

Amner Noé Gutiérrez Solís

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN**



Asesor General Metodológico:

M.A. Pablo Ismael Carbajal Estevez

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, mayo 2024

Informe final de graduación

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN**



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Amner Noé Gutiérrez Solís

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, mayo 2024

Informe final de graduación

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN**



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, mayo 2024

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

DEDICATORIA

- A Dios: Por darme la vida, la salud, fortaleza y la sabiduría, por ayudarme en cada fase de mi proceso de formación académica, gracias a Dios he logrado uno de mis más anhelados sueños de la infancia, graduarme en el grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil, con énfasis en construcciones rurales.
- A mis padres: Arnoldo Noé Gutiérrez Villeda y Aura Rosa Pérez Solis de Gutiérrez (Q.E.P.D.), por formarme para ser una persona de bien, un profesional integral lleno de valores morales y principios cristianos, por el apoyo incondicional, moral y económico, por motivarme en todo momento; mis padres son parte indispensable de mi vida, sin ellos nada sería posible.
- A mi hermano: Alex Arnoldo Gutiérrez Solis, Por otorgarme todo su apoyo incondicional, moral y económico, por motivarme en cada etapa de mi vida, por estar con la disposición en todo momento para aconsejarme en la toma de decisiones y en mi proceso formativo.
- A mi familia: Por todo el apoyo moral e incondicional, que me ha servido como un impulso en mi proceso académico.

A mis amigos: Por su compañía, por el apoyo moral e incondicional en todos los procesos de mi formación académica.

A mis catedráticos: Por brindarme todas las herramientas y conocimientos necesarios que contribuyeron en mi formación académica.

A mis asesores: Ing. Civil Bayron Orlando Juárez Cajbón y M.A. Pablo Ismael Carbajal Estevez, por asesorarme en cada proceso que se llevó a cabo para desarrollar el presente trabajo de graduación, sin su aporte no sería posible la elaboración del mismo.

A la Universidad: Por ser la casa de estudios donde me formé profesionalmente y por brindarme toda la asistencia necesaria para el proceso de mi formación académica.

Prólogo

El presente trabajo de investigación ha sido desarrollado con fines académicos dentro del marco de lineamientos o directrices propuestas por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rural de Guatemala a través del programa de graduación, como parte de los requisitos preliminares para optar el título en el grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil, con énfasis en construcciones rurales.

Los procesos de investigación fueron sustentados en las herramientas de la metodología de marco lógico, a través de métodos y técnicas para la identificación de las diferentes variables de la problemática en la presente investigación, las cual se encuentra contenida en el árbol de problemas, de las cuales surgen los objetivos que se pretenden alcanzar para mitigar los efectos originados por la problemática.

Actualmente las autoridades que integran el Concejo Municipal y los colaboradores del Centro de Salud, del municipio de Jocotán, no presentan iniciativa en controlar el incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales derivadas del uso del agua para consumo humano en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, dicha situación se ve reflejada en la carencia de agua potable lo que promueve a la utilización de agua en estado crudo sin ningún tipo de tratamiento, por lo que dicha agua tiene características insalubres que afectan la calidad de vida de los usuarios.

El propósito de la presente investigación de carácter científico, es dar a conocer la importancia que tiene la calidad del agua apta para consumo humano, como alternativa fundamental para controlar el número de los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales que afectan la salud humana de los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán. La finalidad de los resultados obtenidos en el proceso de investigación, es proporcionar las herramientas necesarias para mitigar la problemática en mención.

Presentación

El presente trabajo de investigación se realiza con fines académicos de conformidad con los requisitos establecidos por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rural de Guatemala previo a optar el título en el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil, con énfasis en construcciones rurales, la cual ha sido desarrollada en los meses de febrero a junio correspondientes al primer semestre del año 2024.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de investigación, se establece que, el incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales durante los últimos cinco años en el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, es a consecuencia de la carencia de agua potable, debido a la inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua potable que abastezca a la población de forma eficiente y segura.

Debido a la inexistencia de un sistema de abastecimiento de agua potable para suplir o satisfacer las necesidades sanitarias de los habitantes de Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, los habitantes del referido caserío utilizan agua en estado crudo sin ningún tratamiento previo, por lo que el agua presenta características insalubres debido a los altos índices de contaminación presentes en dicha agua, que alteran negativamente la calidad del agua y por ende la salud de los consumidores, pues la misma no cumple con los criterios de potabilidad.

La presente investigación es fundamental para conocer el comportamiento de la problemática en caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, asimismo, proponer los resultados que contengan las propuestas para mitigar los efectos originados por causa del problema. Por tal motivo, se propone por la implementación de “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN”, con el objeto de abastecer con agua potable a todos los habitantes afectados.

ÍNDICE GENERAL

No.	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN.....	1
I.1	Planteamiento del problema.....	2
I.2	Hipótesis.....	3
I.3	Objetivos.....	3
I.3.1	General.....	3
I.3.2	Específico.....	3
I.4	Justificación.....	4
I.5	Metodología.....	5
I.5.1	Métodos.....	5
I.5.2	Técnicas.....	8
II.	MARCO TEÓRICO	12
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	90
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	103
IV.1	Conclusiones.....	103
IV.2	Recomendaciones.....	105
	BIBLIOGRAFIA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Contenido	Página
1	Colaboradores indican sobre el Incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán	91
2	Frecuencia de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán	92
3	Frecuencia de capacitaciones sobre el uso adecuado de agua para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán	93
4	Personal para monitorear el agua para consumo de los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán	94
5	Frecuencia de monitoreo del agua para consumo de los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán	95
6	Equipo adecuado para monitorear el agua para consumo de los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán	96
7	Frecuencia de capacitación sobre el uso racional de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán	97
8	Construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán	98

ÍNDICE DE GRÁFICAS

No.	Contenido	Página
01	Colaboradores indican sobre el incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán	91
02	Frecuencia de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán	92
03	Frecuencia de capacitaciones sobre el uso adecuado de agua para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán	93
04	Personal para monitorear el agua para consumo de los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán	94
05	Frecuencia de monitoreo del agua para consumo de los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán	95
06	Equipo adecuado para monitorear el agua para consumo de los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán	96
07	Frecuencia de capacitación sobre el uso racional de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán	97
08	Construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán	98

ÍNDICE DE TABLAS

No.	Contenido	Página
01	Características físicas y organolépticas presentes en el agua potable	24
02	Características químicas que debe contener el agua para consumo humano	25
03	Valores microbiológicos de referencia del agua para consumo humano	27
04	Período de diseño	35
05	Vida útil de materiales	36
06	Dotación de agua para consumo humano	37
07	Factor máximo diario	42
08	Factor máximo horario	44
09	Colocación de tuberías	48
10	Velocidades en sistemas de agua potable	48
11	Coefficiente de rugosidad	50

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Contenido	Página
01	Ciclo del agua	20
02	Componentes de un sistema de agua	30
03	Aguas de manantiales	33
04	Planta de captación típica	34
05	Perfil de captación típica	34
06	Esquema de línea de conducción	54
07	Sección de una válvula de aire	56
08	Planta de válvula de limpieza	57
09	Sección de una válvula de paso	59

I. INTRODUCCIÓN

El propósito fundamental del desarrollo de la presente investigación como parte de los requisitos planteados por la Facultad de Ingeniería de Universidad Rural de Guatemala, a través del programa de graduación, como requisito previo a optar el título en el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil, con énfasis en construcciones rurales, es desarrollar “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN”. La investigación efectuada se desglosa en una serie de capítulos, los cuales se detallan a continuación:

El capítulo I se encuentra conformado por el planteamiento del problema, hipótesis, objetivos, justificación y la metodología la cual se encuentra basada en las herramientas de marco lógico, asimismo, el capítulo II se encuentra conformado por marco teórico, con la intención de proveer la información necesaria que sirva como una base para sustentar la investigación; las consultas efectuadas en la presente investigación se encuentran estructuradas de acuerdo a los lineamientos propuestos por la Universidad Rural de Guatemala.

El capítulo III se encuentra conformado por cuadros, gráficas y análisis de resultados, que tiene como función interpretar los resultados estadísticos obtenidos en la fase de investigación, para conocer el comportamiento de la problemática de estudio, asimismo, comprobar la hipótesis de trabajo planteada en la presente investigación, y por último.

El capítulo IV, se encuentra estructurado por conclusiones, las cuales se desarrollan a partir de los análisis efectuados en la comprobación de la hipótesis, estas permiten validar los resultados estadísticos obtenidos en la fase de investigación y, las recomendaciones estructuradas a partir de las conclusiones, las cuales sirven de base para proponer las soluciones que tienden a resolver la problemática planteada.

I.1 Planteamiento del problema

Actualmente la contaminación del agua es un problema a gran escala que afecta de forma global a la sociedad, esto ha provocado serios problemas sanitarios en la salud humana, debido a que el agua contaminada es un factor incidente en la generación de enfermedades gastrointestinales, que ponen en riesgo la vida de los seres humanos, especialmente a la población con condiciones precarias.

En el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, se ha presentado un incremento en los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales debido a la presencia de patógenos y cargas contaminantes presentes en el agua ocasionado por la carencia de agua potable, derivado de la inexistencia de un sistema de agua potable que abastezca a la población afectada.

En la actualidad la población que habita en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, del municipio de la Jocotán, obtiene el agua para su consumo a través de medios que no cumplen con los requerimientos sanitarios definidos por los colaboradores del Centro de Salud y por la Norma COGUANOR NTG 29001, ya que el agua consumida en dicho lugar, es en estado crudo, sin tratamiento previo; asimismo, es captada por artefactos caseros de origen artesanal que afectan drásticamente la calidad del agua.

Los colaboradores del Centro de Salud tienen conocimiento del incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales que se han producido en los últimos cinco años en el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán; por otra parte, la Municipalidad no cuenta con el personal para el monitoreo y control del saneamiento del agua destinada al consumo humano en el área antes mencionada; por tal razón, las autoridades responsables de velar por el suministro del agua potable, no han presentado la iniciativa de crear un proyecto de construcción que abastezca de agua potable a la población afectada.

I.2 Hipótesis

Para formular la hipótesis de trabajo se desarrolló visitas a varias viviendas en Caserío los de Paz para verificar el tipo de abastecimiento de agua que realizan las personas para su respectivo consumo, asimismo, se procedió a entrevistar a los propietarios de la vivienda para extraer información con el objeto de formular los argumentos para la elaboración de la hipótesis de trabajo que sustenta la presente investigación.

Hipótesis causal: “El incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, durante los últimos cinco años, por carencia de agua potable; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua”.

Hipótesis interrogativa: ¿Es la inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua potable, la causante del incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, por carencia de agua potable en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, en los últimos cinco años?

I.3 Objetivos

Los objetivos son los resultados que se desean alcanzar a través de la presente investigación y la propuesta contenida en la misma, para el desarrollo de los objetivos se utilizó la metodología marco lógico; los objetivos de la presente investigación se encuentran orientados a mitigar los efectos negativos generados por la problemática.

I.3.1 General: Disminuir el incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.

I.3.2 Específico: Abastecer con agua potable el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.

I.4 Justificación

Caserío los de Paz es una comunidad que se encuentra situada en aldea Tunucó Abajo, en dicho caserío existe una población actual de 257 habitantes, los cuales carecen de un sistema de agua potable, por lo que tienen complicaciones de salud por no poder realizar sus actividades sanitarias de la forma correcta, es por este motivo, se tomó la decisión de realizar la presente investigación para conocer el problema y a su vez plantear una propuesta para mitigar los efectos de la misma.

El Caserío los de Paz, presenta una carencia de agua potable por lo que ellos, se abastecen de agua en estado crudo sin tratamiento previo, por esta razón, se ha producido un incremento en los casos de enfermedades gastrointestinales. De acuerdo con los colaboradores del Centro de Salud de Jocotán, durante los últimos cinco años en el Caserío los de Paz, se ha registrado un total de 1,239 casos de enfermedades gastrointestinales, por lo que la situación sanitaria representa un alto riesgo a la salud.

Para analizar el comportamiento de la problemática se procedió a calcular proyecciones lineales, de acuerdo a los resultados obtenidos, se puede constatar que, si no se ejecuta el “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN”, los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales seguirán en incremento, llegándose a esperar un total de 3,049 casos en los próximos cinco años, por otra parte, se proyecta que con la ejecución del proyecto, se tendría un decrecimiento en los casos, llegándose a esperar un total 1,118.

De acuerdo con los datos descritos en el párrafo anterior, se puede apreciar la mejora con conlleva la aplicación del proyecto, por lo tanto, para resolver la problemática, es necesaria la implementación del presente proyecto planteado lo más pronto posible, para brindar a la población afectada el suministro de agua potable, con el objeto de reducir de los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales.

I.5 Metodología

La metodología utilizada en la presente investigación, se encuentra conformada por los siguientes métodos: deductivo, analítico, estadístico y de observación directa; los cuales sirvieron de apoyo para proceder a la comprobación correspondiente de la hipótesis de trabajo planteada en la investigación: “El incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, durante los últimos cinco años, por carencia de agua potable; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua”.

Para la formulación y comprobación de la hipótesis, se desarrollaron los siguientes procedimientos: utilización del método deductivo apoyado con el marco lógico, los cuales fueron representados mediante los anexos de árboles de problemas y objetivos, los cuales se encuentran contenidos en la presente investigación. Para la comprobación de la hipótesis se utilizó el método inductivo conjuntamente con los métodos estadísticos, de análisis y síntesis.

I.5.1 Métodos

Los métodos utilizados para para comprobar la hipótesis fueron el analítico aplicado a la problemática; la información obtenida para los análisis respectivos fue recabada mediante la recopilación de información primaria y secundaria. Los métodos estadísticos permitieron a través entrevistas, analizar y sintetizar la relación entre la problemática y sus variables de causa y efecto a través de las conclusiones desarrolladas a partir los resultados estadísticos, como consecuencia de ello se desarrollaron las recomendaciones para proveer las soluciones más viables.

Método deductivo

El método deductivo es el procedimiento investigativo que parte de lo general a lo específico, se utiliza para desarrollar argumentos en función de hechos particulares

que se llevan a cabo en determinados lugares; para el desarrollo de la hipótesis que sustenta la presente investigación, se utilizó el método en mención para conocer las condiciones sanitarias por las que atraviesa el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.

Método analítico

Por medio de este método, se examinaron minuciosamente los resultados obtenidos en la fase de campo después de haber desarrollado la hipótesis de trabajo planteada en la presente investigación, para posteriormente extraer conclusiones que permitieran explicar el comportamiento del problema sanitario que se deriva de la carencia de agua potable en el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.

Método marco lógico

Como consecuencia de la aplicación de la metodología de marco lógico, se desarrollaron diagramas de árbol de problemas, en el cual se detectó el problema central, su efecto y la causa que dio origen al problema, cuyas variables permitieron el planteamiento de la hipótesis; asimismo, esta metodología permitió el desarrollo del objetivo general y el específico, además fue clave para el desarrollo del medio de solución para mitigar los efectos derivados por la problemática; el medio de solución permitió definir el nombre del presente trabajo de investigación.

Métodos para comprobación de hipótesis

La hipótesis de trabajo planteada en la presente investigación, fue desarrollada a través de las herramientas estratégicas que son parte de la metodología de marco lógico, la cual es una herramienta para formulación de proyectos; es importante recalcar que la hipótesis formulada debe ser comprobada de manera metodológica, para su efecto se utilizó los siguientes métodos: inductivo, estadístico, analítico y sintético. La hipótesis de trabajo es un argumento preliminar que afirma un suceso, sin embargo este debe ser comprobado.

Método inductivo

La metodología inductiva fue utilizada para analizar el comportamiento de la problemática estudiada con el fin de obtener la información necesaria para permitir el desarrollo de las conclusiones, las cuales tienen la finalidad de explicar el comportamiento del problema, para luego plantear las recomendaciones necesarias que permitan mitigar el impacto negativo que origina el problema estudiado.

Método estadístico y analítico

El método estadístico fue aplicado a los resultados obtenidos en la fase de campo a través de las entrevistas, en las cuales se recabo toda la información necesaria para posteriormente efectuar una serie de análisis minuciosos, con el objetivo de comprobar el argumento establecido en la hipótesis “El incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, durante los últimos cinco años, por carencia de agua potable; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua”, la cual fue planteada en el presente trabajo de investigación a través de la metodología de marco lógico.

Método sintético

Después de haberse comprobado la hipótesis por metodología estadística y analítica, se utilizó el método de síntesis para definir las conclusiones que permitan describir el comportamiento de la problemática estudiada, asimismo, plantear las recomendaciones pertinentes orientadas a mitigar los efectos de los impactos negativos originados por el problema estudiado.

Después de validar las hipótesis de trabajo a través de la utilización de herramientas de métodos estadísticos y analíticos, se utiliza un enfoque integrado y estratégico para definir las conclusiones que caracterizan el comportamiento del problema en estudio y formular propuestas de preguntas apropiadas destinadas a reducir las consecuencias negativas del problema en estudio.

I.5.2 Técnicas

Técnicas para formulación de hipótesis

Lluvia de ideas

La lluvia de ideas permitió analizar de forma globalizada la situación en la que actualmente se encuentra el Caserío Los de Paz, Aldea Tunucó, Abajo, Jocotán, a través de esta técnica, se analizaron varios problemas que asechan el caserío en mención, con el objetivo de priorizar entre los problemas de mayor importancia en función de los impactos negativos proyectados por medio de los efectos. Las lluvias de ideas son herramientas que permiten analizar de forma global diferentes sucesos, de esta manera se pudo identificar las variables que intervienen en la problemática estudiada.

Observación directa

Para la determinación de la problemática de estudio en el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, se efectuó un recorrido general donde se llevó a cabo una exploración visual, con el objeto de conocer las condiciones relacionadas con el uso del agua para consumo humano del caserío en mención; así mismo, de la observación desarrollada, se obtuvo información directa sobre el comportamiento de las variables de estudio y el efecto que ellas producen sobre la salud humana.

Investigación documental

Esta técnica se utilizó, para determinar si hay documentos similares o documentos relacionados con el problema a estudiar, para evitar la duplicación del trabajo académico. En esta fase se llevó a cabo una investigación de una diversidad de documentos confiables que abordan la temática de estudio, entre ellos: material científico, normas sanitarias MSPAS, INFOM, Código de construcción ACI 318 y Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR) y la legislación que rige al país en la actualidad; con el propósito de sustentar la presente investigación.

Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

Población que comprueba la variable dependiente (Y) o efecto

La población con características para comprobar la variable dependiente son cinco individuos (colaboradores del Centro de Salud del municipio de Jocotán, del departamento de Chiquimula), a los que se les realizó un censo, debido a que el número de colaboradores del Centro de Salud a los que se dirigió las boletas de investigación es menor a 35 individuos.

Población que comprueba la variable independiente (X) o causa principal

La población con características para comprobar la variable independiente son cinco individuos (integrantes del Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula), a los que se le realizó un censo, debido a que el número de personas que integran la estructura del Concejo Municipal a los que se dirigió las boletas de investigación es menor a 35 individuos.

Población que comprueba la variable intermedia

Cálculo del tamaño de la muestra

Para el diagnóstico de la problemática con la ayuda del presidente de COCODE del caserío se realizó un conteo total de toda la población actual del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, con el objeto de cuantificar la población en su totalidad; de acuerdo a esto, se constató que el número de habitantes en el referido caserío es de 257.

Luego se efectuó el cálculo de la muestra, mediante un muestreo estadístico simple aleatorio con el 90% del nivel de confianza y del 10% de error de muestreo, por el método aleatorio de población finita cualitativa, dirigida a habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, la cual dio como resultado una muestra de 54 habitantes.

Entrevista

Como procedimiento previo al desarrollo de las entrevistas, se efectuaron los diseños de las boletas de investigación; para su aplicación, las boletas de investigación fueron dirigidas a: colaboradores del Centro de Salud del municipio de Jocotán, del departamento de Chiquimula, para la comprobación de la variable dependiente (Y) o efecto; integrantes del Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula, para la comprobación de la variable independiente (X) o causa principal y; habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, para la comprobación del problema central.

Técnicas de análisis

El análisis consistió en examinar con sumo detenimiento los resultados, con el objeto de interpretar de forma lógica los valores absolutos y relativos de la serie de datos tabulados en el procedimiento estadístico, los cuales fueron obtenidos después de haber aplicado las boletas de investigación, dichos resultados fueron claves para comprobar con mayor certeza la hipótesis formulada en la presente investigación.

Los resultados obtenidos en el levantamiento de datos en campo, se tabularon en cuadros en los cuales se detallaron los valores absolutos que son la cantidad de respuestas obtenidas y los valores relativos, estos últimos corresponden a los porcentajes de cada cuestionamiento realizado. La información contenida en los cuadros citados en el presente párrafo fue sometidos a análisis lógico a través del método sintético para proceder a la formulación de las conclusiones y posteriormente a las recomendaciones correspondientes.

Coefficiente de correlación

El coeficiente de correlación es una herramienta estadística de medición con proyección de carácter lineal que permite relacionar el comportamiento de dos variables cuantitativas a lo largo del tiempo. El coeficiente de correlación fue utilizado

en esta investigación, para determinar la relación que existe entre los últimos cinco años y el efecto “Incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales”, con el objeto de determinar si el comportamiento de ambas variables, se encuentran entre el rango límite aceptado por la ecuación para definir si existe o no relación entre las variables analizadas.

Proyección de línea recta

La proyección de la línea recta permite relacionar dos variables mediante una función que genera una gráfica conformada por una sucesión infinita de puntos con tendencia lineal. El método de la Ecuación de la Línea Recta, fue aplicado en esta investigación para relacionar el efecto generado por la problemática en el tiempo, para interpretar su respectivo aumento o reducción. La proyección con y sin proyecto fue representada por medio de una gráfica comparativa, para determinar el comportamiento del efecto en función del tiempo dadas las condiciones con o sin la presencia del proyecto.

Fase de campo

En la realización de esta etapa, se ejecutaron visitas desarrollar un análisis de la situación actual del Caserío los de Paz, durante este proceso se observó los problemas sanitarios; además, se identificó la carencia de agua potable en el caserío. Para confirmar la veracidad de lo observado, se estructuró entrevistas y censos, de esta manera se obtuvieron los datos necesarios para desarrollar los análisis estadísticos, que permitieron la comprobación de la hipótesis.

En esta fase se desarrollaron visitas y análisis de la situación actual del Caserío Los de Paz, donde se observaron problemas de salud, además de la falta de agua potable en el caserío. Para confirmar la veracidad de las condiciones observadas, se realizaron entrevistas, de esta manera se obtuvieron los datos necesarios para el análisis estadístico y, por lo tanto, luego se probó la hipótesis de trabajo.

II. MARCO TEÓRICO

Aspectos conceptuales

La salud

La salud es la facultad de cualquier ser vivo de realizar todos los procesos fisiológicos y biológicos de una forma que garantiza el correcto desempeño del organismo, para que se pueda obtener un estado equilibrado de bienestar general, para así aprovechar el máximo potencial de cada organismo lo que conlleva a una mejora en la calidad de vida; por lo que la salud representa una inexistencia de enfermedades o condiciones que pongan en riesgo la vida de los seres vivos (Santillana, 2013).

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social MSPAS es una de las entidades gubernamentales que tiene como objetivo promover y ejecutar todo tipo de acciones encaminadas para promover la salud de todas las personas, sin importar sus condiciones sociales y económicas, para contribuir a la mejora de la calidad de vida. Entre sus acciones principales se encuentran la atención médica, las inducciones orientadas a la preservación de la salud, el desarrollo de campañas encaminadas a la reducción de riesgos que afecten a la salud humana, entre otras (Santillana, 2013).

Educación para la salud

La educación para la salud trata sobre temas de información y aceptación de las medidas necesarias para conservar la salud. Motiva a la población a llevar un estilo de vida saludable e incluye información sobre las condiciones sociales, económicas y ambientales. Para tener una buena salud se debe adquirir buenos hábitos nutricionales y practicar actividades físicas con regularidad (Santillana, 2013).

La educación orientada a la salud, consiste en una serie de procesos que contienen los medios necesarios para transmitir los conocimientos a la población, sobre el cuidado y la preservación de la salud en el contexto cotidiano, los encargados de llevar a cabo

esta función son principalmente las autoridades de salud, quienes por medio de afiches y material estratégico difunden la información de forma eficiente, en ocasiones las autoridades de salud realizan coordinación con las municipalidades para desarrollar las campañas encaminadas a la promoción de la salud (Santillana, 2013).

El Ministerio de Salud y Asistencia Social MSPAS a través de los centros de salud que se encuentran ubicados en cada municipio de los veintidós departamentos que conforman la estructura geográfica del país de Guatemala, son las entidades gubernamentales que se encarga de promocionar la salud a través de campañas inductivas en las cuales instruyen a la población en general sobre las actividades y estrategias a implementar en el contexto social con el enfoque orientado a la preservación de la salud en todas sus manifestaciones (Santillana, 2013).

Además del MSPAS, el Ministerio de Educación MINEDUC, quien es el encargado de velar por la educación tanto en el sector público como privado a nivel nacional, ha realizado colaboraciones con el MSPAS e instituciones afines para crear textos y documentos educativos de carácter formativo acerca de las actividades sanitarias para la conservación de la salud, con el objeto de incentivar a la niñez y la adolescencia a participar activamente en el desarrollo de las normas sanitarias que permitan garantizar la salud sin importar distinciones sociales (Santillana, 2013).

Higiene en la alimentación

Las incorrectas prácticas higiénicas para manipular los alimentos, son el principal motivo de la generación de enfermedades gastrointestinales. “Los alimentos están expuestos a innumerables bacterias. Los gérmenes encuentran en las comidas las condiciones necesarias para crecer y multiplicarse y, de esta manera, contaminarlas. Una adecuada manipulación e higiene es fundamental para evitar el contagio de enfermedades” (Santillana, 2013). El uso correcto o adecuado de las prácticas

sanitarias en las actividades humanas, permiten en cierta forma, reducir de forma eficiente la probabilidad de padecer de algún tipo de enfermedad gastrointestinal.

La higiene es un hábito que se debe de practicar todos los días, la higiene consiste en efectuar prácticas sanitarias tales como desde el punto de vista de la higiene personal como también de la higiene del entorno y principalmente de los alimentos, debido a que, si no se tiene en cuenta una correcta higiene en la preparación de los alimentos, estos se contaminarán con demasiada facilidad, lo que permitirá el desarrollo de enfermedades del tipo gastrointestinal (Santillana, 2013).

Los alimentos son los elementos o sustancias que proporcionan los nutrientes necesarios para que el organismo humano desempeñe sus funciones biológicas de forma eficiente, al ser sustancias externas expuestas a la intemperie pueden estar exentas de tener ciertos grados de contaminación que pueden resultar perjudiciales para la salud humana, es por ello que se debe de tener minuciosos protocolos de higiene en la preparación de cualquier tipo de alimento (Santillana, 2013).

Enfermedades

Las enfermedades son patologías que modifican las funciones de un organismo de manera negativa, esto contribuye al deterioro significativo de la salud humana de forma progresiva, las enfermedades son producidas por diversas causas entre ellas la inadecuada alimentación, la carencia de actividades físicas, contaminación en el medio ambiente o bien por la inadecuada o nula aplicación de las diversas actividades higiénicas (Santillana, 2013).

Una enfermedad es una patología que puede causar un deterioro significativo en un determinado organismo, este puede generarse debido a varios factores entre ellos la inadecuada alimentación, el sedentarismo y la carencia de prácticas sanitarias. Las

enfermedades son las causantes de la reducción de la eficiencia de un organismo, asimismo afecta negativamente su bienestar en todas sus modalidades y, en algunos casos, puede ser la causante del deceso del organismo afectado (Santillana, 2013).

Las enfermedades pueden evitarse por medio de diversas medidas de prevención como llevar a cabo una dieta balanceada en conjunto con los adecuados hábitos higiénicos y ejercitarse constantemente; por otra parte, si ya se tiene una patología desarrollada, se recomienda acudir al médico lo más pronto posible y seguir las instrucciones que el médico indique, para evitar cualquier tipo de complicaciones que se puedan originar, de tal manera que se pueda recuperar la salud, en caso de que no se pueda, se llevará un minucioso control médico (Santillana, 2013).

Transmisión de enfermedades por el agua

La transmisión de las enfermedades gastrointestinales en los seres humanos se genera por la ingesta de agua que se encuentra con altos índices de contaminación a causa de microorganismos patógenos, generalmente la procedencia de este tipo de agentes patógenos se debe al contacto del agua con excretas humanas o animales, o bien por la carencia de prácticas higiénicas. La propagación de enfermedades gastrointestinales en humanos se produce por el consumo de agua contaminada con altos niveles de microorganismos, generalmente esto se suele producir debido a la carencia de sistemas de agua potable o bien por malas prácticas sanitarias (McJunkin, 1988).

Las bacterias, virus o patógenos derivados por la incorrecta o nula aplicación de las normas sanitarias, tiene como consecuencia el desarrollo de enfermedades gastrointestinales que afectan seriamente el sistema digestivo y por ende la calidad de vida humana. Entre las principales enfermedades que afectan al organismo humano se encuentran: diarrea, náuseas, flatulencias, dolor abdominal, cólera, fiebre, bajones de energía, infecciones gastrointestinales, entre otras. En caso de experimentar

cualquier síntoma, es necesario acudir a un puesto o centro de salud más cercano, para recibir atención médica por los médicos correspondientes (McJunkin, 1988).

Enfermedades gastrointestinales

Las enfermedades gastrointestinales son aquellas que afectan directamente el sistema digestivo, estas son producidas por microorganismos que ingresan al organismo. “Estas enfermedades incluyen a muchas de las transmitidas por vía fecal-oral catalogadas como transmitidas por el agua” (McJunkin, 1988). El agua no potable, es un canal principal en la generación de enfermedades gastrointestinales.

Las enfermedades gastrointestinales afectan de forma negativa el organismo, las secuelas pueden ser trágicas con respecto a la salud humana. Entre la población más afectada por las enfermedades gastrointestinales se encuentra la población con condiciones precarias, la población infantil y, por consiguiente, las personas de la tercera edad, puesto a que este tipo de personas son más vulnerables debido a que el organismo no tiene desarrollado de forma eficiente el sistema inmunológico debido a sus condiciones en las que viven (Santillana, 2013).

La carencia de agua potable es el desencadenante principal de la generación de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, puesto a que en sí misma, el agua es el medio que produce dichas patologías, ya que los sin los tratamientos respectivos del agua destinada al consumo humano, los microorganismos que alteran la salud humana encuentran las condiciones ideales para sobrevivir en ella (Santillana, 2013).

Proyecto

Un proyecto es una serie de acciones que se planifican de manera estratégica y con anticipación, para definir los componentes a desarrollar para proporcionar una solución viable a una serie de problemas que afectan a un determinado contorno

geográfico; a través de la aplicación de los proyectos los efectos producidos por la problemática se mitigan de forma eficiente, un proyecto es el medio ideal para satisfacer las necesidades sociales que se presenten. Un proyecto es una serie de actividades planificadas estratégicamente para brindar soluciones reales a una serie de problemas que afectan a un contorno geográfico (USAID, 2018).

El agua

El agua es un recurso natural presente en la naturaleza, su presencia en los ecosistemas es fundamental, debido a que es necesario para que la vida pueda desarrollarse, debido a que los procesos biológicos requieren de agua para desarrollar las diferentes actividades fisiológicas propias de cada ser vivo, prueba de ello es que el organismo de los seres humanos se encuentra constituido por un 70% de agua, además se considera que la corteza terrestre se encuentra compuesta por un 75% del recurso citado anteriormente, con dichos datos se puede señalar la importancia de la presencia del agua en el planeta Tierra (Del Valle, 2018).

El agua es un recurso natural de vital importancia en los ecosistemas, puesto a que es útil para desarrollar la vida en cualquiera de sus manifestaciones. El agua es fundamental en la regularización térmica dentro del planeta Tierra, esto es lo que permite generar las condiciones requeridas para la preservación de la vida, además, es utilizada para el desarrollo de las funciones biológicas que dan origen a la vida en el planeta (Del Valle, 2018).

El agua presente en el planeta Tierra se encuentra almacenada en vapor de agua en la atmósfera y en masas de agua superficial, estas últimas, se encuentran en estado líquido, entre ellas se tienen principalmente los océanos, mares, ríos y cauces; de acuerdo a las condiciones de los suelos que tienen contacto con el agua, el agua se puede infiltrar por los estratos terrestres lo que permite la formación de reservorios de agua subterránea denominada acuíferos (Del Valle, 2018).

El agua está presente en el ecosistema de forma natural, el estado en el que se encuentre depende directamente de las condiciones térmicas las cuales son influenciadas por la regulación de energía solar por parte la naturaleza, estos pueden ser estado sólido, líquido y gaseoso. Las corrientes hídricas se encuentran conformadas por agua en estado líquido, las nubes que se suspenden en la atmosfera están compuesta por vapor de agua y por último en caso de haber temperaturas bajas, el agua puede cristalizarse, fenómeno que ocurre con mayor frecuencia en los polos y conos de volcanes (Del Valle, 2018).

Problemática del agua

Es importante establecer que, a pesar de que hay abundancia de agua en el planeta Tierra tanto superficial como subterránea, no toda el agua está disponible para el consumo humano, ya que la mayor parte del agua se encuentra en diferentes sitios inaccesibles como acuíferos o mantos de agua subterránea o en la atmósfera, además, la mayor parte del agua superficial es salada o bien tienen altos índices de contaminación a consecuencia de las actividades antropogénicas, es por ello que el agua disponible para ser utilizada por los seres humanos, se encuentra limitada, es por esta razón que existe problemas para abastecer a ciertos lugares (Del Valle, 2018).

Es importante señalar que a pesar de la abundancia de agua superficial y subterránea en la Tierra, no toda el agua está disponible para el consumo humano, ya que la mayor parte se encuentra en diversos lugares inaccesibles, como acuíferos. Además, debido a las actividades humanas, la mayoría de las aguas superficiales son saladas o contaminadas, por lo que el agua disponible es limitada (Del Valle, 2018).

El agua es un recurso muy utilizado por los seres humanos para desarrollar sus actividades diarias, es por eso que durante los últimos años se ha producido una contaminación masiva de este recurso como consecuencia de su uso inadecuado,

además, el agua apta para la utilización antropogénica ha cambiado de lugar, haciéndose un recurso inaccesible, esto se debe a las inadecuadas prácticas ambientales, cuyo proceso incita a la evapotranspiración desmedida que contribuye al desplazamiento del agua a otras zonas de difícil acceso para los seres humanos (Del Valle, 2018).

Los árboles son los seres vivos encargados de conservar la humedad en los ecosistemas, asimismo, son los protagonistas de que los acuíferos incrementen la retención del agua pluvial, lo que permite que los manantiales se mantengan en las mejores condiciones ambientales. La tala desmedida de árboles ha generado impactos negativos en el medio ambiente, por lo que, en los últimos años en ciertos lugares, el agua se ha escaseado (Del Valle, 2018).

Los árboles son los organismos encargados de mantener la humedad en el ecosistema, también son responsables de aumentar la retención de agua de lluvia en el acuífero, esto mantiene así la fuente de agua en óptimas condiciones ambientales. La tala excesiva de árboles ha tenido un impacto negativo en el medio ambiente y ha sido la causa de escasez de agua en algunas zonas en los últimos años. La cobertura forestal es indispensable para regular las temperaturas y generar condiciones de humedad, esto permite la formación de acuíferos que permiten la floración de corrientes superficiales de agua (Del Valle, 2018).

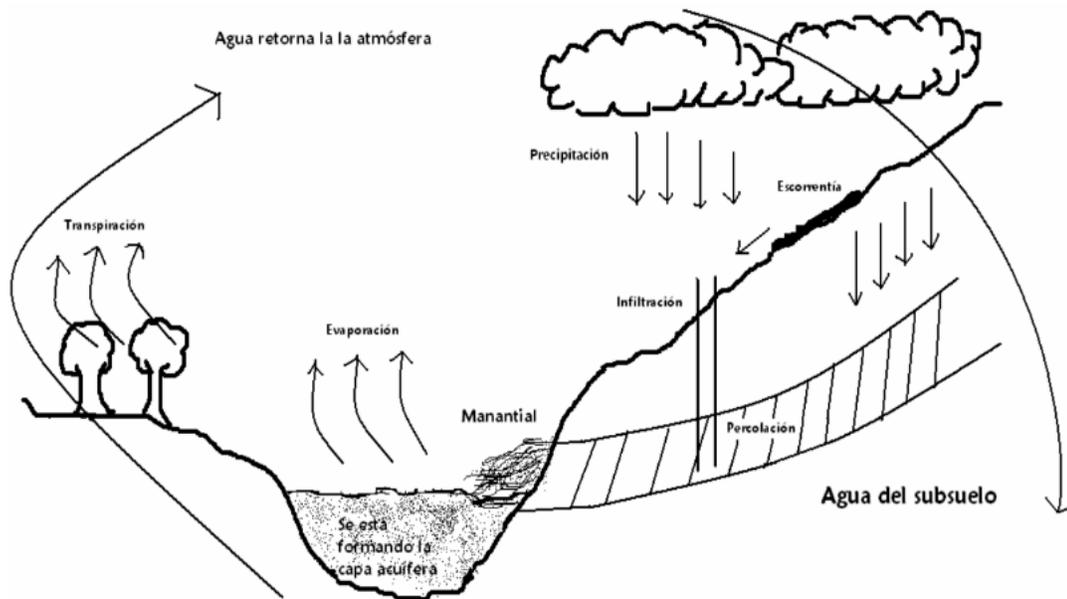
Ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico del agua es el medio por el que atraviesa el agua para que se lleve a cabo su respectiva distribución y circulación dentro el planeta Tierra a través de transformaciones, las cuales se encuentran relacionadas con las variaciones térmicas que se generan en los ecosistemas como consecuencia de la intervención de la energía generada por los rayos solares, estos fenómenos dan origen a las fases de evaporación,

condensación, precipitación, escorrentía e infiltración, las cuales son fundamentales para que se produzca el ciclo hidrológico (Del Valle, 2018).

El ciclo hidrológico del agua es el medio a través del cual el agua se propaga y circula dentro de la Tierra, el agua sufre transformaciones asociadas a cambios térmicos en los ecosistemas, por ejemplo como resultado de la intervención de la energía generada. , las etapas de condensación, precipitación, escorrentía e infiltración, que son la base del ciclo hidrológico (Del Valle, 2018).

Figura 1. Ciclo del agua



Fuente: Aguilar Ruiz, P., octubre de 2007

El agua pasa por una serie de transformaciones, las cuales se encuentran relacionadas con la temperatura del entorno, esto permite que el agua de las grandes masas de agua superficial se evaporen y comiencen a ascender a la atmósfera en forma de vapor de agua, esto permite la formación de nubes, estas al condensarse permiten la precipitación pluvial, la cual puede caer de forma líquida o sólida, cuya situación depende de la temperatura a la que el agua se exponga, posteriormente el agua se

escurre por toda la superficie terrestre o bien puede infiltrarse, lo que permite la generación de masas de agua subterráneas denominadas acuíferos (Del Valle, 2018).

La energía térmica originada por los rayos solares que ingresan al planeta son los principales causantes de las variaciones que pueda presentar el agua en el ecosistema, además el grado de vegetación que haya en el lugar también incide en las transformaciones del agua, debido a que a mayor vegetación exista, mayor será el grado de humedad por lo que la energía solar se reducirá, esto permitirá que la evapotranspiración se reduzca, esto se reflejará a través de la conservación de las masas de agua tanto superficiales como subterráneas (Del Valle, 2018).

Agua potable

El agua potable es aquella que puede ser utilizada para el consumo humano, sin que repercuta ningún tipo de daño al organismo de las personas que lo utilicen, para que el agua se considere potable debe de cumplir con los parámetros establecidos en la Norma COGUANOR NTG 29001, en la cual se definen los límites permisibles de los parámetros organolépticos, químicos y microbiológicos (COGUANOR, 2013).

Para asegurar la potabilidad del agua se deben de aplicar una serie de estudios basados en la Normativa COGUANOR NTG 29001 según las recomendaciones por el laboratorio a desarrollar los análisis, entre ellos se encuentran: los análisis físico-químico y microbiológico, los cuales se efectúan en muestras de agua. En el caso de los proyectos de abastecimiento de agua potable, las muestras a analizar son extraídas de las fuentes naturales que servirán para abastecer al sistema (COGUANOR, 2013).

El agua potable es un recurso natural indispensable para los seres humanos, puesto a que su consumo no representa ningún tipo de riesgo que pueda perjudicar la salud, además, es utilizado para el desarrollo de todas las actividades sanitarias en cualquiera

de sus modalidades, con el objeto de garantizar entornos saludables, que permitan evitar el desarrollo de enfermedades gastrointestinales (COGUANOR, 2013).

El agua potable es utilizada para el desarrollo de las actividades cotidianas de las personas tanto de higiene personal como de limpieza, ya que es el fluido que contiene las características físicas necesarias para la remoción de residuos de las diversas sustancias que generan condiciones desagradables, asimismo, en conjunto con desinfectantes permiten la eliminación de bacterias, virus y cualquier tipo de patógenos que puedan causar serios problemas en la salud (COGUANOR, 2013).

Calidad del agua

Las características físicas-químicas y microbiológicas son parámetros fundamentales en la determinación de la calidad del agua, debido a que, si estos parámetros se mantienen en sus rangos establecidos por la normativa, brindan la certeza de que no representará ningún riesgo para la salud de las personas que la consuman, además, presentará una sensación agradable a la hora de utilizarla (Monterroso Rodríguez, 2014).

La calidad del agua es un indicador que permite una evaluación minuciosa de las características físicas-químicas y microbiológicas del agua, con el objeto de establecer de que el agua se encuentre en sus condiciones ideales para que no repercuta ningún tipo de riesgo a la salud humana en su respectiva utilización, ya sea para su consumo humano o bien para el empleo de cualquier actividad antropogénica que se efectúe, es decir, la calidad del agua es un determinante para considerar la seguridad del agua apta para consumo humano (Monterroso Rodríguez, 2014).

Para evaluar la calidad del agua se extraen muestras de agua, las cuales se someten a minuciosos estudios de laboratorio, entre ellos los análisis físicos que permiten definir

el grado de partículas que se puedan contener en el agua, asimismo se efectúa los análisis químicos para analizar la composición de los elementos que se encuentren dentro del agua y, por último, se efectúan evaluaciones microbiológicas en las cuales se analizan la concentración de bacterias o patógenos de carácter biológico que pueda modificar la calidad del agua (Monterroso Rodríguez, 2014).

Para extraer las muestras de agua se debe de efectuar un lavado de manos con agua y jabón, este proceso debe de abarcar desde las manos hasta donde finalice el antebrazo, posteriormente se debe de utilizar recipientes con capacidad mínima de 100 ml, estos recipientes se abrirán de acuerdo a las instrucciones del fabricante de los recipientes, después de ser extraídas las muestras, estas deberán ser llevadas al laboratorio con minucioso cuidado en un lapso menor de dos horas para evitar alteración en los resultados, si para el transporte de la muestra se requiere un tiempo mayor, se deberá transportar las muestras en contenedores refrigerados (Monterroso Rodríguez, 2014).

Análisis físico

Este análisis determina las características físicas del agua las cuales son percibidas a través de los sentidos por medio del olor, color, sabor, el potencial hidrógeno, que determina la acidez o alcalinidad del agua; y la turbidez que es el efecto óptico que es consecuencia de la dispersión o interferencias de los rayos luminosos que pasan a través del agua, la que contiene pequeñas partículas en suspensión (Aguilar Ruiz, 2007).

