIENE PENDIENTE, LA LOCALIZACION DEL MUERTO ESTARA DEFINIDA CONSIDERANDO QUE EL CABLE TIENE UNA INCLINACION CON RELACION A LA VERTICAL 2° HORIZONTAL.

UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN CONSTRUCCIONES RURALES



PROPIETA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA ENTRADA EN LA ALDEA LOS GAVILANES DEL MUNICIPIO DE PURULHA, BAJA VERAPAZ.

CALCULO Y DISEÑO: JOSÉ MANUEL MELIÁN CAAL

FECHA: MARZO 2022

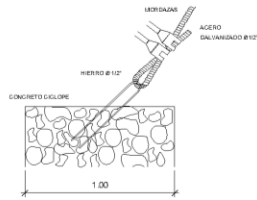
CONTENIDO: DETALLES PASO AEREO DE TUBERIA

ESCALA: INDICADA

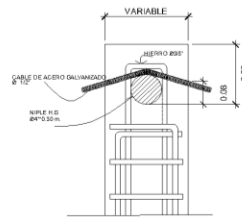
V.B.M: ALCALDE MUNICIPAL

ASESOR ESPECIFICO

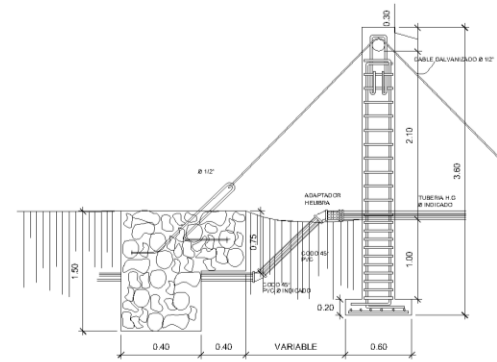
HOJA  
12  
15



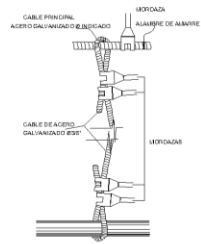
DETALLE DE ANCLAJE PASO TIPO 1  
SIN ESCALA



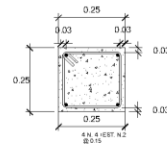
DETALLE GENERAL 1  
ESCALA 1/1 0



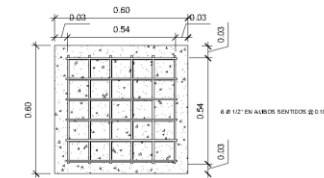
SECCION A-A' PASO AERIO TIPO 1  
ESCALA 1/2 5



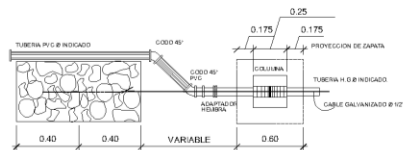
DETALLE GENERAL DE SUSPENSION  
SIN ESCALA



