

Melvin Manolo Salguero Montoya

PROPUESTA DE PLAN DE CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO, EN ALDEA VALENCIA, SAN LUIS
JILOTEPEQUE, JALAPA.



Asesor General Metodológico:
Ing. Carlos Moises Hernández González

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, marzo de 2023

Informe final de graduación

PROPUESTA DE PLAN DE CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO, EN ALDEA VALENCIA, SAN LUIS
JILOTEPEQUE, JALAPA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Melvin Manolo Salguero Montoya

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, marzo de 2023

Informe final de graduación

PROPUESTA DE PLAN DE CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO, EN ALDEA VALENCIA, SAN LUIS
JILOTEPEQUE, JALAPA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano(a) de la Facultad de ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Días

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, marzo de 2023

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

PRÓLOGO

De acuerdo a lo establecido por Universidad Rural de Guatemala, a través de programa de graduación, se realizó la investigación de carácter científico, con el propósito de estudiar la problemática en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, con respecto al incremento de casos de enfermedades gastrointestinales durante los últimos cinco años debido a la inexistencia de un sistema de alcantarillado sanitario que permita un manejo adecuado de las aguas residuales generadas por los habitantes de la aldea en mención, para proponer como producto final el desarrollo de una propuesta específica para proveer una solución a la problemática descrita.

La presente investigación se encuentra basada en la Metodología de Marco Lógico a través del método deductivo y la comprobación de las variables dependiente e independiente que intervienen en los impactos negativos generados por la problemática, además se auxilió de encuestas, censos y entrevistas, las cuales fueron giradas a la población afectada y a las autoridades competentes.

La propuesta contenida en la presente investigación se encuentra conformada por la creación de la Unidad Ejecutora adscrita a la Municipalidad de San Luis Jilotepeque; un estudio hidráulico en el cual se definen las características de diseño del sistema de alcantarillado sanitario, planos en los cuales se encuentra de forma gráfica cada uno de los detalles de los componentes que integran el proyecto, así como también las especificaciones técnicas que se deben de cumplir en la etapa de ejecución del proyecto y por último; la creación de un programa de capacitación dirigida a los habitantes afectados.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación contiene “Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa” como requisito previo a obtener el título de Ingeniero Civil con énfasis en Construcciones Rurales, en el grado de licenciatura de Universidad Rural de Guatemala, fue efectuado durante los meses de julio a noviembre del año dos mil veintidós.

La investigación se desarrolló en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, debido al incremento de casos de enfermedades gastrointestinales durante los últimos cinco años producidas por el inadecuado manejo de las aguas residuales generadas por la misma aldea como consecuencia de inexistencia de un sistema de alcantarillado sanitario; de acuerdo con los colaboradores del Centro de Salud de Jalapa, en el año 2017 se reportó un total de 56 casos, en el año 2021 se tuvo un reporte anual de 164 casos, con un incremento promedio anual del 34.15%, con tendencia de incremento, por lo que se traduce en una alerta sanitaria.

Como parte de la solución de la problemática, se plantea la “Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa”, la cual tendrá como objetivo reducir los casos de enfermedades gastrointestinales a través del adecuado manejo de las aguas residuales por parte del alcantarillado sanitario y su posterior tratamiento, además de la creación de un programa de capacitación dirigida a los habitantes de la aldea afectada.

ÍNDICE GENERAL

No.	Contenido	Pág.
I.	INTRODUCCIÓN.....	1
I.1	Planteamiento del problema.....	1
I.2	Hipótesis	2
I.3	Objetivos.....	3
I.3.1	Objetivo general.....	3
I.3.2	Objetivo específico	3
I.4	Justificación	3
I.5	Metodología.....	5
I.5.1	Métodos	5
I.5.2	Técnicas	8
II.	MARCO TEÓRICO.....	110
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	87
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
IV.1	Conclusiones.....	93
IV.2	Recomendaciones	94
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Contenido	Pág.
1.	Separación entre pozos de visita	345
2.	Diámetros mínimos de pozos de visita.....	356
3.	Periodo de diseño	389
4.	Dotación en sistemas de abastecimiento de agua potable.....	412
5.	Resumen de dotaciones para alcantarillado sanitario.....	52
6.	Profundidad mínima del colector para tubería de concreto	589
7.	Profundidad mínima del colector para tubería de PVC	589
8.	Velocidades recomendadas	61
9.	Velocidades máximas y mínimas.....	61
10.	Coefficiente de rugosidad de Manning.....	61
11.	Coefficiente de fricción n (Manning).....	612
12.	Anchos de zanja de excavación.....	667
13.	Personas que opinan sobre el incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.	878
14.	Personas que opinaron sobre el porcentaje de incrementos de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.....	889
15.	Personas que opinan desde hace cuánto tiempo existe incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.....	90
16.	Personas que conocen sobre plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.	91
17.	Personas que consideran necesaria la implementación de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.	92
18.	Personas que apoyan la implementación del plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.....	93
19.	Comparación sin y con proyecto.....	