Las condiciones organolépticas y físicas del agua detectadas por medio de los sentidos, tales como el grado de turbidez y los sólidos en suspensión, que se encuentren presentes en el agua, son características fundamentales en la determinación de la calidad del agua, para ello se efectúa un análisis físico que permita determinar si el agua se encuentra en sus límites aceptables (Aguilar Ruiz, 2007).

Los análisis físicos permiten evaluar el agua para descartar la presencia de sólidos, residuos en suspensión o cualquier fenómeno físico que pueda afectar las características organolépticas del agua, los cuales pueden alterar su calidad; si el agua no cumple con los estándares requeridos, se debe de realizar un tratamiento previo para garantizar el cumplimiento de los requerimientos establecidos para tal efecto (Aguilar Ruiz, 2007).

Las partículas que el agua pueda contener, pueden filtrarse en el agua por diversas causas que pueden ser propias de la naturaleza o por la intervención antropogénica, éstas condiciones, pueden obstruir las tuberías, asimismo pueden modificar la apariencia del agua, haciéndose que esta parezca desagradable ante los consumidores; es por ello que se debe evitar captar agua de fuentes expuestas a la intemperie, en todo caso, se debe de preferir el agua de nacimientos, en caso de que no se pueda tener acceso a estas fuentes, se debe de implementar tratamientos para garantizar una buena calidad del agua en cuanto a su composición física (Aguilar Ruiz, 2007).

Tabla 1. Características físicas y organolépticas presentes en el agua potable

Características	LMA	LMP
Color	5,0 u	35,0 u ^(a)
Olor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5,0 UNT	15,0 UNT ^(b)
Conductividad eléctrica	750 μ S/cm	1500 μ S/cm ^(d)
Potencial de hidrógeno	7,0-7,5	6,5-8,5 ^{(c)(d)}
Sólidos totales disueltos	500,0 mg/L	1000,0 mg/L

- (a) Unidades de color en la escala de platino-cobalto
- (b) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT)
- (c) En unidades de pH
- (d) Límites establecidos a una temperatura de 25° C

Fuente: COGUANOR, agosto de 2013

Análisis químico

El análisis químico permite la evaluación del agua para definir si el agua se encuentra entre los límites requeridos por los procesos de potabilización en relación a las concentraciones de materia mineral y orgánica que pueden estar presentes en el agua, así como controlar los procesos de tratamiento para evitar residuos de las sustancias utilizadas en los procesos de purificación (Aguilar Ruiz, 2007).

Las sustancias químicas como minerales y materia orgánica pueden ocasionar alteraciones negativas en la calidad del agua, por lo tanto, es necesario que las autoridades competentes realicen evaluaciones minuciosas y periódicas en el agua destinada al consumo humano y a cualquier actividad afín, para descartar con certeza las posibles contaminaciones que puedan representar riesgo alguno para la salud de los consumidores, debido a que las altas concentraciones de ciertos elementos químicos son altamente tóxicos para la salud humana (Aguilar Ruiz, 2007).

Tabla 2. Características químicas que debe contener el agua para consumo humano

Características	LMA (mg/L)	LPM (mg/L)
Cloro residual libre ^(a)	0,5	1,0
Cloruro (Cl ⁻)	100,0	250,0

Dureza Total (CaCO ₃)	100,0	500,0
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	100,0	250,0
Aluminio (Al)	0,050	0,100
Calcio (Ca)	75,0	150,0
Cinc (Zn)	3,0	70,0
Cobre (Cu)	0,050	1,500
Magnesio (Mg)	50,0	100,0
Manganeso total (Mn)	0,1	0,4
Hierro total (Fe) ^(b)	0,3	----
<p>a) El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social será el ente encargado de indicar los límites mínimos y máximos de cloro residual según sea necesario o en caso de emergencia.</p> <p>b) No se incluye el LMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo, el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMA.</p>		

Fuente: COGUANOR, agosto de 2013

Análisis microbiológico

El análisis microbiológico permite la evaluación de la presencia de coliformes totales y fecales que puedan estar presentes en el agua, debido a que la presencia de dichas bacterias son un indicador significativo del grado de contaminación del agua, asimismo, dicho análisis sirve de base para seleccionar el tipo de tratamiento a efectuar en el agua para su posterior potabilización (Barrios Ordoñez, 2019).

Las coliformes totales son un conjunto de bacterias que pueden llegar a generar contaminación en el agua, el origen de las mismas se deriva de residuos de carácter fecal, estas bacterias son muy dañinas para la salud humana, ya que son las principales causantes de la generación de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales en los seres humanos, es por ello, que son consideradas como un parámetro de evaluación para la determinación de la calidad del agua (Barrios Ordoñez, 2019).

Según COGUANOR (2013) en la Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR NTG 29001, establece que, para que el agua cumpla con los estándares de calidad en cuanto al enfoque microbiológico se refiere, el agua que se encuentra en el sistema de distribución destinada al consumo humano, se le deben extraer muestras mínimas de 100 ml, en las cuales no se debe de contar con la presencia de coliformes totales y E. Coli, en caso contrario, el agua se considerará como contaminada, por lo que se le deberá de aplicar los tratamientos necesarios, hasta que se descarte su presencia.

Tabla 3. Valores microbiológicos de referencia del agua para consumo humano

Microorganismos	Límite Máximo Permisible
Agua para consumo directo Coliformes totales y E. Coli	No deben ser detectable en 100 ml de agua
Agua tratada en el sistema de distribución Coliformes totales y E. Coli	No deben ser detectables en 100 ml de agua
Agua tratada en el sistema de distribución Coliformes totales y E. Coli	No deben ser detectables en 100 ml de agua

Fuente: COGUANOR, agosto de 2013

Topografía

La topografía es la ciencia que se encarga de describir la superficie terrestre a través de una serie de coordenadas, para su efecto se emplean métodos tecnológicos y matemáticos especialmente de la trigonometría y la geometría analítica, para definir la posición relativa y absoluta de los puntos que conforman las coordenadas. La topografía se emplea para efectuar mediciones o bien recopilar los datos sobre los niveles que se presentan en la superficie terrestre (Wolf & Ghilani, 2016).

La topografía es la ciencia que se encarga de estudiar la forma que presenta la superficie terrestre, es importante resaltar que, los estudios topográficos se encuentran limitados a estudiar extensiones pequeñas, para grandes extensiones se hace uso de los principios que rige la Geodesia, en la cual se toma en cuenta la curvatura del planeta Tierra. En la topografía se utiliza herramientas matemáticas y tecnológicas, para levantar la información numérica que permita describir la geometría que conforma la corteza terrestre; la topografía es muy utilizada en los proyectos de arquitectura e ingeniería, especialmente en la Ingeniería Civil (Wolf & Ghilani, 2016).

La topografía se limita a estudiar áreas menores o iguales a 40 kilómetros cuadrados, pasada dicha área se debe de tomar en cuenta la curvatura de la tierra, para ello se hace uso de las herramientas pertenecientes a la geodesia. Para el estudio de la superficie terrestre, la topografía se encuentra dividida en dos ramas importantes, entre ellas se encuentra la planimetría y la altimetría (Wolf & Ghilani, 2016).

Planimetría

La planimetría es la rama de la topografía que se encarga del estudio de los procesos matemáticos que permiten describir y proyectar las características de una superficie en dos dimensiones a través de un sistema de coordenadas. La planimetría estudia la proyección plana de una superficie terrestre, en sus procedimientos desprecia los

desniveles de la superficie terrestre, su aplicación se lleva a cabo en la representación de una superficie terrestre a través de planos de registro (Aguirre Escobar, 2019).

La planimetría es la parte de la topografía que se encarga de describir la superficie de la corteza terrestre, en este tipo de estudio se desprecian las irregularidades altimétricas que pueda contener el terreno, es decir, se desprecian las variaciones de altura o diferenciales de cota que conforman la geometría del terreno, estas son originadas por diversos fenómenos naturales a los que se expone la corteza terrestre (Wolf & Ghilani, 2016).

Altimetría

La altimetría es la parte de la topografía que se encarga de estudiar los relieves o accidentes geográficos que pueda contener un terreno, para ello hace uso de cotas que representan los desniveles respectivos; es muy útil en los proyectos de carreteras, sistemas de agua potable, sistemas de alcantarillado sanitario, urbanizaciones y demás proyectos de obra civil que requiera del conocimiento del relieve de la superficie terrestre (Aguirre Escobar, 2019).

La altimetría es un área de la topografía que se encarga de estudiar las variaciones de altura que un terreno pueda contener, en los proyectos de agua potable es fundamental conocer la información altimétrica de la zona por donde ha de pasar el sistema de tuberías, es por eso que se efectúan levantamientos topográficos altimétricos a fin de obtener perfiles topográficos, los cuales contendrán la información topográfica necesaria para efectuar los diseños hidráulicos del sistema (Aguirre Escobar, 2019).

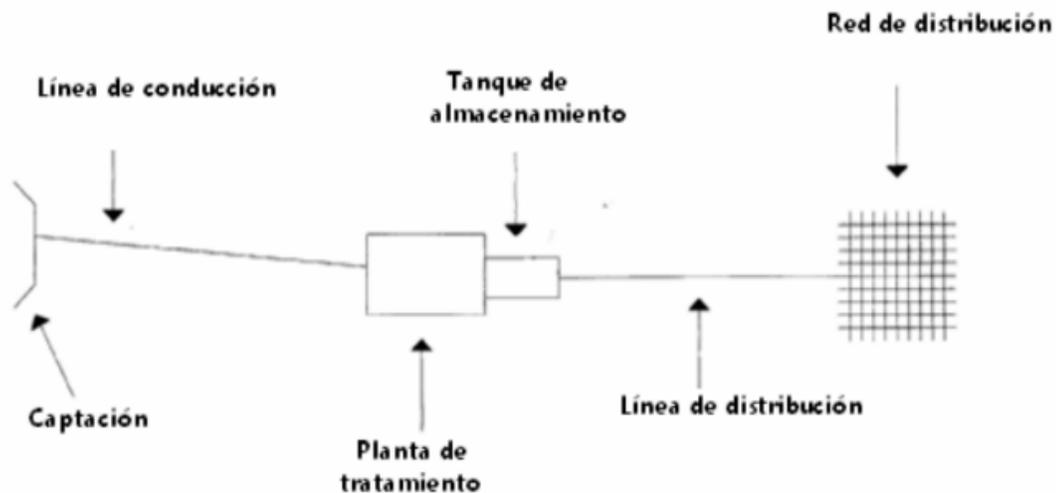
Sistema de abastecimiento de agua potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de tuberías interconectadas entre sí por medio de accesorios e infraestructuras que permiten por medio de líneas de conducción, trasladar el agua desde la captación hacia un tanque

de distribución, en donde se almacena el agua, posteriormente se le aplica tratamientos de potabilización conforme a las disposiciones regidas por la normativa correspondiente, para luego a través de una red de distribución, pueda ser distribuida a la población beneficiada (Aguilar Ruiz, 2007).

En un sistema de agua potable se utilizan válvulas de distinta naturaleza y accesorios que permitan controlar el flujo del agua y contrarrestar ciertos fenómenos, estas deben de protegerse mediante cajas especiales. De acuerdo a las particularidades topográficas propias de la corteza terrestre donde se prevé la superación de las presiones máximas permitidas, se deberá de instalar cajas rompe presión para poner en contacto el agua con la presión atmosférica, con el objetivo de eliminar la presión interna, y por ende iniciar un nuevo tramo de tuberías (Aguilar Ruiz, 2007).

Figura 2. Componentes de un sistema de agua



Fuente: Aguilar Ruiz, P., octubre de 2007

Los sistemas de agua potable de acuerdo a su naturaleza, pueden trabajar por gravedad, por bombeo o de forma mixta. Se recomienda que siempre se deba optar por los sistemas que trabajen exclusivamente por gravedad, ya que estos tienden a ser muy económicos con respecto a su operación, por otra parte, los sistemas de bombeo

generan costos económicos extras, puesto a que se tiene que emplear la utilización de energía mecánica artificial tales como energía eléctrica o combustible para su respectivo funcionamiento (Aguilar Ruiz, 2007).

Los sistemas mixtos de agua potable, son aquellos que de acuerdo a las particularidades topográficas condicionadas por la superficie terrestre donde se encuentra instalado el sistema, utilizan la energía mecánica otorgada por la gravedad en conjunto con la energía artificial, para poder ejecutar sus funciones de diseño que contribuyen al funcionamiento consistente en la prestación del servicio de agua potable hacia los usuarios que la demanden (Aguilar Ruiz, 2007).

Fuente de agua

La fuente es el mecanismo natural que provee el agua necesaria a un sistema de agua potable, para que se produzca la captación mediante estructuras especiales, posteriormente el agua se conduce a un tanque de distribución en el cual se le efectúa un tratamiento de potabilización y por último se distribuye en cantidad y calidad suficiente para que no represente ningún riesgo a la salud humana, con el objeto de abastecer a la población de una forma eficaz y eficiente (Chávez Roca, 2017).

Las fuentes naturales de agua son los principales puntos hídricos que alimentan un sistema de agua potable, estos pueden ser causes o manantiales, para proyectos de agua potable se recomienda utilizar fuentes de manantiales, ya que estos por provenir de un acuífero, se encuentran debidamente protegidos de las posibles contaminaciones que se puedan originar en el entorno (Aguilar Ruiz, 2007).

En un sistema de abastecimiento de agua potable, las fuentes naturales de agua que se encuentran en de forma natural en los ecosistemas, son el componente principal del sistema, ya que le provee el agua para que por medio de componentes y accesorios hidráulicos sea conducida y entregada finalmente a la población que resulte

beneficiada por parte del proyecto para su abastecimiento respectivo, para definir la fuente se deben de realizar estudios hidrológicos para conocer la capacidad de la fuente con el objeto de verificar la viabilidad de la misma (Aguilar Ruiz, 2007).

Al momento de seleccionar una fuente hídrica con intenciones de destinarla para abastecer a una población, se deben de hacer evaluaciones preliminares de forma minuciosa, para cerciorarse de que no haya ningún medio de contaminación que pueda afectar la calidad del agua, asimismo se debe de verificar que no existan riesgos naturales que puedan estropear el sistema (Aguilar Ruiz, 2007).

Manantial

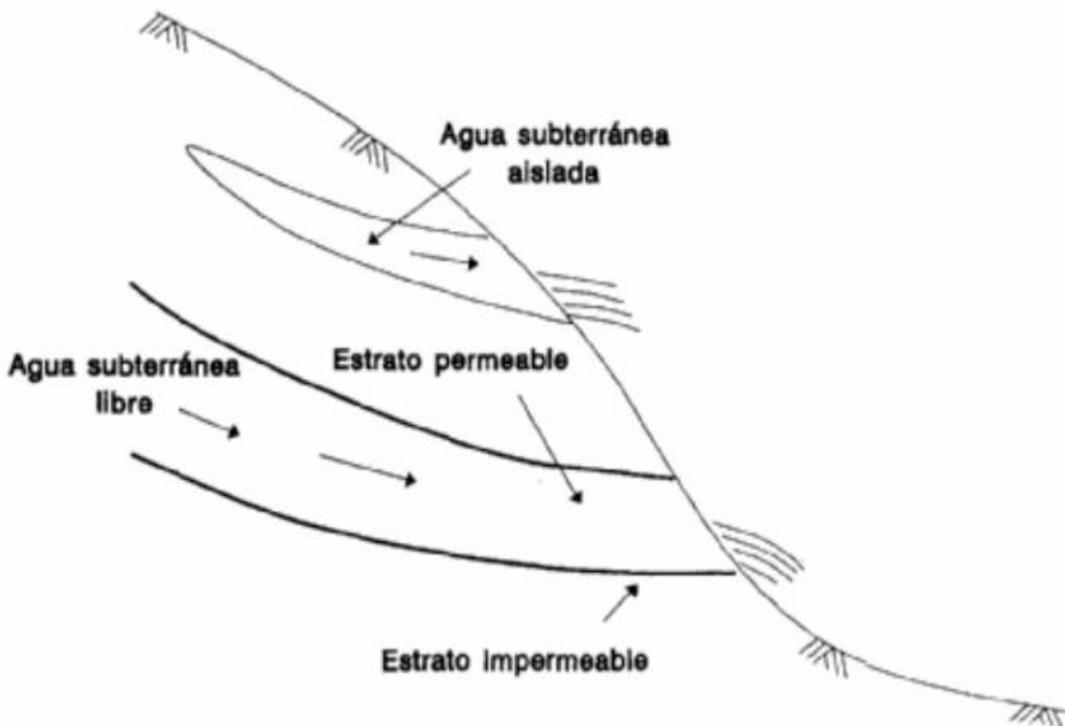
Los manantiales son fuentes de agua que brotan en ciertas áreas de una cuenca, este tipo de agua proviene directamente de acuíferos no confinados. “El tipo de fuente más recomendada es la de los manantiales, esta puede estar ubicada en una quebrada de un terreno y se obtiene al momento de que el agua brota del suelo” (Aguilar Ruiz, 2007). El agua de los manantiales al estar protegidas por los estratos terrestres, filtran cualquier tipo de contaminación que el agua superficial pueda presentar.

Un manantial es un brote superficial de agua por medio de una afloración, esta agua proviene naturalmente de los acuíferos no confinados, los manantiales son las fuentes naturales de agua que más se recomiendan en los proyectos de abastecimiento de agua potable, puesto que estas al estar contenidas por debajo de la corteza terrestre, se encuentran protegidas por los estratos de la tierra de las diversas fuentes de contaminación (Aguilar Ruiz, 2007).

Los manantiales son fuentes de agua que brotan de la superficie terrestre o de rocas, este tipo de agua proviene de almacenamientos subterráneos de agua que se han generado como producto de la infiltración del agua pluvial, este tipo de agua aflora a

la superficie y crea escurrimientos superficiales de agua en cualquier época del año, su caudal depende del grado de vegetación que pueda existir en la zona adyacente, debido a que entre mayor vegetación exista en un el lugar, mayor será el grado de retención de agua pluvial (Aguilar Ruiz, 2007).

Figura 3. Aguas de manantiales



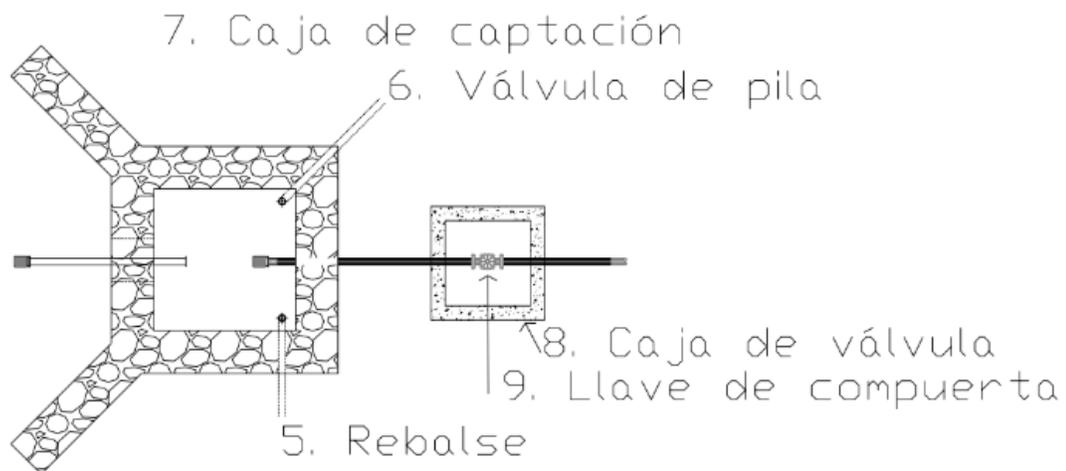
Fuente: Aguilar Ruiz, P., octubre de 2007

Captación

La captación es un tipo de estructura hidráulica de ingeniería, que tiene como función extraer y contener el agua derivada de las fuentes naturales que abastecen el sistema para su posterior uso. El agua proveniente de las fuentes naturales de la cuenca es captada mediante estructuras de captación con el objetivo de almacenar y luego suministrar el agua de forma eficiente para que sea transportada a las estructuras posteriores, a través de líneas de conducción (Aguilar Ruiz, 2007).

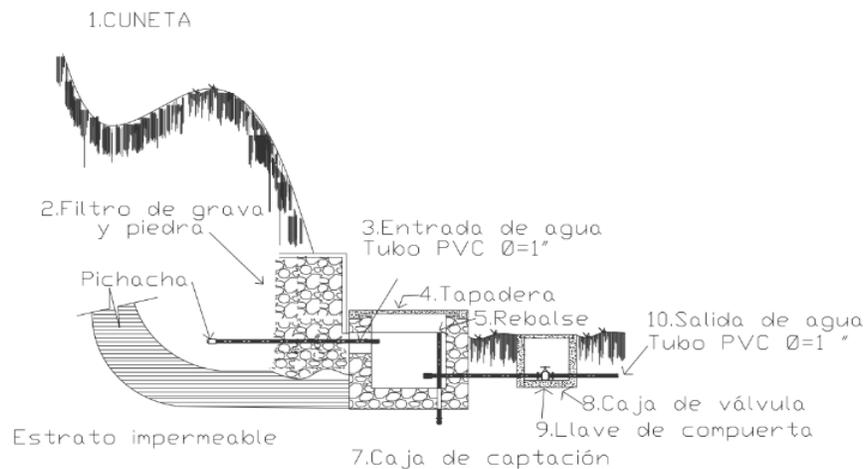
La captación es una estructura hidráulica que tiene como función contener el agua provista por la fuente natural de agua, para luego a través de un sistema de conductos cerrados transportarla hacia tanques de distribución. Por lo general este tipo de estructuras se deben de proteger de las escorrentías superficiales a través de cunetas en la parte superior, además se debe de colocar cercas perimetrales para evitar el ingreso de intrusos que puedan afectar el sistema (Aguilar Ruiz, 2007).

Figura 4. Planta de captación típica



Fuente: Zamora Jolon, S., abril de 2007

Figura 5. Perfil de captación típica



Fuente: Zamora Jolon, S., abril de 2007

La captación es el componente inicial de un sistema de abastecimiento de agua potable, de acuerdo a su naturaleza y tipología, permite extraer el agua de la fuente para luego suministrarla a través de conductos y/o accesorios hidráulicos hacia los demás elementos que componen el sistema. Es importante recalcar que, en todo caso, se debe de proteger el entorno adyacente en donde se encuentra instalada captación para evitar cualquier problema de contaminación o daños en las estructuras externas de las obras de captación que se puedan originar ya sea por factores naturales o por intervención humana (Aguilar Ruiz, 2007).

Período de diseño

El período de diseño es la medida del tiempo en años, en el cual el proyecto funcionará con su máxima efectividad. “Es el tiempo para el cual se considera que el diseño de un acueducto o sistema de agua potable será funcional y cumplirá con su cometido (abastecer de agua a una comunidad) con eficiencia” (INFOM & MSPAS, 2011). Después de haberse cumplido el período de diseño, el sistema seguirá en su respectivo funcionamiento, pero con una capacidad reducida.

Tabla 4. Período de diseño

Tipo de estructura	Período de diseño (años)
Obras civiles	20
Equipos mecánicos	5-10

Fuente: elaboración propia, basada en la Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano propuesta por INFOM y MSPAS en noviembre de 2011

La reducción de la eficiencia de un sistema de agua potable, se debe a varios factores, entre ellos: el desgaste o deterioro de los materiales de los cuales se encuentra conformado el sistema, es por ello que se debe de tomar en cuenta la vida útil de cada material en particular; el crecimiento de la demanda del agua a lo largo del tiempo

como consecuencia del incremento poblacional y el deterioro ambiental del ecosistema, debido a que a mayor cantidad de personas exista en el área de influencia en el proyecto, mayor serán los consumos que se efectúen por parte de la población (INFOM & MSPAS, 2011).

Una vez considerado el tiempo en el cual el sistema funcionará en su máxima eficiencia, de acuerdo al análisis hidrológico efectuado, la demanda hídrica planteada y la vida útil de los materiales a intervenir en el sistema, se recomienda sumar de uno a dos años más debido a las gestiones administrativas que conllevará la ejecución del proyecto, debido a que se debe de seguir una serie de procesos burocráticos, de esta manera se obtendrá el período de diseño, el cual permitirá que la población se encuentre abastecida de forma eficiente a lo largo de la vida útil del proyecto (INFOM & MSPAS, 2011).

Tabla 5. Vida útil de materiales

Material	Vida útil (aproximada)
Tubería PVC	Más de 30 años
Válvulas	Depende del uso y mantenimiento
Equipos de bombeo	10 años o menos

Fuente: Aguilar Ruiz, P., octubre de 2007

Dotación

La dotación es la magnitud que expresa la dosis de agua que una persona promedio consume a lo largo de un día. La dotación en los proyectos de abastecimiento de agua potable es de vital importancia en los diseños hidráulicos, además de acuerdo los valores asumidos en la dotación, se procederá a realizar los análisis hidrológicos para analizar si la fuente es capaz de satisfacer las demandas de la población; en situaciones

donde la fuente provee un caudal bajo, las dotaciones también deberán ser bajas, la dotación depende directamente del caudal de la fuente, los niveles de vida, el clima, las condiciones sociales y económicas, entre otras (INFOM & MSPAS, 2011).

En efecto, la dotación es la medida del consumo de agua en litros, que una persona en promedio podría utilizar para el desarrollo de sus actividades diarias en un día en concreto de acuerdo a su contexto socio-económico, este dato es fundamental para desarrollar los análisis de los caudales, cuyos resultados permiten el diseño hidráulico para garantizar la máxima eficiencia del sistema, tanto en satisfacción de necesidades como en materia de economía (INFOM & MSPAS, 2011).

Lo ideal es tener datos sobre el consumo de agua en una población para definir su respectivo comportamiento, pero la realidad es que en la mayoría de los casos no existe dicha información, por lo que el diseñador debe de tomar la decisión de seleccionar las dotaciones propuestas en las normas correspondientes acorde a la realidad a la que se encarará el proyecto, para dicha elección se debe de tomar en cuenta las condiciones de vida, climáticas y el tipo de actividades a desarrollar en el área de estudio (INFOM & MSPAS, 2011).

Tabla 6. Dotación de agua para consumo humano

Descripción	Dotación l/hab/día
Servicio a base de llena cántaros exclusivamente	30-60
Servicio mixto de llena cántaros y conexiones prediales	60-90
Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda	60-120

Servicio de conexiones intradomiciliares con opción a varios grifos por vivienda	90-170
Servicio de pozo excavado o hincado con bomba manual mínimo	20
Servicio de aljibes	20

Fuente: elaboración propia, basada en la Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano propuesta por INFOM y MSPAS en noviembre de 2011

Crecimiento poblacional

El término crecimiento poblacional se refiere al aumento de la cantidad de personas que viven en un territorio específico. Las poblaciones a nivel mundial crecen aceleradamente, aunque en cada país hay datos de crecimiento poblacional diferentes. Desde 1960 la población se ha duplicado y ha pasado de 3 021 millones de habitantes, a más de 6 100 millones en la actualidad (Santillana, 2013).

En todo tipo de población, la cantidad de habitantes se incrementa con respecto al tiempo, debido a la natalidad que puede estar vinculada a un entorno geográfico; el crecimiento poblacional depende en cierta forma de diversos aspectos sociales entre ellos: la educación, condiciones económicas, acceso a educación en materia de salud, creencias religiosas, la cultura, entre otras. En la sociedad el número de habitantes aumenta con el tiempo, debido a que la tasa de natalidad puede estar relacionada con la geografía, puesto a que en ciertos puntos geográficos las condiciones económicas y culturales son predominantes en natalidad (Santillana, 2013).

El número de habitantes que habita en un determinado territorio depende directamente del comportamiento de las condiciones sociodemográficas, entre ellos la tasa de natalidad, de mortalidad, y los factores económicos, debido a que a la falta de oportunidades de empleo las personas migran hacia otros lugares en busca de mejorar

sus condiciones económicas y por tanto su calidad de vida. El número de personas que viven en una zona específica depende directamente del comportamiento de las condiciones sociodemográficas, por ejemplo la migración a otros lugares en busca de mejora económica debido a la falta de oportunidades laborales (Malouf Sierra, 2018).

El número de habitantes de un país determinado depende del tipo de recursos que exista, por lo general, entre mayor cantidad de recursos haya en un territorio, mayor será la tasa de natalidad existente, puesto a que las personas no tendrán limitantes para satisfacer las necesidades básicas de los miembros de la familia que integren cada hogar, ya que existirá alimentación y espacio suficiente que garantice condiciones de vida aceptables, por lo que los nacimientos tendrán un incremento sustancial (Santillana, 2013).

Por otra parte, el incremento de la población es un factor social que resulta perjudicial en un país, debido a que se genera una sobreexplotación de los recursos naturales, si la explotación de los recursos naturales por parte de la población supera la capacidad que tiene la naturaleza para producir dichos recursos, se crea una degradación en el medio ambiente, por lo que los recursos tienden a agotarse, esto genera un incremento sucesivo del costo de la canasta básica, lo que da origen a otros problemas sociales como lo son la delincuencia, que afectan seriamente la calidad de vida de la población en general (Santillana, 2013).

Población futura

Para determinar la posible cantidad de personas que habitarán en un determinado lugar en un cierto período de años en el futuro, se efectúa una proyección basada en el método geométrico, el cual es una alternativa que toma en cuenta variables estadísticas del comportamiento de la población, además, es el método que más se ajusta al crecimiento poblacional del país (INFOM & MSPAS, 2011).

El método geométrico toma en cuenta la tasa de crecimiento poblacional del departamento a convenir, la cual determina el comportamiento del crecimiento de la población, esta información es suministrada por el Instituto Nacional de Estadística INE, para definir de una manera aproximada el posible número de habitantes que pueda llegar habitar en un lugar determinado. El INE, es la institución perteneciente al Estado de Guatemala cuya función es levantar toda la información necesaria para hacer los análisis estadísticos del país (INFOM & MSPAS, 2011).

Estudio hidrológico

El estudio hidrológico es un análisis que se hace en la fuente natural de agua, su principal objetivo es determinar si la misma es capaz de satisfacer el caudal demandado. “Consiste en conocer la fuente de captación que proveerá del recurso hídrico a la población beneficiaria. De no tener resultados satisfactorios se tendrá que buscar otra opción para abastecer a los habitantes del lugar” (Vásquez Orón, 2017). La fuente debe de ser capaz de proveer el caudal requerido por parte de la población, caso contrario se deberá buscar otra alternativa que resulte viable.

El estudio hidrológico es un análisis que se efectúa en la fuente con el objeto de definir si la fuente es capaz de satisfacer la demanda hídrica en una población determinada, para ello se hacen una serie de aforos, el más común en el medio es el aforo por el método volumétrico, el cual consiste en determinar el caudal mediante el uso de las variables volumen y tiempo. Si la fuente no es capaz de satisfacer la demanda de agua, se debe desechar la fuente y buscar otra opción para llevar a cabo el proyecto (Vásquez Orón, 2017).

Aforo

El aforo no es nada más que el acto de medir la cantidad de agua que una fuente es capaz de suministrar en un período de tiempo, este es un estudio hidrológico muy

utilizado en el diseño de proyectos de abastecimiento de agua potable, su propósito fundamental es determinar si la fuente es capaz de poder generar la cantidad de agua requerida por parte de la población, se recomienda realizar los aforos en épocas de estiaje, para garantizar la seguridad de abastecer de agua potable a la población en cualquier época del año, especialmente en las épocas de mayor sequía (Vásquez Orón, 2017).

La época de estiaje, comúnmente conocida como verano, es la temporada del año en la cual las temperaturas cogen un incremento progresivo, debido a que se tiene mayor incidencia de la radiación solar, por lo que se incrementan los niveles de evaporación del agua y evapotranspiración por parte de la flora, esto causa que los niveles de agua de cualquier fuente se reduzcan significativamente (Vásquez Orón, 2017).

Factores de consumo

Los factores de seguridad son aquellos coeficientes numéricos adimensionales que afectan los valores provistos por parte de los diseños hidráulicos en los sistemas de agua potable, su objetivo principal radica en garantizar con mayor certeza de que la población estará abastecida de agua potable en cantidad y calidad suficiente todos los días del año las 24 horas del día (Barrios Diego, 2019).

Los consumos de agua potable no son constantes, debido a que existe variabilidad en los consumos a lo largo del día, es por esto que a aplicación de los factores de seguridad es de vital importancia, de esta forma se tendrá la seguridad de que el sistema de agua será eficiente en cualquier época del año, lo que permitirá satisfacer la demanda de agua requerida por parte de la población. Para la utilización de los factores de seguridad, se debe de tomar en cuenta los registros que se pueda originar por parte de la población, en caso de no contar con dichos registros, se deberá recurrir a los factores de seguridad establecidos en la norma correspondiente (Barrios Diego, 2019).

Factor máximo diario

Es el coeficiente que permite el incremento del caudal máximo diario, debido a que el gasto de agua no es el mismo en las diferentes épocas del año, ya que en la época de invierno se consume menos agua que en la época de verano debido a que las personas tienden a alejarse de las condiciones que provean humedad, mientras que con el incremento de la temperatura durante el verano, las personas tienden a incrementar el consumo de agua, debido a que necesitan una constante hidratación y regulación de la temperatura corporal (INFOM & MSPAS, 2011).

En la época de invierno se producen bajas temperaturas, por lo que la población se limita a utilizar el agua para el desarrollo de sus actividades diarias, es por eso que baja el consumo de agua considerablemente, por otra parte, en las épocas de verano es donde el incremento del consumo de agua por parte de la población toma un auge significativo, debido a que se presentan altas temperaturas, por lo que las personas hacen uso del agua constantemente para hidratarse o bien para mantener la temperatura corporal en las condiciones requeridas (INFOM & MSPAS, 2011).

Tabla 7. Factor máximo diario

Cantidad de habitantes	Factor máximo diario FMD
Poblaciones futuras menores de 1000 habitantes	1.2-1.5
Poblaciones futuras mayores de 1000 habitantes	1.2

Fuente: elaboración propia, basada en la Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano propuesta por INFOM y MSPAS en noviembre de 2011

Factor máximo horario

El factor máximo horario es el valor numérico adimensional que permite el incremento del caudal, para contrarrestar la variabilidad que pueda ocurrir en el

consumo de agua por parte de la población en un día, su objetivo principal radica en garantizar que toda la población esté abastecida de forma eficiente, de tal manera que pueda satisfacer todas sus necesidades (Barrios Diego, 2019).

El consumo del agua no es el mismo durante el día, este sufre variaciones significativas, puesto a que en ciertas horas, la mayoría de las personas no hacen uso del agua, debido a que se mantienen en sus ocupaciones respectivas; las horas de mayor consumo de agua se presentan en las primeras horas de la mañana, ya que las personas tienden a realizar sus actividades de aseo personal o bien preparan sus alimentos, las horas donde se tienen alto impacto en el consumo se relaciona con los horarios de la ingesta de alimentos y de la higiene personal (Barrios Diego, 2019).

El consumo de agua no es el mismo a lo largo del día, varía mucho porque la mayoría de las personas no utilizan el agua en determinados momentos por seguir involucrados en sus actividades. El mayor consumo de agua es en las primeras horas de la mañana, debido a que las personas tienden a realizar actividades de higiene personal o cocinar, el horario que tiene mayor impacto en el consumo de agua está relacionado con el tiempo de descanso y la higiene personal (Barrios Diego, 2019).

Por motivos de la variabilidad que pueda ocurrir a lo largo de ciertos periodos de tiempo durante el día en el sistema de agua potable, por diversas razones propiamente de los habitantes que hacen uso del sistema para satisfacer sus necesidades, se debe de aplicar factores de seguridad que permitan garantizar con alta certeza de que el caudal máximo horario utilizado en la fase del diseño hidráulico de las líneas de distribución, sea el adecuado para satisfacer de manera eficiente las demandas de agua por parte de la población a servir (Barrios Diego, 2019).

Debido a que los sistemas de agua potable pueden cambiar en ciertos momentos del día y por diversas razones específicas de la población que utiliza el sistema para sus

propias necesidades, se deben aplicar factores de seguridad para garantizar un factor de seguridad alto. El caudal máximo horario utilizado durante la etapa de diseño hidráulico del ducto es suficiente para satisfacer efectivamente la demanda de agua de la población objetivo (Barrios Diego, 2019).

Tabla 8. Factor máximo horario

Cantidad de habitantes	Factor máximo horario FMH
Poblaciones futuras menores de 1000 habitantes	2.0-3.0
Poblaciones futuras mayores de 1000 habitantes	2

Fuente: elaboración propia, basada en la Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano propuesta por INFOM y MSPAS en noviembre de 2011

Caudales

Un caudal es la cantidad de agua que pasa por una sección transversal en una unidad de tiempo, este valor es indispensable en los diseños hidráulicos para definir el diámetro de las tuberías a utilizar, asimismo, para definir la tipología o geometría de cada uno de los componentes del sistema de agua potable; el valor de los caudales depende directamente de las relaciones matemáticas obtenidas a partir de la dotación, el estudio hidrológico y la población futura a servir. El caudal es la cantidad de agua que pasa a través de una sección transversal por unidad de tiempo. Este valor permite determinar el diámetro de las tuberías (INFOM & MSPAS, 2011).

Cabe destacar que un caudal es la cantidad de agua que pasa por una sección transversal en una unidad de tiempo, por lo tanto, es un parámetro fundamental en el diseño hidráulico, ya que permite definir correctamente el tamaño del diámetro de las tuberías, así como también el diseño de las infraestructuras hidráulicas a emplear en la operación del sistema. El caudal también puede definirse como el volumen o cantidad de agua que pasa por la sección transversal de un conducto, este puede ser una tubería o conjunto de las mismas. (INFOM & MSPAS, 2011).

Caudal medio diario

El caudal medio diario es la porción promedio de agua que consume una población en un día. “Es la cantidad de agua que consume la población durante un día, la cual se obtiene como promedio de los consumos diarios durante un año; se calcula en función de la población futura a servir” (Aguirre Escobar, 2019). El caudal medio diario se encuentra directamente relacionado con el número de habitantes que habitarán en un determinado lugar.

El caudal medio diario es el consumo de agua realizado por los habitantes de un lugar en concreto, este hace referencia al promedio de los gastos de agua efectuados a lo largo de un año por parte de los usuarios que resultan beneficiados mediante la aplicación del proyecto, este tipo de caudal es directamente proporcional al número de habitantes que pueden llegar a habitar en un lugar en el futuro, debido a que entre mayor sea la población futura, mayor será el valor que se obtendrá al realizar el cálculo del caudal medio diario.

Caudal máximo diario

El caudal máximo diario es el consumo máximo que se produce a lo largo de un día en un lapso de un año, este caudal es utilizado para el diseño hidráulico de la línea de conducción de un sistema de agua potable, su función principal es la de cuantificar el gasto máximo de agua para dimensionar las tuberías y artefactos hidráulicos en el sistema (Aguirre Escobar, 2019).

Si no se toma en cuenta el caudal máximo diario en el diseño de la línea de conducción, se presentarán problemas hidráulicos, que pueden ser protagonistas en causar deterioro prematuro en las tuberías o en los accesorios del sistema hidráulico debido a la sobre presión o debido a los sedimentos, esto afectaría seriamente la eficiencia del sistema e incluso podría llegar a estropear por completo todo el sistema hidráulico, lo que representaría costos innecesarios (Aguirre Escobar, 2019).

Caudal máximo horario

El caudal máximo horario es utilizado en el diseño de la red de distribución, este tiene como función definir el gasto máximo de agua que se puede llegar a producir en una determinada hora del día por parte de la población en un lapso de tiempo de un año, de acuerdo a los valores obtenidos en este análisis se procede a efectuar el dimensionamiento de los diámetros de las tuberías y accesorios afines que permitan garantizar eficiencia en la prestación del servicio (Aguirre Escobar, 2019).

Es importante utilizar el caudal máximo horario para el diseño de distribución, de lo contrario se presentarán averías en el sistema hidráulico, lo que conllevará constantemente a gastos económicos innecesarios, hasta que se efectúe un buen diseño hidráulico que atienda los consumos máximos que se puedan producir por parte de la población en la hora de máximo consumo (Aguirre Escobar, 2019).

Longitudes de las tuberías

Las longitudes de los ramales que abastecerán al sistema de agua se obtienen a partir del levantamiento topográfico, es importante resaltar que las tuberías que se encuentran instaladas de forma subterránea tienden a seguir el perfil altimétrico del terreno, por lo que las longitudes son mucho mayores a las planteadas en el levantamiento topográfico, es por ello que se recomienda utilizar un factor de seguridad que varía entre el cinco y el 10 por ciento (Aguilar Ruiz, 2007).

La determinación de la longitud de un ramal en un sistema de agua potable, es de suma importancia, ya que su conocimiento permitirá desarrollar los procesos de cuantificación de la cantidad de tubos que sean requeridos por el sistema, de esta manera se podrá saber cuántos tubos de cierto diámetro se requerirán en el sistema para poder poner en marcha el servicio, sin embargo, en la realidad es muy difícil saber este dato con exactitud, por lo que se recomienda afectar la longitud obtenida

del levantamiento topográfico contenidos en las plantas o perfiles de los respectivos ramales por un factor de seguridad (Aguilar Ruiz, 2007).

La longitud que proporcionan los perfiles y plantas de cada uno de los ramales que se encuentran contenidos en los planos topográficos que conforman el proyecto, tiene un diminuto desfase con respecto a la longitud de tuberías que se ocupará en el diseño hidráulico, por lo que, para garantizar seguridad en los cálculos efectuados, tanto en el área hidráulica como económica, se le debe aplicar un factor de seguridad, que permita compensar la variación que se pueda generar de longitudes entre las tuberías y el perfil del terreno (Aguilar Ruiz, 2007).

Debido a las variaciones en las longitudes que se tienen en la planificación y las longitudes reales del terreno, se deberá de calcular la longitud multiplicado por un factor de seguridad que será del cinco al 10 por ciento, este procedimiento permitirá garantizar de que la tubería calculada sea la requerida por parte del sistema de abastecimiento de agua potable que se desee trabajar (Aguilar Ruiz, 2007).

Diámetro de tuberías

El diámetro es una medida que se utiliza en la determinación de la medida de la sección circular de una tubería, su cálculo depende de los análisis hidráulicos. “Dependerán de las razones hidráulicas o económicas del diseño. El diámetro no debe ser menor de $\frac{3}{4}$ de pulgada” (INFOM & MSPAS, 2011). Por motivos netamente hidráulicos y comerciales, el diámetro nunca deberá ser menor de $\frac{3}{4}$ de pulgada.

De acuerdo con INFOM & MSPAS (2011) en la guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano, establecen las profundidades mínimas sobre la corona de las tuberías, a las que las tuberías deben ir colocadas, las cuales, ciertamente, dependen del uso que presenta la

superficie del terreno por donde las tuberías se encontraran instaladas, el objetivo de estas directrices es proteger el sistema de conductos de los esfuerzos mecánicos que se puedan producir en la intemperie y de la radiación emitida por el sol.

Tabla 9. Colocación de tuberías

Uso de superficie	Profundidad mínima sobre la corona del tubo (m)
Condición normal	0.60
Agricultura	0.80
Calles, caminos o paso de vehículos	1.20

Fuente: elaboración propia, basada en la Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano propuesta por INFOM y MSPAS en noviembre de 2011

Velocidad

El agua dentro de los conductos cerrados en un sistema de agua potable experimenta ciertas velocidades conforme ocurre su respectivo desplazamiento. INFOM & MSPAS (2011) definen que, para conducciones las velocidades deben de estar en el rango entre 0.4 y 3.0 m/s, asimismo, las líneas de distribución se deben de mantener las velocidades entre el rango de 0.6 y 3.0 m/s. Las velocidades deben de encontrarse en el rango recomendado, para evitar procesos de sedimentación o bien desgaste.