DETALLE COLUMNA PASO AERIO TIPO 1  
ESCALA 1/1 25

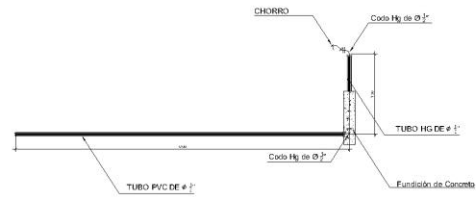


DETALLE DE ZAPATA PASO AERIO TIPO 1  
ESCALA 1/1 25

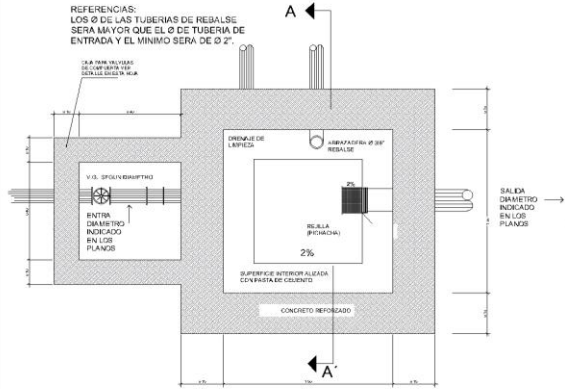


DETALLE DE ANCLAJE+COLUMNA PASO AERIO TIPO 1  
ESCALA 1/2 5

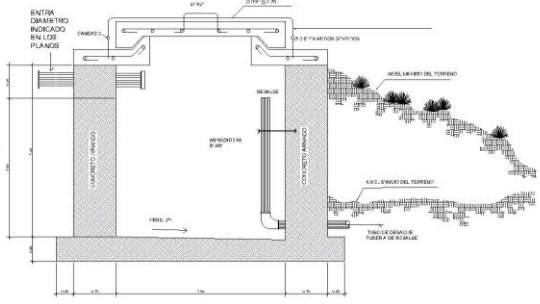
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN CONSTRUCCIONES RURALES		
PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA ENTUBADA EN LA ALDEA LOS GAVALANES DEL MUNICIPIO DE PURULHA, GUATEMALA		
CALCULO Y DISEÑO	JOSE MANUEL MILAN CAJAL	FECHA MARZO 2022
CONTENIDO	DETALLES PASO AERIO DE TUBERIA	ESCALA INDICADA
V.B.N. ALCALDE MUNICIPAL	ASESOR ESPECIFICO	HOJA 13 15



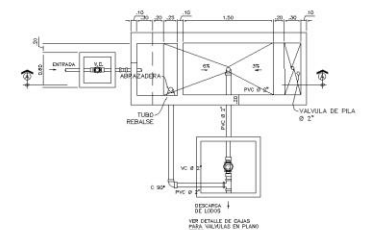
DETALLE DE DOMICILIARES  
SIN ESCALA



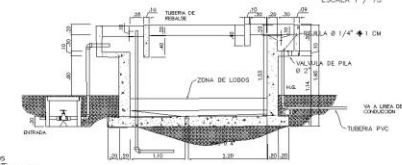
PLANTA CAJA ROMPE-PRESION  
E.S.C.A. - A.1.10



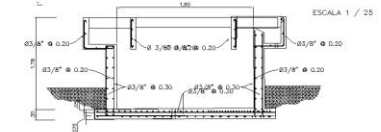
CORTE A - A'  
CAJA ROMPE PRESION  
E.S.C.A. - A.1.10



PLANTA DE DESARENADOR  
ESCALA 1 / 75



CORTE LONGITUDINAL A-A'  
ESCALA 1 / 25

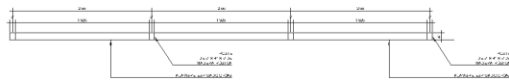


CORTE LONGITUDINAL A-A' (DETALLE ESTRUCTURAL)  
ESCALA 1 / 25

NOTA:  
LA PROFUNDIDAD DE LOS DESARENADORES ES CONSTANTE  
LA PROFUNDIDAD DE LA ZONA DE SEDIMENTACION ES 1.20 MTS  
PERIODO DE RESERVA 20 MIN.

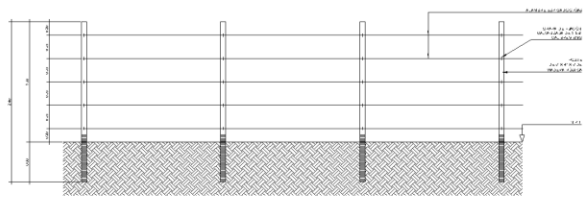
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN CONSTRUCCIONES RURALES		
PROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA ENTUBADA EN LA ALDEA LOS GAVILANES DEL MUNICIPIO DE PURULHA, BAJA VERAPAZ.		
CALCULO Y DISEÑO: JOSE MANUEL MELIÁN CAAL	FECHA: MARZO 2022	
CONTENIDO: DETALLES DESARENADOR, CAJA ROMPE PRESION E INSTALACION DOMICILIAR	ESCALA: INDICADA	
		HOJA 14
V.B.: ALCALDE MUNICIPAL	ASESOR ESPECIFICO	15





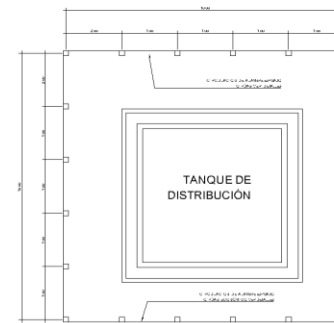
Detalle en Planta de Poste a Poste

ESQUEMA 1 T. 25



Detalle en Elevacion de Poste a Poste

ESQUEMA 1 T. 25



Planta de Circulacion de Tanque

UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA CIVIL CON ENFASIS EN CONSTRUCCIONES RURALES		
PROPIUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA ENTUBADA EN LA ALDEA LOS GAVILANES DEL MUNICIPIO DE PURULHA, BAJA VERAPAZ.		
CALCULO Y DISEÑO:	JOSE MANUEL MELAN CAAL	FECHA: MARZO 2022
CONTENIDO:	DETALLES CIRCULACION TANQUE DE ALMACENAMIENTO	ESCALA: INDICADA
V.B.M: ALCALDE MUNICIPAL		ASESOR ESPECIFICO
		HOJA 15 15