ÍNDICE DE GRÁFICAS

No.	Contenido	Pág.
1.	Personas que opinan sobre el incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa....	88
2.	Personas que opinaron sobre el porcentaje de incrementos de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa	89
3.	Personas que opinan desde hace cuánto tiempo existe incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.	90
4.	Personas que conocen sobre plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa	91
5.	Personas que consideran necesaria la implementación de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.	92
6.	Personas que apoyan la implementación del plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa	93

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Contenido	Pág.
1.	Características hidráulicas de una tubería	24
2.	Tubo con espiga-campana.....	28
3.	Sección de conexión domiciliar	32
4.	Planta de conexión domiciliar	32
5.	Pozo de visita construido in situ.....	34
6.	Planta de pozo de visita.....	37
7.	Sección de pozo de visita	37
8.	Descarga domiciliar en Yee o silleta de concreto	44
9.	Descarga domiciliar con silleta	45
10.	Sección de la cota invert	60
11.	Representación gráfica de cota invert	60
12.	Elementos hidráulicos de la sección circular	63
13.	Diagrama de flujo para el cálculo hidráulico	64
14.	Procedimiento para excavación de zanja	68
15.	Características de una zanja	72
16.	Relleno parcial de tuberías flexibles	73

I.INTRODUCCIÓN

En cumplimiento con el programa de graduación de Universidad Rural de Guatemala, se llevó a cabo el trabajo de investigación de tesis “Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa”. La estructura de la investigación está conformada en cuatro capítulos, de la siguiente forma:

Capítulo I: incluye dentro de su estructura la descripción del planteamiento del problema, hipótesis, objetivos, (general y específicos), la justificación de la investigación y la metodología que se conforma por los métodos y técnicas que se utilizaron.

Capítulo II: comprende principalmente el marco teórico (aspectos conceptuales y aspectos legales), para dar fundamentación técnica y científica del mismo.

Capítulo III: en esta etapa se incluye el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la presente investigación, los cuales son la base fundamental para la comprobación o rechazo de la hipótesis.

Capítulo IV: en este capítulo se describen las conclusiones que servirán de base para identificar la problemática a investigar y realizar los medios de solución pertinentes para la misma. Las recomendaciones serán la base para solucionar la problemática planteada, para que, de esta manera, se pueda alcanzar los objetivos propuestos dirigidos a la unidad ejecutora.

I.1 Planteamiento del problema

De acuerdo con los colaboradores del Centro de Salud de Jalapa, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, durante los últimos cinco años se ha reportado un incremento sustancial en los casos de enfermedades gastrointestinales, según los

registros se tiene que en el año 2017 se presentaron 56 casos y en el año 2021 se reportó un total de 164, esto representa un crecimiento promedio anual equivalente a un 34.14%, además es importante recalcar que el comportamiento de los casos sigue una tendencia de incremento a lo largo del tiempo.

El incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en la aldea Valencia, representa una alerta sanitaria, pues es un fenómeno sanitario que afecta la calidad de vida de los habitantes afectados; el incremento de los casos de enfermedades gastrointestinales se debe al manejo inadecuado de las aguas residuales que se generan en la aldea Valencia, debido a que las aguas residuales contienen altas cargas de concentraciones contaminantes que contaminan los espacios geográficos que conforman la aldea.

El manejo de las aguas residuales en la aldea Valencia se debe principalmente al desinterés por las autoridades municipales y locales en la creación de “Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa”, como un medio de solución para mitigar los impactos negativos generados por el manejo inadecuado de las aguas residuales.

I.2 Hipótesis

El incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, en los últimos cinco años, por manejo inadecuado de aguas residuales, es debido a inexistencia de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario.

¿Es la inexistencia de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, por manejo inadecuado de aguas residuales, la causa del incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, en los últimos cinco años?.

I.3 Objetivos

I.3.1 Objetivo general

Reducir la incidencia de enfermedades gastrointestinales, en habitantes aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

I.3.2 Objetivo específico

Manejar adecuadamente las aguas residuales en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

I.4 Justificación

Las aguas residuales contienen altas concentraciones de sustancias contaminantes producto de la utilización en la actividad humana, estas deben de ser conducidas por sistemas de alcantarillados sanitarios hacia Plantas de Tratamiento PTAR, para proveerle un tratamiento adecuado previo a devolverla a la naturaleza, sin que se repercuta ningún riesgo para el ecosistema, en caso de no efectuar el manejo adecuado de las aguas residuales, estas generarán altos focos de contaminación superficial de la corteza terrestre como también de los mantos de agua subterránea también denominados acuíferos.