Tabla 10. Velocidades en sistemas de agua potable

Tipo	Velocidad mínima (m/s)	Velocidad máxima (m/s)
Conducción	0.4	3.0
Distribución	0.6	3.0

Fuente: elaboración propia, basada en la Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano propuesta por INFOM y MSPAS en noviembre de 2011

Cota piezométrica

La cota piezométrica es un parámetro hidráulico que tiene relación con la variación altimétrica, se define como la máxima presión dinámica que ejercería una columna de agua en un sistema de tuberías, para obtenerla se debe efectuar la diferencia entre la cota inicial y la pérdida de carga hidráulica producida por la fricción que ejerce el agua sobre las paredes de la tubería (Aguilar Ruiz, 2007).

Los desniveles que se producen en las superficies por donde se sitúa un sistema hidráulico, genera energía mecánica derivada de la acción de las fuerzas gravitacionales, esto hace que el agua comience a desplazarse de un punto hacia otro sobre el conducto que lo contiene, esto provoca un constante rozamiento por fricción entre el fluido y las paredes de la tubería que conforma el circuito hidráulico, lo cual da origen a una pérdida de carga hidráulica, debido a que las paredes de las tuberías generan fuerzas opuestas a la dirección en la que fluye el agua, por lo que estas se oponen al desplazamiento del agua (Aguilar Ruiz, 2007).

La pérdida de energía debido a la fricción entre el agua y las paredes internas de la tubería, produce una reducción en la presión dinámica, de este fenómeno se deriva la cota o línea piezométrica, la cual representa la diferencia entre la cota inicial y la pérdida por fricción. La cota piezométrica es considerada como la máxima presión dinámica que puede llegar a experimentar el agua dentro de un conducto (Aguilar Ruiz, 2007).

Fórmula de Hazen & Williams

La ecuación de Hazen & William es una ecuación originada a través de los resultados estadísticos generados por la práctica, experiencia y observación; se emplea en el diseño hidráulico de conducciones forzadas con tubos de diversos materiales, su

aplicación únicamente es aceptada en sistemas de agua y en diámetros comprendidos entre 0.005 m y 3.50 m (Aguilar Ruiz, 2007).

Los procesos experimentales que se han efectuado con respecto a las pérdidas de carga hidráulica que se producen en el desplazamiento del agua dentro de los conductos cerrados, han dado origen a la deducción empírica de la ecuación de Hazen & William, la cual permite describir el comportamiento que existe en la pérdida de energía que se deriva de la fricción producida entre el agua y la superficie de contacto de las paredes de la tubería por donde el agua se desplaza (Aguilar Ruiz, 2007).

El grado de rugosidad es el grado de aspereza que puede contener la superficie de un material, su magnitud es directamente proporcional a la fricción que se pueda producir en el rozamiento entre materiales. En la utilización de la ecuación de ERIS se emplea un coeficiente de rugosidad, el cual depende del tipo de material a utilizar en el sistema hidráulico, su objetivo principal es calcular con eficiencia las pérdidas de carga hidráulica. En los sistemas hidráulicos el agua experimenta un proceso de pérdida de carga hidráulica debido a la rugosidad del conjunto de tuberías y accesorios que componen el sistema (INFOM & MSPAS, 2011).

Tabla 11. Coeficiente de rugosidad

Material	C
Acero o hierro galvanizado	100
Hierro fundido	100
Asbesto o cemento	100
Plástico	150

Fuente: Aguilar Ruiz, P., octubre de 2007

Pérdida de carga

La pérdida de carga es la transición de energía mecánica a energía térmica, producidas por la fricción efectuada por el desplazamiento del agua dentro de un conducto, para su eventual cálculo se procede a la utilización de la fórmula empírica de Hazen & William, en la cual se tomará en cuenta el coeficiente de rugosidad propio de los materiales a emplear en el diseño (Aguirre Escobar, 2019).

El desplazamiento del agua dentro de un conducto cerrado, produce un roce entre materiales, lo que provoca una fuerza de resistencia al paso del agua dentro del conducto, esto se conoce como fricción. La fricción es la fuerza mecánica que se opone al desplazamiento del agua, por lo que su efecto da origen a las pérdidas de carga producidas por el desplazamiento del agua en la tubería (Aguirre Escobar, 2019).

La pérdida de carga en efecto, es la reducción de la presión interna del agua dentro de un conducto, como consecuencia de las fuerzas que se oponen al desplazamiento del agua, esto se debe a la fricción producida entre el agua y las paredes del conducto, por lo que entre mayor sea la rugosidad de los materiales con los que se encuentre conformado el conducto, mayor será la rugosidad, por lo tanto, la pérdida de carga será mayor (Aguirre Escobar, 2019).

Presión

La presión es la fuerza ejercida por el agua sobre el área transversal de un conducto, para su determinación se procede a calcular la diferencia entre la cota inicial de la superficie del terreno y la cota piezométrica, su magnitud se mide en metros columna de agua m.c.a. En un proyecto de agua potable es imprescindible calcular las presiones máximas, de acuerdo al valor de este parámetro, se conocerán los esfuerzos máximos,

los cuales serán indispensables para seleccionar el tipo de material que logre soportar los esfuerzos producidos en el sistema (Barrios Ordoñez, 2019).

La presión en un sistema hidráulico puede verse afectada por el efecto de la fricción que se puede producir entre el paso del agua y las paredes de los conductos, esto da origen a una pérdida de carga hidráulica que reduce en cierta forma la presión. La presión ocasiona esfuerzos mecánicos, por esta razón, es necesario calcularla, para que, de acuerdo a los resultados obtenidos, se pueda seleccionar los materiales que contengan las propiedades físicas necesarias para poder soportarlos. La rugosidad de las tuberías intenta frenar el desplazamiento del agua dentro de los conductos, este fenómeno produce una pérdida de energía hidráulica (Barrios Ordoñez, 2019).

Presión estática

La presión estática es la presión que experimenta un determinado fluido que se encuentra en estado de reposo, de acuerdo a esta condición, no se producen variaciones de energía en el fluido. La presión estática se obtiene del producto entre el peso específico del fluido y la altura a la que se encuentre su depósito. La presión estática no debe de sobrepasar del 90% de la presión de trabajo, si no se puede cumplir con esta condición, se debe de colocar una caja rompe presión para disipar la energía o bien utilizar tuberías de mayor resistencia (Barrios Ordoñez, 2019).

La presión estática es la presión que afecta únicamente a los fluidos que se encuentran en estado mecánico de reposo, es decir, son los fluidos que carece de movimiento alguno, para su cálculo se efectúa la operación matemática que consta de la diferencia entre la cota inicial y la cota final del tramo que contiene el conjunto de tuberías que conforman el ramal. La presión estática es una presión que sólo afecta a los fluidos que se encuentran en reposo mecánico, es decir. son líquidos sin ningún movimiento. (Guzmán Rosales, 2004).

Presión dinámica

La presión dinámica es aquella presión que afecta al fluido que se encuentra en movimiento, es producida por la existencia de variaciones en el consumo de agua. La presión dinámica se caracteriza por tomar en consideración las pérdidas de carga que se producen debido a la rugosidad de los materiales. El diámetro de la tubería es inversamente proporcional a la presión dinámica; la presión dinámica se obtiene por medio de la diferencia entre la cota inicial del terreno y la cota piezométrica (Barrios Ordoñez, 2019).

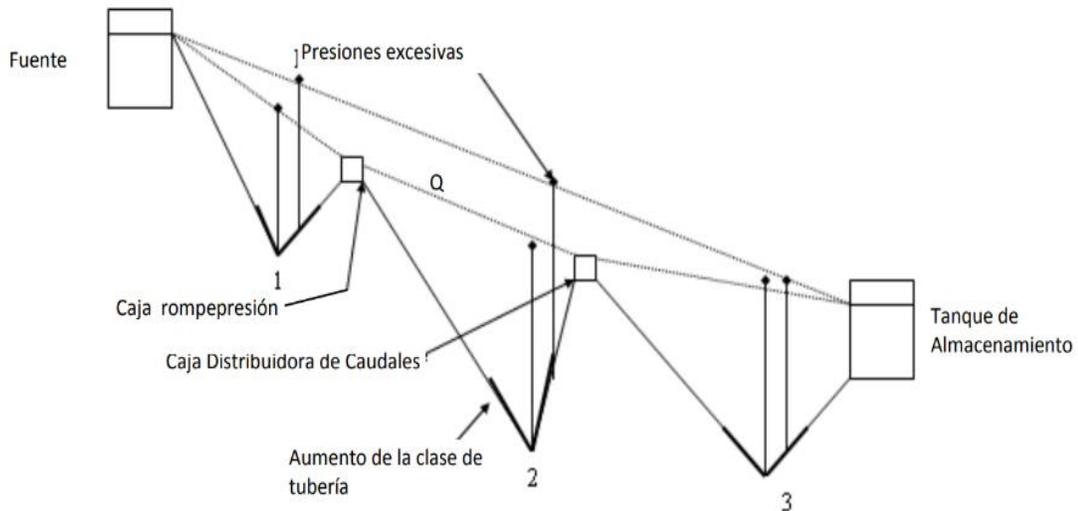
En una red de distribución, los valores de las presiones de servicio se deben encontrar entre el rango de 10 y 60 m.c.a., además, se debe de considerar que la presión hidrostática máxima permitida debe de ser 60 m.c.a., con la intención de evitar fugas y daños en el sistema hidráulico, especialmente en la conservación de la calidad y eficiencia de las válvulas (Barrios Ordoñez, 2019).

La presión dinámica se obtiene a partir del diferencial de cotas topográficas del terreno, por lo que para su cálculo se efectúa la diferencia entre la cota piezométrica y la cota final del tramo, esta será la presión disponible que resultará como consecuencia de las pérdidas que se producirán entre el agua y las paredes de la tubería a causa del desplazamiento del agua por el conducto (Guzmán Rosales, 2004).

Conducción

La conducción es un conjunto de tuberías y accesorios que tienen como función transportar el agua extraída de la captación hacia un tanque de distribución, en el cual se almacenará el agua para brindarle el tratamiento de potabilización, para posteriormente ser distribuida. Las conducciones pueden ser libres o cerradas, para los sistemas de agua potable, el tipo de conducción deberá ser cerrada (INFOM & MSPAS, 2011).

Figura 6. Esquema de línea de conducción



Fuente: INFOM y MSPAS, noviembre de 2011

Una conducción se encuentra conformada por una serie de conductos y accesorios que se encuentran interconectados entre sí, para poder transportar el agua desde la captación hacia tanques de distribución, en los cuales es almacenada para brindarle el tratamiento de potabilización requerido, para luego ser conducida hacia la población beneficiada. Las conducciones pueden ser abiertas o cerradas, para efectos de seguridad sanitaria, en un sistema de agua potable, la conducción siempre deberá ser cerrada.

Hay dos regímenes de conducción, que pueden ser, régimen libre que se utiliza mediante canales o túneles y el régimen forzado, que es el de conducción por gravedad o bombeo. Estas dos últimas, son las más utilizadas para transportar el agua a los tanques de almacenamiento. Aunque es preferible utilizar la conducción por gravedad, ya que su costo es mucho más económico (Aguilar Ruiz, 2007).

Para proyectos de abastecimiento de agua potable se deben utilizar circuitos de sección cerrada, con el fin de evitar posibles contaminaciones a consecuencia del

contacto del agua con la intemperie; además, se debe de tener preferencia las conducciones que trabajen en su totalidad por acción de la gravedad, debido a que estos tipos de conducciones permiten la optimización de recursos económicos a comparación de los sistemas por bombeo, los sistemas de conducción por bombeo se utilizan si y solo si, se han agotado las alternativas (Aguilar Ruiz, 2007).

Válvulas

Las válvulas son dispositivos mecánicos e hidráulicos que tienen como función principal controlar de forma eficiente y gradual a través del accionamiento de una pieza mecánica, el flujo del agua que se desplaza de forma continua en un sistema de conductos cerrados que se encuentran interconectados entre sí, a través de accesorios hidráulicos (Quiroa Escobar, 2018).

Las válvulas son dispositivos hidráulicos permiten la regularización del desplazamiento constante y uniforme del agua en un acueducto que se encuentra conformado por un sistema de tuberías, sin la presencia de las válvulas, no sería posible controlar el comportamiento del flujo del agua, por lo que se perdería eficiencia en el momento de prestar el servicio (Quiroa Escobar, 2018).

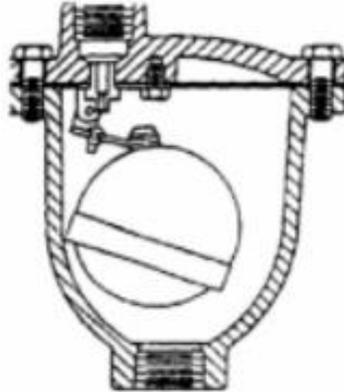
En un sistema de agua potable pueden existir puntos altos y bajos, estas condiciones topográficas son las que originan los diversos comportamientos físicos que se presentan en el proceso del transporte del agua en los conductos, para su correcto control, se deben de instalar las válvulas de acuerdo a su naturaleza para contrarrestar los efectos producidos por las variaciones topográficas (Quiroa Escobar, 2018).

Válvula de aire

Las válvulas de aire son dispositivos hidráulicos que permiten la entrada y salida del aire, es importante resaltar que el aire se suele acumular en los puntos más altos de un

sistema de agua; el aire acumulado en las tuberías es perjudicial en el sistema, debido a que reduce considerablemente la sección de la tubería, por lo que se disminuye el paso del agua a través de los conductos (Quiroa Escobar, 2018).

Figura 7. Sección de una válvula de aire



Fuente: Aguilar Ruiz, P., octubre de 2007

El aire es un factor que interviene en la eficiencia del transporte del agua, puesto a que reduce significativamente la sección de la tubería, esta obstrucción puede ser total o parcial, por lo que produce una disminución del área transversal de la tubería, lo que genera una reducción del paso del flujo de agua a través del conducto; es importante reconocer que el aire tiende a acumularse en las partes más altas de un acueducto, por lo que se debe hacer uso de las válvulas de aire para regular dicho fenómeno, de lo contrario se tendrán deficiencia en la prestación del servicio de agua potable (Quiroa Escobar, 2018).

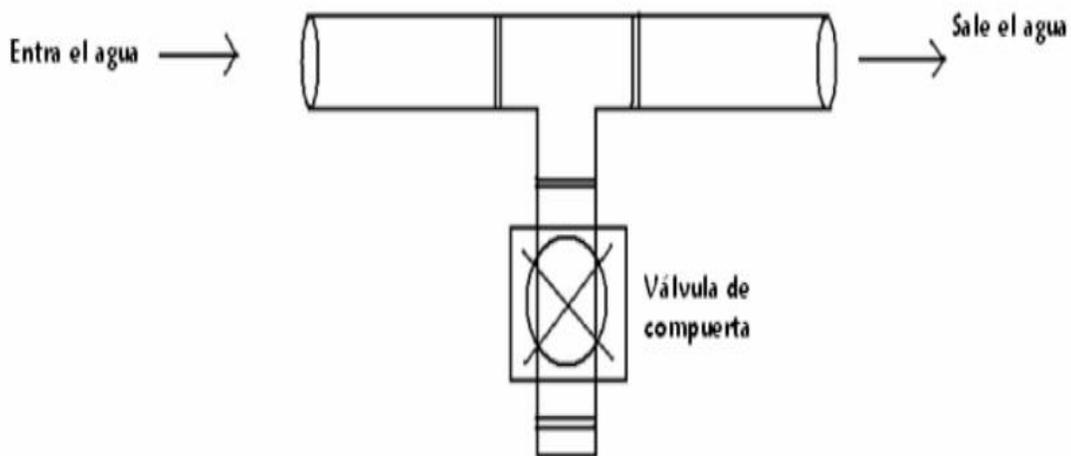
Dentro de los conductos cerrados que conforman un sistema de agua potable se suele generar burbujas de aire, estas pueden obstruir parcial o totalmente la sección de la tubería o del conjunto de tuberías que componen el sistema hidráulico de abastecimiento de agua potable que se pretende diseñar, por lo que se cesaría la circulación del agua en ese punto, donde el referido fenómeno ha efectuado su

manifestación física; por lo general, esto sucede en los puntos más altos del perfil por donde pasa el sistema de tuberías (Quiroa Escobar, 2018).

Válvula de limpieza

Las válvulas de limpieza son accesorios que se instalan en los puntos más bajos de un acueducto, debido a que, por la acción de la gravedad, los sólidos se depositarán en las zonas más bajas, además las válvulas de limpieza únicamente se instalarán en la línea de conducción, puesto a que en la distribución los grifos se encargarán de dicho proceso (Herrera Monterroso, 2013).

Figura 8. Planta de válvula de limpieza



Fuente: Aguilar Ruiz, P., octubre de 2007

Los sólidos o partículas que pueden estar presentes en un sistema de abastecimiento de agua potable, tienden a sedimentarse en los puntos topográficos más bajos, debido a los efectos producidos por las fuerzas gravitacionales. Los sólidos pueden obstruir el flujo del agua en el sistema de tuberías, para evitar este problema, se recomienda instalar válvulas de limpieza en donde sean requeridas por el sistema, las cuales permitirán la evacuación de cualquier tipo de partículas que se filtre en el acueducto (Herrera Monterroso, 2013).

Las válvulas utilizadas para efectos de limpieza son del tipo válvulas de compuerta, para su instalación, las válvulas de limpieza deben colocarse solamente en las líneas de conducción, debido a que en las líneas de conducción no existen accesorios que puedan contrarrestar el problema de la sedimentación de los sólidos, es por ello que en ausencia de dichas válvulas, se producen los problemas de sedimentación de partículas, por otra parte, en la línea de distribución, los grifos que forman parte de las instalaciones domiciliarias, cumplen con dicha función, por lo que no es necesaria la instalación de las referidas válvulas (Herrera Monterroso, 2013).

Válvula de control

Las válvulas de control son dispositivos hidráulicos que permiten el paso o la interrupción de un flujo de agua en un sistema de agua potable, sin embargo, no se debe de utilizar como mecanismo de regularización hidráulica, generalmente se suelen instalar en captaciones, tanques de distribución, cajas rompe presión y conexiones domiciliarias (Quiroa Escobar, 2018).

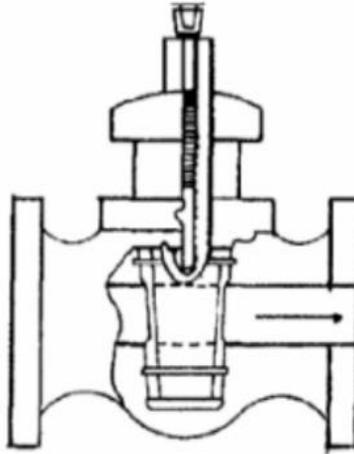
Las válvulas de control son accesorios hidráulicos que permiten o impiden el paso del agua en un sistema de agua potable, son indispensables en la realización de algún tipo de reparación o mantenimiento dentro del sistema, ya que el flujo ininterrumpido de agua puede interferir en la eficiencia de los mismos, sin embargo, no se debe de utilizar las válvulas de control como dispositivo para regular el flujo del agua en el sistema (Quiroa Escobar, 2018).

Válvula de paso

Las válvulas de paso son dispositivos mecánicos hidráulicos que se utilizan en las conexiones domiciliarias, de acuerdo a su naturaleza mecánica, estos permiten ceder o impedir el paso del flujo de agua a través de un mecanismo de accionamiento mecánico, estas válvulas no se deben de utilizar para controlar los caudales en el

sistema hidráulico, debido a su fragilidad, si se usan para dicho efecto, estas tienden a presentar desgastes prematuros (Quiroa Escobar, 2018).

Figura 9. Sección de válvula de paso



Fuente: Aguilar Ruiz, P., octubre de 2007

Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias son el conjunto de tuberías y accesorios hidráulicos que se encuentran interconectados entre sí, a través de elementos que permiten su anclaje respectivo, su propósito fundamental es permitir con eficiencia el traslado del agua potable de la red de distribución hacia las viviendas de los usuarios, para que estos hagan su respectivo uso (Quiroa Escobar, 2018).

Como accesorio adicional a las conexiones domiciliarias se puede implementar contadores que permitan cuantificar los consumos del agua que realizan los usuarios en periodos de tiempo del tipo mensual, de esta manera se podrá efectuar un mejor control, el cual será de vital importancia en los mantenimientos periódicos, tanto preventivos como correctivos que se realicen en el sistema; así mismo, se tendrán los datos necesarios para efectuar los cobros del servicio en caso de que se coloquen tarifas a los usuarios, esto permitirá que los usuarios beneficiados por el proyecto realicen sus consumos de agua de forma responsable (Quiroa Escobar, 2018).

El agua que se desplaza por las redes de distribución ingresa directamente a la vivienda por medio de las conexiones domiciliarias, a través de ellas los usuarios del sistema de agua potable pueden acceder al agua en cualquier momento que lo necesiten, para que de esta manera puedan satisfacer de manera eficiente sus necesidades referentes al agua potable (Quiroa Escobar, 2018).

Las conexiones domiciliarias en las áreas rurales, por lo general, se encuentran instaladas fuera de las viviendas, debido a que la tipología arquitectónica que se suele utilizar en la construcción de las viviendas no contemplan los requerimientos hidráulicos para que el agua pueda ingresar a la vivienda, además las instalaciones habitacionales son incompatibles para dichas circunstancias; por otra parte, en las áreas urbanas la mayor parte de las viviendas se encuentran con sistemas hidráulicos dentro de la vivienda, puesto a que las condiciones arquitectónicas así lo permiten.

Cajas rompe presión

Las cajas rompe presión son artefactos hidráulicos que permiten controlar la presión en los acueductos a través de la puesta en contacto de la presión interna del agua con la presión atmosférica. La instalación de las cajas rompe presión se llevan a cabo en los puntos donde se supere la presión de trabajo recomendada en las tuberías, de no tomar en consideración dichas recomendaciones, se tendrían daños constantes en las tuberías y en los accesorios, hasta cierto punto de llegar al colapso del sistema (Navarro Navarro, 2018).

Las cajas rompe presión son estructuras hidráulicas que permiten disipar la energía que el agua adquiere, en caso de que sea afectada por desniveles muy fuertes que sobrepasan los parámetros recomendados por los fabricantes de los productos hidráulicos y las normativas vigentes que regulan los sistemas de agua potable, en caso de no acatar las recomendaciones contenidas por las normas se puede llegar a presentar deterioros en el sistema hidráulico, o bien el colapso del mismo, debido a

que las presiones excederían los esfuerzos para los que están diseñados los artefactos hidráulicos y/o los componentes del sistema (Navarro Navarro, 2018).

Las presiones excesivas pueden causar deterioro en las tuberías y en el sistema de válvulas o accesorios hidráulicos, por lo que puede dañar el sistema hidráulico de forma parcial o bien puede causar grandes daños que puedan dejar obsoleto el acueducto, para evitar este problema, se hace uso de las caja rompe presión, las cuales tienen como función desvanecer de forma eficiente las presiones, de tal forma que no represente ningún tipo de daño a los componentes que conforman el sistema hidráulico (Navarro Navarro, 2018).

Cajas para válvulas

Las cajas para válvulas son estructuras de protección, generalmente presentan una configuración geoméricamente cuadrada, sus dimensiones deben de permitir una fácil accesibilidad para que se puedan efectuar los procesos de inspección de forma eficiente, su función principal es proteger las válvulas que se encuentran instaladas dentro del sistema hidráulico de agua potable, de las condiciones que eventualmente se puedan deducir en la intemperie como consecuencia de los eventos propios de la naturaleza (Aguilar Ruiz, 2007).

Las cajas utilizadas para la protección de las válvulas se pueden construir a base de concreto, estas deben estar provistas de una tapadera sanitaria, la cual debe ser de peso liviano, de tal manera que permita una fácil maniobrabilidad al momento de efectuar las inspecciones. Las cajas deben de tener un dimensionamiento que permita su fácil acceso para desarrollar los procesos de inspección, mantenimiento y control del sistema. La función de este tipo de infraestructuras hidráulicas es la de proteger a las válvulas de los daños que puedan ocurrir debido a los fenómenos naturales que se puedan originar en el entorno adyacente (Navarro Navarro, 2018).

Las condiciones que se puedan originar en el entorno en el cual se encuentren instaladas las válvulas, les puede causar daños a la misma, es por esta razón es que las válvulas se deben de instalar dentro de sus respectivas cajas, las cuales, generalmente presentan una tipología generalmente cuadrada, estas pueden ser construidas a base de concreto armado o bien de concreto ciclópeo, la decisión la tomará el diseñador, las dimensiones de estas dependen directamente del tamaño de las válvulas, estas deben de permitir que se pueda acceder fácilmente a ellas para su posterior manipulación, de acuerdo a las condiciones planteadas (Navarro Navarro, 2018).

Tanque de distribución

Los tanques de distribución son estructuras hidráulicas, generalmente cuadradas o cilíndricas, que tiene como función principal, almacenar el agua que proviene de la captación en los periodos de menor consumo, con el objeto de poder cubrir las variaciones de agua que se pueda generar debido al consumo de agua por parte de los consumidores (Aguilar Ruiz, 2007).

Los tanques de distribución son estructuras que tienen la función de contener agua, de acuerdo a sus requerimientos, su forma puede presentar una configuración cuadrada. Este tipo de estructuras se encuentran conformadas por elementos estructurales como losas, vigas, muros de contención, en situaciones en que la altura lo requiera, se debe de considerar la instalación de escaleras, además se debe de contar con válvulas y accesorios que permitan la correcta circulación del agua (Aguilar Ruiz, 2007).

En los tanques de distribución se efectúan los tratamientos sanitarios de potabilización definidos por las autoridades competentes a través de las normativas creadas para el efecto, con el objeto de garantizar la calidad del agua destinada al consumo humano, con el fin último de que cumpla con los requerimientos de potabilización, de tal forma que no genere ningún riesgo a los consumidores (Aguilar Ruiz, 2007).

Los datos reales aseguran la máxima precisión en los cálculos, es por ello que, para el cálculo del volumen de un tanque de distribución, se debe de utilizar valores reales de las demandas hídricas, en caso de que no existan, el volumen del tanque de distribución se debe de calcular entre el 25 al 40% del caudal medio diario en sistemas que trabajan por gravedad y de un 40 a un 65% en sistemas por bombeo (INFOM & MSPAS, 2011).

Distribución

La red de distribución es un sistema conformado por una agrupación de tuberías y accesorios hidráulicos que permiten el flujo continuo del agua potable para que sea distribuido a la población beneficiada, de acuerdo a las condiciones del entorno, la distribución del agua puede efectuarse por medio de conexiones domiciliarias, prediales o comunales. La red de distribución son el conjunto de tuberías y accesorios que permiten conducir el agua desde el tanque de distribución hacia las candelas domiciliarias para abastecer cada una de las viviendas (INFOM & MSPAS, 2011).

La línea de distribución es el sistema hidráulico que se encuentra conformado por una serie de tuberías que se encuentran debidamente unidas por medio de accesorios, su función principal es permitir la distribución del agua en cantidad y calidad suficiente, la cual debe ser previamente tratada por procesos adecuados de potabilización, los cuales se llevan a cabo en los tanques de distribución (INFOM & MSPAS, 2011).

Los sistemas de distribución se pueden desarrollar por dos formas: por circuitos hidráulicos cerrados, los cuales se utilizan siempre que la topografía sea regular y no presente accidentes geográficos, además, las viviendas deben encontrarse muy cercanas entre sí, generalmente se aplican en zonas urbanas, lotificaciones o lugares donde no exista cambios de nivel bastantes bruscos, su diseño debe basarse en el método de Hardy Cross y; sistemas de distribución de ramales abiertos, estos se

utilizan en las zonas rurales, debido a que existen accidentes geográficos, además las viviendas se encuentran muy dispersas entre sí (INFOM & MSPAS, 2011).

Diseño estructural

El Diseño Estructural incluye el arreglo y dimensionamiento de las estructuras y sus partes, de tal manera, que, las mismas, soporten satisfactoriamente las cargas colocadas sobre ellas para que de esta manera cumpla, adecuadamente, las funciones que está destinada a desempeñar. El diseño estructural es una parte de la Ingeniería Civil que tiene como fin principal determinar la geometría y dimensiones de los elementos estructurales a partir de análisis sísmicos, de cargas muertas y vivas, con el objeto principal de que los elementos diseñados absorban eficientemente las solicitaciones de diseño (Paredes Ruiz, 1996).

El diseño estructural es la disciplina de la ingeniería civil que se encarga de efectuar el dimensionamiento de los elementos estructurales, así como también definir la geometría y el refuerzo de los mismos, de tal forma que puedan resistir de forma eficiente las deformaciones que se produzcan en los elementos estructurales a causa del peso propio del elemento estructural, así como también, las posibles fuerzas externas que puedan actuar sobre el mismo. La filosofía del diseño estructural es crear estructuras económicas y eficiente (INFOM & MSPAS, 2011).

Losa

Una losa es un elemento estructural que trabaja principalmente a flexión, puesto a que las cargas que recibe son perpendiculares a su plano horizontal, sus dimensiones bidimensionales prevalecen sobre su peralte, su función principal reside en servir como elemento de entre piso en infraestructuras multiniveles o bien para cubrir una luz, por lo general se suele apoyar en vigas, a las cuales les transmite sus respectivas cargas (Morales Siguantay, 2017).

Una losa es un elemento estructural que presenta una geometría en forma de placa, por lo que su configuración es bidimensional, de acuerdo a sus dimensiones estas pueden trabajar en uno o dos sentidos; trabaja principalmente a flexión, se utilizan generalmente para las funciones de dividir niveles o para cubrir una luz, generalmente se suele apoyar sobre vigas, a las cuales les transmite las cargas respectivas (INFOM & MSPAS, 2011).

La función principal de una losa en un tanque de distribución de agua potable es cubrir el tanque para evitar que el agua tenga contacto directo con la atmósfera, con el objeto de evitar la contaminación del agua almacenada, además, debe de contener un acceso para el control, mantenimiento dentro del tanque y los tratamientos aplicados al agua, dicho acceso debe estar protegido con una tapadera sanitaria para evitar riesgos de contaminación.

Viga

Las vigas son elementos estructurales prismáticos con la capacidad de absorber los esfuerzos mecánicos de flexión, compresión y corte de forma eficiente. El diseño de una viga se basa en los análisis de las reacciones que se presentan en la viga debido a las diferentes cargas que actúan a lo largo de la misma, de estos análisis se pueden obtener los datos para obtener los valores de los momentos flectores y los esfuerzos cortantes producidos en la misma, para luego proceder a su respectivo diseño estructural (Alfaro Mérida, 2008).

Las vigas son elementos estructurales que trabajan principalmente a flexión, por lo que para su diseño se debe de tomar en cuenta el diseño a flexión contenido en el Código de construcción ACI 318, el cual define los requerimientos mínimos para elementos estructurales conformados por medio de concreto estructural, sin embargo, es importante resaltar que además del diseño a flexión, se debe efectuar los diseños

por corte, para garantizar mayor seguridad estructural, una forma de realizar un pre dimensionado de una viga previo al análisis estructural es considerar el ocho por ciento de su longitud entre apoyos o columnas (Alfaro Mérida, 2008).

Muro de contención

Los muros de contención generalmente se construyen a partir de concreto simple o concreto ciclópeo, su estabilidad radica principalmente en la configuración robusta que presentan los mismos y del suelo de soporte, debido a lo robusto que es su geometría, su fabricación requiere de mayor cantidad de materiales, por lo que se considera antieconómico para muros altos (Braja, 2012).

Para la construcción de los muros de contención se debe de preferir los materiales que prevalezcan en el entorno, para que la construcción de los muros sea económica, principalmente en los muros de contención que trabajan por gravedad, los cuales, debido a la magnitud de sus dimensiones, su construcción requiere de una mayor cantidad de materiales. La estabilidad de los muros de contención por gravedad reside en el peso propio del mismo como también de las características físicas que presente el suelo que sirve de apoyo para los muros (Braja, 2012).

Los muros de contención son estructuras robustas de cimentación, que generalmente se utilizan para retener algún tipo de material. “Se les llama así a los muros cuya estabilidad depende de su propio peso y del suelo que descansa sobre el mismo. Son sencillos de analizarse y económicos, hasta alturas de 4,5 m” (Leoncio Avalos, 2015). El equilibrio mecánico de los muros de contención se debe al peso de los muros por consecuencia de su geometría (Braja, 2012).

Los muros de contención por gravedad son elementos estructurales de cimentación, los cuales tienen como función contener materiales, de acuerdo a su configuración

estructural, su equilibrio mecánico se encuentra en función de su propio peso y de las condiciones de apoyo sobre el cual se sustenta, se caracterizan por ser robustos; para su estudio se debe de tomar en cuenta las verificaciones de seguridad estructural como chequeos por deslizamiento, por volteo y la capacidad portante del suelo.

Dimensionamiento de muros de contención (Braja, 2012).

Para iniciar el diseño de un muro de contención gravedad, se debe de definir su geometría con sus dimensiones respectivas, estas se efectúan a través de recomendaciones definidas para muros de contención por gravedad, este proceso es de forma preliminar, ya que generalmente no siempre las dimensiones adoptadas inicialmente satisfacen los requerimientos que los muros necesitan para soportar los esfuerzos a los que será sometido, por lo que después de haber definido las dimensiones del muro en cuestión, se le debe de aplicar una serie de verificaciones de estabilidad (Braja, 2012).

El dimensionamiento de los muros, es el primer paso que se debe realizar, ya que de aquí parte los datos necesarios para definir la tipología con sus respectivas dimensiones, las cuales serán objeto de análisis a través de diversas verificaciones que permitirán saber si las dimensiones adoptadas inicialmente son aptas para resistir los esfuerzos que se desarrollarán en los muros al entrar en funcionamiento las cargas para las cuales fueron diseñados. Para definir las dimensiones existen recomendaciones a seguir, las cuales permitirán reducir la probabilidad de error en el proceso de dimensionamiento (Braja, 2012).

Verificaciones de estabilidad

Para diseñar apropiadamente los muros de retención, un ingeniero debe conocer los parámetros básicos del suelo retenido detrás del muro y del suelo debajo de la base de la losa, que son el peso específico, el ángulo de fricción interna y la cohesión. Conocer

las propiedades del suelo detrás del muro permite que un ingeniero determine la distribución de la presión lateral necesaria para el diseño (Braja, 2012).

Los parámetros físicos a conocer del suelo a soportar como también del suelo sobre el cual se apoyará el muro de contención, permitirán efectuar los cálculos necesarios para efectuar las verificaciones de estabilidad, con el objeto de determinar si las dimensiones adoptadas del muro de contención son aptas para soportar los esfuerzos producidos por las presiones que se generan en el muro (Braja, 2012).

Desinfección

La desinfección es un proceso sanitario de carácter biológico que tiene como función la potabilización del agua que se pretende destinar directamente al consumo humano, los métodos para llevar a cabo los procesos de potabilización son la cloración, el cual es un método que a través del tiempo ha demostrado ser muy eficiente, debido a que permite la eliminación de forma eficiente de las bacterias y patógenos que puedan alterar la calidad del agua (Aguirre Escobar, 2019).

El objetivo de la desinfección es garantizar que el agua que se utilizará para el consumo humano o para usos afines, se encuentre en las mejores condiciones sanitarias, de tal manera que no represente ningún riesgo que atente contra la salud de las personas que la utilicen o la consuman. En ocasiones el agua de la fuente no presenta ningún tipo de contaminación, sin embargo, es necesaria someterla a tratamientos adecuados, debido a que el agua que circula por las tuberías puede correr el riesgo de contaminarse (Aguirre Escobar, 2019).

Los tratamientos de potabilización, son procesos de desinfección que generalmente se llevan a cabo en los tanques de distribución, puesto a que son los depósitos más cercanos a la población servir, por lo tanto, el proceso de desinfección se vuelve más

eficiente, lo que permite garantizar la calidad del agua requerida por la Norma COGUANOR NTG 29001 (Aguirre Escobar, 2019).

Tabletas de tricloro

Es una forma de presentación del cloro, la cual consiste en pastillas o tabletas que tienen un tamaño de 3” de diámetro, por 1” de espesor, con una solución del 90% y un 10% de estabilizador, el peso de la tableta es de 200 gr y la velocidad con la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gr en 24 horas (Zamora Jolon, 2007).

El cloro es muy utilizado para desarrollar los procesos de potabilización en sistemas de agua potable, ya que, de acuerdo a su naturaleza, tiene la capacidad de eliminar bacterias y cualquier tipo de agente patógeno que se encuentre contenido en el agua, a pesar de su funcionalidad, es necesario emplear las dosis recomendadas por los profesionales afines, puesto a que el cloro a altas concentraciones puede provocar intoxicaciones que puede poner en riesgo la salud de los consumidores (Zamora Jolon, 2007).

Para la administración de las tabletas de tricloro se debe de realizar el cálculo de la dosis a emplear, el cual está directamente en función con el caudal medio diario y el tiempo del ciclo, el cual consta de 15 días; una vez calculada la dosis, se colocan las tabletas en un alimentador automático, para que este comience a clorar los caudales que llegan al tanque de distribución, de esta manera se aplicará eficientemente los mecanismos de potabilización para que el agua no represente ningún riesgo para los consumidores (Zamora Jolon, 2007).

Materiales de construcción

Se le denomina material de construcción a toda aquella materia prima que ha sido extraída o explotada directamente de la naturaleza por diversos medios artificiales.

Los materiales empleados en la construcción deben tener excelentes propiedades mecánicas que permitan resistir todos los esfuerzos y deformaciones que se puedan presentar en los elementos estructurales, además deben de tener la característica de ser abundantes en la naturaleza, para que su utilización no afecte la economía del proyecto (Santizo, 2016).

Cemento

El cemento es un material muy utilizado en la construcción, este material debe de cumplir con lo establecido en las especificaciones de la Norma ASTM C150, el cemento al mezclarse con agua crea una pasta con altas propiedades de adhesión, lo que permite unir varios materiales, el cemento es utilizado para la creación de concretos, estos se producen a partir de la mezcla de cemento, agregados gruesos y finos, agua y en algunos casos aditivos, este tipo de mezclas deben de ir condicionadas por medio de dosificaciones, las cuales dependen de los requerimientos estructurales (Santizo, 2016).

El cemento es un material que con mucha frecuencia es utilizado en la construcción, este material al entrar en contacto con el agua, permite generar adherencia entre las partículas de diversos materiales para conformar una pasta de consistencia plástica que al fraguar comienza a pasar del estado plástico a un estado pétreo, generalmente los materiales con los que más se suele combinar el cemento son: agua, agregados gruesos y finos (Santizo, 2016).

Grava

Las gravas son un material pétreo de origen natural, tienen un diámetro que varía de los 2.00 milímetros hasta los 7.62 centímetros, debido a los esfuerzos mecánicos que sufre en su desplazamiento por acción de las corrientes hídricas presentan un desgaste en sus aristas respectivas, por lo que, adquieren una geometría redonda, este tipo de

material se puede encontrar en lechos, en las profundidades por donde pasan las corrientes hídricas y sus zonas adyacentes (Crespo Villalalaz, 2004).

La grava es un material muy útil dentro de la fabricación de concretos, de acuerdo a la naturaleza por la que se desplaza la grava sobre las corrientes hídricas, se produce un deterioro en su geometría, por lo que adopta una forma redonda, denominada en el ámbito de la construcción como canto rodado, sin embargo, para la fabricación de concretos, este debe de ser triturado para que sus aristas tengan mayor adherencia con el concreto (Crespo Villalalaz, 2004).

Arena

La arena es un agregado fino que generalmente se suele obtener en los ríos, estos son utilizados en la fabricación de mezclas para concretos. “La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2 mm y 0.05 mm de diámetro” (Crespo Villalalaz, 2004). La arena se produce a través de procesos de pulverización de las rocas, estas pueden ser de origen natural o artificial. La arena es un material granulométrico que generalmente se extrae corrientes superficiales de agua conocidos como ríos, este material es utilizado para desarrollar mezclas de concreto.

La arena es un recurso natural generado por el desgaste de las rocas por impactos mecánicos producidos por las corrientes superficiales de agua, es por este motivo que las rocas presentes en los ríos tienen una apariencia de canto rodado (aristas redondas), los fragmentos pulverizados resultados de este proceso mecánico, son arrastrados por los ríos en las partes más bajas de los mismos, a este fenómeno se le denomina azolvamiento; los bancos de arena formados por el azolvamiento, debido a sus propiedades mecánicas, los convierten en fuentes de arena ideal para desarrollar los procesos constructivos de diversos tipos de proyectos (Crespo Villalalaz, 2004).

Es importante tomar en cuenta de que para que la arena satisfaga con los requisitos mínimos establecidos por el código de construcción ACI 318, deberá de estar libre de cualquier tipo de contaminación, de esta manera se garantizará la resistencia ideal en los diseños estructurales, la arena más recomendable para desarrollar los procesos constructivos es la de río, pues ésta en la mayor parte de los casos permanece libre de contaminación, pues las mismas corrientes superficiales son las encargadas de remover cualquier sustancia que tienda a generar características contaminantes en las partículas que conforman la arena (Fuentes Huette, 2006).

Metales ferrosos

Los metales ferrosos como su nombre lo indica su principal componente es el hierro, sus principales características son su gran resistencia a la tensión y dureza. Las principales aleaciones se logran con el estaño, plata, platino, manganeso, vanadio y titanio. Entre los materiales ferrosos más utilizados en la industria de la construcción es el hierro, pue este es utilizado para fabricar elementos de concreto armado para la construcción de di referentes proyectos de infraestructura civil (Fuentes Huette, 2006).

El acero en la industria de la construcción, se suele utilizar directamente en la utilización de estructuras de acero, para ello se le deben de brindar tratamientos previos para reducir el grado de corrosión que se pueda producir debido a la exposición directa con el ambiente, además, el acero se puede combinar con concreto para la fabricación de concreto armado, con el objeto de aprovechar las características mecánicas de ambos materiales para un mejor desempeño en la función estructural (Fuentes Huette, 2006).

El acero es utilizado en el concreto armado en presentaciones de varias con sección transversal circular y textura superficial corrugada o lisa, generalmente se suele utilizar acero grado 40, el cual tiene una resistencia a la fluencia de 2810 kg/cm^2 , el

cual debe de cumplir con la Norma ASTM A615; para garantizar de que el acero sea normado, se debe de solicitar un certificado de calidad del material a los proveedores, caso contrario se correrá el riesgo de adquirir materiales de baja calidad, lo que podría generar serios problemas estructurales.

Concreto

El concreto es una mezcla homogénea de materiales entre ellos cemento, agregados finos, gruesos y agua. El concreto es un material petrificante que tiene propiedades mecánicas de alta resistencia a la compresión, según su dosificación, el concreto puede llegar a obtener diferentes resistencias según sean los requerimientos estipulados en el proyecto (Santizo, 2016).

Para desarrollar la mezcla de concreto se debe descartar la posibilidad de hacerlo directamente en el suelo de una forma manual mediante el empleo dispositivos mecánicos, debido a que, si el concreto entra en contacto con la superficie terrestre, este se contamina con las sustancias presentes en el suelo, por lo que su resistencia se ve afectada, además, el proceso de mezclado manual no genera una mezcla uniforme, lo que genera una reducción en la resistencia especificada, por lo que se recomienda la utilización de equipos especializados para el efecto (Santizo, 2016).

Concreto armado

El concreto armado resulta de la combinación del concreto, el cual tiene alta resistencia a la compresión, pero es deficiente ante los esfuerzos de tensión; y acero, el cual es un material dúctil con alta resistencia a la tensión, pero deficiente ante los esfuerzos de compresión, de dicha combinación, se crea el concreto armado, el cual aprovecha las características de ambos materiales para absorber las cargas de diseño. El concreto y el acero a pesar de ser materiales con buenas propiedades mecánicas, estos al unirse presentan mejor comportamiento estructural (Santizo, 2016).