José Manuel Milián Caal

PROPUESTA DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE  
DISTRIBUCIÓN DE AGUA ENTUBADA, EN LA ALDEA LOS GAVILANES  
DEL MUNICIPIO DE PURULHÁ, BAJA VERAPAZ



Resultado 3

Programa de capacitación para los pobladores

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero 2023

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. DESARROLLO DEL RESULTADO .....	3
Unidad Ejecutora.....	3
Descripción de la propuesta.....	3
Recurso humano .....	4
Perfil y cualidades afines a los cargos y/o puestos.....	5
Recurso financiero.....	6
Recurso material.....	6
Propuesta de programa de educación ambiental .....	6
Importancia del uso adecuado del agua.....	7
Adecuada eliminación de excretas .....	8
Disposición sanitaria de residuos sólidos .....	8
Hábitos de higiene y prevención de enfermedades .....	9

## I.INTRODUCCIÓN

El agua, se considera como una de las sustancias de mayor vitalidad para el funcionamiento de la vida, sin ella sería imposible para los seres vivos poder sobrevivir, ya que es indispensable para diversas actividades no solo personales sino también comerciales e industriales.

Garantizar el acceso a agua adecuada para el consumo humano, con el fin de poder ofrecerle a la población una mejor calidad de vida, representa un reto significativo en nuestro país, especialmente en áreas rurales, donde la cobertura de proyectos de agua entubada es bastante baja.

Por tal razón, como parte de la investigación realizada y con base a las conclusiones de la misma, se definen tres resultados fundamentales para la solución de la problemática identificada en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, el cual es el tercero de ellos la propuesta de un programa de capacitación dirigido a los pobladores del municipio en general especialmente de las regiones mayormente vulnerables y también a los líderes comunitarios para que a través de la organización comunitaria se pueda buscar mejores condiciones de salubridad para la población.

A través de este componente se pretende establecer recomendaciones puntuales para la implementación de un programa de capacitación, orientado al cuidado del agua, uso responsable del recurso hídrico, métodos de abastecimiento y tratamiento del agua, con el objeto de fortalecer los conocimientos de los pobladores, especialmente del área rural donde se tiene una mayor vulnerabilidad al no contar con la cobertura de un sistema de agua entubada. A través de la educación se busca disminuir considerablemente el índice de enfermedades de tipo intestinal y dermatológico que son causados por el uso de agua contaminada.

### Hipótesis

Identificada la problemática detectada se define la hipótesis, misma que fue verificada a través del proceso de investigación la cual es: “El aumento de casos de enfermedades intestinales y dermatológicas, en la aldea Los Gavilanes del municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en los últimos cinco años; por deficiente aprovechamiento de la fuente principal del recurso hídrico, es debido a la falta de un proyecto para la construcción del sistema de distribución de agua entubada.”

### Objetivos

#### Objetivo general

Fortalecer las capacidades técnicas de la unidad ejecutora

#### Objetivo específico

Fortalecer las capacidades técnicas del recurso humano de la unidad de agua y saneamiento de la Municipalidad de Purulhá, Baja Verapaz, a través de la propuesta

## II. DESARROLLO DEL RESULTADO

### Unidad Ejecutora

La municipalidad de Purulhá, del departamento de Baja Verapaz, es una entidad de carácter pública no lucrativa, que tiene a su cargo la administración local del municipio, el presupuesto proviene de fondos nacionales y locales.

Visión: “Que el municipio de Purulhá, sea un municipio próspero con gobierno local transparente, donde existe desarrollo sostenible integral con equidad de género, los servicios de educación seguridad ciudadana, techo mínimo, salud e infraestructura vial fortalecidos, dentro de una sociedad justa y participación para la toma de decisiones.

Los Purulhenses, contarán con recursos naturales manejados sosteniblemente a través de alternativas económicas y amigables al ambiente, generadoras de empleo, respetando los valores culturales de la población.