El concreto es un material pétreo frágil, pero con alta resistencia a la compresión, sin embargo, tiene muy poca resistencia a los esfuerzos de tensión, además carece de ductilidad; por otra parte, el acero es un material dúctil con alta resistencia a la tensión, pese a ello, es un material deficiente para resistir los esfuerzos de compresión. La combinación de concreto armado y el acero, forman el concreto armado, en el cual ambos materiales trabajan en conjunto para absorber los esfuerzos críticos a los que la estructura estará expuesta (Santizo, 2016).

Es muy importante recalcar de que en el mercado del sector de la construcción existen el acero comercial y el legítimo, el acero comercial es mucho más económico pero su desventaja es que tiene un diámetro más reducido, lo que provoca de que tenga menor resistencia, por otra parte el acero legítimo es aquel que cumple con las normas de construcción que rigen los procesos constructivos en el territorio guatemalteco, estos poseen la resistencia requerida por las normas por lo que los diseños tendrán la capacidad de absorber eficientemente las cargas de diseño (Santizo, 2016).

Concreto ciclópeo

El concreto ciclópeo es un material económico, además, posee excelentes propiedades mecánicas, su uso general es en la construcción, especialmente en las cimentaciones; su fabricación proviene de la combinación de concreto y piedras. Las piedras son un elemento natural de mayor abundancia en los ecosistemas, por lo que, económicamente, se traduce como un material factible en la construcción, es importante reconocer que, por motivos de economía, siempre se debe de seleccionar los materiales que tengan mayor abundancia (Fuentes Huette, 2006).

Las piedras a utilizar en la fabricación de concreto ciclópeo, deben de estar libres de cualquier tipo de impureza que afecte la resistencia de las partículas de su composición, asimismo, la mezcla de la composición mediante el cual se encuentra conformado el concreto ciclópeo se desarrolla a través de porcentajes previamente

definidos, estos son: 67% de piedra bola y un 33% de sabieta-cemento-arena, con una proporción 1:2; para garantizar la correcta dosificación, se deberá de contar con mano de obra calificada y con supervisión técnica por parte de Ingenieros Civiles o Arquitectos según sea la naturaleza del proyecto (Fuentes Huette, 2006).

Tubos PVC

El Poli cloruro de vinilo, también conocido comúnmente como PVC, es un material muy utilizado en la construcción debido a sus características mecánicas, su versatilidad facilidad de instalación, sus propiedades. El PVC es un material con excelente resistencia a la corrosión, es por tal motivo que es muy utilizado en la fabricación de tuberías de distintos diámetros, en el sector de la construcción es muy utilizado para conducciones de sistemas de agua potable y sistemas de alcantarillado sanitario, pues tiene un comportamiento muy bueno con respecto a la resistencia a los ácidos que puedan estar presentes en los fluidos (Aguilar Ruiz, 2007).

Los proyectos consistentes en sistemas de abastecimiento de agua potable deben ser conducidos mediante conductos cerrados, con el objetivo principal de evitar cualquier tipo de contaminación que pueda alterar la calidad del agua, para ello se emplean conductos o tuberías que se interconectan entre sí por accesorios o bien por obras de arte. Las tuberías de PVC por su economía, resistencia mecánica y facilidad de instalación las convierten en el material adecuado o idóneo para utilizar en las líneas o redes tanto de conducción como de distribución en los sistemas de abastecimiento de agua potable (Aguilar Ruiz, 2007).

Las tuberías de PVC son de los productos más comercializados en toda la república de Guatemala debido a que es un material de construcción muy liviano (bajo peso), con mayor facilidad de transporte, viene generalmente en presentaciones de 20 pies y su facilidad de instalación es muy sencilla de tal manera que no se necesita mano de obra calificada para su instalación respectiva en la obra, esto se traduce en una ventaja

económica pues reduce considerablemente los costos tanto directos como indirectos al momento de utilizar estos productos en el diseño y ejecución de la diversidad de proyectos que demanden su uso (Aguilar Ruiz, 2007).

Los accesorios de PVC son elementos que permiten unir correctamente tuberías de PVC entre sí, cambios de dirección o bien para adaptarle a las líneas o redes cualquier tipo de válvulas o dispositivos que sean requeridos por el sistema dadas las condiciones hidráulicas generadas por la naturaleza del terreno en donde se implementa el proyecto. Entre los accesorios más comunes se encuentran codos a noventa y cuarenta y cinco grados, tee, yee, adaptadores hembra y macho, tapones con y sin rosca, reducidos bushing, entre otros; los accesorios pueden instalarse mediante pegamento bien con teflón en caso de tratarse de accesorios roscados (Aguilar Ruiz, 2007).

En dado caso que se utilice tuberías de PVC para las conducciones o distribuciones tanto en sistemas de abastecimiento de agua potable o sistemas de alcantarillado sanitarios y drenajes, las tuberías deberán de instalarse por vía subterránea a una profundidad mínima de 0.60 metros en lugares donde la superficie no reciba altas cargas de peso, por otro lado, en lugares de alta concentración de carga superficial como carreteras o calles, la profundidad mínima deberá de ser de por lo menos 1.20 metros; la distancia de la profundidad será medida desde la superficie terrestre hacia la corona superior de la tubería (Aguilar Ruiz, 2007).

Las conducciones de sistemas de abastecimiento de agua potable, sistemas de alcantarillado sanitario o cualquier tipo de drenaje que emplee tuberías de PVC se instalan en condiciones subterráneas debido a que el PVC es muy resistente a la corrosión de los ácidos de la superficie terrestre pero es muy frágil ante la radiación ultravioleta emanada por los rayos solares, ante esta circunstancia, la tubería o accesorios PVC se cristalizan y su resistencia o propiedades mecánicas se reducen

drásticamente, lo que hace que el material se vuelva quebradizo y se rompa ante el mínimo esfuerzo (Aguilar Ruiz, 2007).

Los tubos de PVC son productos de construcción livianos, poseen alta resistencia a la corrosión ante los ácidos contenidos en la tierra y poseen mucha flexibilidad, por lo que tienen alta resistencia mecánica, además, son muy económicos, su inconveniente es que se cristalizan al estar expuestos a la intemperie debido a los rayos solares, lo que los hace más frágiles al deterioro, por lo tanto, se recomienda utilizarlos únicamente en instalaciones subterráneas. Para garantizar el correcto desempeño de los tubos de PVC, estos deben de cumplir con lo establecido en la Norma ASTM D-1785 (Aguilar Ruiz, 2007).

Marco legal

Constitución Política de la República de Guatemala

Artículo 94. Obligación del Estado, sobre la salud y asistencia social

El Estado de Guatemala tendrá entre sus funciones principales la promoción de la salud de todos los habitantes de la República de Guatemala, a través del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), los colaboradores pertenecientes dicho ministerio coordinarán las acciones para brindar los servicios necesarios para garantizar la salud de las personas, asimismo, desarrollarán actividades para la prevención de diversas enfermedades, con el objeto de garantizar una calidad de vida en los habitantes (Asamblea Nacional Constituyente, 1985).

El Estado de Guatemala tiene por objeto garantizar la salud de todos los habitantes del territorio nacional a través de las diversas instituciones pertenecientes al gobierno, las cuales se encargarán de desarrollar el conjunto de acciones pertinentes y oportunas que permitan asegurar el goce del bienestar físico, mental y social de todos los habitantes en general (Asamblea Nacional Constituyente, 1985).

El Estado es una organización política que se encuentra integrada por una diversidad de instituciones o entidades tanto gubernamentales como no gubernamentales que trabajan entre sí para el desarrollo de planes o programas que tienen como objetivo principal promover mejoras en la calidad de vida de cada uno de los ciudadanos que habitan en un espacio territorial inmerso dentro de la administración propia del Estado. El Estado es la entidad encargada de administrar los recursos económicos para poder ejecutar los programas y planes que se desarrollen dentro de su prospecto interinstitucional multidisciplinario (Asamblea Nacional Constituyente, 1985).

Artículo 97. Medio ambiente y equilibrio ecológico

El Estado a través de las municipalidades y de los habitantes, tienen la obligación de desarrollar acciones, que se encuentren encaminadas a la prevención de cualquier tipo de contaminación que pueda alterar el ecosistema, además, deberán de promover el aprovechamiento racional de los recursos naturales, de tal manera que no se generen impactos negativos que resulten perjudiciales para el medio ambiente. (Asamblea Nacional Constituyente, 1985).

El medio ambiente es el conjunto de factores bióticos y abióticos que interactúan entre sí para dar origen a un ecosistema ecológico muy complejo en el cual se desarrolla la vida de distintas formas. Los recursos naturales son todos aquellos elementos que se encuentran en mayor abundancia en el medio ambiente y que son utilizados por los organismos vivos para satisfacer sus necesidades fisiológicas; los factores abióticos son todos aquellos elementos que carecen de vida tales como el agua, el aire, los minerales, el suelo, entre otros, por otra parte, los factores bióticos son todos aquellos que poseen vida como lo son bacterias, animales, plantas, seres humanos, entre otros (Asamblea Nacional Constituyente, 1985).

El equilibrio ecológico es la condición ambiental mediante la cual se hace uso racional del aprovechamiento de los recursos naturales sin producir degradación en el medio

ambiente, sin embargo, el aprovechamiento de dichos recursos debe de realizarse de forma racional de tal manera que no se produzcan deterioros ambientales en el entorno, el Estado en coordinación con las municipalidades deben de velar por que el equilibrio ecológico se mantenga a través de la vía legal, asimismo los ciudadanos también son responsables de cuidar el medio ambiente (Asamblea Nacional Constituyente, 1985).

La contaminación ambiental es uno de los problemas a nivel mundial que ha alterado el equilibrio ecológico, esto ha provocado en los últimos años desastres naturales como sequías prolongadas que afectan los cultivos y por lo tanto la producción agrícola, las inundaciones, deslaves, deterioro de la capa de ozono hecho que ha producido el calentamiento global, entre otros estragos más. El cambio climático ha producido efectos negativos en la agricultura, esto genera una escasez de recursos naturales y alimentos y por lo tanto también genera problemas económicos en el entorno social (Asamblea Nacional Constituyente, 1985).

Debido a la escasez los recursos naturales y de alimentos en los ecosistemas que conforman el medio ambiente a causa de la contaminación, se han producido problemas de carácter social de alto impacto a nivel mundial como lo es la desnutrición, la cual afecta directamente a la población infantil de forma negativa, pues al no haber una alimentación balanceada y en cantidad suficiente se produce que los niños no logren un correcto desarrollo en su etapa de crecimiento, además promueve fallos biológicos que a la vez alteran la salud de los mismos y en caso de que la desnutrición sea crónica se produce el fallecimiento del infante desnutrido (Asamblea Nacional Constituyente, 1985).

Los sistemas naturales de agua han sido afectados drásticamente por la contaminación ambiental, en la actualidad es muy difícil encontrar agua de buena calidad para beber o para el desarrollo de actividades sanitarias, pues generalmente las aguas

superficiales se encuentran con altas concentraciones de desechos fecales, agroquímicos o cualquier sustancia que altere las características físicas, químicas y bacteriológicas. En la mayor parte del territorio de Guatemala no se cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales, por lo que dichas aguas suelen verterse sin ningún control a las corrientes superficiales de agua (Asamblea Nacional Constituyente, 1985).

La tala desmedida de árboles sin ninguna justificación se ha vuelto controversial, pues dicha actividad ha dañado los pocos bosques que aún quedan el ecosistema, esto ha sido el detonante en tiempos de invierno por el tema de los deslaves a gran escala que se llevan a cabo actualmente, pues las raíces de los árboles tienen la función de desarrollar un sistema natural de anclaje, esto provoca suelos firmes lo cual evita la formación de deslaves; además otro de los efectos negativos de la tala de árboles es el calentamiento global, pues la flora ayuda a regular la temperatura de los ecosistemas e incita a mantener las precipitaciones pluviales de forma constante (Asamblea Nacional Constituyente, 1985).

Los desechos sólidos son otro problema grave que ha provocado muchos problemas de contaminación ambiental, pues en la sociedad se tiene la costumbre de practicar el consumismo de forma irresponsable, luego los envoltorios o empaques de los productos o incluso los mismos productos después de cierto tiempo terminan en basureros clandestinos, eso sin contar la cantidad de basura que se genera en las calles debido a la carencia de una educación ambiental sostenible, después todos estos desechos son arrastrados por las lluvias hacia los ríos y estos desembocan en los mares u océanos, los cuales son contaminados por dichos desechos (Asamblea Nacional Constituyente, 1985).

Es obligación de las municipalidades y de los ciudadanos desarrollar prácticas que permitan garantizar el equilibrio ecológico, entre dichas prácticas la municipalidad

debería de regular un tren de aseo para recolectar todos los desechos sólidos para posteriormente ser sometidos a procesos de tratamiento en plantas diseñadas el efecto para luego ser devueltas a la naturaleza sin que repercuta ningún tipo de contaminación, por otra parte, los habitantes pueden desarrollar prácticas de reciclaje, desarrollar una educación ambiental sostenible para depositar los desechos en su lugar respectivo y no arrojarlos a las calles (Asamblea Nacional Constituyente, 1985).

Código de Salud Decreto Número 90-97

Artículo 78. Acceso y cobertura universal

El Estado coordinará políticas con el MSPAS e INFOM, municipalidades e instituciones afines, para promover mecanismos que permitan que todos los habitantes del territorio nacional puedan tener acceso al agua potable en calidad y cantidad que sea suficiente para satisfacer todas las necesidades sanitarias de las personas, además, las comunidades tendrán la participación principal en la gestión de los recursos hídricos con el fin principal de promover un manejo sostenible (Congreso de la República de Guatemala, 1997).

El Estado con el apoyo del MSPAS, además, del auxilio INFOM e instituciones afines, deberán de velar de que todas las personas de un determinado lugar, tengan acceso al servicio de agua potable, el cual debe ser continuo en calidad y cantidad que permita satisfacer las demandas por parte de la población de forma eficiente, para el efecto se deben desarrollar controles y monitoreo en el territorio geográfico designado para cada entidad (Congreso de la República de Guatemala, 1997).

Artículo 79. Obligatoriedad de las municipalidades

Es obligación de las Municipalidades abastecer de agua potable a las comunidades situadas dentro de su jurisdicción territorial, conforme lo establece el Código

Municipal y las necesidades de la población, en el contexto de las políticas de Estado en esta materia y consignadas en la presente ley (Congreso de la República de Guatemala, 1997).

Las municipalidades tienen la obligación de prestar los servicios de agua potable a toda la población que se encuentra inmersa en su administración, para satisfacer sus necesidades, para ello las municipalidades deben de promover la creación de proyectos de agua potable en los lugares donde haya carencia de los mismos; y en los lugares donde ya exista el servicio en función, las instituciones competentes deberán de velar por el control y mantenimiento del mismo, de tal forma que se pueda garantizar el acceso del agua y su potabilidad respectiva (Congreso de la República de Guatemala, 1997).

Artículo 87. Purificación del agua

Las autoridades y cualquier tipo de empresas que se encarguen de prestar los servicios de agua destinada al consumo humano, previo a prestar el servicio o su respectiva comercialización, deben de someter el agua a procesos de purificación de acuerdo a los métodos definidos por el MSPAS, asimismo, debe de cumplir con los requerimientos de potabilidad contenidos en la Norma COGUANOR NTG 29001, de tal manera que no genere riesgos que puedan afectar la salud de los consumidores (Congreso de la República de Guatemala, 1997).

Se entiende como purificación del agua al conjunto de procedimientos o mecanismos que tienen como objetivo remover sustancias contaminantes o cualquier patógeno que altere drásticamente la calidad del agua, los procesos de purificación pueden ser físicos y químicos, entre los físicos se pueden desarrollar procedimientos de filtración que tiene por objeto remover sólidos coloidales que se encuentren suspendidos en el agua, también los procesos de sedimentación en el cual los sólidos tienden a

depositarse en la parte más baja de los contenedores gracias a las fuerzas gravitacionales y por último los procesos químicos entre ellos la cloración (Congreso de la República de Guatemala, 1997).

La purificación del agua puede desarrollarse a través de métodos de cloración, el cloro es un compuesto químico capaz de eliminar el 99.99% de las bacterias o gérmenes presentes en el agua, la presentación del cloro puede ser líquida o bien a través de pastillas. Las pastillas de cloro también conocidas en el ámbito comercial como tabletas de tricloro, estas se usan en dispositivos mecánicos automáticos como hipocloradores que tienen la función de clorar el agua con forme el caudal de entrada se mantenga activo en el tanque de distribución o recipiente de almacenamiento del sistema de abastecimiento de agua potable (Congreso de la República de Guatemala, 1997).

Código Municipal Decreto Número 12-2002

Artículo 68. Competencias propias del municipio

El suministro de agua potable es una competencia que corresponde directamente a las municipalidades, previo a suministrar el servicio, las autoridades municipales deben efectuar tratamientos por medio de sistemas de cloración, los cuales deben ser efectuados en los tanques de distribución, con el objeto de garantizar la potabilización del agua a suministrar en el servicio (Congreso de la República de Guatemala, 2002).

El suministro de los servicios de abastecimiento de agua potable hacia una población determinada en un espacio territorial definido es obligación directa de la municipalidad; la municipalidad es la entidad autónoma que tiene como función velar por el bienestar de la población en general que se encuentre inmersa dentro de su administración, por lo tanto, es la entidad encargada de suministrar todos los servicios

con una calidad eficiente y en cantidad que sea capaz de suplir todas las necesidades de los habitantes (Congreso de la República de Guatemala, 1997).

Norma COGUANOR NTG 29001

La Norma COGUANOR NTG 29001 es el documento técnico desarrollado por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) adscrita al Ministerio de Economía de la República de Guatemala (MINECO), en la que se establecen los parámetros de referencia que se deben de utilizar para definir la calidad del agua apta para consumo humano (COGUANOR, 2013).

Para que el agua sea considerada potable, debe de cumplir con los requisitos que se encuentran contenidos en la Norma COGUANOR NTG 29001, estos requerimientos son de carácter obligatorio para toda aquella agua que se pretenda destinar al consumo humano en cualquiera de sus modalidades. El objetivo de esta norma es garantizar la calidad del agua de tal forma que no repercuta ningún riesgo a la salud de las personas que la consuman (COGUANOR, 2013).

Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua
Es una guía propuesta por INFOM y MSPAS, la cual ha sido elaborada por distintos profesionales con el auxilio de distintas fuentes, en la misma se encuentran contenidos las consideraciones estandarizadas para el diseño de sistemas de agua potable, especialmente en las áreas rurales, con el objeto de regularizar los criterios de diseño para desarrollar el correcto dimensionamiento de tuberías y el diseño de los diversos componentes que integran un sistema de agua potable (INFOM & MSPAS, 2011).

En la norma propuesta por el INFOM en colaboración con el Ministerio de Salud y Asistencia Social MSPAS, establecen los requisitos o criterios de diseño que se deben de emplear en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano.

Entre las principales normativas se encuentran las metodologías hidráulicas, ecuaciones y valores a utilizar en ausencia de datos reales relacionados con los gastos de agua generados por los consumidores; el objetivo de esta normativa es unificar los criterios profesionales sobre el diseño hidráulico de acueductos destinados al transporte de agua apta para consumo humano (INFOM & MSPAS, 2011).

Código ACI 318S-11

El Código ACI 318S-11 es un reglamento técnico que ha sido elaborado por el Instituto Americano del Concreto (ACI) por sus siglas en inglés, su principal objeto es proporcionar los requerimientos mínimos en el diseño y construcción de cualquier elemento estructural que se efectúe por medio de la utilización de concreto estructural, además, sus disposiciones se emplean en las evaluaciones de las resistencias de las estructuras existentes. Este reglamento puede ser aplicado en lugares donde no se cuente con un reglamento legalmente aceptado (ACI, 2011).

El concreto es un material de construcción que se obtiene a partir de la mezcla de diversos materiales, entre ellos aglomerantes o aglutinantes como cemento portland, agregados finos (arena de río libre de cualquier impureza o contaminación) y agregados gruesos triturados (libre de cualquier sustancia contaminante) y agua preferiblemente potable en proporciones definidas según la dosificación de diseño. El concreto en estado fresco tiene una consistencia tipo pastosa, la cual al fraguar (tiempo de curado o endurecido) adquiere una consistencia pétreo con altas resistencias mecánicas a la compresión (ACI, 2011).

El concreto en estado fresco al tener una consistencia tipo pastosa puede adquirir cualquier forma de acuerdo al tipo de encofrado (armadura provisional de madera con clavos) en el que este se vacíe, después de su vaciado este debe ser sometido a un procesos mecánico de vibración ya sea asistido por dispositivos accionados por motor

o bien de forma manual a través del auxilio de una varilla de acero, la cual se introduce y se extrae rápidamente de forma repetitiva; la vibración permite eliminar burbujas de aire lo que evitará al final del fraguado la aparición de agujeros o ratoneras en la estructura (ACI, 2011).

El concreto después de fraguar adquiere propiedades mecánicas altamente resistentes, la resistencia del concreto varía según las dosificaciones sobre las cuales se efectúen las mezclas correspondientes, además de la calidad de los agregados y aditivos que se incluyan al momento de efectuar la mezcla; para que el concreto alcance la resistencia de diseño los agregados y demás sustancias que se le agreguen a la mezcla deben de estar libres de cualquier tipo de contaminación, asimismo el entorno superficial donde se desarrolle la mezcla debe estar completamente libre de impurezas, por tal motivo debe de emplearse mano de obra calificada y supervisión técnica (ACI, 2011).

El concreto tiene un excelente comportamiento en la absorción de esfuerzos mecánicos de compresión debido a la naturaleza de su composición, dosificación y forma de fabricarlo, sin embargo, es importante resaltar que el concreto posee una desventaja estructural, la cual es la deficiencia al momento de absorber los esfuerzos de tracción o tensión, es por este motivo que el concreto suele mezclarse con barras de acero corrugado y en caso de algunos elementos refuerzo transversal a base de estribos o eslabones según sea las particularidades del caso; al hacer la combinación de concreto y acero se alcanza una alta resistencia mecánica (ACI, 2011).

El acero es un material de construcción que posee una excelente resistencia mecánica para absorber correctamente los esfuerzos mecánicos de tensión y tracción, sin embargo, tiene un déficit para absorber los esfuerzos mecánicos de compresión, es por este motivo que al efectuar en los diseños estructurales la combinación de acero y concreto, se crea un material estructural muy eficiente para absorber los esfuerzos mecánicos para los diseños requeridos. Las naturalezas de ambos materiales los hacen

materiales versátiles, económicos y eficientes, por lo que los hace un material idóneo en cualquier tipo de construcción que se necesite desarrollar (ACI, 2011).

Los elementos estructurales generalmente adquieren su geometría o forma a base de un encofrado, se le denomina encofrado a la armadura provisional desarrollada generalmente con madera y clavos, este tipo de armadura brinda una especie de molde estructural para que el concreto adquiriera la tipología deseada; los elementos más conocidos son las losas, vigas y soleras, columnas, cimientos corridos y cimentaciones aisladas; en el caso de la cimentación generalmente no se utiliza ningún tipo de encofrado pues el terreno natural sirve como molde para darle la forma deseada al elemento estructural en cuestión (ACI, 2011).

El Instituto Americano del Concreto o ACI por sus siglas en inglés, es la entidad encargada de regular las normativas para regir las directrices al momento de desarrollar la construcción de elementos estructurales a base de concreto estructural, en dicha norma se establecen los requisitos mínimos a cumplir en el desarrollo de elementos estructurales, las ecuaciones para el diseño estructural de los elementos, las condiciones sobre las cuales se deberán de trabajar cada una de las fases por las que atraviesa un elemento estructural previo a alcanzar su forma final y su resistencia de diseño para la cual fue desarrollada (ACI, 2011).

En el código de construcción ACI, se definen los criterios mínimos para desarrollar los procesos de supervisión técnica, el objetivo principal de estos reglamentos es unificar los criterios profesionales para que los Ingenieros Civiles o Arquitectos tengan una guía base para supervisar los proyectos constructivos en los que intervengan elementos estructurales fabricados a base de concreto estructural. El enfoque al que se encuentra orientado la documentación de los reglamentos del ACI es la de garantizar la máxima calidad y resistencia estructural de cada uno de los elementos para alcanzar infraestructuras sismo resistente (ACI, 2011).

Se entiende como concreto estructural aquel tipo de concreto que tiene altas resistencias para absorber las deformaciones o sollicitaciones ya sea por cargas muertas o peso propio de la misma estructura, las cargas de diseño o las cargas ambientales generadas por la naturaleza tal es el caso de la lluvia, los fuertes vientos, actividad sísmica o cualquier tipo de esfuerzo que sea producido por diversos fenómenos naturales que puedan ocurrir en el entorno adyacente donde se encuentre cimentada la infraestructura (ACI, 2011).

La actividad sísmica es imposible de predecir, también el impacto que generará la misma, pues no se sabe a ciencia cierta el comportamiento que tendrá estos fenómenos sino hasta el momento en que ocurren, lo que sí se puede determinar es el tipo de estructura geológica que puede tener un determinado entorno demográfico, pues generalmente los países cuentan con una entidad encargada de monitorear dichos eventos, en Guatemala existe el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología INSIVUMEH, la cual tiene mapeado el territorio nacional sobre el tipo estructura geológica de cada zona territorial (ACI, 2011).

De acuerdo a la información que genera el INSIVUMEH, se tienen las características sobre el comportamiento de sismicidad al que se encuentra expuesto el territorio, de acuerdo a este tipo de información, se procede a desarrollar las memorias de cálculo estructural en conjunto con las normativas expuestas en el reglamento o código de construcción ACI y con las disposiciones de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, conocida en el sector de la construcción como AGIES; los criterios mínimos expuestos en las normativas y la información sísmica permite crear estructuras con alta resistencia a la sismicidad (ACI, 2011).

Los sismos son movimientos telúricos originados a partir del rozamiento que existen entre las placas tectónicas, estas generan una liberación de energía que hace vibrar la corteza terrestre, este fenómeno según su intensidad puede dañar los elementos

estructurales de diversos proyectos de infraestructura, es por esta razón de que se debe de analizar los riesgos que pueden haber en el entorno previo a desarrollar una planificación de un determinado proyecto, de esta manera se tomarán todas las consideraciones pertinentes para efectuar los diseños estructurales a partir de los análisis estructurales y memorias de cálculo respectivas (Paredes Ruiz, 1996).

El objetivo principal de crear estructuras altamente resistentes a la absorción de esfuerzos mecánicos o sollicitaciones por acción de las diversas fuerzas sísmicas o cualquier fuerza externa producida por la naturaleza o cargas ambientales, es la de preservar la seguridad de las personas que hagan uso de las estructura asimismo de las personas que se encuentren adyacente a la infraestructura, en otras palabras, una estructura sismo resistente tiene el objeto principal de proteger a toda costa la integridad física de los usuarios de la misma y de las personas que se encuentren adyacentes al proyecto estructural (ACI, 2011).

El objetivo principal del código ACI 318 es principalmente de regular las especificaciones técnicas y de diseño de elementos estructurales construidos por concreto armado, pues dichas especificaciones dependen directamente de las sollicitaciones o requerimientos estructurales designadas por las diferentes cargas a las que se someterá la estructura (ACI, 2011).

El código de construcción ACI 318, es un instrumento que fue desarrollado por el instituto americano del concreto, el propósito de este código es establecer los requisitos mínimos que se deben cumplir para el desarrollo de elementos estructurales diseñados a partir de concreto armado. Con la implementación de dicha normativa se busca crear proyectos de infraestructura que sean seguras para los usuarios con respecto a los riesgos sísmicos. En el territorio nacional de Guatemala, se emplea las consideraciones del código en mención para desarrollar los proyectos constructivos a base de concreto estructural (Paredes Ruiz, 1996).

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La presente investigación fue desarrollada en caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo del municipio de Jocotán, debido que se ha producido un incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales durante los cinco años, de acuerdo a los análisis de campo realizados se ha establecido que dicho caserío no se cuenta con sistemas de abastecimiento de agua potable, por lo que, los habitantes del referido lugar se abastecen de agua sin ningún tipo de control o tratamiento sanitario.

De acuerdo a las condiciones descritas en el párrafo anterior, surge la hipótesis de trabajo la cual se recita de la siguiente forma: “El incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, durante los últimos cinco años, por carencia de agua potable; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua”; el objetivo del presente capítulo es comprobar de forma estadística y analítica la hipótesis de trabajo.

Para comprobar la variable dependiente (Y) o el efecto, se efectuó un censo, el cual fue dirigido a cinco colaboradores del Centro de Salud del municipio de Jocotán, del departamento de Chiquimula, por otra parte, para comprobar la variable independiente (X) o la causa principal, se realizó un censo, el cual fue dirigido a integrantes del Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula, en el cual participaron cinco integrantes de dicha organización.

Se presenta a continuación los cuadros y las gráficas obtenidas en el trabajo de campo realizado por el investigador: del cuadro 1 y gráfica del 1 al cuadro 3 y gráfica 3, se refiere a la comprobación de la variable dependiente (efecto); del cuadro 4 y gráfica 4 al cuadro 8 y gráfica 8 se obtienen los datos para comprobar la variable independiente; Se hace la observación que con el cuadro 1 y gráfica 1 se comprueba la variable dependiente (efecto); con el cuadro 8 y gráfica 8 se comprueba la variable independiente (causa principal), contenidas en la hipótesis de trabajo formulada.

Presentación de cuadros, gráficas e interpretación de resultados de la variable dependiente (Y) o efecto

Cuadro 1

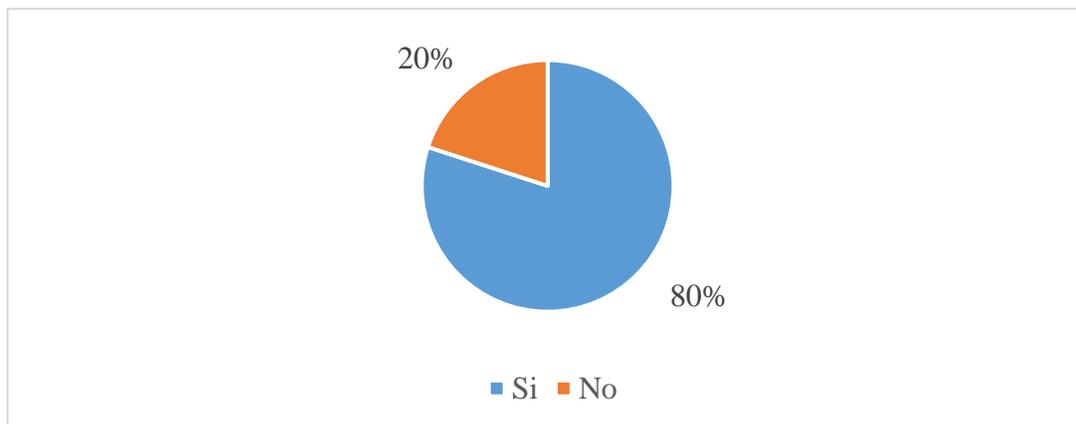
Colaboradores indican sobre el Incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	4	80
No	1	20
TOTAL	5	100

Fuente: investigación propia, dirigida a colaboradores del Centro de Salud del municipio de Jocotán, del departamento de Chiquimula, febrero de 2023

Gráfica 1

Colaboradores indican sobre el incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán



Fuente: investigación propia, dirigida a colaboradores del Centro de Salud del municipio de Jocotán, del departamento de Chiquimula, febrero de 2023

Análisis: la mayor parte de los colaboradores del centro de salud afirman que se ha producido un incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo durante los últimos cinco años, debido a la carencia de agua potable para consumo humano, por lo que se comprueba la variable dependiente o efecto contenido el árbol de problemas de la presente investigación.

Cuadro 2

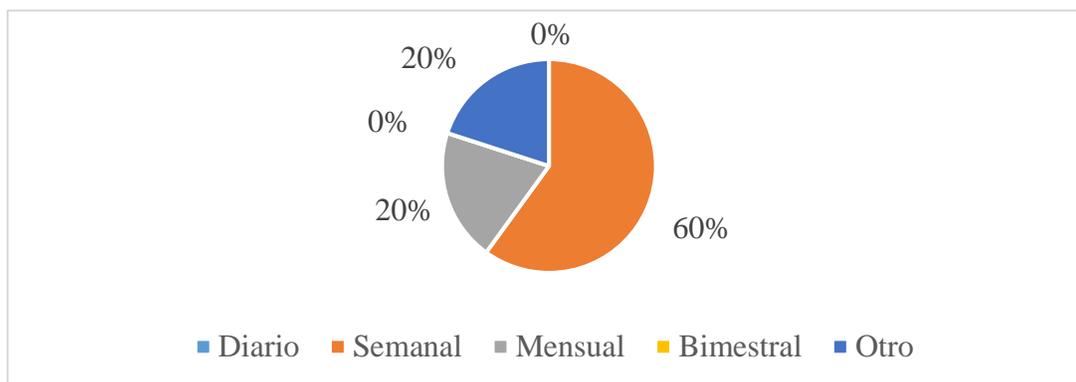
Frecuencia de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)	Valor relativo (%) acumulado
Diario	0	0	0
Semanal	3	60	60
Mensual	1	20	80
Bimestral	0	0	80
Otro	1	20	100
TOTAL	5	100	

Fuente: investigación propia, dirigida a colaboradores del Centro de Salud del municipio de Jocotán, del departamento de Chiquimula, febrero de 2023

Gráfica 2

Frecuencia de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán



Fuente: investigación propia, dirigida a colaboradores del Centro de Salud del municipio de Jocotán, del departamento de Chiquimula, febrero de 2023

Análisis: tres quintos de los colaboradores del centro de salud establecen que cada semana se presentan al centro de salud de Jocotán habitantes del Caserío los de Paz con síntomas de enfermedades gastrointestinales, por lo que se establece que la frecuencia con la que se presentan los casos es semanal, esto refleja una alerta sanitaria que afecta severamente la calidad de vida de los habitantes vulnerables.

Cuadro 3

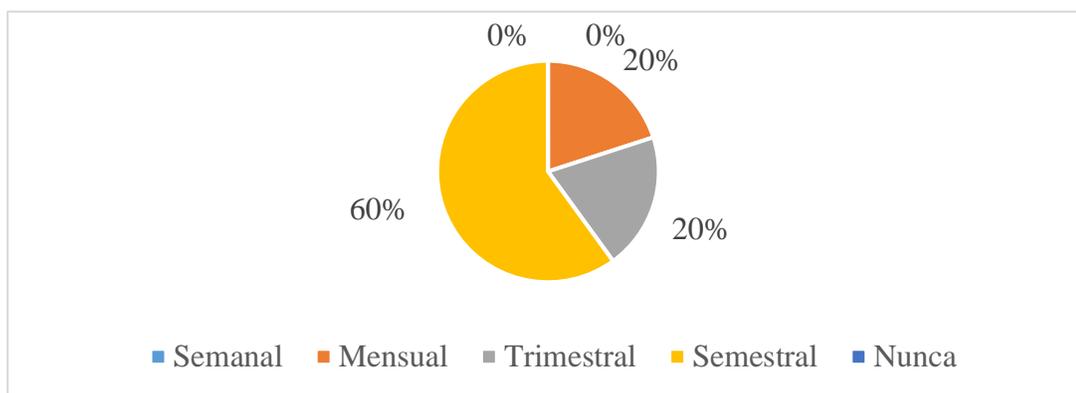
Frecuencia de capacitaciones sobre el uso adecuado de agua para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)	Valor relativo (%) acumulado
Semanal	0	0	0
Mensual	1	20	20
Trimestral	1	20	40
Semestral	3	60	100
Nunca	0	0	100
TOTAL	5	100	

Fuente: investigación propia, dirigida a colaboradores del Centro de Salud del municipio de Jocotán, del departamento de Chiquimula, febrero de 2023

Gráfica 3

Frecuencia de capacitaciones sobre el uso adecuado de agua para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán



Fuente: investigación propia, dirigida a colaboradores del Centro de Salud del municipio de Jocotán, del departamento de Chiquimula, febrero de 2023

Análisis: la mayor parte de los colaboradores del centro de salud de Jocotán declaran que se desarrollan capacitaciones sobre el uso adecuado del agua en Caserío los de Paz cada seis meses, sin embargo, debido a la carencia de agua potable en el caserío, las mismas no surten efectos, pues aunque exista el conocimiento, el agua que consumen los habitantes del referido lugar no es apta para consumo humano.

Presentación de cuadros, gráficas e interpretación de resultados de la variable independiente (X) o causa principal

Cuadro 4

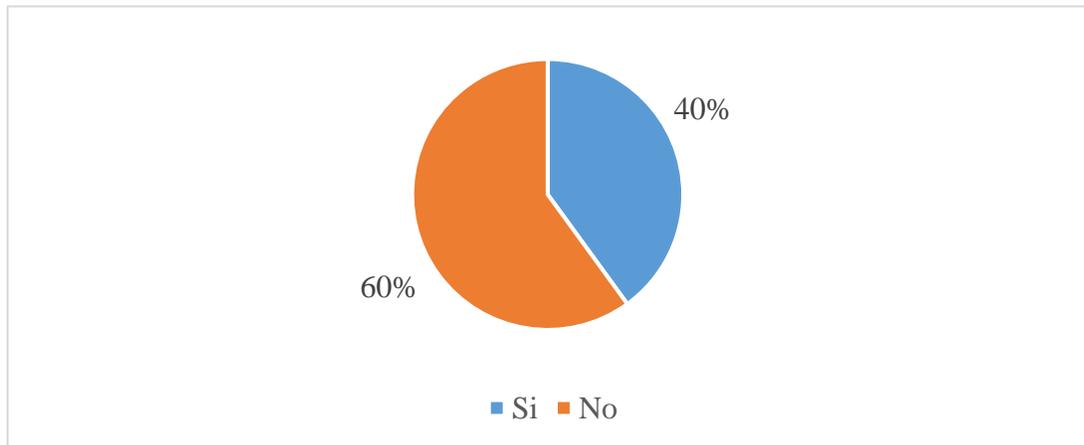
Personal para monitorear el agua para consumo de los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	2	40
No	3	60
TOTAL	5	100

Fuente: investigación propia, dirigida a integrantes del Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula, febrero de 2023

Gráfica 4

Personal para monitorear el agua para consumo de los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán



Fuente: investigación propia, dirigida a integrantes del Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula, febrero de 2023

Análisis: según la mayoría de los integrantes del concejo de la municipalidad de Jocotán, la municipalidad no cuenta con personal capacitado para monitorear la calidad del agua para consumo humano en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, puesto a que no existe un sistema de abastecimiento de agua potable formal para abastecer a los habitantes del referido caserío.

Cuadro 5

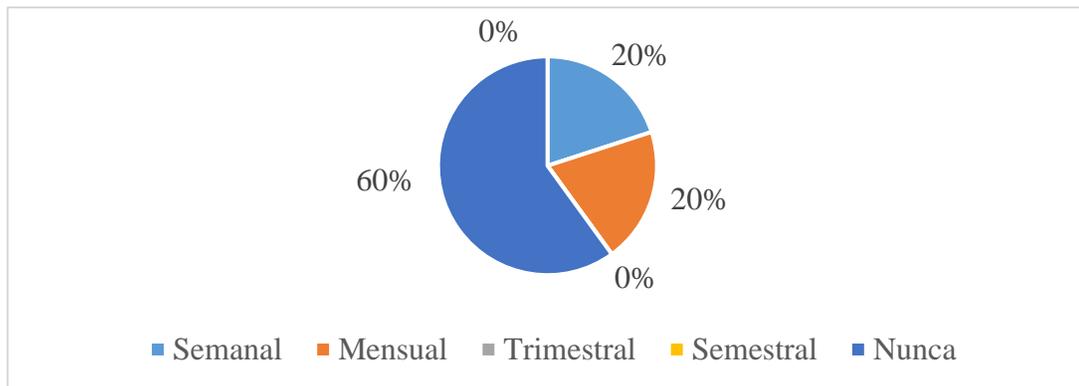
Frecuencia de monitoreo del agua para consumo de los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)	Valor relativo (%) acumulado
Semanal	1	20	20
Mensual	1	20	40
Trimestral	0	0	40
Semestral	0	0	40
Nunca	3	60	100
TOTAL	5	100	

Fuente: investigación propia, dirigida a integrantes del Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula, febrero de 2023

Gráfica 5

Frecuencia de monitoreo del agua para consumo de los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán



Fuente: investigación propia, dirigida a integrantes del Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula, febrero de 2023

Análisis: tres quintos de los miembros del concejo municipal de Jocotán manifiestan que nunca se ha desarrollado procesos de monitoreo del agua para consumo humano en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo debido a que no existe un sistema de abastecimiento de agua potable que satisfaga las necesidades de los habitantes del caserío antes mencionado.

Cuadro 6

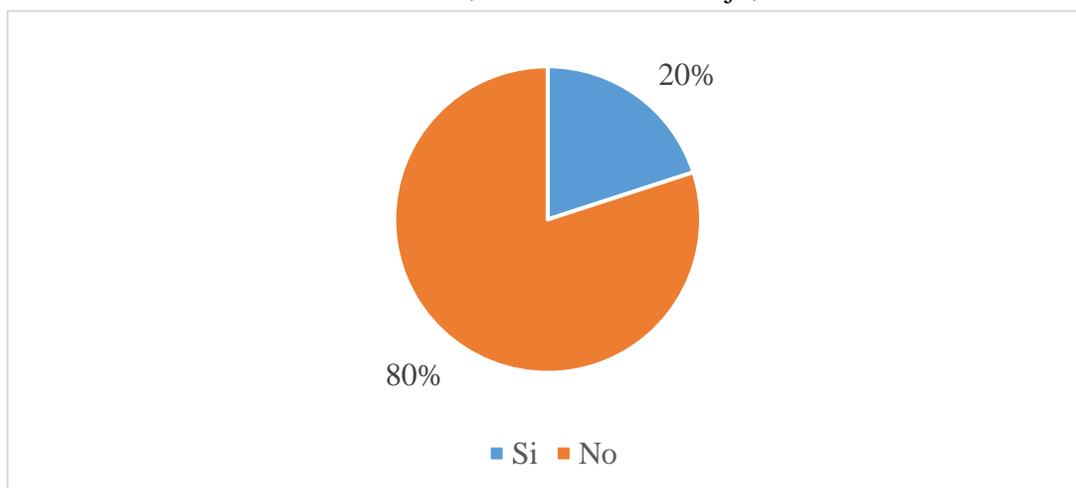
Equipo adecuado para monitorear el agua para consumo de los habitantes del
Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	1	20
No	4	80
TOTAL	5	100

Fuente: investigación propia, dirigida a integrantes del Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula, febrero de 2023

Gráfica 6

Equipo adecuado para monitorear el agua para consumo de los habitantes del
Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán



Fuente: investigación propia, dirigida a integrantes del Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula, febrero de 2023

Análisis: la mayor parte de los integrantes del concejo municipal entrevistados manifiestan que no se cuenta con equipo para monitorear el agua que consumen los habitantes de Caserío los de Paz, puesto a que no existe un sistema formal de abastecimiento de agua potable en el referido caserío, además argumentan que no es función propia de la municipalidad desarrollar los respectivos monitoreos.