### Oficina Municipal de Agua y Saneamiento

Es la dependencia municipal prestadora de los servicios de agua y saneamiento a nivel urbano y con funciones de brindar asistencia técnica y capacitación a nivel rural. Deber llevar el catastro de cobertura, así como monitorear la calidad de los servicios y apoyo en caso de emergencias. Monitorea la sostenibilidad de los sistemas a través de los mecanismos establecidos para la administración, operación y mantenimiento de los servicios. Toda esta información la debe de reportar al Centro de Salud como ente rector de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

### Descripción de la propuesta

La educación ambiental y sanitaria es uno de los campos más relevantes para la mejora de las condiciones de vida de las personas. Ante el hecho de que el índice de contaminación de la mayoría de las fuentes de agua es cada vez mayor, estas se

convierten en una amenaza para la vida, la cual es la causa de gran cantidad de enfermedades.

Esta propuesta pretende la implantación de un programa de educación ambiental dirigido principalmente a la población del área rural y sus líderes comunitarios, quienes son los que se encuentran en mayor vulnerabilidad a causa de la baja cobertura de sistemas de agua eficientes que les den el abasto de un recurso hídrico de calidad.

Será a través de la educación y las capacitaciones que se programen que se logre estimular a la reflexión, abrir el dialogo en cuanto a la problemática de salud familiar y ambiental y el uso razonable y adecuado del agua, que cada vez es más escaso.

La propuesta será ejecuta por la Municipalidad de Purulhá, Baja Verapaz, a través de la Oficina de Agua y Saneamiento, en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

#### Recurso humano

Para poder llevar a cabo esta propuesta es necesario contar con recurso humano que cumpla con un perfil en específico para efectuar con eficiencia las actividades necesarias.

Por lo que en el siguiente cuadro se especifica el personal necesario para dar cobertura a las actividades competentes de la unidad de agua y saneamiento, orientadas en esta propuesta específicamente a la planificación y ejecución de actividades de educación ambiental.

#### Recurso humano indispensable para la propuesta

Unidad/Departamento	Puesto/Cargo	No. de Personas
Agua y Saneamiento	Educadores	3

### Perfil y cualidades afines a los cargos y/o puestos

Para garantizar el cumplimiento y la eficiencia de las actividades comprendidas para cada uno de los puestos y/o cargos antes mencionados se especifica a continuación el perfil recomendado para los mismos.

#### Educadores

Tiene bajo su responsabilidad la preparación u ejecución de programas de educación ambiental, dirigido a diferentes grupos focales, como poblaciones vulnerables y líderes comunitarios.

#### Funciones:

Mayor de 18 años

Desarrollar programas de educación ambiental, mediante el análisis de la realidad y problemática local.

Programar actividades de capacitación a grupos vulnerables y líderes comunitarios en cuanto a temas de agua y saneamiento y otros según la problemática identificada en la región

Presentar informes mensuales o trimestrales de actividades desarrolladas

#### Perfil:

Graduado en estudios relacionados a la pedagogía, trabajo social y/o técnicos en ciencias ambientales.

Experiencia mínima de un 1 año en proyectos de educación ambiental

Poseer actitud de liderazgo y facilidad de comunicación

Dominio del idioma local Poqomchi y Q'eqchi'

Conocimiento básico en el uso de paquete de office

Licencia de conducir tipo "B" o "M" (no indispensable)



#### Recurso financiero

El presupuesto para la planificación, ejecución y monitoreo de esta propuesta deberá ser gestionado por cada uno de los encargados de los departamentos y/o unidades que corresponde, hacia el Concejo Municipal de la Municipalidad de Purulhá, Baja Verapaz, quienes son los encargados de autorizar y asignar el presupuesto requerido para la ejecución de la propuesta.

#### Recurso material

Parte del recurso indispensable para la ejecución de la propuesta es contar con el recurso material (mobiliario y equipo), por lo que se enlista en este apartado el recurso indispensable.

Equipo de cómputo (1)

Proyector (1)

Escritorios y sillas de oficina (3)

Impresora (1)

Archivadores (2)

Papelería e insumos de oficina

#### Propuesta de programa de educación ambiental

El programa de capacitación y educación ambiental se divide en cuatro módulos, orientados a hacer conciencia y sobre todo a comprometer a la población a participar de forma activa en la conservación y el cuidado del agua, así como también en el mejoramiento de sus hábitos sanitarios, a fin de mejorar la condición de salud de las familias rurales.