Cuadro 7

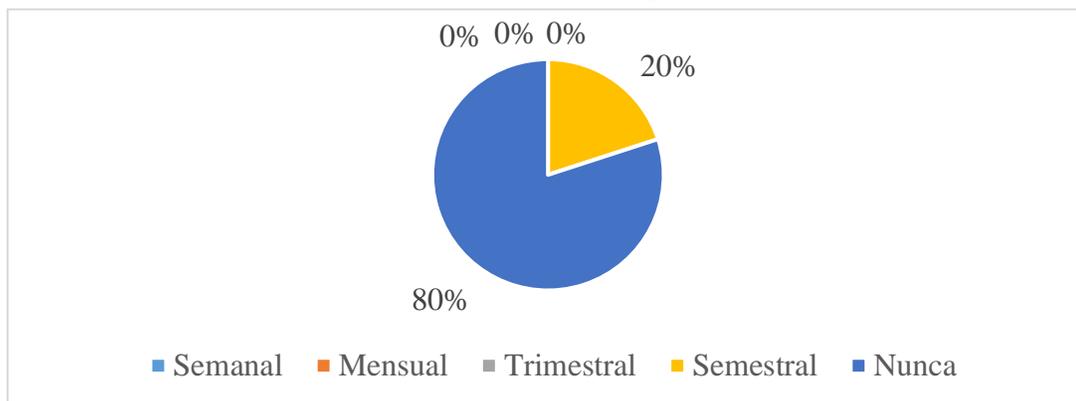
Frecuencia de capacitación sobre el uso racional de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)	Valor relativo (%) acumulado
Semanal	0	0	0
Mensual	0	0	0
Trimestral	0	0	0
Semestral	1	20	20
Nunca	4	80	100
TOTAL	5	100	

Fuente: investigación propia, dirigida a integrantes del Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula, febrero de 2023

Gráfica 7

Frecuencia de capacitación sobre el uso racional de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán



Fuente: investigación propia, dirigida a integrantes del Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula, febrero de 2023

Análisis: de acuerdo con la mayor parte de los miembros del concejo municipal, nunca se han desarrollado capacitaciones sobre el uso racional del agua potable en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, debido a que en el lugar hay carencia de agua potable debido a la inexistencia de un sistema que abastezca con agua en calidad y cantidad suficiente para satisfacer la demanda de los habitantes del caserío previamente citado.

Cuadro 8

Construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán

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

Fuente: investigación propia, dirigida a integrantes del Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula, febrero de 2023

Gráfica 8

Construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán



Fuente: investigación propia, dirigida a integrantes del Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula, febrero de 2023

Análisis: según la mayor parte de los miembros del concejo de la municipalidad de Jocotán establecen que no existe un sistema de agua potable que abastezca en calidad y cantidad suficiente a los habitantes de Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, del municipio de Jocotán, de acuerdo con la presente información se comprueba la variable independiente o causa principal.

Diagnóstico de la problemática

Presentación de cuadros, gráficas e interpretación de resultados de la variable intermedia

Cuadro 9

Respuesta sobre el servicio de agua potable en vivienda

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	11	20
No	43	80
TOTAL	54	100

Fuente: investigación propia, dirigida a habitantes de Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, febrero de 2023

Gráfica 9

Respuesta sobre el servicio de agua potable en vivienda



Fuente: investigación propia, dirigida a habitantes de Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, febrero de 2023

Análisis: la mayor parte de la población en Caserío los de Paz, manifiestan que no cuentan con abastecimiento de agua potable, por otra parte la minoría afirma la existencia de la misma, sin embargo estos últimos confunde el agua que utilizan la cual no es apta para consumo humano, con agua potable.

Cuadro 10

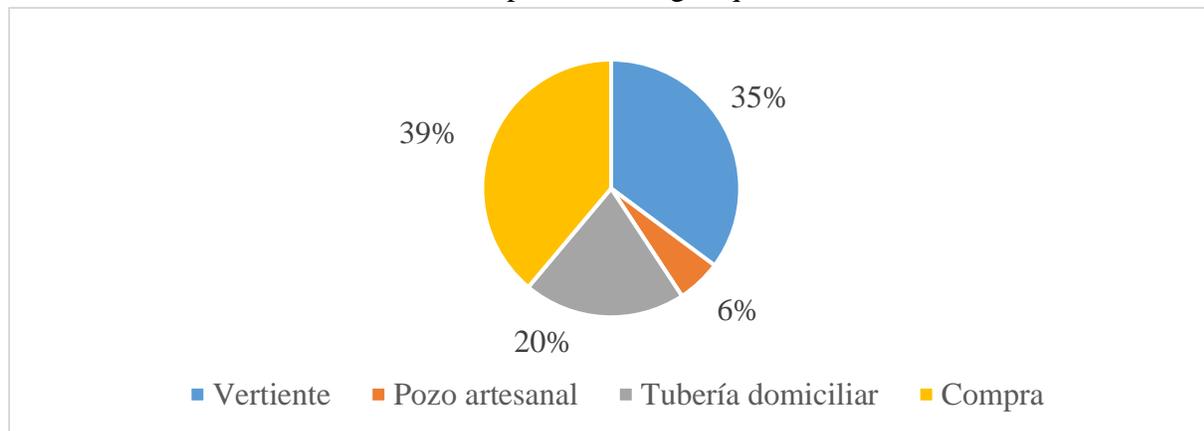
Fuente de donde proviene el agua que abastece las viviendas

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)	Valor relativo (%) acumulado
Vertiente	19	35	35
Pozo artesanal	3	6	41
Tubería domiciliar	11	20	61
Compra	21	39	100
TOTAL	54	100	

Fuente: investigación propia, dirigida a habitantes de Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, febrero de 2023

Gráfica 10

Fuente de donde proviene el agua que abastece las viviendas



Fuente: investigación propia, dirigida a habitantes de Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, febrero de 2023

Análisis: los habitantes de Caserío los de Paz establecen que el agua que utilizan para satisfacer sus necesidades es captada de vertientes, sin embargo la captación de la misma no cuenta con un tratamiento o control de calidad del agua y es transportada y almacenada de forma incorrecta, por lo que dicha agua se contamina con mayor facilidad y esta es la causante de enfermedades gastrointestinales.

Cuadro 11

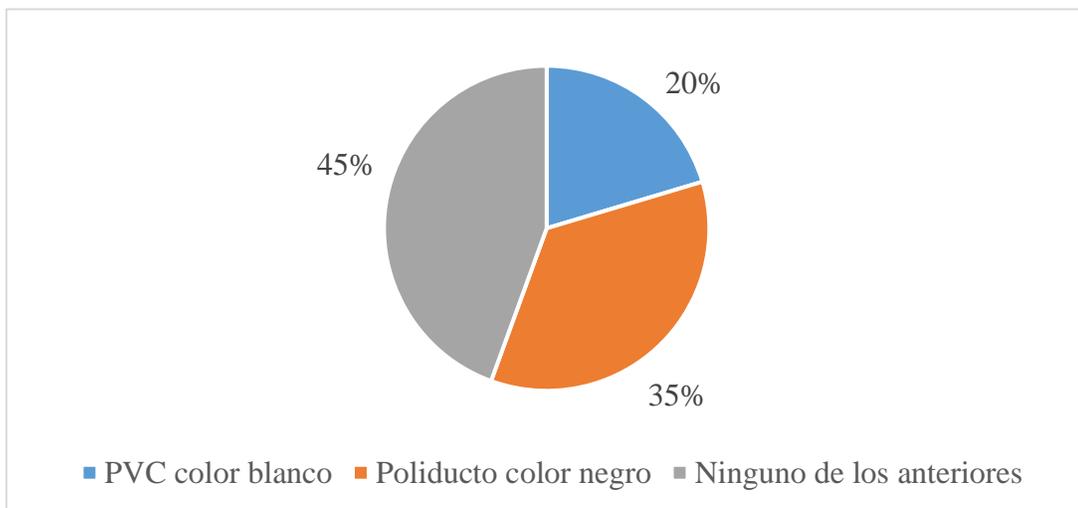
Tipo de tubería que posee el agua que abastece las viviendas

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
PVC color blanco	11	20
Poliducto color negro	19	35
Ninguno de los anteriores	24	44
TOTAL	54	100

Fuente: investigación propia, dirigida a habitantes de Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, febrero de 2023

Gráfica 11

Tipo de tubería que posee el agua que abastece las viviendas



Fuente: investigación propia, dirigida a habitantes de Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, febrero de 2023

Análisis: la mayor parte de la población en Caserío los de Paz, afirma que no cuentan con sistemas de conducción de agua potable para abastecer las viviendas, por lo que ellos se organizan para acarrear agua que no cumple con los requisitos de potabilidad para ser considerada como agua potable, es por esta razón que el agua acarreada corre una probabilidad muy alta de exponerse a sustancias o agentes contaminantes que pueda poner en riesgo la salud humana.

Cuadro 12

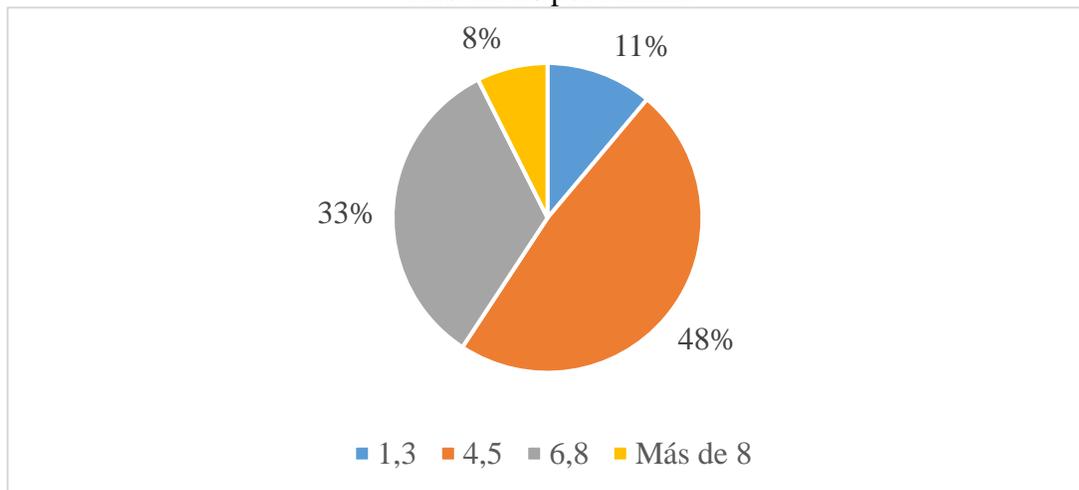
Habitantes por familia

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)	Valor relativo (%) acumulado
1-3	6	11	11
4-5	26	48	59
6-8	18	33	92
Más de 8	4	8	100
TOTAL	54	100	

Fuente: investigación propia, dirigida a habitantes de Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, febrero de 2023

Gráfica 12

Habitantes por familia



Fuente: investigación propia, dirigida a habitantes de Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, febrero de 2023

Análisis: la mayor parte de la población en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo afirman que en promedio cada familia cuenta con cuatro o cinco habitantes por vivienda, por lo tanto se puede definir que la densidad de vivienda es considerable y a futuro el crecimiento poblacional incrementará, es por esta razón, que es indispensable la construcción de un sistema de agua potable para mejorar la calidad de vida de los habitantes en el caserío referido.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este apartado se presentarán las conclusiones que se han desarrollado a partir de los análisis de los resultados contenidos en el capítulo III a través de los cuadros y gráficas; y las recomendaciones que servirán como base para el desarrollo de los resultados en busca de mitigar los efectos negativos derivados de la problemática identificada en la presente investigación.

IV.1 Conclusiones

1. Se comprueba la hipótesis planteada: “El incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, durante los últimos cinco años, por carencia de agua potable; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua”; con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error de muestreo.
2. Los colaboradores del Centro de Salud del municipio de Jocotán del departamento de Chiquimula, tienen conocimiento del incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales que se producen en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.
3. Los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales que afecta a la población vulnerable ante la presencia de riesgo sanitario, se presentan de forma semanal en el Centro de Salud del municipio de Jocotán del departamento de Chiquimula.
4. Las capacitaciones sobre el uso adecuado del agua dirigidas a la población afectada por parte los colaboradores del Centro de Salud del municipio de Jocotán del departamento de Chiquimula, se ejecutan en un periodo de tiempo semestral.

5. Los integrantes del Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula, no disponen de personal que se encargue de velar por los procesos de control de la calidad del agua que consumen los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.
6. Nunca se ha llevado a cabo planes y procedimientos de monitoreo del agua que consumen los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, por parte de la Municipalidad.
7. La Municipalidad de Jocotán no cuenta con equipo ni herramientas adecuadas para llevar a cabo la realización de procesos de evaluación, control y monitoreo del agua destinada para consumo humano.
8. El personal que integra el Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula, no proporciona capacitaciones e inducciones dirigidas a la población sobre la sensibilización del uso racional y control adecuado que se debe de tener con el uso del agua.
9. Los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, no cuentan con proyecto de construcción de sistema de agua potable, por lo que tienen carencia de agua potable.
10. El Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, no cuenta con servicio de agua potable en vivienda, por lo que los habitantes afectados optan por comprar agua en condiciones insalubres, la cual utilizan para satisfacer sus necesidades.

11. El agua que utilizan los pobladores afectados es extraída de fuentes naturales por medio de prácticas sanitarias inadecuadas, por lo que la calidad del agua se ve negativamente afectada, lo que genera un alto riesgo sanitario para la salud de los consumidores.
12. En las viviendas de las personas afectadas por la carencia de agua potable, no cuentan con conductos o tuberías destinadas al transporte de agua, debido a que el agua que compran la suelen transportar y almacenar en recipientes, los cuales están expuestos a la intemperie.
13. El Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, tiene un crecimiento poblacional notorio, el rango de habitantes por los que se encuentra constituida cada familia varía entre cuatro y cinco habitantes.

IV.2 Recomendaciones

1. Diseñar y construir un proyecto de agua potable que cumpla con los requerimientos establecidos en las normativas que regulan el diseño de acueductos de abastecimiento de agua para consumo humano y los requerimientos estructurales, para proveer un servicio en cantidad y calidad suficiente a la población afectada, para contribuir a la reducción de los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.
2. Diseñar un programa de control sanitario, para promover prácticas de potabilización dirigidas a la población afectada, para mitigar los efectos generados por la problemática sanitaria que afecta negativamente al Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.

3. Promover constantemente campañas de evaluación y control sanitario del agua que consumen los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, para contribuir a la reducción de casos semanales de enfermedades gastrointestinales.
4. Efectuar capacitaciones trimestrales por parte de la Municipalidad en coordinación con los colaboradores del Centro de Salud dirigidas a la población del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, sobre el uso adecuado del agua destinada al consumo humano.
5. Crear un comité de agua integrado por habitantes del caserío beneficiado por el proyecto de abastecimiento de agua potable para efectuar los procesos de recaudación financiera para llevar a cabo las acciones de potabilización, control, monitoreo, verificación de la calidad del agua, mantenimientos preventivos y correctivos en la etapa de operación del proyecto.
6. Diseñar un plan de capacitación dirigida al comité de agua para que se cumpla con los procedimientos de monitoreo para verificar la calidad del agua destinada para el consumo humano, de conformidad con la Norma COGUANOR NTG 29001.
7. Crear planes de coordinación entre la municipalidad y el Centro de Salud del municipio de Jocotán, para la gestión de equipo e instrumentos requeridos en el control y monitoreo del agua destinada al consumo humano, para llevar a cabo los procesos de saneamiento con el fin de garantizar la potabilidad del agua.
8. Promover campañas estratégicas de capacitación por parte de la Municipalidad de Jocotán, dirigidas a la población afectada sobre el uso racional y cuidado que se le debe de proporcionar al agua.

9. Diseñar y construir un proyecto de construcción de sistema de agua potable en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, para reducir los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales.
10. Suministrar el servicio de abastecimiento de agua potable a la población del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, por medio del servicio de conexiones prediales.
11. Desarrollar un proceso de capacitación dirigida a la población, sobre el tratamiento mínimo adecuado que se le debe proporcionar al agua destinada al consumo humano.
12. Gestionar el equipo, los materiales y accesorios requeridos por el sistema de agua potable, para suministrar un servicio en cantidad y calidad suficiente para satisfacer las necesidades de la población.
13. Crear un plan que involucre a todos los habitantes beneficiados por el proyecto de abastecimiento de agua potable, sobre el manejo, control y conservación de las fuentes de agua en el área de incidencia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Leoncio Avalos, M. E. (06 de 2015). Estudio comparativo de costos entre muros de contención por gravedad, en voladizo y suelo reforzado (tesis de pregrado). Recuperado el 08 de 03 de 2021, de Universidad de San Carlos de Guatemala:
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/510/1/Miguel%20Eduardo%20Leoncio%20Avalos.pdf>
2. ACI. (2011). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-11) (11 ed.). Estados Unidos de América: American Concrete Institute. Recuperado el 10 de 03 de 2021
3. Aguilar Ruiz, P. (10 de 2007). Apuntes sobre el curso de Ingeniería sanitaria 1 (tesis de pregrado). Recuperado el 06 de 03 de 2021, de Universidad de San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2766_C.pdf
4. Aguirre Escobar, L. A. (02 de 2019). Diseño de la red del sistema de agua potable para la aldea Joya Grande y diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Agua Dulce, Zaragoza, Chimaltenango (tesis de pregrado). Recuperado el 07 de 03 de 2021, de Universidad de San Carlos de Guatemala:
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/13814/1/Lesster%20Alexander%20Aguirre%20Escobar.pdf>
5. Alfaro Mérida, E. L. (08 de 2008). Diseño de edificio escolar de dos niveles y alcantarillado sanitario para la aldea El Naranjo, San Rafael Pie de la Cuesta,

San Marcos (tesis de pregrado). Recuperado el 07 de 03 de 2021, de Universidad de San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2884_C.pdf

6. Asamblea Nacional Constituyente. (1985). Constitución Política de la República de Guatemala. Recuperado el 09 de 03 de 2021, de <https://www.cijc.org/es/NuestrasConstituciones/GUATEMALA-Constitucion.pdf>
7. Barrios Diego, H. E. (05 de 2019). Diseño del sistema de agua potable para la colonia las Margaritas y localización predial y uso del suelo de la zona 10, San Miguel Petapa, Guatemala (tesis de pregrado). Recuperado el 07 de 03 de 2021, de Universidad de San Carlos de Guatemala: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/13875/1/Henry%20Eduardo%20Barrios%20Diego.pdf>
8. Barrios Ordoñez, J. A. (06 de 2019). Diseño del sistema de agua potable para la colonia Villa Hermosa 1, sector 10, zona 7 y localización predial y uso del suelo de la zona 6, San Miguel Petapa, Guatemala (tesis de pregrado). Recuperado el 06 de 03 de 2021, de Universidad de San Carlos de Guatemala: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/13876/1/Jos%C3%A9%20Alejandro%20Barrios%20Ordo%C3%B1ez.pdf>
9. Braja, M. D. (2012). Fundamentos de ingeniería de cimentaciones (Septima edición ed.). (S. R. Cervantes González, & O. A. Ramírez Rosas, Edits.) México: Cengage Learning. Recuperado el 27 de 04 de 2021

10. Chávez Roca, P. A. (10 de 2017). Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en aldea Los Cubes y sistema de alcantarillado sanitario para Cantones Rincón de Piedra, Agua Tibia y caserío El Encinón, cabecera municipal, municipio de Palencia, departamento de Guatemala. Recuperado el 06 de 03 de 2021, de Universidad de San Carlos de Guatemala: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8165/1/Pedro%20Antonio%20Ch%C3%A1vez%20Roca.pdf>

11. COGUANOR. (09 de 08 de 2013). Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones. Recuperado el 06 de 03 de 2021, de <http://www.ecosistemas.com.gt/wp-content/uploads/2015/07/04-COGUANOR-NTG-29-001-1a-Revision.pdf>

12. Congreso de la República de Guatemala. (03 de 11 de 1997). Código de Salud. Recuperado el 10 de 03 de 2021, de Decreto Número 90-97: http://www.cicad.oas.org/fortalecimiento_institucional/legislations/pdf/gt/decreto_congresional_90-97.pdf

13. Congreso de la República de Guatemala. (02 de 04 de 2002). Código Municipal. Recuperado el 10 de 03 de 2021, de Decreto Número 12-2002: https://www.plazapublica.com.gt/sites/default/files/codigo_municipal.pdf

14. Crespo Villalalaz, C. (2004). Mecánica de suelos y cimentaciones (Quinta edición ed.). México: Limusa. Recuperado el 27 de 04 de 2021, de <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>

15. Del Valle, F. d. (2018). Ciencias Naturales y Tecnología, quinto grado. (M. Molina, J. Melchor Toledo, A. B. Consenza, & B. López, Edits.) Ciudad de Guatemala, Guatemala: MINEDUC. Recuperado el 27 de 04 de 2021

16. Fuentes Huette, C. E. (03 de 2006). Materiales de construcción en Guatemala y su aplicación actual (tesis de pre grado). Recuperado el 28 de 04 de 2021, de Universidad de San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2606_C.pdf

17. Guzmán Rosales, J. P. (08 de 2004). Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo para el caserío la Fe, Cantón Pujujil II, municipio y departamento de Sololá (tesis de pregrado). Recuperado el 07 de 03 de 2021, de Universidad de San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2452_C.pdf

18. Herrera Monterroso, M. M. (04 de 2013). Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío La 46 y edificio escolar de dos niveles para el caserío El Júcaro, Cuilapa, Santa Rosa (tesis de pregrado). Recuperado el 07 de 03 de 2021, de Universidad de San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3548_C.pdf

19. INFOM & MSPAS. (11 de 2011). Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano. Recuperado el 06 de 03 de 2021, de <https://www.mspas.gob.gt/images/files/saludabmiente/regulacionesvigentes/AguaConsumoHumano/NormasdeDisenoSistemasRuralesAgua.pdf>

20. Malouf Sierra, K. (2018). Ciencias Naturales y Tecnología Sexto grado. (M. Molina, J. Melchor Toledo, A. Consenza, & B. López, Edits.) Ciudad de Guatemala, Guatemala: MINEDUC. Recuperado el 27 de 04 de 2021

21. McJunkin, F. E. (1988). Agua y salud humana (Primera edición ed.). Mexico: Limusa. Recuperado el 28 de 04 de 2021

22. Monterroso Rodríguez, R. E. (09 de 2014). Diseño de la carretera de las aldeas Llano Grande hacia El Izote y sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Durazno, Casillas, Santa Rosa (tesis de pregrado). Recuperado el 06 de 03 de 2021, de Universidad de San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3781_C.pdf

23. Morales Siguantay, D. A. (08 de 2017). Diseño de una edificación de dos niveles para el centro de capacitación para la mujer y de una estructura para graderíos y área de servicios para el estadio de la aldea Llano Grande, Pachalum, Quiché (tesis de pregrado). Recuperado el 07 de 03 de 2021, de Universidad de San Carlos de Guatemala: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7822/1/Darvin%20Arandy%20Morales%20Siguantay.pdf>

24. Navarro Navarro, S. R. (08 de 2018). Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Los Pérez y de un puente vehicular de 12 metros para el Cantón San Rafael Vuelta Colorada, Nuevo Progreso, San Marcos (tesis de pregrado). Recuperado el 07 de 03 de 2021, de Universidad de San Carlos de Guatemala:

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/11457/1/Selvin%20Ricardo%20Navarro%20Navarro.pdf>

25. Paredes Ruiz, P. A. (08 de 1996). Guía teórica y práctica del curso de diseño estructural (tesis de pre grado). Recuperado el 28 de 04 de 2021, de Universidad de San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1847_C.pdf

26. Quiroa Escobar, R. A. (02 de 2018). Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para la zona 2 de la cabecera municipal de Sibinal, San Marcos (tesis de pregrado). Recuperado el 07 de 03 de 2021, de Universidad de San Carlos de Guatemala: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8711/1/Rogelio%20Arturo%20Quiroa%20Escobar.pdf>

27. Santillana. (2013). Universo Santillana 6. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Santillana, SA. Recuperado el 10 de 03 de 2021

28. Santizo, J. R. (08 de 2016). Metodología para el diseño estructural de tanques superficiales en secciones regulares de concreto reforzado basado en el método (PCA-C) y (PCA-R) de la Portland Cement Association (tesis de pregrado). Recuperado el 09 de 03 de 2021, de Universidad de San Carlos de Guatemala: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5594/1/Julio%20Ricardo%20Santizo.pdf>

29. USAID. (06 de 2018). Guía Técnica y Administrativa de Proyectos Municipales. (U. N. Locales, Editor) Recuperado el 17 de 05 de 2021, de

Nexos Locales: https://nexuslocales.com/wp-content/uploads/2018/09/Guia_Tec_admn_proy_municip-1.pdf

30. Vásquez Orón, E. A. (06 de 2017). Diseño de un sistema de agua potable para el sector Chicapitán, Santa María de Jesús, Sacatepequez, Guatemala (tesis de pregrado). Recuperado el 06 de 03 de 2021, de Universidad de San Carlos de Guatemala:
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/7279/1/Erick%20Antonio%20V%C3%A1squez%20Or%C3%B3n.pdf>

31. Wolf, P. R., & Ghilani, C. D. (2016). Topografía (Décima cuarta edición ed.). (R. Arrijo Juárez, Trad.) Ciudad de México, México: Alfaomega. Recuperado el 27 de 04 de 2021

32. Zamora Jolon, S. C. (04 de 2007). Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y edificación escolar para la comunidad Santo Domingo Peña Blanca, Siquinalá, Escuintla (tesis de pre grado). Recuperado el 28 de 04 de 2021, de Universidad de San Carlos de Guatemala:
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2717_C.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de investigación y proyectos: Dominó

Modelo de investigación y proyectos: Dominó

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

Elaborado por: Amner Noé Gutiérrez Solís

Para: Programa de Graduación

Fecha: 12/08/2023

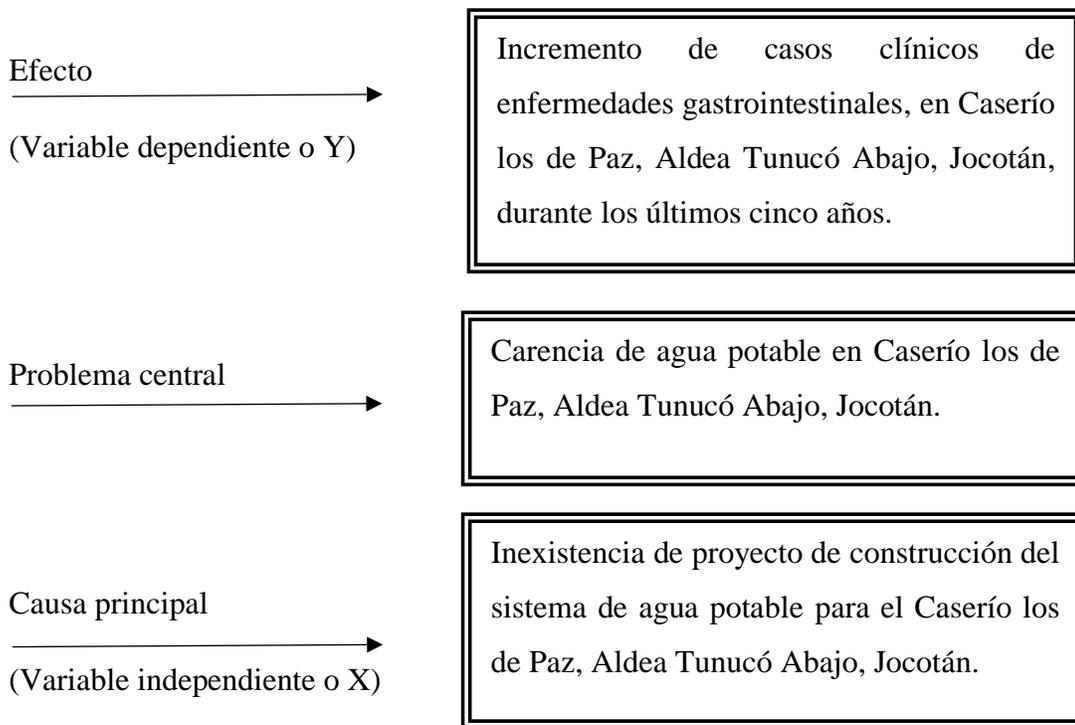
Problema	Propuesta	Evaluación
1) Efecto o variable dependiente Incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, durante los últimos cinco años.	4) Objetivo general Disminuir el incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.	15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Indicadores: Al quinto año los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales han disminuido en un 80%, en el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.
2) Problema central Carencia de agua potable en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.	5) Objetivo específico Abastecer con agua potable el Caserío los de Paz, Aldea Taucó Abajo, Jocotán.	Verificadores: Informes de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales del Centro de Salud del municipio de Jocotán. Supuestos: Mejoran las condiciones de salud de los pobladores del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.
3) Causa principal o variable independiente Inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.	6) Nombre Proyecto de construcción del sistema de agua potable para el caserío Los De Paz, aldea Tunucó Abajo, Jocotán.	16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Indicadores: A partir del primer año el 100% de la población del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, cuenta con agua potable en sus viviendas.
7) Hipótesis Hipótesis causal: "El incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, durante los últimos cinco años, por carencia de agua potable; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua" Hipótesis interrogativa: ¿Es la inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua potable, la causante del incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, por carencia de agua potable en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, en los últimos cinco años?	12) Resultados o productos R1. Se cuenta con Unidad Ejecutora R2. Se tiene la construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán R3. Se cuenta con un programa capacitación para la población.	Verificadores: Servicio de agua potable en las viviendas de los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán. Supuestos: Instituciones enfocadas en la gestión ambiental proporcionan capacitaciones sobre la conservación de las fuentes hídricas.

<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto ¿Existen incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán? Si ___ No__</p>	<p>13) Ajuste de costos y tiempo Optativo para licenciaturas</p>
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal ¿Existe construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán? Si ___ No__</p>	<p>14) Anotaciones, Aclaraciones y advertencias</p> <ul style="list-style-type: none"> — Utilizar la tabla de contenidos por orden para elaborar el trabajo de investigación (https://urural.edu.gt/wp-content/uploads/2020/01/tabla-de-contenidos-por-orden.pdf) — Utilizar forma y estilo de Universidad Rural de Guatemala. — Redactar en tercera persona. — Puede utilizar la biblioteca virtual que está en la página de la Universidad. — Puede utilizar el modelo para elaborar la metodología que está en la página de la Universidad. — Investigar 75 páginas de MARCO TEÓRICO. — En el anexo 1 del tomo II, desarrollar ocho (8) actividades por cada resultado.
<p>10) Temas del Marco Teórico</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La salud 2. Enfermedades gastrointestinales 3. El agua potable 4. Calidad del agua 5. Topografía 6. Sistema de abastecimiento de agua potable 7. Materiales de construcción 	
<p>11) Justificación: El investigador debe de evidenciar con proyección estadística y matemática el comportamiento del efecto; así mismo, la importancia de implementar la propuesta.</p>	

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

Árbol de problemas

Tópico: Falta de servicio de agua potable

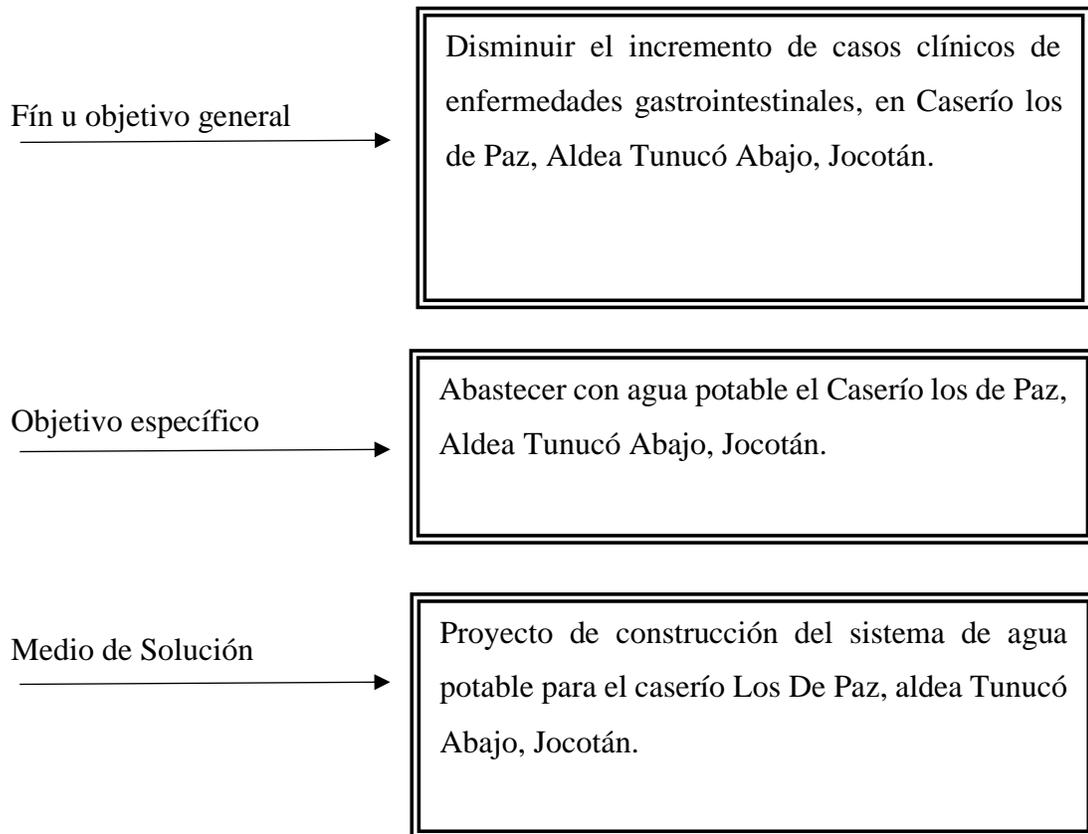


Hipótesis de trabajo

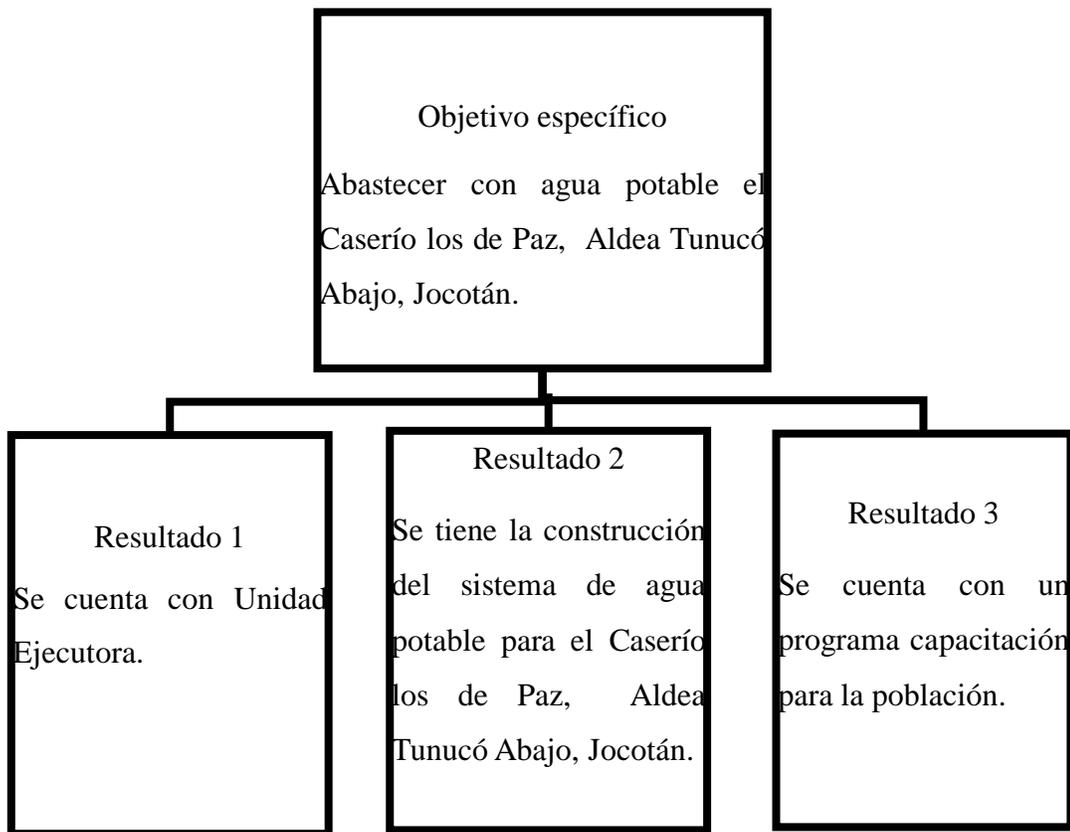
“El incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, durante los últimos cinco años, por carencia de agua potable; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua”.

¿Es la inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua potable, la causante del incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, por carencia de agua potable en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, en los últimos cinco años?

Árbol de objetivos



Anexo 3. Diagrama del medio de solución de la problemática



Anexo 4. Matriz de la Estructura Lógica

La siguiente matriz de la estructura lógica es un instrumento que sirve para evaluar el cumplimiento de los objetivos de la propuesta, después de su desarrollo.

Componentes del proyecto	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Objetivo general: Disminuir el incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.	Al quinto año los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales han disminuido en un 80%, en el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.	Informes de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales del Centro de Salud del municipio de Jocotán.	Mejoran las condiciones de salud de los pobladores del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.
Objetivo específico: Abastecer con agua potable el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.	A partir del primer año el 100% de la población del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, cuenta con agua potable en sus viviendas.	Servicio de agua potable en las viviendas de los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.	Instituciones enfocadas en la gestión ambiental proporcionan capacitaciones sobre la conservación de las fuentes hídricas.
Resultado 1 Se cuenta con Unidad Ejecutora.			

<p>Resultado 2</p> <p>Se tiene la construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.</p>			
<p>Resultado 3</p> <p>Se cuenta con un programa capacitación para la población.</p>			

Anexo 5. Boleta de investigación para comprobación del efecto general

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: Incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, durante los últimos cinco años.

Esta boleta censal está dirigida a colaboradores del Centro de Salud del municipio de Jocotán, del departamento de Chiquimula.

Instrucciones: a continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela en caso de que se le indique.

1. ¿Existen incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán?

Sí_____ No _____

Si su respuesta es sí ¿Cuál es el grupo etario que presenta más casos?

1.1 Niños ____

1.2 Jóvenes ____

1.3 Adultos ____

1.4 Adultos de la tercera edad _____

2. ¿Con que frecuencia se presentan casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán?

2.1 Diario ____

2.2 Semanal ____

2.3 Mensual ____

2.4 Bimestral ____

2.5 Otro _____

3. ¿Con que frecuencia brindan capacitaciones sobre el uso adecuado de agua para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán?

3.1 Semanal ____

3.2 Mensual ____

3.3 Trimestral ____

3.4 Semestral _____

3.5 Nunca ____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 6. Boleta de investigación para comprobación de la causa principal

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: Inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.

Esta boleta censal está dirigida a integrantes del Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula.

Instrucciones: a continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela en caso de que se le indique.

1. ¿Cuentan con personal para monitorear el agua para consumo de los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán?

Sí _____ No _____

2. ¿Con que frecuencia monitorea el agua para consumo de los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán?

2.1 Semanal _____

2.2 Mensual _____

2.3 Trimestral _____

2.4 Semestral _____

2.5 Nunca _____

3. ¿Poseen equipo adecuado para monitorear el agua para consumo de los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán?

Sí_____ No _____

4. ¿Con que frecuencia brindan capacitaciones sobre el uso racional de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán?

4.1 Semanal _____

4.2 Mensual _____

4.3 Trimestral _____

4.4 Semestral _____

4.5 Nunca _____

5. ¿Existe construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán?

Sí_____ No _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 7. Boleta de diagnóstico de la problemática

Universidad Rural de Guatemala

Programa de graduación

Boleta de investigación

Diagnóstico de la problemática

Objetivo: esta boleta de investigación tiene por objeto diagnosticar el problema central siguiente: Carencia de agua potable en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.

Esta boleta está dirigida a habitantes de Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, de acuerdo al tamaño de la muestra calculada al 90% del nivel de confianza y el 10% del nivel de error de muestreo, por sistema de población finita cualitativa.

Instrucciones: a continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela en caso de que se le indique.

1. ¿Cuenta usted con servicio de agua potable en su vivienda?

Sí _____ No _____

2. ¿De qué fuente proviene el agua que abastece su vivienda?

2.1 Vertiente _____

2.2 Pozo artesanal _____

2.3 Tubería domiciliar _____

2.4 Compra _____

3. ¿Qué tipo de tubería posee el agua que abastece su vivienda?

3.1 PVC color blanco _____

3.2 Poliducto color negro _____

3.3 Ninguno de los anteriores _____

4. ¿Cuántas habitantes integran su familia?

4.1 1-3 _____

4.2 4-5 _____

4.3 6-8 _____

4.4 Más de 8 _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 8. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra

Universidad Rural establece que para poblaciones iguales o menores de 35 individuos se debe realizar censo, por lo que se procedió a identificar y determinar su cálculo.

Población que comprueba la variable dependiente (Y) o efecto

La población con características para comprobar la variable dependiente son cinco individuos (colaboradores del Centro de Salud del municipio de Jocotán, del departamento de Chiquimula), a los que se les realizó un censo.

Población que comprueba la variable independiente (X) o causa principal

La población con características para comprobar la variable independiente son cinco individuos (integrantes del Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula), a los que se les realizará un censo.

Población con la que se diagnostica la problemática

El cálculo de la muestra se realiza un muestreo estadístico simple aleatorio con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error de muestreo, por el método aleatorio de población finita cualitativa. Este cálculo se realizó a la población del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, debido a que la población del referido caserío es de 257 habitantes.

La fórmula utilizada para el cálculo de la muestra con los parámetros arriba indicados es la siguiente:

N =	257
Z =	1.645
Z ² =	2.706025
p =	0.5
q =	0.5
d =	0.1
d ² =	0.01
NZ ² pq =	173.86211
Nd ² =	2.57
Z ² pq =	0.6765063
Nd ² + Z ² pq =	3.2465063
n =	53.553603

$$n = \frac{N Z^2 pq}{Nd^2 + Z^2 pq}$$

N= Población económicamente activa

Z= Media normalizada

p= Probabilidad de éxito

q= Probabilidad de fracaso

d= Error de muestreo

Se aclara que se utiliza la máxima varianza (p=0.5 y q=0.5), debido a que no existen investigaciones previas a la problemática que se estudia.

De acuerdo con los cálculos efectuados, se tiene que la muestra es de 54 habitantes para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.

Anexo 9. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación

Este coeficiente es un indicador estadístico que nos indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables. Las variables a analizar son la variable dependiente Y o efecto (casos clínicos de enfermedades gastrointestinales) y el tiempo (últimos cinco años) representado por la variable X; en este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.96, lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplificada es la siguiente: $y = a+bx$.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de $+ - 0.80$ a $+ - 1$.

A continuación, se presentan los cálculos y fórmula utilizada para obtener dicho coeficiente.

Cálculo de coeficiente de correlación

Cálculo del coeficiente de correlación

Año	X	Y	XY	X ²	Y ²
	(Años)	Casos clínicos de enfermedades gastrointestinales			
2018	1	115	115.00	1	13225.00
2019	2	197	394.00	4	38809.00
2020	3	204	612.00	9	41616.00
2021	4	295	1180.00	16	87025.00
2022	5	428	2140.00	25	183184.00
Totales	15	1239	4441.00	55	363859.00

n=	5
∑X=	15
∑XY=	4441
∑X ² =	55
∑Y ² =	363859.00
∑Y=	1239
n∑XY=	22205
∑X*∑Y=	18585
Numerador=	3620
n∑X ² =	275
(∑X) ² =	225
n∑Y ² =	1819295.00
(∑Y) ² =	1535121.00
n∑X ² -(∑X) ² =	50
n∑Y ² -(∑Y) ² =	284174
(n∑X ² -(∑X) ²)*(n∑Y ² -(∑Y) ²)	14208700.00
Denominador:	3769.44
r=	0.96

Fórmula:

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

Comentario: de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis del efecto representado por la variable Y a lo largo del tiempo representado por la variable X, se obtiene un coeficiente de correlación de 0.96, el cual se encuentra dentro del rango de + - 0.80 a + - 1, por lo tanto, se establece que, ambas variables se encuentran correlacionadas entre sí, por lo que se procede a desarrollar el método de la línea recta para efectuar la proyección con y sin propuesta.

Anexo 10. Anexo metodológico de la proyección

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado para la proyección sin propuesta y posteriormente se efectuó la proyección con propuesta.

Previo a ello se procedió a determinar el comportamiento de la variable tiempo, respecto a los casos sujetos de estudio en el tiempo, conforme a una serie histórica dada, la cual se encuentra dentro de los parámetros aceptables para considerarse como un comportamiento lineal, que se resume con la ecuación siguiente: $y=a+bx$.

Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar de $+ - 0.80$ a $+ - 1$; cuyo cálculo es parte integrante de este documento.

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

Proyección lineal

Cálculo de proyección lineal

Ecuación de la línea recta $y = a + bx$

Año	X	Y	XY	X ²	Y ²
	(Años)	Casos clínicos de enfermedades gastrointestinales			
2018	1	115	115	1	13225.00
2019	2	197	394	4	38809.00
2020	3	204	612	9	41616.00
2021	4	295	1180	16	87025.00
2022	5	428	2140	25	183184.00
Totales	15	1239	4441	55	363859.00

n=	5
$\sum X =$	15
$\sum XY =$	4441
$\sum X^2 =$	55
$\sum Y^2 =$	363859.00
$\sum Y =$	1239
$n \sum XY =$	22205
$\sum X * \sum Y =$	18585
Numerador de b:	3620
Denominador de b:	
$n \sum X^2 =$	275
$(\sum X)^2 =$	225
$n \sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b=	72.4
Numerador de a:	
$\sum Y =$	1239
$b * \sum X =$	1086
Numerador de a:	153
a=	30.6

Formulas:

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

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

Cálculo de proyección sin propuesta

Proyección sin propuesta					
Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$					
Y	2023	a	+	b	X
Y	2023	30.6		72.4	6
Y	2023	465	Casos clínicos de enfermedades gastrointestinales		
Y	2024	a	+	b	X
Y	2024	30.6		72.4	7
Y	2024	537	Casos clínicos de enfermedades gastrointestinales		
Y	2025	a	+	b	X
Y	2025	30.6		72.4	8
Y	2025	610	Casos clínicos de enfermedades gastrointestinales		
Y	2026	a	+	b	X
Y	2026	30.6		72.4	9
Y	2026	682	Casos clínicos de enfermedades gastrointestinales		
Y	2027	a	+	b	X
Y	2027	30.6		72.4	10
Y	2027	755	Casos clínicos de enfermedades gastrointestinales		

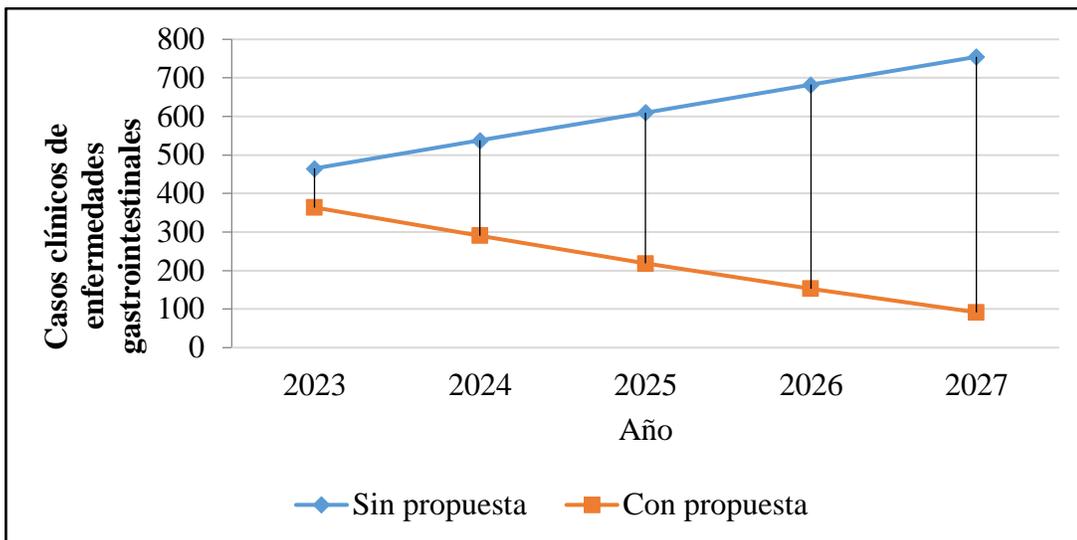
Cálculo de proyección con propuesta

Proyección con propuesta				
Fórmula: Y*% propuesto +- Y				
Año a proyectar (Y)	Año anterior	-	Porcentaje propuesto	=
2023	2022			
364	428		15%	64
Casos clínicos de enfermedades gastrointestinales				
Año a proyectar (Y)	Año anterior	-	Porcentaje propuesto	=
2024	2023			
291	364		20%	73
Casos clínicos de enfermedades gastrointestinales				
Año a proyectar (Y)	Año anterior	-	Porcentaje propuesto	=
2025	2024			
218	291		25%	73
Casos clínicos de enfermedades gastrointestinales				
Año a proyectar (Y)	Año anterior	-	Porcentaje propuesto	=
2026	2025			
153	218		30%	65
Casos clínicos de enfermedades gastrointestinales				
Año a proyectar (Y)	Año anterior	-	Porcentaje propuesto	=
2027	2026			
92	153		40%	61
Casos clínicos de enfermedades gastrointestinales				

Comparación sin y con propuesta

Análisis comparativo con y sin propuesta				
X	Año	Y		Diferencial
		Casos clínicos de enfermedades gastrointestinales		
		Sin propuesta	Con propuesta	
6	2023	465	364	101
7	2024	537	291	246
8	2025	610	218	392
9	2026	682	153	529
10	2027	755	92	663
Sumatorias		3049	1118	1931

Proyección con y sin propuesta



Fuente: elaboración propia, febrero de 2023

Análisis: sin la ejecución del proyecto, se prevé un incremento significativo de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales a lo largo del tiempo en el área de incidencia; por otra parte, mediante la implementación del proyecto se reducen gradualmente los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales. Por lo tanto, es indispensable la ejecución del presente proyecto para mitigar los impactos negativos derivados por la carencia de agua potable en el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.

Amner Noé Gutiérrez Solís

TOMO II

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN.**



Asesor General Metodológico:

M.A. Pablo Ismael Carbajal Estevez

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, mayo 2024

Informe final de graduación

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN.**



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Amner Noé Gutiérrez Solís

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, mayo 2024

Informe final de graduación

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN.**



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, mayo 2024

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

Prólogo

El presente trabajo de investigación ha sido desarrollado con fines académicos dentro del marco de lineamientos o directrices propuestas por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rural de Guatemala a través del programa de graduación, como parte de los requisitos preliminares para optar el título en el grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil, con énfasis en construcciones rurales.

Los procesos de investigación fueron sustentados en las herramientas de la metodología de marco lógico, a través de métodos y técnicas para la identificación de las diferentes variables de la problemática en la presente investigación, las cual se encuentra contenida en el árbol de problemas, de las cuales surgen los objetivos que se pretenden alcanzar para mitigar los efectos originados por la problemática.

Actualmente las autoridades que integran el Concejo Municipal y los colaboradores del Centro de Salud, del municipio de Jocotán, no presentan iniciativa en controlar el incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales derivadas del uso del agua para consumo humano en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, dicha situación se ve reflejada en la carencia de agua potable lo que promueve a la utilización de agua en estado crudo sin ningún tipo de tratamiento, por lo que dicha agua tiene características insalubres que afectan la calidad de vida de los usuarios.

El propósito de la presente investigación de carácter científico, es dar a conocer la importancia que tiene la calidad del agua apta para consumo humano, como alternativa fundamental para controlar el número de los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales que afectan la salud humana de los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán. La finalidad de los resultados obtenidos en el proceso de investigación, es proporcionar las herramientas necesarias para mitigar la problemática en mención.

Presentación

El presente trabajo de investigación se realiza con fines académicos de conformidad con los requisitos establecidos por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rural de Guatemala previo a optar el título en el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil, con énfasis en construcciones rurales, la cual ha sido desarrollada en los meses de febrero a junio correspondientes al primer semestre del año 2024.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de investigación, se establece que, el incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales durante los últimos cinco años en el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, es a consecuencia de la carencia de agua potable, debido a la inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua potable que abastezca a la población de forma eficiente y segura.

Debido a la inexistencia de un sistema de abastecimiento de agua potable para suplir o satisfacer las necesidades sanitarias de los habitantes de Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, los habitantes del referido caserío utilizan agua en estado crudo sin ningún tratamiento previo, por lo que el agua presenta características insalubres debido a los altos índices de contaminación presentes en dicha agua, que alteran negativamente la calidad del agua y por ende la salud de los consumidores, pues la misma no cumple con los criterios de potabilidad.

La presente investigación es fundamental para conocer el comportamiento de la problemática en caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, asimismo, proponer los resultados que contengan las propuestas para mitigar los efectos originados por causa del problema. Por tal motivo, se propone por la implementación de “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN”, con el objeto de abastecer con agua potable a todos los habitantes afectados.

ÍNDICE GENERAL

No.	Contenido	Página
I.	RESUMEN	1
II.	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN	14
	ANEXOS	

I. RESUMEN

El presente documento se trata de un resumen, en el cual se encuentra contenido el “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN”, como medio de solución para mitigar los impactos negativos derivados de la carencia de agua potable que afecta directamente la salud de la población de estudio.

En el Caserío los de Paz, se ha registrado un incremento de casos de enfermedades gastrointestinales debido a que dicha población no cuenta con acceso de agua potable en sus viviendas para poder satisfacer sus necesidades, debido a la carencia de agua potable producida por la inexistencia de un proyecto de abastecimiento de agua potable, las personas afectadas adquieren agua para su consumo a través de inadecuados métodos artesanales sin ningún de tratamiento, por lo que la calidad del agua se ve afectada, lo que repercute un alto riesgo para la salud humana.

En Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, el número de casos de enfermedades gastrointestinales se ha incrementado debido a que las personas no pueden conseguir agua potable en sus hogares para cubrir sus necesidades. Los residentes afectados obtienen agua potable mediante métodos manuales inadecuados y sin ningún tratamiento, esto afecta negativamente la calidad del agua, lo que representa un alto riesgo para la salud.

Los colaboradores del Centro de Salud del municipio de Jocotán, tienen conocimiento acerca de los casos de enfermedades gastrointestinales reportados en el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, asimismo, el personal que integra el Concejo Municipal de Jocotán conoce las condiciones por las que atraviesan los habitantes del referido caserío con relación a la inexistencia de agua potable, sin embargo, no se han preocupado por crear medios de solución que permita mitigar los efectos negativos derivados por la carencia de agua potable en el lugar entes mencionado.

Planteamiento del problema

Actualmente la contaminación del agua es un problema a gran escala que afecta de forma global a la sociedad, esto ha provocado serios problemas sanitarios en la salud humana, debido a que el agua contaminada es un factor incidente en la generación de enfermedades gastrointestinales, que ponen en riesgo la vida de los seres humanos, especialmente a la población con condiciones precarias.

En el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, se ha presentado un incremento en los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales debido a la presencia de patógenos y cargas contaminantes presentes en el agua ocasionado por la carencia de agua potable, derivado de la inexistencia de un sistema de agua potable que abastezca a la población afectada.

En la actualidad la población que habita en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, del municipio de la Jocotán, obtiene el agua para su consumo a través de medios que no cumplen con los requerimientos sanitarios definidos por los colaboradores del Centro de Salud y por la Norma COGUANOR NTG 29001, ya que el agua consumida en dicho lugar, es en estado crudo, sin tratamiento previo; asimismo, es captada por artefactos caseros de origen artesanal que afectan drásticamente la calidad del agua.

Los colaboradores del Centro de Salud tienen conocimiento del incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales que se han producido en los últimos cinco años en el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán; por otra parte, la Municipalidad no cuenta con el personal para el monitoreo y control del saneamiento del agua destinada al consumo humano en el área antes mencionada; por tal razón, las autoridades responsables de velar por el suministro del agua potable, no han presentado la iniciativa de crear un proyecto de construcción que abastezca de agua potable a la población afectada.

Hipótesis

Para formular la hipótesis de trabajo se desarrolló visitas a varias viviendas en Caserío los de Paz para verificar el tipo de abastecimiento de agua que realizan las personas para su respectivo consumo, asimismo, se procedió a entrevistar a los propietarios de la vivienda para extraer información con el objeto de formular los argumentos para la elaboración de la hipótesis de trabajo que sustenta la presente investigación.

Hipótesis causal: “El incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, durante los últimos cinco años, por carencia de agua potable; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua”.

Hipótesis interrogativa: ¿Es la inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua potable, la causante del incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, por carencia de agua potable en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, en los últimos cinco años?

Objetivos

Los objetivos son los resultados que se desean alcanzar a través de la presente investigación y la propuesta contenida en la misma, para el desarrollo de los objetivos se utilizó la metodología marco lógico; los objetivos de la presente investigación se encuentran orientados a mitigar los efectos negativos generados por la problemática.

General: Disminuir el incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.

Específico: Abastecer con agua potable el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.

I.4 Justificación

Caserío los de Paz es una comunidad que se encuentra situada en aldea Tunucó Abajo, en dicho caserío existe una población actual de 257 habitantes, los cuales carecen de un sistema de agua potable, por lo que tienen complicaciones de salud por no poder realizar sus actividades sanitarias de la forma correcta, es por este motivo, se tomó la decisión de realizar la presente investigación para conocer el problema y a su vez plantear una propuesta para mitigar los efectos de la misma.

El Caserío los de Paz, presenta una carencia de agua potable por lo que ellos, se abastecen de agua en estado crudo sin tratamiento previo, por esta razón, se ha producido un incremento en los casos de enfermedades gastrointestinales. De acuerdo con los colaboradores del Centro de Salud de Jocotán, durante los últimos cinco años en el Caserío los de Paz, se ha registrado un total de 1,239 casos de enfermedades gastrointestinales, por lo que la situación sanitaria representa un alto riesgo a la salud.

Para analizar el comportamiento de la problemática se procedió a calcular proyecciones lineales, de acuerdo a los resultados obtenidos, se puede constatar que, si no se ejecuta el “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN”, los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales seguirán en incremento, llegándose a esperar un total de 3,049 casos en los próximos cinco años, por otra parte, se proyecta que con la ejecución del proyecto, se tendría un decrecimiento en los casos, llegándose a esperar un total 1,118.

De acuerdo con los datos descritos en el párrafo anterior, se puede apreciar la mejora con conlleva la aplicación del proyecto, por lo tanto, para resolver la problemática, es necesaria la implementación del presente proyecto planteado lo más pronto posible, para brindar a la población afectada el suministro de agua potable, con el objeto de reducir de los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales.

Metodología

La metodología utilizada en la presente investigación, se encuentra conformada por los siguientes métodos: deductivo, analítico, estadístico y de observación directa; los cuales sirvieron de apoyo para proceder a la comprobación correspondiente de la hipótesis de trabajo planteada en la investigación: “El incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, durante los últimos cinco años, por carencia de agua potable; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua”.

Para la formulación y comprobación de la hipótesis, se desarrollaron los siguientes procedimientos: utilización del método deductivo apoyado con el marco lógico, los cuales fueron representados mediante los anexos de árboles de problemas y objetivos, los cuales se encuentran contenidos en la presente investigación. Para la comprobación de la hipótesis se utilizó el método inductivo conjuntamente con los métodos estadísticos, de análisis y síntesis.

Métodos

Los métodos utilizados para para comprobar la hipótesis fueron el analítico aplicado a la problemática; la información obtenida para los análisis respectivos fue recabada mediante la recopilación de información primaria y secundaria. Los métodos estadísticos permitieron a través entrevistas, analizar y sintetizar la relación entre la problemática y sus variables de causa y efecto a través de las conclusiones desarrolladas a partir los resultados estadísticos, como consecuencia de ello se desarrollaron las recomendaciones para proveer las soluciones más viables.

Método deductivo

El método deductivo es el procedimiento investigativo que parte de lo general a lo específico, se utiliza para desarrollar argumentos en función de hechos particulares

que se llevan a cabo en determinados lugares; para el desarrollo de la hipótesis que sustenta la presente investigación, se utilizó el método en mención para conocer las condiciones sanitarias por las que atraviesa el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.

Método analítico

Por medio de este método, se examinaron minuciosamente los resultados obtenidos en la fase de campo después de haber desarrollado la hipótesis de trabajo planteada en la presente investigación, para posteriormente extraer conclusiones que permitieran explicar el comportamiento del problema sanitario que se deriva de la carencia de agua potable en el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.

Método marco lógico

Como consecuencia de la aplicación de la metodología de marco lógico, se desarrollaron diagramas de árbol de problemas, en el cual se detectó el problema central, su efecto y la causa que dio origen al problema, cuyas variables permitieron el planteamiento de la hipótesis; asimismo, esta metodología permitió el desarrollo del objetivo general y el específico, además fue clave para el desarrollo del medio de solución para mitigar los efectos derivados por la problemática; el medio de solución permitió definir el nombre del presente trabajo de investigación.

Métodos para comprobación de hipótesis

La hipótesis de trabajo planteada en la presente investigación, fue desarrollada a través de las herramientas estratégicas que son parte de la metodología de marco lógico, la cual es una herramienta para formulación de proyectos; es importante recalcar que la hipótesis formulada debe ser comprobada de manera metodológica, para su efecto se utilizó los siguientes métodos: inductivo, estadístico, analítico y sintético. La hipótesis de trabajo es un argumento preliminar que afirma un suceso, sin embargo este debe ser comprobado.

Método inductivo

La metodología inductiva fue utilizada para analizar el comportamiento de la problemática estudiada con el fin de obtener la información necesaria para permitir el desarrollo de las conclusiones, las cuales tienen la finalidad de explicar el comportamiento del problema, para luego plantear las recomendaciones necesarias que permitan mitigar el impacto negativo que origina el problema estudiado.

Método estadístico y analítico

El método estadístico fue aplicado a los resultados obtenidos en la fase de campo a través de las entrevistas, en las cuales se recabo toda la información necesaria para posteriormente efectuar una serie de análisis minuciosos, con el objetivo de comprobar el argumento establecido en la hipótesis “El incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, durante los últimos cinco años, por carencia de agua potable; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua”, la cual fue planteada en el presente trabajo de investigación a través de la metodología de marco lógico.

Método sintético

Después de haberse comprobado la hipótesis por metodología estadística y analítica, se utilizó el método de síntesis para definir las conclusiones que permitan describir el comportamiento de la problemática estudiada, asimismo, plantear las recomendaciones pertinentes orientadas a mitigar los efectos de los impactos negativos originados por el problema estudiado.

Después de validar las hipótesis de trabajo a través de la utilización de herramientas de métodos estadísticos y analíticos, se utiliza un enfoque integrado y estratégico para definir las conclusiones que caracterizan el comportamiento del problema en estudio y formular propuestas de preguntas apropiadas destinadas a reducir las consecuencias negativas del problema en estudio.

Técnicas

Técnicas para formulación de hipótesis

Lluvia de ideas

La lluvia de ideas permitió analizar de forma globalizada la situación en la que actualmente se encuentra el Caserío Los de Paz, Aldea Tunucó, Abajo, Jocotán, a través de esta técnica, se analizaron varios problemas que asechan el caserío en mención, con el objetivo de priorizar entre los problemas de mayor importancia en función de los impactos negativos proyectados por medio de los efectos. Las lluvias de ideas son herramientas que permiten analizar de forma global diferentes sucesos, de esta manera se pudo identificar las variables que intervienen en la problemática estudiada.

Observación directa

Para la determinación de la problemática de estudio en el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, se efectuó un recorrido general donde se llevó a cabo una exploración visual, con el objeto de conocer las condiciones relacionadas con el uso del agua para consumo humano del caserío en mención; así mismo, de la observación desarrollada, se obtuvo información directa sobre el comportamiento de las variables de estudio y el efecto que ellas producen sobre la salud humana.

Investigación documental

Esta técnica se utilizó, para determinar si hay documentos similares o documentos relacionados con el problema a estudiar, para evitar la duplicación del trabajo académico. En esta fase se llevó a cabo una investigación de una diversidad de documentos confiables que abordan la temática de estudio, entre ellos: material científico, normas sanitarias MSPAS, INFOM, Código de construcción ACI 318 y Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR) y la legislación que rige al país en la actualidad; con el propósito de sustentar la presente investigación.

Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

Población que comprueba la variable dependiente (Y) o efecto

La población con características para comprobar la variable dependiente son cinco individuos (colaboradores del Centro de Salud del municipio de Jocotán, del departamento de Chiquimula), a los que se les realizó un censo, debido a que el número de colaboradores del Centro de Salud a los que se dirigió las boletas de investigación es menor a 35 individuos.

Población que comprueba la variable independiente (X) o causa principal

La población con características para comprobar la variable independiente son cinco individuos (integrantes del Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula), a los que se le realizó un censo, debido a que el número de personas que integran la estructura del Concejo Municipal a los que se dirigió las boletas de investigación es menor a 35 individuos.

Población que comprueba la variable intermedia

Cálculo del tamaño de la muestra

Para el diagnóstico de la problemática con la ayuda del presidente de COCODE del caserío se realizó un conteo total de toda la población actual del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, con el objeto de cuantificar la población en su totalidad; de acuerdo a esto, se constató que el número de habitantes en el referido caserío es de 257.

Luego se efectuó el cálculo de la muestra, mediante un muestreo estadístico simple aleatorio con el 90% del nivel de confianza y del 10% de error de muestreo, por el método aleatorio de población finita cualitativa, dirigida a habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, la cual dio como resultado una muestra de 54 habitantes.

Entrevista

Como procedimiento previo al desarrollo de las entrevistas, se efectuaron los diseños de las boletas de investigación; para su aplicación, las boletas de investigación fueron dirigidas a: colaboradores del Centro de Salud del municipio de Jocotán, del departamento de Chiquimula, para la comprobación de la variable dependiente (Y) o efecto; integrantes del Concejo Municipal de Jocotán, del departamento de Chiquimula, para la comprobación de la variable independiente (X) o causa principal y; habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, para la comprobación del problema central.

Técnicas de análisis

El análisis consistió en examinar con sumo detenimiento los resultados, con el objeto de interpretar de forma lógica los valores absolutos y relativos de la serie de datos tabulados en el procedimiento estadístico, los cuales fueron obtenidos después de haber aplicado las boletas de investigación, dichos resultados fueron claves para comprobar con mayor certeza la hipótesis formulada en la presente investigación.

Los resultados obtenidos en el levantamiento de datos en campo, se tabularon en cuadros en los cuales se detallaron los valores absolutos que son la cantidad de respuestas obtenidas y los valores relativos, estos últimos corresponden a los porcentajes de cada cuestionamiento realizado. La información contenida en los cuadros citados en el presente párrafo fue sometidos a análisis lógico a través del método sintético para proceder a la formulación de las conclusiones y posteriormente a las recomendaciones correspondientes.

Coefficiente de correlación

El coeficiente de correlación es una herramienta estadística de medición con proyección de carácter lineal que permite relacionar el comportamiento de dos variables cuantitativas a lo largo del tiempo. El coeficiente de correlación fue utilizado

en esta investigación, para determinar la relación que existe entre los últimos cinco años y el efecto “Incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales”, con el objeto de determinar si el comportamiento de ambas variables, se encuentran entre el rango límite aceptado por la ecuación para definir si existe o no relación entre las variables analizadas.

Proyección de línea recta

La proyección de la línea recta permite relacionar dos variables mediante una función que genera una gráfica conformada por una sucesión infinita de puntos con tendencia lineal. El método de la Ecuación de la Línea Recta, fue aplicado en esta investigación para relacionar el efecto generado por la problemática en el tiempo, para interpretar su respectivo aumento o reducción. La proyección con y sin proyecto fue representada por medio de una gráfica comparativa, para determinar el comportamiento del efecto en función del tiempo dadas las condiciones con o sin la presencia del proyecto.

Fase de campo

En la realización de esta etapa, se ejecutaron visitas desarrollar un análisis de la situación actual del Caserío los de Paz, durante este proceso se observó los problemas sanitarios; además, se identificó la carencia de agua potable en el caserío. Para confirmar la veracidad de lo observado, se estructuró entrevistas y censos, de esta manera se obtuvieron los datos necesarios para desarrollar los análisis estadísticos, que permitieron la comprobación de la hipótesis.

En esta fase se desarrollaron visitas y análisis de la situación actual del Caserío Los de Paz, donde se observaron problemas de salud, además de la falta de agua potable en el caserío. Para confirmar la veracidad de las condiciones observadas, se realizaron entrevistas, de esta manera se obtuvieron los datos necesarios para el análisis estadístico y, por lo tanto, luego se probó la hipótesis de trabajo.

Propuesta de solución y su evaluación

Se determinó la propuesta de “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN”, la cual está conformada por tres resultados, los cuales se detallan a continuación:

Resultado 1. Se cuenta con Unidad Ejecutora (Municipalidad de Jocotán)

Actividad 1. Reunión con miembros del COCODE

Actividad 2. Presentación y aprobación del proyecto

Actividad 3. Desarrollo de visita de campo

Actividad 4. Estudios de potabilidad

Actividad 5. Desarrollo de estudios técnicos

Actividad 6. Gestión de propiedades y derechos de paso

Actividad 7. Financiamiento

Actividad 8. Desarrollo de trámites administrativos

Resultado 2. Se tiene la construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán

Actividad 1. Trabajos preliminares y replanteo topográfico

Actividad. 2. Construcción de captación

Actividad 3. Construcción de líneas de conducción

Actividad 4. Construcción de cajas para válvulas e instalación de válvulas

Actividad. 5. Construcción de caja rompe presión

Actividad. 6. Construcción de Tanque de distribución e hipoclorador

Actividad 7. Construcción de líneas de distribución y conexiones domiciliarias

Actividad 8. Limpieza final

Resultado 3. Se cuenta con un programa de capacitación para la población

Actividad 1. Coordinación

Actividad 2. Definición de temas a impartir

Actividad 3. Gestión de recurso humano

Actividad 4. Gestión de instalaciones

Actividad 5. Gestión de materiales

Actividad 6. Programación de capacitaciones

Actividad 7. Invitación a la población beneficiaria y ejecución de las capacitaciones

Actividad 8. Financiamiento

Para la evaluación de la propuesta PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN; se tomará como base la matriz de la estructura lógica (anexo 2 del tomo II). La matriz de la estructura lógica servirá como instrumento para evaluar la propuesta después de se encuentre en proceso de operación de la misma, la cual para este proyecto estará orientada a los resultados planteados, los cuales están enfocados en la reducción de los casos de enfermedades gastrointestinales.

Para el objetivo general se establece como indicador: Al quinto año los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales han disminuido en un 80%, en el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán. En el objetivo específico se establece que: A partir del primer año el 100% de la población del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, cuenta con agua potable en sus viviendas.

II. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

En el presente apartado se presentarán las conclusiones, las cuales fueron desarrolladas a través de los análisis que se efectuaron a los resultados estadísticos contenidos en los cuadros y gráficas de la presente investigación, para luego proceder al desarrollo de las recomendaciones que servirán como base para desarrollar de manera estratégica los resultados, que servirán como medio de solución para mitigar los efectos producidos por la problemática estudiada.

Conclusión

Se comprueba la hipótesis planteada: “El incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, durante los últimos cinco años, por carencia de agua potable; es debido a la inexistencia de proyecto de construcción del sistema de agua”; con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error de muestreo.

Recomendación

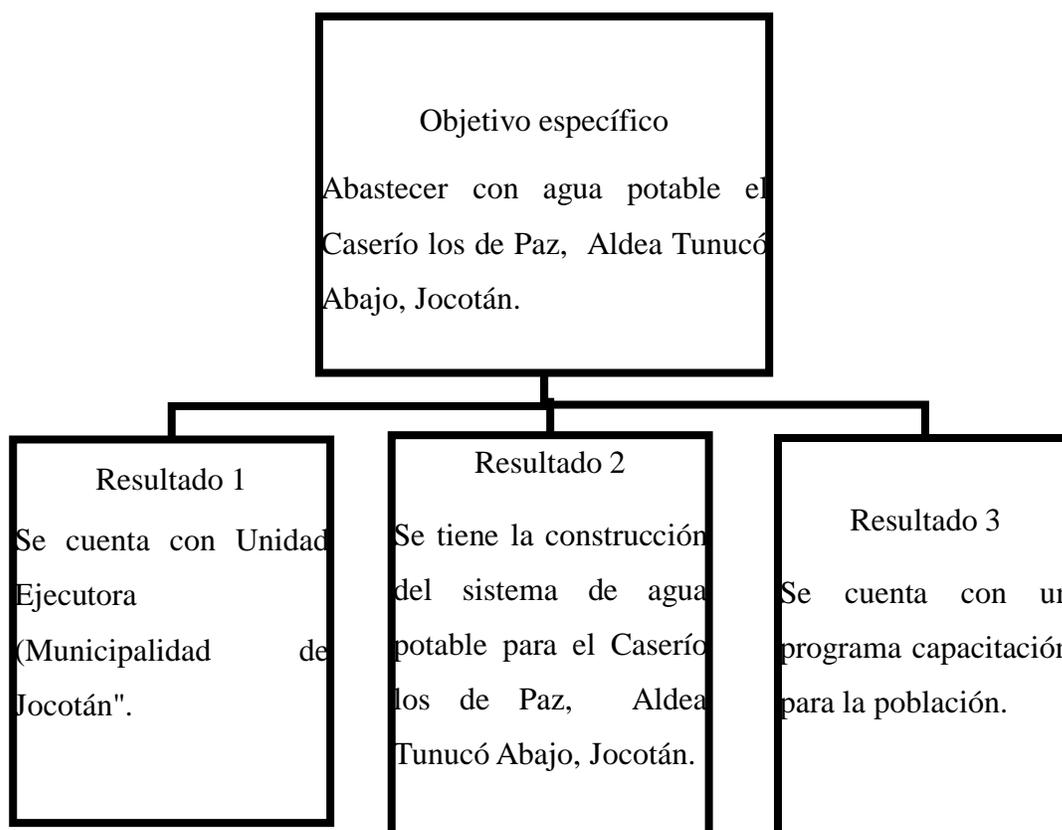
Diseñar y construir un proyecto de agua potable que cumpla con los requerimientos establecidos en las normativas que regulan el diseño de acueductos de abastecimiento de agua para consumo humano y los requerimientos estructurales, para proveer un servicio en cantidad y calidad suficiente a la población afectada, para contribuir a la reducción de los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.

ANEXOS

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática

El presente proyecto tiene como finalidad mitigar los impactos negativos generados por las enfermedades gastrointestinales que se han producido en la población del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, como consecuencia de la carencia de agua potable. El agua potable es un recurso de vital importancia en los ecosistemas, además representa un papel muy importante en la vida de las personas tanto a nivel biológico como sanitario. A continuación, se describen los medios de solución como una vía estratégica para solucionar la problemática.

Diagrama de solución de la problemática



Desarrollo de resultados

Resultado 1. Se cuenta con Unidad Ejecutora (Municipalidad de Jocotán)

Actividad 1. Reunión con miembros del COCODE

Se desarrollará una reunión con miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo Urbano y Rural, (COCODE) como punto de partida, puesto a que dicha organización reúne a distintos sectores de la población en donde se representa la participación de la población en general, es decir tanto social como económicamente. En la reunión se expondrá la problemática que se presenta en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán y a su vez, se propondrá la presente propuesta denominada “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN”, como medio de solución.

Actividad 2. Presentación y aprobación del proyecto

Se desarrollará una solicitud para programar una reunión con el Concejo Municipal y autoridades de DMP, para exponer la problemática que viven los habitantes de Caserío los de Paz. El objetivo de la reunión es argumentar la importancia que tiene un sistema de agua potable para contrarrestar los impactos derivados del consumo de agua que no cumpla con los requisitos de potabilidad, la cual genera daños a la calidad de vida de los habitantes, para solventar este problema es indispensable la implementación de un sistema de un sistema de agua potable, por lo que se propondrá ante el Concejo Municipal la implementación de la propuesta que integra esta investigación.

Actividad 3. Desarrollo de visita de campo

El Concejo Municipal coordinará con el Director Municipal de Planificación de la municipalidad de Jocotán, para que en conjunto con el supervisor de obras, el asistente de proyectos y el presidente del COCODE, visiten el punto geográfico de Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, para conocer la realidad que viven los habitantes del referido caserío, las características físicas del terreno, conocer la topografía, la fuente

de abastecimiento, identificar de forma preliminar la cantidad de habitantes actuales afectados, evaluar posibles riesgos naturales que podrían afectar al sistema de abastecimiento de agua potable contenido en el presente proyecto.

Actividad 4. Estudios de potabilidad

Se desarrollarán estudios bacteriológicos, físicos y químicos en muestras no menores de 100 ml, las muestras serán extraídas en contenedores aprobados por los laboratorios y se seguirán las instrucciones que los mismos dicten para evitar generar sesgos en los resultados que puedan afectar a los mismos. Para que el agua se considere potable deberá cumplir con los requisitos mínimos contenidos en la Norma Técnica COGUANOR NTG 29001, para que la misma no represente ningún riesgo para la salud de los consumidores.

Actividad 5. Desarrollo de estudios técnicos

Se solicitará apoyo a miembros del COCODE para obtener información técnica, entre dicha información figura: número de habitantes actuales en Caserío los de Paz, tipos de servicios con los que cuenta la comunidad, información socioeconómica, climática, se analizará los antecedentes de eventos naturales en el área de influencia, se tomarán fotografías de puntos geográficos estratégicos georreferenciados a través de herramientas satelitales como Google Earth, para tomar coordenadas geográficas de los puntos de interés, se analizará de forma preliminar el caudal de la fuente que abastecerá el proyecto.

Actividad 6. Gestión de propiedades y derechos de paso

Como una parte inherente a la localización de proyectos, el consultor deberá verificar que se adjuntan los documentos legales que garantizan la propiedad y derechos de paso de los terrenos necesarios para la ejecución del proyecto. Las obras de infraestructura que el Estado construya y que incrementen el capital fijo, deberán ejecutarse en inmuebles cuya propiedad o posesión sea del Estado, esto incluye

municipios y entidades descentralizadas y autónomas. Bajo ningún caso se podrá realizar construcciones en inmuebles que se encuentren inscritos en los Registros de la Propiedad a nombre de personas individuales o jurídicas de carácter privado.

La Municipalidad de Jocotán solicitará apoyo a miembros de la DMP y miembros del COCODE, para evaluar los puntos estratégicos por donde pasará las líneas de conducción y distribución del sistema de abastecimiento de agua potable, para que de esta manera se puedan desarrollar las escrituras públicas a favor del Estado de los terrenos donde se construirá el tanque de distribución, captación y líneas de conducción y distribución y accesorios hidráulicos que formen parte del proyecto a ejecutar.

Actividad 7. Financiamiento

El financiamiento para la presente propuesta será desarrollada con un monto propuesto para Consejos de Desarrollo equivalente a Q258,000.00, la Municipalidad de Jocotán aportará un monto de Q1,000.00 y por último se tendrá un aporte comunitario por parte los habitantes de Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo con un monto de Q305.00, para cubrir la meta de 1,287.09 metros lineales que constituyen “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN”, el cual tendrá un costo total de Q259,305.00.

Actividad 8. Desarrollo de trámites administrativos

La municipalidad de Jocotán a través de la Dirección Municipal de Planificación realizará todos los trámites administrativos correspondientes que sean requeridos por la naturaleza propia del proyecto, para presentar sus respectivas propuestas ante Consejo de Departamental de Desarrollo CODEDE con la documentación requerida por parte de las autoridades competentes para la aprobación del mismo y su posterior ejecución por parte de la Municipalidad de Jocotán.

Resultado 2. Se tiene la construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán

Actividad 1. Trabajos preliminares y replanteo topográfico

Los trabajos preliminares y replanteo topográfico serán efectuados por la empresa constructora que se encargará de la ejecución de “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN”. Para ello se necesitará de un equipo de profesionales para el levantamiento topográfico y un equipo de mano de obra no calificada que se encargará de desarrollar los trabajos de limpieza, remoción de capa vegetal, destronque de árboles y eliminación de cualquier objeto que interfiera con la ejecución del proyecto.

Actividad 2. Construcción de captación

La captación es la obra que permite la recolección del agua de la fuente, en este caso se trata de un nacimiento libre con brote superficial definido; la captación estará constituida con muros construidos de concreto ciclópeo el cual estará conformado por un 33% de mortero y un 67% de piedra bola. La captación tendrá un caudal de entrada y salida, además tendrá un sistema de limpieza y rebalse para evitar el colapso de la misma y a la vez, brindar mantenimiento preventivo a la misma; la captación deberá de tener una tapadera de concreto armado, la cual deberá de tener un sistema de seguridad para evitar que cualquier persona tenga acceso al interior de la misma.

Actividad 3. Construcción de líneas de conducción

Las líneas de conducción estarán constituidas por ramales abiertos que trabajarán por gravedad y estarán conformadas por tuberías PVC, las cuales según el estudio hidráulico contenido en el presente proyecto, se adoptó tubería PVC con un diámetro de 1 1/2", la cual se encargará de conducir el agua desde la captación hasta el tanque de distribución. Las tuberías deberán ser instaladas de forma subterránea a una profundidad mínima en condiciones normales de 0.60 metros y en lugares por donde

se utiliza para fines agrícolas 0.80 metros y en calles, caminos o paso de vehículos se deberá considerar una profundidad mínima de 1.20 metros.

Actividad 4. Construcción de cajas para válvulas e instalación de válvulas

Las cajas para válvulas estarán constituidas por muros de concreto armado con espesor de cinco centímetros, deberán de tener tapaderas herméticas construidas de concreto armado las cuales deberán tener un sistema de seguridad para evitar que extraños tengan acceso a las válvulas, pues una manipulación inadecuada de las mismas, puede provocar deficiencia en la prestación del servicio de agua, al momento en que el sistema esté en funcionamiento. Las válvulas que se instalarán serán válvulas de compuerta, válvulas de limpieza y válvulas de aire, estas válvulas permitirán un abastecimiento de agua eficiente que beneficiará a los usuarios respectivos.

Actividad 5. Construcción de caja rompe presión

Una caja rompe presión, es un dispositivo hidráulico que permite disipar la energía del agua para evitar que la presión interna del agua supere la presión de trabajo de las tuberías, debido a que si esta supera dicha presión, se produce un desgaste prematuro en la resistencia de los conductos y en el peor de los casos, puede provocar rupturas en las tuberías. La caja rompe presión estará conformada con cajas de concreto armado, tuberías y accesorios PVC, se instalarán en los puntos donde se supere la presión de trabajo de las tuberías, las cuales estarán indicadas en los planos contenidos en el presente proyecto.

Actividad 6. Construcción de tanque de distribución e hipoclorador

Se construirá un tanque de distribución de 20 metros cúbicos, el cual estará conformado por paredes construidas de concreto ciclópeo, las paredes consistirán en cuatro muros de contención, cuyas dimensiones estarán especificadas en los planos que se encuentran integrados en el presente proyecto; el tanque estará constituido con una losa de techo de concreto armado la cual deberá de tener un acceso para

desarrollar las actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y procesos de limpieza dentro del tanque. El tanque de distribución deberá de contener escalones incrustados dentro de las paredes del mismo para facilitar el acceso al mismo.

El tanque de distribución deberá de contener obras hidráulicas de entrada y salida que permitirán el ingreso del caudal proveniente de la captación y la salida hacia el sistema de distribución, además deberá de contar con un sistema de rebalse y drenaje de limpieza que permitirá evitar el colapso del tanque y facilitará los trabajos de mantenimiento y limpieza. El tanque de distribución deberá de contener un hipoclorador para proveerle tratamiento adecuado al agua con la finalidad de mantener la calidad del agua para que sea apta para consumo humano.

Actividad 7. Construcción de líneas de distribución y conexiones domiciliarias

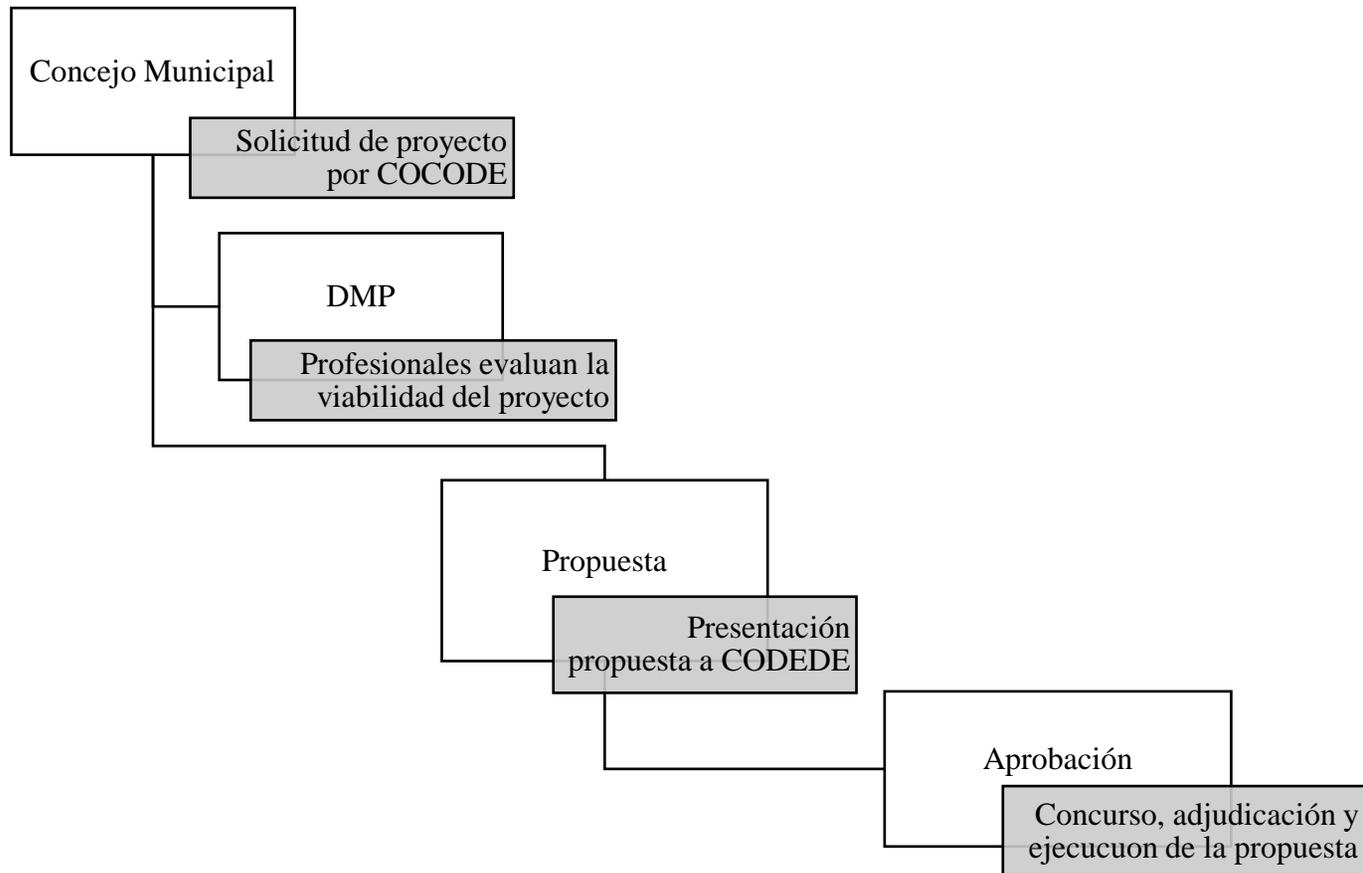
Las líneas de distribución son el conjunto de conductos o tuberías que permiten conducir el agua desde el tanque de distribución hacia las conexiones domiciliarias para abastecer a la población beneficiada. La línea de conducción se conformará por sistemas que trabajarán por gravedad a través de ramales abiertos los cuales estarán constituidos por tuberías PVC Ø 1", las cuales se instalarán de forma subterránea con profundidades similares a las especificadas en las líneas de conducción contenidas en el presente proyecto.