La metodología a seguir para la implementación del programa y el cumplimiento de cada uno de los módulos de educación queda a consideración del profesional capacitador.

### Importancia del uso adecuado del agua

El objetivo de este módulo es que los participantes tengan el conocimiento sobre los conceptos básicos del agua, así como su importancia para las múltiples actividades de la vida como la alimentación y la higiene personal. También es importante que comprendan los procesos y tipos de contaminación del agua y su relación con la salud. Los participantes al finalizar el módulo estarán conscientes de la importancia de contar con un abastecimiento de agua en cantidad y calidad para el consumo y se familiarizarán con métodos para el uso del agua de forma razonable y el tratamiento adecuado para un mejor consumo.

### Propuesta de tópicos:

El agua

Ciclo hidrológico

Importancia del agua para la vida (agricultura, alimentación, higiene personal, entre otros)

Calidad del agua

Fuentes de agua en la comunidad

Formas de captación del agua

Contaminación del agua

Enfermedades causadas por el agua

Alternativas de tratamiento del agua en el domicilio

Pueden incluirse otros temas puntuales, según la consideración del profesional capacitador en base a la situación y/o problemática de la comunidad donde se vaya a realizar el taller de capacitación.

### Adecuada eliminación de excretas

En este módulo se capacitará a los participantes sobre la importancia de realizar la eliminación de excretas humanas de forma adecuada, así como también las consecuencias en la salud de la población y en el medio ambiente al no hacerlo de forma adecuada.

Al finalizar este módulo, se espera que los participantes conozcan los métodos alternativos para la eliminación de las excretas, que valoren el poder contar con letrinas sanitarias para evitar la contaminación del ambiente y sobre todo de enfermedades a causa de una inadecuada eliminación de excretas. Se espera que los participantes puedan aplicar conocimientos técnicos para la construcción de letrinas.

### Propuesta de tópicos:

Excretas

Contaminación al ambiente por excretas

Consecuencias en la vida y la salud por la contaminación por excretas

Principales enfermedades relacionadas por la inadecuada eliminación de excretas

Letrinas sanitarias

Construcción de una letrina sanitaria

Pueden incluirse otros temas puntuales, según la consideración del profesional capacitador en base a la situación y/o problemática de la comunidad donde se vaya a realizar el taller de capacitación.

### Disposición sanitaria de residuos sólidos

En este módulo, se desarrollarán conceptos fundamentales sobre la disposición sanitaria de desechos sólidos (orgánicos e inorgánicos). Es importante que la población conozca los métodos adecuados para la disposición final de desechos, ya que estos son un gran foco de contaminación y su inadecuada disposición tiene efectos

nocivos en la salud de los habitantes.

Al finalizar este módulo, los participantes tendrán las competencias para poder darle el proceso adecuado a los desechos sólidos, así como también el aprovechamiento de los residuos orgánicos a través de la elaboración de compost.

Propuesto de tópicos:

Desechos solidos

Basura

Efectos en la salud por la mala disposición de los desechos

Disposición final de los desechos solidos

Manejo sanitario de los desechos solidos

Aprovechamiento de residuos orgánicos

Elaboración de compost

Pueden incluirse otros temas puntuales, según la consideración del profesional capacitador en base a la situación y/o problemática de la comunidad donde se vaya a realizar el taller de capacitación.

Hábitos de higiene y prevención de enfermedades

Este módulo tiene como objetivo realizar la promoción de acciones relacionadas a la higiene personal, en el hogar, en la escuela y en la comunidad en general. Las prácticas de los hábitos de higiene se ven reflejados en una mejora significativa en su calidad de salud y de vida, lo cual reduce de este modo la transmisión de enfermedades intestinales y dermatológicas a causa de la falta de higiene.

Propuesta de tópicos:

Hábitos de higiene

Identificación de acciones de riesgo en relación a la higiene personal y ambiental

Acciones para la reversión de acciones de riesgo (lavado de manos, lavado y secado de ropa, consumo de agua hervida o clorada, adecuado uso de baños y letrinas, preparación de alimentos de forma higiénica, disposición adecuada de desechos)

Higiene en la vivienda

Pueden incluirse otros temas puntuales, según la consideración del profesional capacitador en base a la situación y/o problemática de la comunidad donde se vaya a realizar el taller de capacitación.