Actividad 8. Limpieza final

La empresa constructora responsable de ejecutar el presente proyecto, deberá de desarrollar todas las actividades de limpieza pertinentes, deberá de remover todos los residuos originados por la construcción del proyecto como bolsas de cemento, cal, encofrados, sobrantes de agregados finos y gruesos, piedra bola, residuos de materiales de construcción, basura generada por la mano de obra tanto calificada como no calificada y cualquier otro tipo de residuo que se haya originado como consecuencia de la ejecución de todos los procesos constructivos desarrollados por naturaleza del presente proyecto.

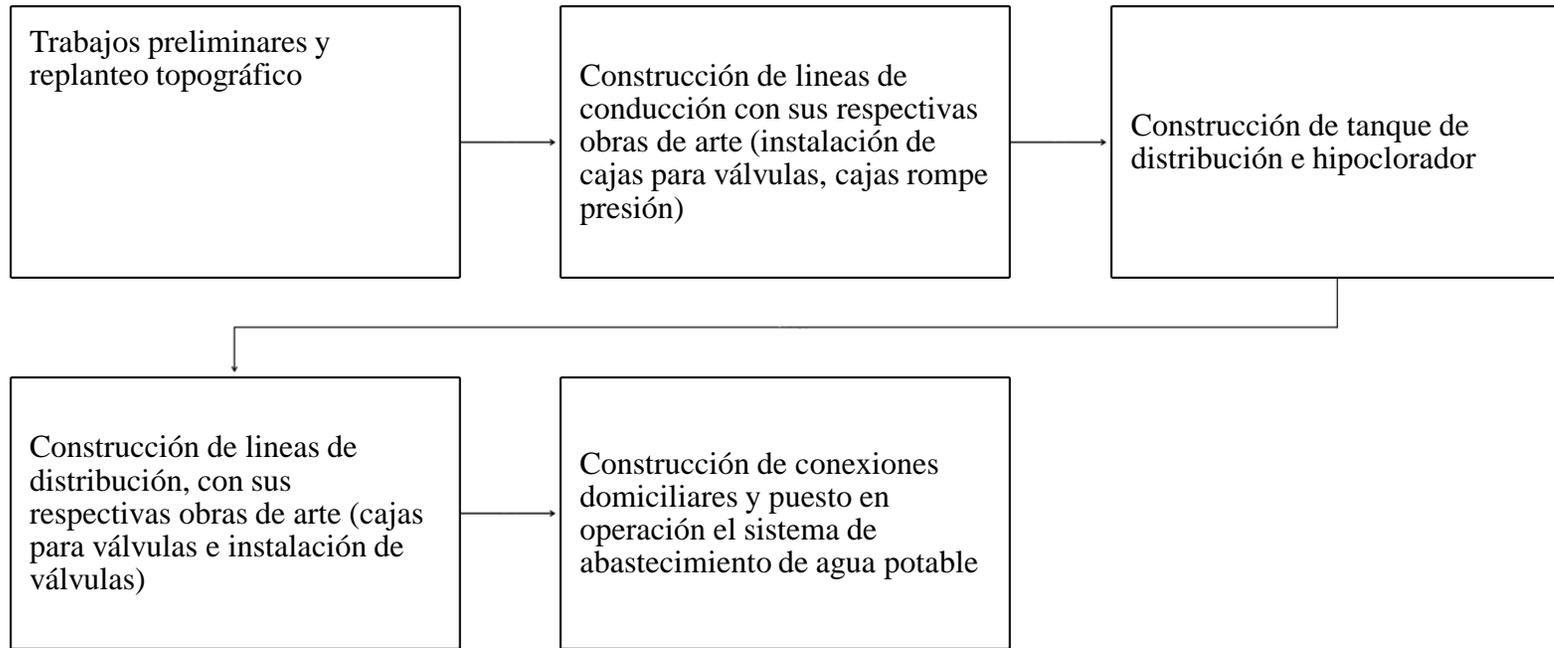
Organigrama

Resultado 2. Se tiene la construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán



Flujograma

Resultado 2. Se tiene la construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán



Resultado 3. Se cuenta con un programa de capacitación para la población

Una capacitación hace referencia al conjunto de actividades didácticas que están orientadas a ampliar los conocimientos, o las aptitudes y habilidades. Esto permite que las personas beneficiarias por el proyecto tengan una mejor comprensión de los temas que serán impartidos en el presente programa de capacitación. El objetivo de capacitar a la población beneficiada es que los beneficiarios utilicen el agua potable de forma adecuada para el desarrollo e implementación de las buenas prácticas sanitarias como complemento del servicio de agua potable. El fin primordial de la construcción del proyecto y las capacitaciones es reducir el incremento de enfermedades gastrointestinales, este fin será evaluado a través de la matriz de la estructura lógica.

La capacitación, es un proceso educacional de carácter estratégico aplicado de manera organizada y sistémica, mediante el cual la población objetivo adquiere o desarrolla conocimientos y habilidades específicas relativas a la gestión o uso adecuado del agua potable para garantizar la calidad de vida humana, la capacitación implica por un lado, una sucesión definida de condiciones y etapas orientadas a lograr la reducción de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales como consecuencia de la correcta aplicación de las diversas prácticas sanitarias recomendadas por los profesionales de la salud, quienes tienen mucho conocimiento y experiencia en la salud, higiene, salubridad del agua y saneamiento en general.

Las enfermedades gastrointestinales son todas aquellas que afectan directamente al sistema digestivo, estas son provocadas por microorganismos que ingresan a nuestro organismo, se tiene claro que el consumo de agua no potable es el principal causante de casos de enfermedades gastrointestinales, pero es importante mencionar, las malas prácticas sanitarias como no lavarse las manos antes de comer, después de ir al baño o de tocar objetos contaminados, consumir alimentos preparados en lugares

contaminados, no lavar las verduras que se comen crudas, también son factores que también tienen influencia en el desarrollo de enfermedades gastrointestinales.

Es por esta razón que se desarrollará un programa de capacitación para que después de haber sido construido el sistema de abastecimiento de agua potable en Caserío los de Paz, se instruya a la población beneficiada por el proyecto, para que hagan buen uso de la misma en la aplicación correcta de las buenas prácticas sanitarias, como complemento para contribuir a la reducción de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales.

Actividad 1. Coordinación

Se desarrollará un proceso de participación multidisciplinaria entre el Concejo Municipal, colaboradores del Centro de Salud, y miembros del COCODE, para llevar a cabo las diferentes actividades de capacitación. Se desarrollará una invitación dirigida a autoridades que integran el Concejo Municipal y miembros del Centro de Salud del municipio de Jocotán para programar y planificar la participación de los mismos para el desarrollo de los talleres dirigidos a la población beneficiada mediante la construcción del proyecto que integra la presente investigación, para que de esta manera se capacite a la población sobre el uso adecuado del agua potable.

Actividad 2. Definición de temas a impartir

Es posible que sean varias las necesidades de formación sobre temas de saneamiento del agua, por tal razón se establecerá un orden de prelación para implementar el programa de capacitación para educar a la población beneficiada sobre el uso correcto del sistema de agua potable a construir. Los temas a impartir serán los siguientes: importancia del agua potable en la salud humana, uso adecuado del agua potable en las actividades sanitarias, uso racional del agua potable, la importancia de la higiene personal en la salud.

Actividad 3. Gestión de recurso humano

El personal que se encargará de desarrollar las capacitaciones serán colaboradores del centro de salud del municipio de Jocotán, debido a que ellos son los profesionales de la salud que tienen todo el conocimiento científico y técnico en materia de salud, saneamiento y salubridad; los facilitadores utilizarán materiales gráficos (carteles, afiches, ilustraciones) para exponer cada uno de los temas correspondientes a al público objetivo, quienes además de prestar atención en el desarrollo de las actividades, serán los sujetos activos, quienes participarán de forma armónica y emotiva en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Actividad 4. Gestión de instalaciones

El entorno físico en el cual se lleva a cabo la capacitación puede tener una importante repercusión en la eficacia de la misma. La adquisición de habilidades puede verse adversamente afectada por ambientes en los cuales los que reciben la capacitación o los capacitadores mismos se sienten incómodos, o las instalaciones son inadecuadas para los requisitos de la sesión de capacitación. El grado de respuesta a la capacitación puede disminuirse si las necesidades básicas no se han organizado satisfactoriamente. Es por esta razón, se solicitará apoyo a la directora de E.O.R.M. Caserío los de Paz, para utilizar las instalaciones del establecimiento para efectuar las capacitaciones.

Actividad 5. Gestión de materiales

La selección del material didáctico adecuado es fundamental para garantizar una experiencia de aprendizaje efectiva. Por lo tanto, es importante seleccionar materiales relevantes, claros, fáciles de entender y visualmente atractivos. Con la selección adecuada del material didáctico, los facilitadores garantizan que su público objetivo esté bien capacitado para alcanzar los resultados deseados que se buscan obtener mediante la ejecución del programa de capacitación. Los materiales básicos a utilizar serán hojas de papel bond, marcadores permanentes, cartulinas para elaborar carteles, hojas de colores, pegamento, selladores, lápices y lapiceros, borradores, zaca puntas.

Actividad 6. Programación de capacitaciones

Las capacitaciones se estarán brindarán después de terminar los procesos de construcción del sistema de agua potable, serán desarrolladas de manera semestral por un período de cinco años después de su inicio; cada capacitación tendrá una duración promedio de dos horas; la programación de las capacitaciones quedarán bajo responsabilidad del centro de salud, quienes las desarrollarán conforme a la flexibilidad de la agenda de trabajo de la entidad en mención, previo al desarrollo de las mismas se notificará a la población objetivo un mes antes de su respectiva programación y será otorgada a través del COCODE.

Actividad 7. Invitación a la población beneficiaria y ejecución de las capacitaciones

La población objetivo del presente resultado, serán los habitantes de Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, del municipio de Jocotán, quienes son los beneficiarios directos de la implementación del proyecto de construcción del sistema de agua potable. La población será invitada a través de notificaciones escritas por parte de la entidad responsable dirigidas al COCODE, para que sean transmitidas a la población objetivo; la invitación deberá ser efectuada con un mes de anticipación. Las capacitaciones serán desarrolladas en las instalaciones destinadas para el efecto y serán ejecutadas según la programación correspondiente.

Actividad 8. Financiamiento

Se estimará que por cada capacitación se gastará Q300.00 de transporte y Q200.00 en materiales y trámites administrativos, por lo que se tienen programadas 10 capacitaciones a lo largo de cinco años distribuidas de forma semestral, por lo que el monto total de inversión del programa de capacitación asciende a Q5,000.00, los cuales serán financiados con fondos municipales. Los fondos municipales servirán para cubrir todos los gastos generados para desarrollar cada una de las actividades que integran el programa de capacitación, y serán gestionados ante el Concejo Municipal, para que sean financiados con fondos cubiertos por la Municipalidad de Jocotán.

Cronograma de actividades específicas Resultado 3

Resultado 3. Se cuenta con un programa de capacitación para la población

No.	Descripción	Meses calendario											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Coordinación	■											
2	Definición de temas a impartir	■											
3	Gestión de recurso humano		■										
4	Gestión de instalaciones			■									
5	Gestión de materiales		■										
6	Programación de capacitaciones	■											
7	Invitación a población objetivo				■								
8	Inicio de capacitaciones				■		■			■			■

Nota: no se definen los meses para la programación, puesto a que no se sabe exactamente en qué mes se va a terminar de construir la propuesta debido a todos los tramites administrativos que conlleva la implementación o ejecución de la misma, es por este motivo que se utiliza como referencia meses calendario. El programa de capacitación iniciará después de que el sistema de agua potable entre en operación y durará únicamente un periodo de 5 años y se desarrollará a como se muestra el presente cronograma.

Anexo 4. Matriz de la Estructura Lógica

La siguiente matriz de la estructura lógica es un instrumento que sirve para evaluar el cumplimiento de los objetivos de la propuesta, después de su desarrollo.

Componentes del proyecto	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Objetivo general: Disminuir el incremento de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales, en Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.	Al quinto año los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales han disminuido en un 80%, en el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.	Informes de casos clínicos de enfermedades gastrointestinales del Centro de Salud del municipio de Jocotán.	Mejoran las condiciones de salud de los pobladores del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.
Objetivo específico: Abastecer con agua potable el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.	A partir del primer año el 100% de la población del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán, cuenta con agua potable en sus viviendas.	Servicio de agua potable en las viviendas de los habitantes del Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.	Instituciones enfocadas en la gestión ambiental proporcionan capacitaciones sobre la conservación de las fuentes hídricas.
Resultado 1 Se cuenta con Unidad Ejecutora.			

Resultado 2 Se tiene la construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.			
Resultado 3 Se cuenta con un programa capacitación para la población.			

Anexo 3. Ajuste de costos y tiempos

Cronograma de ejecución física y financiera

Proyecto: “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN”.

Municipio: Jocotán

Departamento: Chiquimula

No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Período de ejecución												Costo total	%			
				MES 1	MES 2	MES 3	Mes 4	Mes 5												
1	Replanteo topográfico	m	1,287.09	■	■														Q9148.73	3.53
	Línea de conducción																			
2	Captación	unidad	1.00		■													Q22,610.49	8.72	
3	Tubería PVC 1 ½” clase 250 PSI	m	288.43			■	■											Q15,490.57	5.97	
4	Caja + válvula de aire	unidad	1.00			■	■											Q2,638.31	1.02	
5	Caja + válvula de limpieza	unidad	1.00			■	■											Q3,320.38	1.28	
6	Caja + válvula de control	unidad	1.00			■	■											Q2,922.00	1.13	
7	Caja + hipoclorador	unidad	1.00										■					Q10,194.72	3.93	

Anexo 4. Plan de trabajo

Resultado 1. Se cuenta con Unidad Ejecutora

Todas las actividades contenidas en el Resultado 1, deberán de desarrollarse en el plazo que Concejos de Desarrollo CODEDE y la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia SEGEPLAN definan, para que la planificación del presente proyecto sea recepcionado y evaluado para luego ser aprobado y posteriormente sea ejecutado.

Resultado 2. Se tiene la construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán

Todas las actividades desarrolladas en el Resultado 2 se desarrollarán de acuerdo al cronograma físico y financiero que se encuentra contenido en el Anexo 3. Ajuste de costos y tiempos en la presente investigación. En el cronograma físico y financiero se detallan cada una de las actividades que contiene el proyecto, estos se organizan de acuerdo a renglones que contienen el monto de inversión y el porcentaje de avance que representa la inversión. El cronograma físico y financiero es muy útil para supervisar los avances de las obras y son instrumentos utilizados como guía por parte de los supervisores de obra de las Direcciones Municipales de Planificación.

Resultado 3. Se cuenta con un programa de capacitación para la población

Las capacitaciones se estarán brindarán después de terminar los procesos de construcción del sistema de agua potable, serán desarrolladas de manera semestral por un período de cinco años después de su inicio; cada capacitación tendrá una duración promedio de dos horas; la programación de las capacitaciones quedarán bajo responsabilidad del centro de salud, quienes las desarrollarán conforme a la flexibilidad de la agenda de trabajo de la entidad en mención, previo al desarrollo de las mismas se notificará a la población objetivo un mes antes de su respectiva programación y será otorgada a través del COCODE.

Anexo 5. Presupuesto

Presupuesto general

Proyecto: "PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN".

Municipio: Jocotán

Departamento: Chiquimula

No.	Renglón / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
1	Replanteo topográfico	m	1,287.09	Q7.11	Q9,148.73
	Línea de conducción				
2	¿Captación	unidad	1.00	Q22,610.49	Q22,610.49
3	Tubería PVC 1 1/2" clase 250 psi	m	288.43	Q53.71	Q15,490.57
4	Caja + válvula de aire	unidad	1.00	Q2,638.31	Q2,638.31
5	Caja + válvula de limpieza	unidad	1.00	Q3,320.38	Q3,320.38
6	Caja + válvula de control	unidad	1.00	Q2,922.00	Q2,922.00
7	Caja + hipoclorador	unidad	1.00	Q10,194.72	Q10,194.72
8	TANQUE DE MAMPOSTERÍA 20 m ³	unidad	1.00	Q48,950.33	Q48,950.33
	Línea de distribución				
9	Tubería PVC 1" clase 160 psi	ml	998.66	Q40.87	Q40,816.41
10	Caja + válvula de control	unidad	3.00	Q2,359.45	Q7,078.35
11	Caja rompe presión	unidad	1.00	Q8,493.33	Q8,493.33
12	Conexiones domiciliars	unidad	50.00	Q1,681.95	Q84,097.38
13	Limpieza	global	1.00	Q3,544.00	Q3,544.00
TOTAL EN NUMEROS:					Q259,305.00
TOTAL EN LETRAS: DOS CIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL TRECIENTOS CINCO QUETZALES EXACTOS					

OTROS ANEXOS

Anexo 1. Servicio técnico profesional

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN

Descripción del proyecto

El proyecto de sistema de agua potable trabajará en su totalidad por gravedad; al tratarse de un proyecto con incidencia en el área rural, la topografía es muy irregular, por lo que presenta accidentes geográficos, además las viviendas se encuentran muy dispersas entre sí, por lo que su diseño, tanto en conducción como distribución, constará de ramales abiertos; el tipo de servicio a brindar a la población será del tipo servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda. La población en caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán es de 257 habitantes.

Fuente

La fuente a utilizar para el presente proyecto de abastecimiento de agua potable es nacimiento libre con brote superficial definido, el cual es de los más recomendados para este efecto, puesto a que la fuente de agua se encuentra protegida por los estratos de la corteza terrestre de cualquier tipo de contaminación que pueda afectar negativamente la calidad del agua.

Calidad del agua

La calidad del agua se comprobó a través de los análisis físico-químico y microbiológico de conformidad con los parámetros establecidos en la Norma COGUANOR NTG 29001, para ello se tomaron muestras de la fuente seleccionada para el presente proyecto, las cuales se transportaron en bolsas Whirl-pak con capacidad de 200 ml, para efectuar el muestreo se empleó un protocolo sanitario

recomendado por el laboratorio encargado de los análisis, para evitar alterar las condiciones de muestreo, luego las muestras fueron transportadas hacia el laboratorio para proceder a efectuar los análisis correspondientes.

De acuerdo con los resultados contenidos en el Anexo 3 denominado Análisis de la calidad del agua, se puede constatar que el agua que provee la fuente no contiene *Escherichia coli* ni Coliformes Totales, además, el agua se encuentra dentro de los parámetros físico-químico contenidos en la Norma COGUANOR NTG 29001, por lo tanto, se comprueba de que el agua cumple con los requerimientos de potabilidad contenidos en la norma anteriormente citada, por lo que es completamente segura para el consumo humano.

Período de diseño

Según INFOM y MSPAS (2011), el período de diseño para obras civiles es de 20 años, sin embargo, se debe de tomar en cuenta el tiempo de planificación del proyecto por parte del diseñador, los procesos burocráticos derivados del mismo a cargo de la Unidad Ejecutora y el tiempo de ejecución del proyecto, por lo que se tomará en cuenta un período de diseño de 22 años para el presente proyecto.

Dotación

De conformidad con INFOM y MSPAS (2011), la dotación prevista para el servicio del tipo exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda oscila entre el rango de 60 y 120 l/hab/día; debido a que la fuente seleccionada para el presente proyecto cuenta con una excelente disponibilidad de agua, se tomará en cuenta la dotación máxima, la cual consta de 120 l/hab/día.

Estimación de la población futura

De acuerdo con INFOM y MSPAS (2011), la población futura se encuentra ligada a una tasa de crecimiento poblacional específica para cada departamento; según el Instituto Nacional de Estadística INE, la tasa de crecimiento poblacional para el departamento de Chiquimula es de 2.32%, por lo que la población futura queda determinada a través de la siguiente ecuación:

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

Donde:

P_f = población futura

P_o = población inicial

i = tasa de crecimiento poblacional

n = tiempo en años

$$P_f = 257(1 + 0.0232)^{22} = 425.66 \approx 426 \text{ hab}$$

Caudal de aforo

El caudal de aforo fue efectuado por medio del método volumétrico, en el cual se utilizó recipientes de cinco galones y un cronómetro para medir el tiempo de llenado, el análisis fue realizado en época de estiaje. De acuerdo con los datos obtenidos en el aforo de la fuente, se tiene que, la fuente es capaz de producir un caudal de 0.84 l/s.

Caudales

Lo ideal es considerar los datos reales sobre los consumos de agua producidos por la población, pero en la realidad, no se cuenta con dicha información, por lo que se debe de tomar en cuenta las directrices planteadas por el INFOM y MSPAS.

Caudal medio diario

$$Q_m = \frac{Dot * P_f}{86400}$$

Donde:

Q_m = caudal medio diario

Dot = dotación

P_f = población futura

$$Q_m = \frac{120 * 426}{86400} = 0.59 \text{ l/s}$$

Caudal máximo diario

El caudal máximo diario será utilizado para el diseño hidráulico en la línea de conducción. El factor máximo diario FMD a utilizar será de 1.2 debido a que la población futura es menor de 1000 habitantes.

$$QMD = Q_m * FMD$$

Donde:

QMD = caudal máximo diario

Q_m = caudal medio diario

FMD = factor máximo diario

$$QMD = 0.59 * 1.2 = 0.71 \text{ l/s}$$

Caudal máximo horario

El caudal máximo horario será utilizado para el diseño hidráulico de la línea de distribución. El factor máximo horario FMH a utilizar será de 2.0, debido a que la población futura es menor de 1000 habitantes.

$$QMH = Q_m * FMH$$

Donde

QMH = caudal máximo horario

Q_m = caudal medio diario

FMH = factor máximo horario

$$QMH = 0.59 * 2.0 = 1.18 \text{ l/s}$$

Caudal unitario

Se utiliza para establecer el consumo de agua en los distintos puntos de la línea de distribución.

$$Q_u = \frac{QMH}{n}$$

Donde:

Q_u = caudal unitario

QMH = caudal máximo horario

n = número de conexiones futuras

$$Q_u = \frac{1.18 \text{ l/s}}{71 \text{ conexiones}} = 0.0166 \text{ l/s}$$

Para calcular el caudal en un ramal de distribución, se procede a multiplicar el caudal unitario por el número de conexiones en dicho tramo. Para fines de ejemplo se procederá a calcular el tramo del ramal de distribución 01 comprendido entre las estaciones E-10 y E-11, para dicho tramo se estimará un total de 25 viviendas futuras por lo que ese será el número de conexiones a utilizar.

$$(0.0166 \text{ l/s})(25 \text{ conexiones}) = 0.42 \text{ l/s}$$

Caudal instantáneo

Es el valor con base a la probabilidad de que todas las viviendas de un ramal hagan uso simultáneamente del sistema, de acuerdo con el INFOM el caudal simultáneo no debe ser menor a 0.20 l/s.

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

Donde:

q = caudal instantáneo, no menor a 0.20 l/s

k = coeficiente; 0.20 predial; 0.15 llenacántaros

n = número de conexiones o llenacántaros futuros

$$q = 0.20\sqrt{25 - 1} = 0.98 \text{ l/s}$$

Caudal de diseño en ramales de distribución

Para el diseño de los ramales de distribución, deberá hacerse una comparación entre los cálculos del caudal obtenidos con el FMH y el criterio de uso simultáneo. De acuerdo con los resultados obtenidos se tiene que el caudal máximo horario entre las estaciones E-10 y E-11 del ramal de distribución 01 es de 0.42 l/s y el caudal de uso simultáneo para dicho tramo es de 0.98 l/s, por lo que el caudal de diseño en dicho ramal será 0.98 l/s.

Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó con el auxilio de una estación total TOPCON GTS 105N y herramientas de aplicación topográfica como cinta métrica, brújula, pintura en aerosol, plomadas, clavos, entre otros, para obtener las coordenadas y cotas respectivas; la información recabada de los levantamientos topográficos fue procesada mediante el software AutoCAD en su versión 2012 con el auxilio del software CivilCAD, lo que permitió la obtención de los planos de planta y perfil de los planos topográficos.

Captación

Para captar el agua de la fuente se construirá una estructura hidráulica para el efecto, la cual protegerá el agua captada de cualquier tipo de contaminación que se pueda derivar de las condiciones de la intemperie; la caja de captación se instalará en la estación E-1.

Diseño de línea de conducción

Las tuberías en la línea de conducción se encontrarán instaladas de forma subterránea, por lo que la línea de conducción estará conformada por tuberías de PVC, las cuales tendrán un coeficiente de rugosidad de 150. Las válvulas en la línea de conducción se distribuirán de la siguiente forma: se colocará una válvula de aire en la estación E-3, una válvula de limpieza en la estación E-4 y, por último, una válvula de control en la estación E-6.

Es importante resaltar de que, para desarrollar los análisis hidráulicos dentro de la tubería, el caudal a tomar en cuenta en la línea de conducción, será el caudal máximo diario; el tramo a diseñar está comprendido entre la estación E-1 y la estación E-2.

Datos a utilizar en el diseño:

$$C_o = 1000 \text{ m}$$

$$C_f = 988.12 \text{ m}$$

$$Q = 0.71 \text{ l/s}$$

$$l = 53.75 \text{ m}$$

$$C = 150$$

Diámetro

Para el cálculo del diámetro se despeja la ecuación de pérdidas de carga, la cual es derivada de la ecuación de Hazen & Williams, por lo tanto, el diámetro queda expresado a través de la siguiente ecuación:

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.81141 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * hf}}$$

Donde:

D = diámetro de la tubería

L = longitud

Q = caudal

C = coeficiente de rugosidad

hf = carga disponible

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.81141 * 53.75 * 0.71^{1.85}}{150^{1.85} * 1.88}} = 0.83''$$

Con el objeto de facilitar el proceso de llenado del tanque de distribución en referencia del resultado obtenido, se tomará la decisión de adoptar un diámetro de 1 ½ pulgada, el cual posee un diámetro interno de 1.676 pulgadas para tuberías PVC clase 250 PSI.

Velocidad

De acuerdo con el INFOM y MSPAS (2011), las velocidades en la línea de conducción deben de estar en el rango entre 0.4 m/s y 3.0 m/s, para calcularlo, se procede de la siguiente forma:

$$v = \frac{1.974 * Q}{D^2}$$

Donde:

v = velocidad

Q = caudal

D = diámetro de la tubería

$$v = \frac{1.974 * 0.71}{1.754^2} = 0.46 \text{ m/s}$$

Como se puede apreciar en los resultados obtenidos, la velocidad se encuentra dentro del rango establecido por la norma, por lo que se procede a seguir con los cálculos correspondientes.

Pérdidas por fricción

Según INFOM y MSPAS (2011), para calcular las pérdidas por fricción dentro de un conducto se procede a utilizar la ecuación de Hazen & Williams que se describe a continuación:

$$hf = \frac{1743.81141 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Donde:

hf = pérdidas por fricción

L = longitud topográfica

Q = caudal

C = coeficiente de rugosidad

D = diámetro

$$hf_{1\ 1/2"} = \frac{1743.81141 * 53.75 * 0.71^{1.85}}{150^{1.85} * 1.754^{4.87}} = 0.30 \text{ m}$$

Presión estática

La presión estática se calcula a partir de la diferencia entre la cota inicial y la cota final del tramo.

$$P_E = C_o - C_f$$

Donde:

P_E = presión estática

C_o = cota inicial

C_f = cota final

$$P_E = 1000 - 988.12 = 11.88 \text{ m}$$

Cota piezométrica

Para encontrar el valor de la cota piezométrica se debe efectuar la diferencia entre la cota piezométrica inicial del tramo y la pérdida de carga, en caso de iniciar un nuevo tramo se deberá de tomar como cota piezométrica inicial la cota inicial del terreno, como se muestra a continuación:

$$cpz = cpz_o - hf$$

Donde:

cpz = cota piezométrica

cpz_o = cota piezométrica inicial

hf = pérdida de carga

$$cpz = 1000 - 0.30 = 999.70 \text{ m}$$

Presión dinámica

Para calcular la presión dinámica, se procede a desarrollar la diferencia entre la cota piezométrica final y la cota final de cada tramo.

$$P_D = cpz - c_f$$

Donde:

P_D = presión dinámica

cpz = cota piezométrica

c_f = cota final del tramo

$$P_D = 999.70 - 988.12 = 11.58 \text{ m}$$

Tanque de distribución

El tanque de distribución se encontrará instalado en la estación E-9, se construirá con una condición de apoyo semienterrada, se le proveerá protección contra intrusos a través de una cerca perimetral, además estará provisto de una contra cuneta para evitar daños derivados del agua pluvial. Para la construcción del tanque se utilizará concreto ciclópeo en los muros de contención y concreto armado para la construcción los elementos estructurales como losas y vigas.

Para efectos de mantenimiento el tanque de distribución contará con una escalera fabricada de barras de acero corrugado de ½" de diámetro, para permitir el acceso hacia el interior del tanque, estará instalada en la zona de acceso del tanque, la cual estará provista de una tapadera hermética, para evitar la contaminación del agua almacenada.

Tipología estructural

El tanque de distribución estará conformado por una losa tradicional, la cual estará apoyada en vigas, las cuales estarán diseñadas a base de concreto armado, las vigas se apoyarán en muros de contención; las cargas serán absorbidas por la losa, luego será transmitida hacia las vigas, las cuales harán una transmisión de carga hacia los muros de contención y éstos, por último, transmitirán las cargas hacia el suelo.

Materiales de diseño y esfuerzos

Los materiales a emplear en la construcción del tanque de distribución se seleccionarán de conformidad con los criterios de seguridad estructural y economía, se tendrá preferencia de los materiales locales, entre ellos se pueden describir los siguientes: concreto armado para la losa tradicional y para las vigas, y concreto ciclópeo para la construcción de los muros de contención.

Cargas de diseño

Las cargas de diseño empleadas en el diseño estructural del presente proyecto, se detallarán a continuación.

Volumen

Según el INFOM y MSPAS, en ausencia de datos del consumo de agua por parte de la población, propone que, para sistemas de agua potable que trabajen por gravedad, el volumen del tanque de distribución, se debe calcular entre el 25 y el 40% del caudal medio diario, por lo tanto, el volumen del tanque de distribución del presente proyecto quedará definido por medio del siguiente procedimiento:

$$vol = \frac{\% * Q * 86400}{1000} = \frac{0.40 * 0.59 * 86400}{1000} = 20.39 = 20 \text{ m}^3/\text{día}$$

De acuerdo al volumen obtenido, se trabajará un tanque de distribución con las dimensiones de 3.25 m x 3.25 m x 2.00 m.

Diseño de losa

Integración de cargas

Carga muerta de losa

La carga muerta total que afectará a la losa, por motivo de seguridad será afectada por un factor de seguridad, el cual es 1.4, para su efecto, se desarrolla el siguiente procedimiento:

$$w_{losa} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.10 \text{ m} = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$Sobrecarga = 150 \text{ kg/m}^2$$

$$Acabados = 90 \text{ kg/m}^2$$

$$CM = 240 + 90 + 150 = 480 \text{ kg/m}^2$$

$$CMU = 1.4CM = 1.4 * 480 = 672 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva

Debido a que la losa no soportará grandes cargas, por motivos de seguridad se adoptará una carga de 100 kg/m², para que pueda soportar eficientemente las cargas que se puedan derivar por el uso de la estructura, por motivos de seguridad la carga viva será afectada por un factor de seguridad de 1.7.

$$CV = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$CVU = 1.7 * 100 = 170 \text{ kg/m}^2$$

Carga última total

La carga última total que recibirá la losa será la sumatoria de las cargas muertas y cargas vivas, tal como se muestra a continuación:

$$CUT = CMU + CVU = 672 + 170 = 842 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de momentos

Cálculo de momentos negativos

$$m(-)a = C_{\bar{a}} * CUT * a^2 = 0 * 842 \text{ kg/m}^2 * (3.25 \text{ m})^2 = 0$$

$$m(-)b = C_{\bar{b}} * CUT * b^2 = 0 * 842 \text{ kg/m}^2 * (3.25 \text{ m})^2 = 0$$

Cálculo de momentos positivos

$$m(+)a = C_{a+} * CMU * a^2 + C_{a+} * CVU * a^2$$

$$m(+)a = 0.036 * 672 * 3.25^2 + 0.036 * 170 * 3.25^2 = 320.17 \text{ kg} - m$$

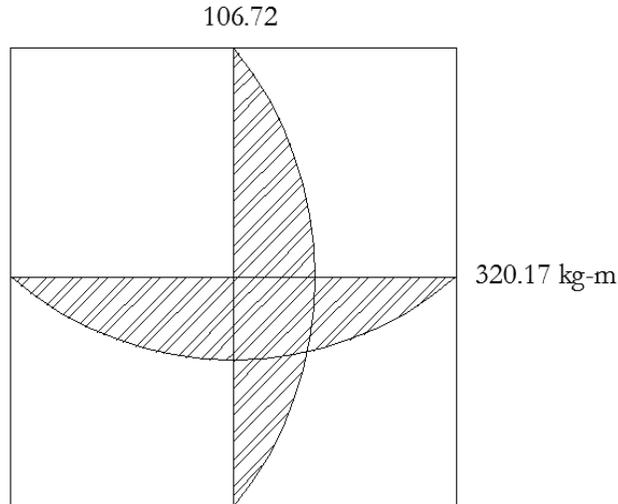
$$m(+)b = C_{b+M} * CMU * b^2 + C_{b+V} * CVU * b^2$$

$$m(+)b = 0.036 * 672 * 3.25^2 + 0.036 * 170 * 3.25^2 = 320.17 \text{ kg} - m$$

Cálculo de los momentos en los apoyos

$$M = \frac{M_{a+}}{3} = \frac{320.17}{3} = 106.72 \text{ kg} - m$$

Figura 1. Diagrama de momentos



Fuente: elaboración propia, febrero de 2023

Área de acero

Acero requerido positivo y negativo

Para calcular el acero requerido que sea capaz de resistir el momento flector, tanto positivo como negativo, se emplea la siguiente ecuación:

$$AS_{req(\pm)} = \left[(b_w d) - \sqrt{(b_w d)^2 - \frac{Mu * b_w}{0.003825 f'c}} \right] * \frac{0.85 f'c}{fy}$$

Donde:

$AS_{req(\pm)}$ = acero requerido positivo o negativo

b_w = ancho del alma

d = peralte efectivo

M_u = momento último

$f'c$ = resistencia del concreto a compresión

f_y = resistencia a la fluencia del acero

$$AS_{req(+)} = \left[(100 * 7) - \sqrt{(100 * 7)^2 - \frac{320.17 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2810}$$

$$AS_{req(+)} = 1.85 \text{ cm}^2$$

$$AS_{req(-)} = \left[(100 * 7) - \sqrt{(100 * 7)^2 - \frac{106.72 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2810}$$

$$AS_{req(-)} = 0.61 \text{ cm}^2$$

Acero mínimo

De acuerdo al Código ACI 318S-11 (2011), en la sección 10.5.1 Refuerzo mínimo en elementos sometidos a flexión, establece que el refuerzo de acero mínimo no debe ser el menor que el obtenido por medio de:

$$AS_{min} = \frac{0.8\sqrt{f'c}}{f_y} b_w d \geq \frac{14}{f_y} b_w d$$

Donde:

AS_{min} = acero mínimo

b_w = ancho del alma

d = peralte efectivo

$f'c$ = resistencia del concreto a compresión

f_y = resistencia a la fluencia del acero

$$A_{s_{min}} = \frac{0.8\sqrt{210}}{2810} (100 * 7) = 2.89 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14}{2810} (100 * 7) = 3.49 \text{ cm}^2$$

De acuerdo a los resultados obtenidos, se adoptará el valor de 3.49 cm^2 para el área de acero mínimo.

Acero por temperatura

$$A_{s_{temp}} = 0.002b_w t = 0.002 * 100 * 10 = 2 \text{ cm}^2$$

Acero máximo

El Código ACI 318S-11 (2011), establece en la sección 10.2.7 que, el parámetro de esfuerzo para los bloques de concreto β_1 para resistencias a la compresión comprendidas entre 210 y 280 kg/cm^2 es de 0.85.

Según el Código ACI 318S-11 (2011), en el apéndice B.8.4.2, la redistribución de momentos es fundamental para el cálculo del acero máximo, para su efecto, se procede a través de las siguientes ecuaciones:

$$\rho_b = \frac{0.5\rho_b}{f_y} \left(\frac{0.85\beta f'_c}{6120 + f_y} \right)$$

$$A_{s_{max}} = 0.5\rho_b(b_w d)$$

Donde:

$A_{s_{max}}$ = acero máximo

b_w = ancho del alma

d = peralte efectivo

$f'c$ = resistencia del concreto a compresión

fy = resistencia a la fluencia del acero

$\beta = 0.85$ (parámetro del bloque de esfuerzos en el concreto, ACI 10.2.7)

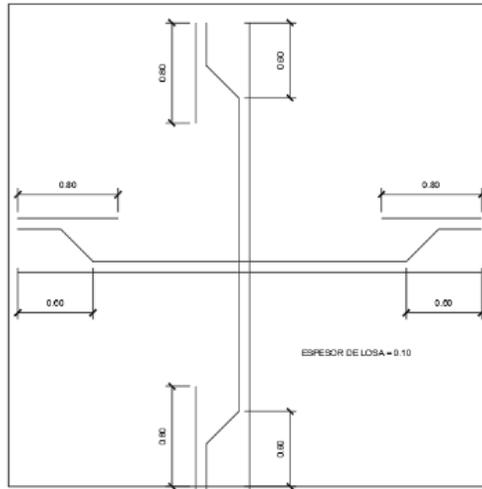
ρ_b = cuantía de acero balanceada

$$A_{s_{max}} = 0.5 \left[\frac{0.85 * 0.85 * 210}{2810} \right] \left[\frac{6120}{6120 + 2810} \right] (100 * 7) = 12.95 \text{ cm}^2$$

Por motivos de economía y seguridad estructural se toma la decisión de adoptar el área del acero mínimo, el cual es de 3.49 cm², debido a que se encuentra en el punto medio, el valor no se encuentra tan cerca de ceder ante los esfuerzos ni tampoco se encuentra muy alto, por lo que se garantiza la economía y la seguridad estructural. El acero de refuerzo propuesto para la losa será Hierro No. 3 grado 40 legítimo @ 0.20 metros.

Por consiguiente, el acero de refuerzo en la losa será de la siguiente manera: 5 Hierros No. 3 grado 40 legítimo @ 0.20 en ambos sentidos para una banda de losa de 1.00 m. El armado estará conformado por rieles y tensiones que se encontrarán anclados en ambos extremos de las soleras de corona, las tensiones tendrán una deflexión a los 0.65 m y; bastones tendrán una longitud de 0.85 m.

Figura 2. Detalle de armado de losa

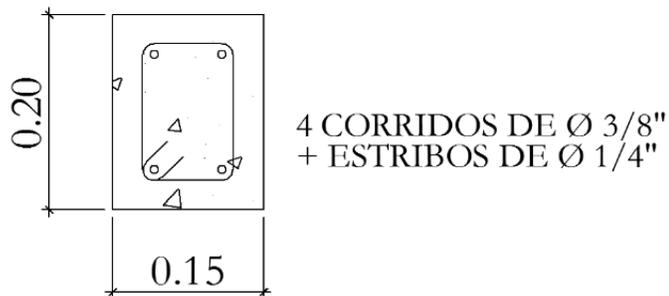


Fuente: elaboración propia, febrero de 2023

Propuesta de solera de corona

Se propone una sección transversal de solera de corona de 0.15 m x 0.20 m con un armado de cuatro barras longitudinales corrugadas Hierro No. 3 grado 40 legítimo en conjunto con el refuerzo transversal constituido por estribos, los cuales serán conformados por Hierro No. 2 liso legítimo @ 0.15 m.

Figura 3. Detalle de solera de corona



Fuente: elaboración propia, febrero de 2023

Cálculo de carga sobre el eje E-E

Para el cálculo de la carga que actuará sobre la solera, se tomó en cuenta el método de las áreas tributarias, debido a que la losa tiene una sección cuadrada de 3.25 m x 3.25 m, de acuerdo al comportamiento de las cargas, se establece que el área tributaria de esta sección es de 2.64 m².

$$w_{viga} = (2400 \text{ kg/m}^3)(0.15 \text{ m})(0.20 \text{ m}) = 72 \text{ kg/m}$$

$$CM = \frac{(480 \text{ kg/m}^2)(2.64 \text{ m}^2)}{3.25 \text{ m}} + 72 \text{ kg/m} = 461.92 \text{ kg/m}$$

$$CV = \frac{(100 \text{ kg/m}^2)(2.64 \text{ m}^2)}{3.25 \text{ m}} = 81.23 \text{ kg/m}$$

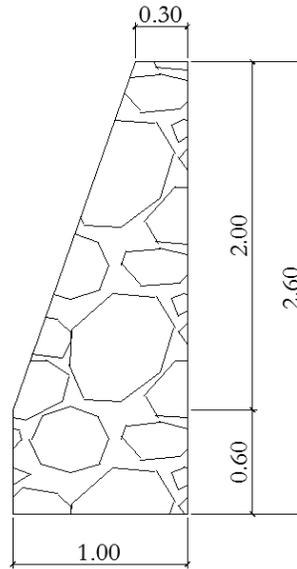
$$CUT = 1.4CM + 1.7CV$$

$$CUT = 1.4(461.92 \text{ kg/m}) + 1.7(81.23 \text{ kg/m}) = 784.78 \text{ kg/m}$$

$$P = (784.78 \text{ kg/m})(3.25 \text{ m}) = 2550.54 \text{ kg}$$

Diseño de muro de contención por gravedad

Figura 4. Dimensiones de muro de contención



Fuente: elaboración propia, febrero de 2023

Cuadro 1. Momentos

Fig.	Carga	kg	Brazo (m)	Momento (kg-m)
1	$(0.30)(2.60)(1)(2250)$	1755.00	0.85	1491.75
2	$1/2(0.70)(2)(1)(2250)$	1575.00	0.47	740.25
3	$(0.70)(0.60)(1)(2250)$	945.00	0.35	330.75
P		2550.54	0.85	2167.96
F _P		797.76	0.20	159.55
		N = 7623.30		MR = 4890.26

Fuente: elaboración propia, febrero de 2023

Fuerza actuante

$$K_A = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi} = \frac{1 - \text{sen}28^\circ}{1 + \text{sen}28^\circ} = 0.36$$

$$F_A = \frac{\gamma_{H_2O} * H^2 * K_A}{2} = \frac{(1000 \text{ kg/m}^3)(2.60 \text{ m})^2(0.36)}{2} = 1216.80 \text{ kg}$$

$$Y_A = \frac{H}{3} = \frac{2.60 \text{ m}}{3} = 0.87 \text{ m}$$

$$M_v = F_A * Y_A = (1216.80 \text{ kg})(0.87 \text{ m}) = 1058.62 \text{ kg} - \text{m}$$

Fuerza pasiva

$$K_P = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi} = \frac{1 + \text{sen}28^\circ}{1 - \text{sen}28^\circ} = 2.77$$

$$F_P = \frac{\gamma_{H_2O} * h^2 * K_P}{2} = \frac{(1600 \text{ kg/m}^3)(0.60 \text{ m})^2(2.77)}{2} = 797.76 \text{ kg}$$

$$Y_P = \frac{h}{3} = \frac{0.60 \text{ m}}{3} = 0.20 \text{ m}$$

$$M_P = F_P * Y_P = (797.76 \text{ kg})(0.20 \text{ m}) = 159.55 \text{ kg} - \text{m}$$

$$F_f = N * C_f * \tan\phi = (7623.30 \text{ kg})(0.75)(\tan 28^\circ) = 3040.04 \text{ kg}$$

$$F_R = F_P + F_f = 797.76 \text{ kg} + 3040.04 \text{ kg} = 3837.80 \text{ kg}$$

Revisión por volteo

$$\frac{M_R}{M_v} \geq 1.5$$

$$\frac{4890.26 \text{ kg} - m}{1058.62 \text{ kg} - m} = 4.62 > 1.5 \therefore Ok$$

Revisión por deslizamiento a lo largo de la base

$$\frac{F_R}{F_A} \geq 1.5$$

$$\frac{3837.80 \text{ kg}}{1216.80 \text{ kg}} = 3.15 > 1.5 \therefore Ok$$

Revisión de falla por capacidad de apoyo

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M_R - M_v}{N}$$

$$e = \frac{1.00 \text{ m}}{2} - \frac{4890.26 \text{ kg} - m - 1058.62 \text{ kg} - m}{7623.30 \text{ kg}} = 0.003$$

$$e < \frac{B}{6}$$

$$0.003 < 0.17 \therefore Ok$$

$$P_1 = \frac{N}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) = \frac{7623.30 \text{ kg}}{1.00 \text{ m}} \left(1 + \frac{6 * 0.003}{1.00 \text{ m}} \right) = 7760.52 \text{ t/m} < 16 \text{ t/m} \therefore Ok$$

$$P_2 = \frac{N}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right) = \frac{7623.30 \text{ kg}}{1.00 \text{ m}} \left(1 - \frac{6 * 0.003}{1.00 \text{ m}} \right) = 7486.08 \text{ t/m} < 16 \text{ t/m} \therefore Ok$$

$$P_A = P_1 + P_2 = 7760.52 + 7486.08 = 15246.60 \text{ t/m} \leq 16 \text{ t/m} \therefore Ok$$

De acuerdo con los resultados obtenidos, las dimensiones adoptadas para el muro de contención por gravedad, son aptas para resistir las cargas de diseño.

Diseño hidráulico de red de distribución

La red de distribución estará constituida por ramales que trabajarán en su totalidad por gravedad, los ramales se clasificarán en línea de distribución y ramales secundarios que se derivarán de la línea de distribución; para efectos de ejemplo se calculará el primer tramo la línea de distribución, los demás ramales de distribución por practicidad se trabajarán en una hoja electrónica de Excel.

El caudal a utilizar en el diseño de la red de distribución será el caudal máximo horario; la presión dinámica deberá encontrarse entre el rango de 10 m y 60 m en los puntos topográficos que, debido a las condiciones del terreno se exceda los 60 m, se emplearán estructuras hidráulicas denominadas caja rompe presión, para disipar la energía del agua y evitar daños en el sistema hidráulico. El tramo a diseñar para efectos de ejemplo, se encuentra comprendido entre la estación E-9 y la estación E-10, a continuación, se describe el procedimiento a seguir en el diseño hidráulico de la línea de distribución.

Diámetro

Datos a utilizar en el diseño:

$$C_o = 943.14 \text{ m}$$

$$C_f = 932.80 \text{ m}$$

$$Q = 1.18 \text{ l/s}$$

$$l = 58.25 \text{ m}$$

$$C = 150$$

Para el cálculo del diámetro se emplea la siguiente ecuación:

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.81141 * 58.25 * 1.18^{1.85}}{150^{1.85} * 10.34}} = 1.05''$$

Se adoptará un diámetro de diseño de 1", el cual presenta un diámetro interno de 1.195".

Velocidad

La velocidad debe de estar entre comprendida entre el rango de 0.60 m/s y 3.0 m/s.

$$v = \frac{1.974 * 1.18}{1.195^2} = 1.63 \text{ m/s}$$

De acuerdo al resultado obtenido, el diámetro seleccionado trabaja de forma eficiente en el diseño hidráulico, puesto a que permite mantener las velocidades en el rango requerido por las normas correspondientes.

Pérdida de carga hidráulica

$$hf_{1''} = \frac{1743.81141 * 58.25 * 1.18^{1.85}}{150^{1.85} * 1.195^{4.87}} = 5.46 \text{ m}$$

Presión estática

$$P_E = 943.14 - 932.80 = 10.34 \text{ m}$$

Cota piezométrica

$$cpz = 943.14 - 5.46 = 937.68 \text{ m}$$

Presión dinámica

$$P_D = 937.68 - 932.80 = 4.88 \text{ m}$$

Obras hidráulicas

Válvulas de aire: las válvulas de aire tienen como función expulsar el aire acumulado en una red hidráulica, estas se colocan en los puntos más altos de la red, se instalarán solamente en la línea de conducción, debido a que, en la red de distribución, los grifos realizan la función de estas válvulas; las válvulas de aire se instalarán en la estación E-3 de la línea de conducción.

Válvulas de limpieza: las válvulas de limpieza se instalan en los puntos más bajos de una red hidráulica, con el objetivo de evacuar los sólidos que pueda contener el agua en su desplazamiento por las tuberías, únicamente se instalarán en la línea de conducción, puesto a que en la línea de distribución la función de estas válvulas la realizan los grifos; las válvulas de limpieza se instalarán en la estación E-4 de la línea de conducción.

Válvulas de control: las válvulas de control serán del tipo compuerta, éstas tienen la función de ceder o impedir el paso del agua dentro de un conducto hidráulico. Se

utilizarán válvulas de compuerta para controlar el ingreso y egreso del agua; en la línea de conducción se instalarán en la estación E-6. y en la línea de distribución estarán instaladas en las estaciones E-15, E-19 y E-30.

Cajas rompe presión: las cajas rompe presión permiten disipar la energía en un conducto hidráulico, para su efecto, se instalarán en los puntos por donde el acueducto sobrepase la presión estática de 60 m; se instalarán en las estaciones E-22 de la línea de distribución.

Conexión domiciliar: las conexiones domiciliarias serán del tipo será del tipo servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda, estará conformada por una llave de paso de ½", un chorro de bronce con rosca de ½", un niple HG de ½" x 8", un niple HG de ½" x 20", dos codos HG de ½" x 90°, un adaptador macho PVC de ½", una base de concreto de 0.25x0.25x0.15 y tubería PVC de ½" de 315 PSI.

Sistema de desinfección

El sistema de desinfección utilizado en el presente proyecto para tratar el agua con fines de potabilización para que se cumplan los estándares requeridos por la Norma COGUANOR NTG 29001 será por medio de un hipoclorador, el cual necesitará de un operador capacitado, experimentado, para llevar a cabo los procesos de potabilización.

Las tabletas de tricloro vienen en una presentación con un diámetro de 3" por 1" de espesor, poseen un peso neto de 200 gr y su velocidad de disolución es de 15 gr en 24 horas, contienen porcentaje de solución de cloro del 90%, se recomienda tomar en consideración un tiempo de 15 días de aplicación. Para determinar la cantidad de tabletas que se utilizarán para clorar el agua en el presente proyecto, se utiliza una ecuación que únicamente es válida para hipocloritos, la cual es:

$$G = \frac{C * M * D}{\%Cl}$$

Donde:

G = gramos de tricloro

C = miligramos por litro

M = litros de agua a tratarse por día = $Q_m * 86400$ s

D = número de días que durará el tricloro

Cl = concentración de cloro

$$M = Q_m * 86400 = 0.59 * 86400 = 50976 \text{ l/día}$$

$$G = \frac{0.001 * 50976 * 15}{0.90} = 849.60 \text{ gr}$$

$$\frac{849.60 \text{ gr}}{200 \text{ gr}} = 4.25 \approx 5 \text{ tabletas}$$

De acuerdo con los resultados obtenidos en los cálculos efectuados, se tiene que, se necesitarán cinco tabletas de tricloro cada 15 días para llevar a cabo los procesos de tratamiento de potabilización en el agua, por lo que se necesitará de un alimentador automático modelo C-250, con una capacidad de cinco tabletas como mínimo.

Anexo 2. Memoria de cálculo hidráulico

Línea de conducción

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN

UBICACIÓN: CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO
 MUNICIPIO: JOCOTÁN
 DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA
 DISEÑO: AMNER NOÉ GUTIÉRREZ SOLIS
 FECHA: JUNIO, 2023
 TIPO DE CONDUCTO: LÍNEA DE CONDUCCIÓN
 TIPO DE SERVICIO: PREDIAL

PERÍODO DE DISEÑO	22	años
POBLACIÓN ACTUAL	257	hab
TASA DE CRECIMIENTO	2.32%	%
POBLACIÓN DE DISEÑO	426	hab
FACTOR DE DÍA MÁXIMO FMD	1.2	1.2-1.5
FACTOR DE HORA MÁXIMA FMH	2.0	2.0-3.0
FACTOR DE USO SIMULTÁNEO k	0.20	0.15-0.20
NÚMERO DE VIVIENDAS	71	unidad
DENSIDAD DE VIVIENDA	6	hab/viv

LONG. TOTAL DEL SISTEMA	288.43	m
DOTACIÓN	120	l/hab/día
AFORO	0.84	l/s
CAUDAL MEDIO (Qm)	0.59	l/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (QMD)	0.71	l/s
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH)	1.18	l/s
CAUDAL UNITARIO Qu	0.0167	l/s
PORCENTAJE DE ALMACENAMIENTO	40%	%
VOLUMEN DEL TANQUE	20	m ³

TOPOGRAFÍA				TUBERÍA				DIÁMETRO									NOTA	
TRAMO		COTA		CARRGA DISPONIBLE (m)	DISTANCIA (m)	MATERIAL	PSI	C	Ø TEÓRICO (plg)	Ø COM (plg)	Ø INT (plg)	Q (l/s)	V (m/s)	hf (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)	Cota Piezométrica (m)		PRESIÓN DINÁMICA (m)
EA	EO	INICIAL	FINAL															
E-1	E-2	1000.00	988.12	11.88	53.75	PVC	250	150	0.83	1 1/2	1.676	0.71	0.50	0.38	11.88	999.62	11.50	
E-2	E-3	988.12	980.40	7.72	45.38	PVC	250	150	0.87	1 1/2	1.676	0.71	0.50	0.32	19.60	999.30	18.90	
E-3	E-4	980.40	965.96	14.44	54.54	PVC	250	150	0.80	1 1/2	1.676	0.71	0.50	0.38	34.04	998.92	32.96	
E-4	E-5	965.96	959.55	6.41	43.23	PVC	250	150	0.90	1 1/2	1.676	0.71	0.50	0.30	40.45	998.61	39.06	
E-5	E-6	959.55	957.20	2.35	13.00	PVC	250	150	0.86	1 1/2	1.676	0.71	0.50	0.09	42.80	998.52	41.32	
E-6	E-7	957.20	955.28	1.92	12.00	PVC	250	150	0.88	1 1/2	1.676	0.71	0.50	0.08	44.72	998.44	43.16	
E-7	E-8	955.28	949.01	6.27	33.95	PVC	250	150	0.86	1 1/2	1.676	0.71	0.50	0.24	50.99	998.20	49.19	
E-8	E-9	949.01	943.14	5.87	32.58	PVC	250	150	0.86	1 1/2	1.676	0.71	0.50	0.23	56.86	997.97	54.83	

Línea de distribución

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN

UBICACIÓN: CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO
 MUNICIPIO: JOCOTÁN
 DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA
 DISEÑO: AMNER NOÉ GUTIÉRREZ SOLIS
 FECHA: JUNIO, 2023
 TIPO DE CONDUCTO: LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
 TIPO DE SERVICIO: PREDIAL

PERÍODO DE DISEÑO	22	años
POBLACIÓN ACTUAL	257	hab
TASA DE CRECIMIENTO	2.32%	%
POBLACIÓN DE DISEÑO	426	hab
FACTOR DE DÍA MÁXIMO FMD	1.2	1.2-1.5
FACTOR DE HORA MÁXIMA FMH	2	2.0-3.0
FACTOR DE USO SIMULTÁNEO k	0.2	0.15-0.20
NÚMERO DE VIVIENDAS	71	unidad
DENSIDAD DE VIVIENDA	6	hab/viv

LONG. TOTAL DEL SISTEMA	495.35	m
DOTACIÓN	120	l/hab/día
AFORO	0.84	l/s
CAUDAL MEDIO (Qm)	0.59	l/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (QMD)	0.71	l/s
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH)	1.18	l/s
CAUDAL UNITARIO Qu	0.0167	l/s
PORCENTAJE DE ALMACENAMIENTO	40%	%
VOLUMEN DEL TANQUE	20	m ³

TOPOGRAFÍA				TUBERÍA			DIÁMETRO										NOTA	
TRAMO		COTA		CARRGA DISPONIBLE (m)	DISTANCIA (m)	MATERIAL	PSI	C	Ø TEÓRICO (plg)	Ø COM (plg)	Ø INT (plg)	Q (l/s)	V (m/s)	hf (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)	Cota Piezométrica (m)		PRESIÓN DINÁMICA (m)
EA	EO	INICIAL	FINAL															
E-9	E-10	943.14	932.80	10.34	58.25	PVC	160	150	1.05	1"	1.195	1.18	1.63	5.48	10.34	937.66	4.86	
E-10	E-15	932.80	926.25	6.55	32.98	PVC	160	150	1.03	1"	1.195	1.18	1.63	3.10	16.89	934.56	8.31	
E-15	E-16	926.25	917.72	8.53	44.62	PVC	160	150	1.03	1"	1.195	1.18	1.63	4.20	25.42	930.36	12.64	
E-16	E-17	917.72	915.52	2.20	12.00	PVC	160	150	1.04	1"	1.195	1.18	1.63	1.13	27.62	929.23	13.71	
E-17	E-18	915.52	911.10	4.42	29.99	PVC	160	150	1.09	1"	1.195	1.18	1.63	2.82	32.04	926.41	15.31	
E-18	E-19	911.10	907.80	3.30	19.97	PVC	160	150	1.06	1"	1.195	1.18	1.63	1.88	35.34	924.53	16.73	
E-19	E-20	907.80	901.81	5.99	34.03	PVC	160	150	1.05	1"	1.195	1.18	1.63	3.20	41.33	921.33	19.52	
E-20	E-21	901.81	893.22	8.59	39.29	PVC	160	150	1.01	1"	1.195	1.18	1.63	3.70	49.92	917.63	24.41	
E-21	E-22	893.22	890.56	2.66	10.00	PVC	160	150	0.97	1"	1.195	1.18	1.63	0.94	52.58	916.69	26.13	
E-22	E-23	890.56	882.67	7.89	37.40	PVC	160	150	1.01	1"	1.195	1.18	1.63	3.52	7.89	887.04	4.37	
E-23	E-29	882.67	875.93	6.74	33.79	PVC	160	150	1.02	1"	1.195	1.18	1.63	3.18	14.63	883.86	7.93	
E-29	E-30	875.93	870.54	5.39	46.69	PVC	160	150	1.15	1"	1.195	1.18	1.63	4.39	20.02	879.47	8.93	
E-30	E-31	870.54	864.14	6.40	33.96	PVC	160	150	1.04	1"	1.195	1.18	1.63	3.20	26.42	876.27	12.13	
E-31	E-32	864.14	857.65	6.49	62.38	PVC	160	150	1.17	1"	1.195	1.18	1.63	5.87	32.91	870.40	12.75	

Ramales de distribución

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN

UBICACIÓN: CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO
 MUNICIPIO: JOCOTÁN
 DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA
 DISEÑO: AMNER NOÉ GUTIÉRREZ SOLIS
 FECHA: JUNIO, 2023
 TIPO DE CONDUCTO: RAMALES DE DISTRIBUCIÓN INDICADOS
 TIPO DE SERVICIO: PREDIAL

PERÍODO DE DISEÑO	22	años
POBLACIÓN ACTUAL	257	hab
TASA DE CRECIMIENTO	2.32%	%
POBLACIÓN DE DISEÑO	426	hab
FACTOR DE DÍA MÁXIMO FMD	1.2	1.2-1.5
FACTOR DE HORA MÁXIMA FMH	2	2.0-3.0
FACTOR DE USO SIMULTÁNEO k	0.2	0.15-0.20
NÚMERO DE VIVIENDAS	71	unidad
DENSIDAD DE VIVIENDA	6	hab/viv

LONG. TOTAL DEL SISTEMA	503.51	m
DOTACIÓN	120	l/hab/día
AFORO	0.84	l/s
CAUDAL MEDIO (Qm)	0.59	l/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (QMD)	0.71	l/s
CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH)	1.18	l/s
CAUDAL UNITARIO Qu	0.0167	l/s
PORCENTAJE DE ALMACENAMIENTO	40%	%
VOLUMEN DEL TANQUE	20	m ³

TOPOGRAFÍA						TUBERÍA			DIÁMETRO			VIVIENDAS FUTURAS	PARÁMETROS HIDRÁULICOS							NOTA	
TRAMO		COTA		CARRGA DISPONIBLE (m)	DISTANCIA (m)	MATERIAL	PSI	C	Ø TEÓRICO (plg)	Ø COM (plg)	Ø INT (plg)		CAUDALES			V (m/s)	hf (m)	PRESIÓN ESTÁTICA (m)	Cota Piezométrica (m)		PRESIÓN DINÁMICA (m)
EA	EO	INICIAL	FINAL										QMH (l/s)	q (l/s)	Q (l/s)						
E-10	E-11	932.80	916.24	16.56	68.36	PVC	160	150	0.92	1	1.195	25	0.42	0.98	0.98	1.35	4.54	26.90	938.60	22.36	RAMAL 01
E-11	E-12	916.24	905.00	11.24	46.02	PVC	160	150	0.91	1	1.195	25	0.42	0.98	0.98	1.35	3.06	38.14	935.54	30.54	
E-12	E-13	905.00	891.79	13.21	53.70	PVC	160	150	0.91	1	1.195	25	0.42	0.98	0.98	1.35	3.57	51.35	931.97	40.18	
E-13	E-14	891.79	883.25	8.54	32.04	PVC	160	150	0.90	1	1.195	25	0.42	0.98	0.98	1.35	2.13	59.89	929.84	46.59	
E-23	E-24	882.67	880.52	2.15	27.94	PVC	160	150	1.22	1	1.195	32	0.53	1.11	1.11	1.54	2.35	10.04	888.21	7.69	RAMAL 02
E-24	E-25	880.52	875.21	5.31	35.79	PVC	160	150	1.06	1	1.195	32	0.53	1.11	1.11	1.54	3.01	15.35	885.19	9.98	
E-25	E-26	875.21	869.32	5.89	46.70	PVC	160	150	1.10	1	1.195	32	0.53	1.11	1.11	1.54	3.93	21.24	881.26	11.94	
E-26	E-27	869.32	865.23	4.09	32.63	PVC	160	150	1.10	1	1.195	32	0.53	1.11	1.11	1.54	2.75	25.33	878.51	13.28	
E-27	E-28	865.23	857.32	7.91	39.01	PVC	160	150	1.00	1	1.195	32	0.53	1.11	1.11	1.54	3.29	33.24	875.23	17.91	
E-32	E-33	857.65	842.68	14.97	40.46	PVC	160	150	0.75	1	1.195	14	0.23	0.72	0.72	1.00	1.53	47.88	873.70	31.02	RAMAL 03
E-33	E-34	842.68	831.31	11.37	80.86	PVC	160	150	0.91	1	1.195	14	0.23	0.72	0.72	1.00	3.05	59.25	870.66	39.35	

Anexo 3. Análisis de la calidad del agua

Análisis microbiológico de agua potable



Lic. Rabindranath Valdés Hernández | Licda. Edlyn Hortensia Valdés Argüeta
Químico Biólogo, Colegiado 1619 | Química Bióloga, Colegiado 4572
2A CALLE 9-50 ZONA 2 CHIQUIMULA, CHIQUIMULA
Tels.: 7942-3640 7942-3641
Responsabilidad y Calidad

ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA POTABLE

Cliente:	Proyecto de Construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán		
No. Cliente:	03 008	Fecha informe:	2/06/2021
Dirigido a:	Facultad de Ingeniería de Universidad Rural de Guatemala	Código de muestra:	001
Persona responsable:	Amner Noé Gutiérrez Solís	Localización:	Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.
Tipo muestra:	Potabilidad		
Numero de orden:	2105011		

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha Muestreo:	28 de mayo del 2021	Hora de Análisis:	11:35 Hrs.
Hora de Muestreo:	10:09 Hrs.	Hora de Ingreso:	11:22 Hrs.
Tipo de Muestra:	Potabilidad	Resp. de Muestreo:	Ajeno a Laboratorio, Amner Noé Gutiérrez Solís
Procedencia:	Nacimiento libre con brote superficial definido	Temp. De Almacenamiento:	2-8 °C
Recipiente:	Estéril	Fecha de Inicio de Análisis:	28 de mayo del 2021
Apariencia:	Clara		

RESULTADOS

Parametros	Resultados	Dimensionales	*Limite Maximo permisible	Metodología
Coliformes Totales	Ausencia, 0	UFC / 100 mL	No deben ser detectables en 100 mL de agua	Filtración
Escherichia coli	Ausencia, 0	UFC / 100 mL	No deben ser detectables en 100 mL de agua	Filtración

UFC: Unidades Formadoras de Colonia
NMPC: Muy Numerosas Para Contar

* Según Norma Guatemalteca COGUANOR (NTG 29001) para análisis microbiológico de agua potable.

Metodología con base en:

Heterotropic Count, Método(9215). Método de Filtración por Membrana capas de cuantificar E. Coli y Coliformes Totales, en 24 horas a 36 °C
-Standard Methods for the examination of waster and wastewater APHA, AW WA, WEF 21 st ed 2005.

Revisado: _____

Autorizado: _____


LICENCIADO
Rabindranath Valdés Hernández
QUÍMICO BIÓLOGO
C.O. 1619

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibido en el laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por VALDES LABORATORIOS Este informe es válido únicamente en su impresión original



Lic. Rabindranath Valdés Hernández | Licda. Edlyn Hortensia Valdés Argueta
Químico Biólogo, Colegiado 1619 | Química Bióloga, Colegiado 4572
2A. CALLE 9-50 ZONA 2 CHIQUIMULA, CHIQUIMULA
Tels.: 7942-3640 7942-3641

Responsabilidad y Calidad

Cliente: **Proyecto de Construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán**

No. Cliente: 01 001
Dirigido a: Facultad de Ingeniería de Universidad Rural de Guatemala.
Persona Responsable: Amner Noé Gutiérrez Solís
Tipo de muestra: Potabilidad
Número de orden: 2105011

Código de muestra: 001
Fecha de ingreso: 28 de mayo del 2021
Fecha de informe: 02 de junio del 2021

Localización: **Nacimiento libre con brote superficial definido**
Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.
Toma de muestra: 10:09 Hrs. Del 28 de mayo del 2021. Responsable: Ajeno al Laboratorio, Amner Noé Gutiérrez Solís

ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

Conclusiones:

De la muestra recibida y analizada en el laboratorio, no se aislaron *Escherichia coli*; Coliformes Totales. Por lo que satisface la norma de calidad COGUANOR NTG 29 001, para análisis microbiológico de agua potable.

- Standard Methods for the Examination of water and Wastewater, APHA, AWWA, WWF. 21st Ed. 2005.
- Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra cómo fue recibida en el laboratorio.
- La reproducción del mismo deberá ser autorizada por escrito por Valdés Laboratorios. Este informe es válido únicamente en su impresión original.
- Nomenclatura utilizada:
UFC: Unidades Formadoras de Colonias
MNPC: Muy Numeroso Para Contar

LICENCIADO
Rabindranath Valdés Hernández
Químico Biólogo
COG. 1619

Análisis físico-químico de agua potable



Lic. Rabindranath Valdés Hernández | Licda. Edlyn Hortensia Valdés Argueta
 Químico Biólogo, Colegiado 1619 | Química Bióloga, Colegiado 4572
 2A. CALLE 9-50 ZONA 2 CHIQUIMULA, CHIQUIMULA
 Tels: 7942-3640 7942-3641
Responsabilidad y Calidad

ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUA POTABLE

Ciente: Proyecto de Construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán
 No. Cliente: 03 008 Fecha informe: 2/06/2021
 Dirigido a: Facultad de Ingeniería de Universidad Rural de Guatemala Código de muestra: 001
 Persona responsable: Amner Noé Gutiérrez Solís Localización:
 Tipo muestra: Potabilidad Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.
 Numero de orden: 2105011

ANALISIS FISICO

Parámetros	Resultado	Dimensionales	LMA	LMP
Color	1.1	u Pt/Co	5.0	35.0
Olor	No Rechazable		No rechazable	No rechazable
Turbiedad	1.40	NTU	5.0	15.0
Conductividad Electrica	773	mS/cm	780	1500
pH	7.75		7.0-7.5	6.5-8.5
Solidos totales disueltos	541	mg/L	500.0	1000.0

ANALISIS QUIMICO

Parámetros	Resultado	Dimens	LMA	LMP	Parámetro	Resultado	Dimens	LMP
Cloro residual libre	0.054	mg/L	0.5	1.0	Arsénico	---	mg/L	0.010
Cloruro	20.4	mg/L	100	250	Bario	---	mg/L	0.70
Dureza total	41.0	mg/L	100.0	500.0	Boro	---	mg/L	0.30
Sulfatos	38	mg/L	100.0	250.0	Cadmio	---	mg/L	0.003
Aluminio	---	mg/L	0.05	0.100	Cianuro	---	mg/L	0.070
Calcio	82.09	mg/L	75.0	150.0	Cromo total	---	mg/L	0.050
Zinc	---	mg/L	3.0	70.0	Mercurio total	---	mg/L	0.001
Cobre	0.00	mg/L	0.050	1,500	Plomo	---	mg/L	0.010
Magnesio	49.80	mg/L	50.0	100.0	Selenio	---	mg/L	0.010
Manganeso total	0.074	mg/L	0.1	0.4	Nitrato	9.6	mg/L	50.0
Hierro total	0.059	mg/L	0.3	-----	Nitrito	0.048	mg/L	3.0

Con base en la norma COGUANOR NTG 29001

LMA: Limite Maximo Aceptable

LMP: Limite Maximo Permisible

NTU: Unidades Nefelometricas de turbidez

Metodología con base en:

-Standard Methods for the examination of waster and wastewater APHA, AW WA, WEF 21 st ed 2005.

Revisado: _____

Autorizado: _____

LICENCIADO
 Rabindranath Valdés Hernández
 QUIMICO BIOLÓGICO
 COL. 1619

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibido en el laboratorio.
 La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por VALDES LABORATORIOS Este informe es válido únicamente en su impresión original



Lic. Rabindranath Valdés Hernández | Licda. Edlyn Hortensia Valdés Argueta
Químico Biólogo, Colegiado 1619 | Química Bióloga, Colegiado 4572
2A. CALLE 9-50 ZONA 2 CHIQUIMULA, CHIQUIMULA
Tels.: 7942-3640 7942-3641

Responsabilidad y Calidad

Cliente: **Proyecto de Construcción del sistema de agua potable para el Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán**

No. Cliente: 01 001
Dirigido a: Facultad de Ingeniería de Universidad Rural de Guatemala.
Persona Responsable: Amner Noé Gutiérrez Solís
Tipo de muestra: Potabilidad
Número de orden: 2105011

Código de muestra: 001
Fecha de ingreso: 28 de mayo del 2021
Fecha de informe: 02 de junio del 2021

Localización: **Nacimiento libre con brote superficial definido**
Caserío los de Paz, Aldea Tunucó Abajo, Jocotán.
Toma de muestra: 10:09 Hrs. Del 28 de mayo del 2021. Responsable: Ajeno al Laboratorio, Amner Noé Gutiérrez Solís

ANALISIS FISICOQUIMICO DE AGUAS

Conclusiones:

- La muestra recibida y analizada en el laboratorio satisface los criterios fisicoquímicos de calidad de la Norma COGUANOR NTG 29 001, Agua Potable; de acuerdo a los parámetros analizados.
 - Método de referencia: Standard Methods for the Examination of water and Wastewater, APHA, AWWA, WWF. 21th. Ed. 2005
 - Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra cómo fue recibida en el laboratorio.
 - La reproducción del mismo deberá ser autorizada por escrito por Valdés Laboratorios. Este informe es válido únicamente en su impresión original.
-
- Nomenclatura utilizada:

LMA: Límite máximo aceptable
LMP: Límite máximo permisible

LIBENCIADO
Rabindranath Valdés Hernández
QUÍMICO BIÓLOGO
C.G. 1619

Anexo 4. Planos de “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LOS DE PAZ, ALDEA TUNUCÓ ABAJO, JOCOTÁN”

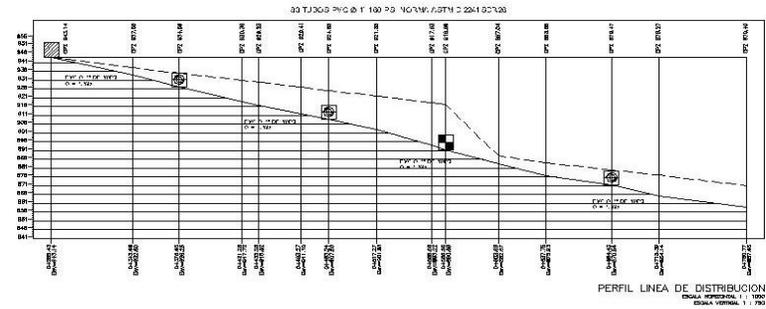
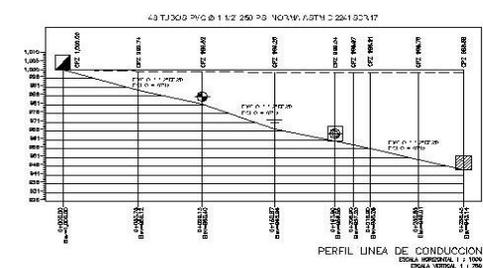
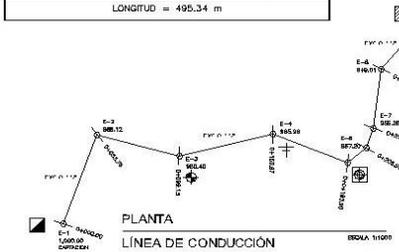
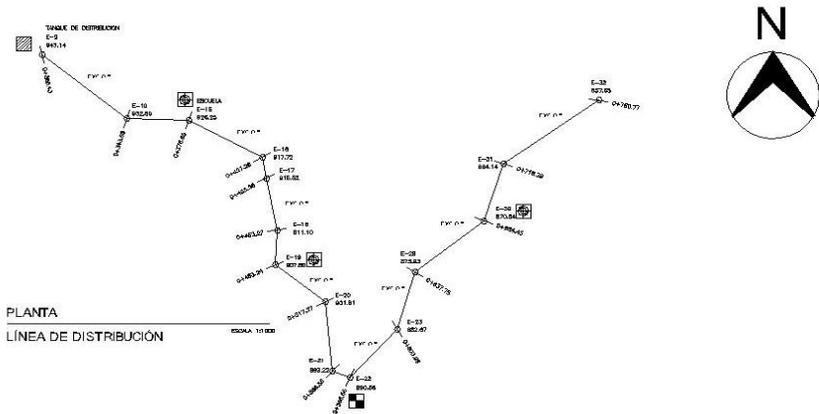
En este anexo se incluirán el conjunto de planos que conforman el presente proyecto, en ellos se definirán los detalles constructivos y las especificaciones técnicas a seguir en cada una de las etapas constructivas; los planos servirán para la ejecución de cada uno de los componentes que conllevan la realización del proyecto.

LIBRETA TOPOGRAFICA LINEA DE CONDUCCION							
LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
						X Y	
E-1	E-2	N	19°45'58.99" E	53.78	E-2	81.3300	910.1200
E-2	E-3	S	74°50'18.57" E	43.36	E-3	49.2700	800.8700
E-3	E-4	N	70°03'56.29" E	81.84	E-4	81.8900	1.003.8900
E-4	E-5	S	87°41'06.89" E	43.53	E-5	45.2700	1.043.8900
E-5	E-6	N	48°59'32.49" E	13.00	E-6	03.8000	1.083.8900
E-6	E-7	N	19°59'56.29" E	12.00	E-7	86.0000	1.087.7900
E-7	E-8	N	01°11'01.22" E	33.86	E-8	86.7800	1.092.9900
E-8	E-9	N	39°25'44.67" E	32.08	E-9	153.8900	1.082.8300

LONGITUD = 285.43 m

LIBRETA TOPOGRAFICA DE LINEA DE DISTRIBUCION							
LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
						X Y	
E-8	E-10	S	81°27'07.87" E	26.25	E-10	87.2000	1.128.2300
E-10	E-15	S	88°11'53.87" E	32.98	E-15	89.3100	1.161.1900
E-15	E-16	S	87°09'34.61" E	44.42	E-16	45.4600	1.204.8400
E-16	E-17	S	110°01'36.41" E	12.00	E-17	53.2900	1.202.7300
E-17	E-18	S	11°11'54.17" E	29.98	E-18	32.2200	1.328.8000
E-18	E-19	S	93°19'52.77" W	19.87	E-19	4.2000	1.207.4000
E-19	E-20	S	81°01'01.22" E	34.03	E-20	-18.7400	1.234.1300
E-20	E-21	S	100°19'18.87" E	26.50	E-21	-88.5800	1.328.2900
E-21	E-22	S	87°49'50.57" E	19.70	E-22	-99.0800	1.247.8900
E-22	E-23	N	42°35'01.86" E	37.40	E-23	-32.0200	1.272.8900
E-23	E-29	N	10°17'41.289" E	33.70	E-29	0.4100	1.282.3400
E-29	E-30	N	21°29'16.07" E	15.68	E-30	25.4900	1.318.8300
E-30	E-31	N	10°31'32.32" E	33.84	E-31	81.8900	1.323.8900
E-31	E-33	N	54°34'48.67" E	42.38	E-32	87.8900	1.246.4900

LONGITUD = 495.34 m



VERIFICACION	
ELABORADO	
REVISADO	
PROYECTADO	
APROBADO	
REVISADO	
PROYECTADO	
APROBADO	
REVISADO	
PROYECTADO	
APROBADO	

FECHA	ASPECTO DE LA REVISION

PROYECTO: PROYECTO DE MODIFICACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL MUNICIPIO DE LA TABLA DE DISTRIBUCION

CONTEXTO: PLANTA Y PERFILES DE LINEA DE CONDUCCION Y LINEA DE DISTRIBUCION

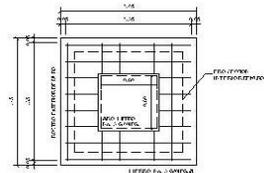
ESTADO: PLANTA Y PERFILES DE LINEA DE CONDUCCION Y LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA: PLANTA 1:1000, PERFILES 1:1000

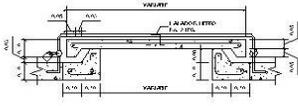
Fuente: elaboración propia, febrero de 2023

REQUISITOS GENERALES

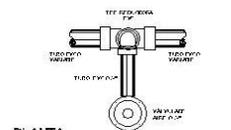
1. EL DISEÑO DEL BUNO DE RESERVA DEBE SER EL DISEÑO DEL BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS Y DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS Y DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS.
2. EL DISEÑO DE LA CAJA DE ROMPE PRESIÓN DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS Y DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS.
3. EL DISEÑO DE LA CAJA DE ROMPE PRESIÓN DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS Y DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS.
4. EL DISEÑO DE LA CAJA DE ROMPE PRESIÓN DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS Y DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS.
5. EL DISEÑO DE LA CAJA DE ROMPE PRESIÓN DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS Y DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS.
6. EL DISEÑO DE LA CAJA DE ROMPE PRESIÓN DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS Y DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS.
7. EL DISEÑO DE LA CAJA DE ROMPE PRESIÓN DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS Y DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS.
8. EL DISEÑO DE LA CAJA DE ROMPE PRESIÓN DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS Y DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS.
9. EL DISEÑO DE LA CAJA DE ROMPE PRESIÓN DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS Y DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS.
10. EL DISEÑO DE LA CAJA DE ROMPE PRESIÓN DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS Y DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS.
11. EL DISEÑO DE LA CAJA DE ROMPE PRESIÓN DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS Y DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS.
12. EL DISEÑO DE LA CAJA DE ROMPE PRESIÓN DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS Y DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS.
13. EL DISEÑO DE LA CAJA DE ROMPE PRESIÓN DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS Y DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS.
14. EL DISEÑO DE LA CAJA DE ROMPE PRESIÓN DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS Y DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS.
15. EL DISEÑO DE LA CAJA DE ROMPE PRESIÓN DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS Y DEBE SER EL DISEÑO DE BUNO DE RESERVA TIPO DESCRITO EN ESTOS PLANOS.



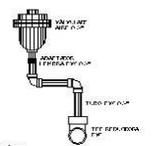
PLANTA DE LOSA
CAJA ROMPE PRESIÓN
ESCALA 1:10



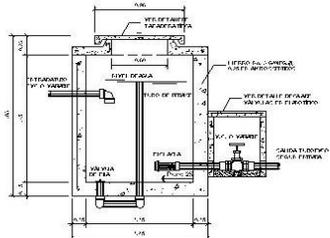
DETALLE TÍPICO DE TAPADERA
CAJA ROMPE PRESIÓN
EN ESCALA



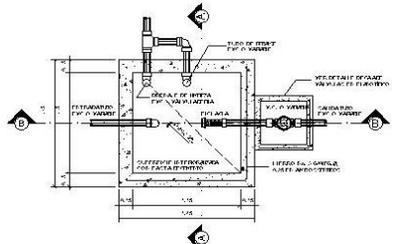
PLANTA
VALVULA DE AIRE
EN ESCALA



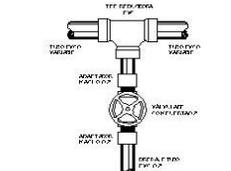
ELEVACION
VALVULA DE AIRE
EN ESCALA



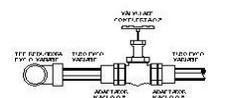
SECCIÓN B-B
CAJA ROMPE PRESIÓN
ESCALA 1:10



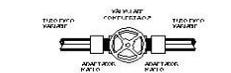
PLANTA
CAJA ROMPE PRESIÓN
ESCALA 1:10



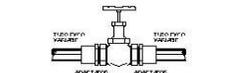
PLANTA
VALVULA DE LIMPIEZA
EN ESCALA



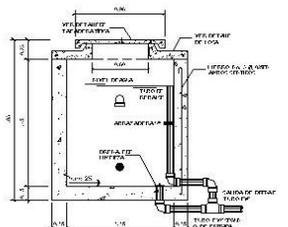
ELEVACION
VALVULA DE LIMPIEZA
EN ESCALA



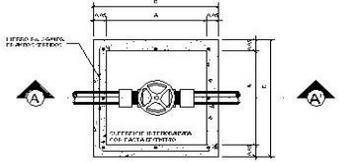
PLANTA
VALVULA DE CONTROL
EN ESCALA



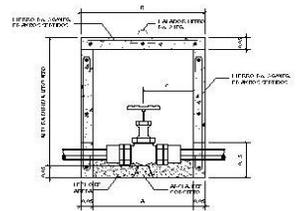
ELEVACION
VALVULA DE CONTROL
EN ESCALA



SECCIÓN A-A
CAJA ROMPE PRESIÓN
ESCALA 1:10



PLANTA
CAJA PARA VALVULAS
EN ESCALA

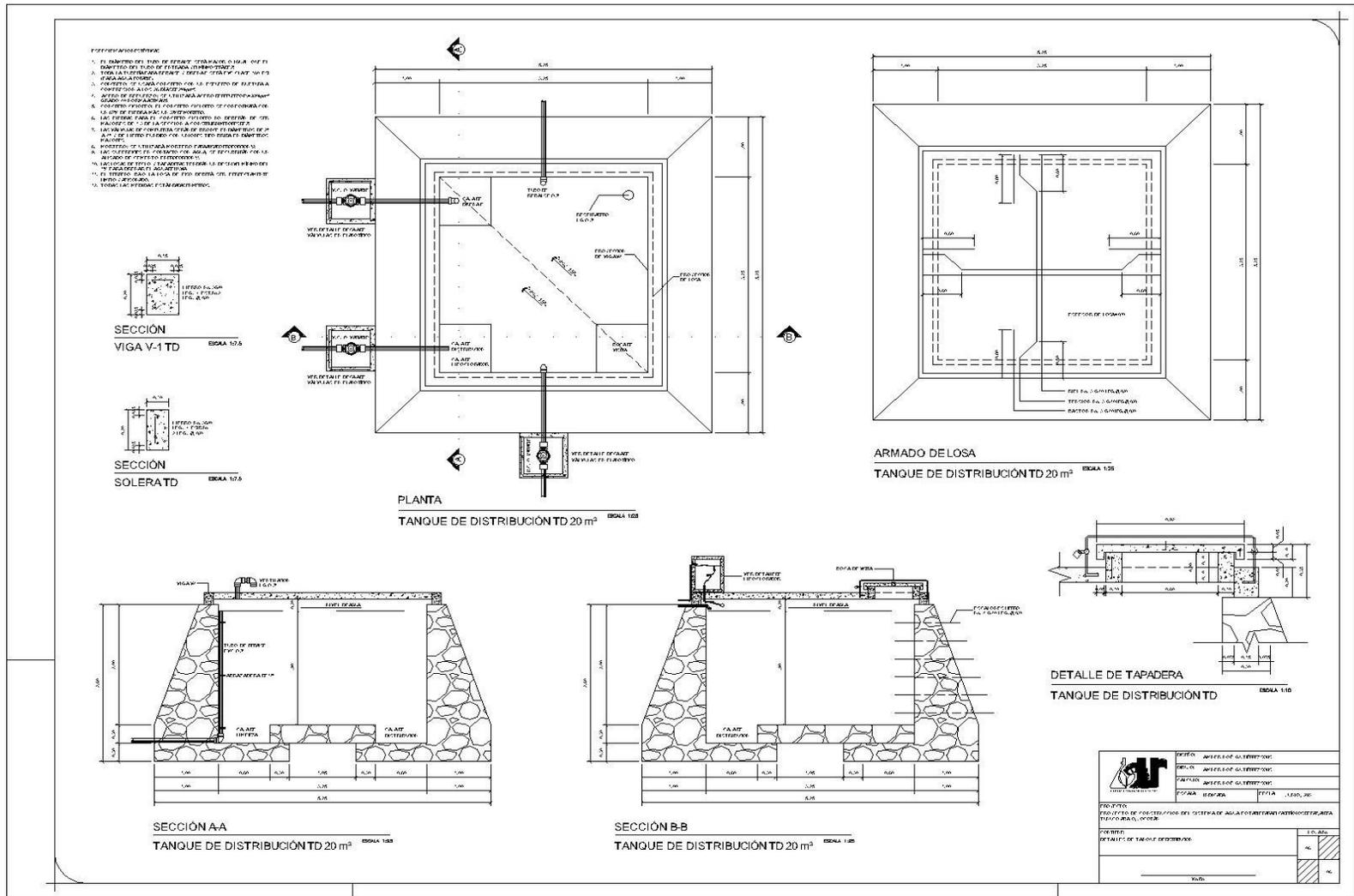


SECCIÓN A-A
CAJA PARA VALVULAS
EN ESCALA

DIMENSIONES EN mm			
Ø	A	B	NOTAS
150	1000	1000	VALVULA
200	1000	1000	VALVULA
250	1000	1000	VALVULA
300	1000	1000	VALVULA
350	1000	1000	VALVULA
400	1000	1000	VALVULA

	PROYECTO:	AMPLIACION DE CAPACIDAD
	CLIENTE:	COMUNIDAD AUTONOMA DE MADRID
	FECHA:	15/02/2023
DISEÑO:	REVISOR:	APROBADO:
DETALLE DE CAJA ROMPE PRESION	DETALLE DE VALVULAS	DETALLE DE CAJA ROMPE PRESION
ESCALA:		1:10

Fuente: elaboración propia, febrero de 2023



Fuente: elaboración propia, febrero de 2023