La contaminación generada por las aguas residuales puede generar malos olores debido a las propiedades químicas de las sustancias contaminantes, además provoca de la presencia de los malos olores, este tipo de aguas inducen a la proliferación de microorganismos altamente nocivos para la salud humana, estos pueden causar daños severos a la calidad de vida de las personas afectadas a través de la generación de casos de enfermedades gastrointestinales, las cuales en cierta forma pueden causar la muerte si no se cuenta con una atención médica inmediata.

De acuerdo con los colaboradores del Centro de Salud de Jalapa, durante los últimos cinco años, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, se presentado un incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, según los reportes se tiene que en el año 2017 se registró un total de 56 casos de enfermedades gastrointestinales, en el año 2021 se contabilizó un total de 164 casos, esto representa un incremento promedio anual equivalente al 34.14%, además los datos estadísticos muestran que los casos tienen tendencia a incremento con respecto al tiempo.

Los casos de enfermedades gastrointestinales reportadas por los colaboradores del Centro de Salud de Jalapa, en aldea Valencia se debe principalmente a que dicha aldea no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario para conducir las aguas residuales generadas en el lugar hacia una planta de tratamiento para dotarle un adecuado manejo previo a desfogarlas hacia la naturaleza sin que repercuta ningún riesgo para el ecosistema y para el ser humano en general.

La inexistencia del sistema de alcantarillado sanitario en aldea Valencia, se debe principalmente a la carencia de interés por las autoridades municipales y locales, en este caso el COCODE, para dialogar la situación sanitaria del lugar afectado sobre la creación de un medio de solución para mitigar los impactos negativos derivados por la problemática que asecha a los pobladores de la aldea Valencia.

De acuerdo con los análisis efectuados en la presente investigación se tiene que, en caso de no efectuar una intervención estratégica, se desarrollará un repunte en los casos de enfermedades gastrointestinales, según proyecciones, para el año 2026 un total de 305 casos; por otra parte, mediante la implementación de “Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa”, se tendrá un total de 69 casos.

Con la implementación de la propuesta contenida en la presente investigación para el año 2026 se espera un decrecimiento en los casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de la aldea Valencia, por lo tanto, es de vital importancia la pronta implementación de “Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa”, como medio de solución a la problemática estudiada, asimismo se le recomienda a las autoridades competentes, que la implementación de la propuesta sea lo más pronto posible debido a la severidad de las condiciones sanitarias.

I.5 Metodología

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

I.5.1 Métodos

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue el método deductivo, este a su vez fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

1.5.1.1 Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales del incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, a este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

Observación directa: esta técnica se utilizó directamente en la aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, a cuyo efecto, se observó directamente la presencia de casos de enfermedades gastrointestinales y la inexistencia de un sistema de alcantarillado sanitario y a su vez el desfogue de las aguas residuales a la intemperie.

Investigación documental: esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

Entrevista: una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a los habitantes de la aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, al alcalde municipal, al director de la DMP y al presidente del COCODE, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Ya poseída una visión más clara sobre la problemática de la aldea Valencia, con la utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación, la hipótesis se encuentra contenida en el anexo 2.

La hipótesis formulada de la forma indicada: “El incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, en los últimos cinco años, por manejo inadecuado de aguas residuales, es debido a inexistencia de plan de construcción de sistema de

alcantarillado sanitario”. El método del marco lógico, permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y específico de la investigación; así como facilitó establecer la denominación del trabajo en cuestión.

Modelo de investigación Domino

Es una técnica que se utiliza para resolver la problemática, propuesta y evaluación por medio de este modelo se resume el trabajo de investigación, está conformado por 16 incisos donde se describe el efecto o variable dependiente, problema central, y causa principal de los cuales se deriva el resto de los componentes.

1.5.1.2 Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

Entrevista: previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida después de ser aplicadas.

Determinación de la población a investigar: en atención a este tema, para la variable efecto se determinó la población total en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, la cual fue de 2,292 habitantes, posteriormente se procedió a efectuar el cálculo de la muestra a través del método aleatorio de población finita cualitativa con el 90% del

nivel de confianza y el 10% de error de muestreo; de acuerdo al método descrito se obtuvo una muestra de 68 habitantes.

Para la variable causa se utilizó el método de censo, puesto a que la población estudio es menor a 35 personas.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeran como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

I.5.2 Técnicas

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis expuesta anteriormente, variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: la observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo. Como se puede advertir fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La

investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

En el desarrollo de la presente investigación se utilizó la metodología del Modelo Dominó, la cual es una metodología con derechos reservados propios del Doctor Fidel Reyes Lee y Universidad Rural de Guatemala, dicha metodología permite desarrollar todos los componentes de la metodología de marco lógico y las directrices metodológicas propuestas por Universidad Rural de Guatemala a través de Programa de Graduación.

II. MARCO TEÓRICO

Enfermedades gastrointestinales

Expresa Vázquez y Sazo (2009), se entiende por enfermedad a toda aquella alteración que sufre el organismo en sus funciones fisiológicas, esto puede ocurrir debido a la exposición de ciertas sustancias presentes en el medio ambiente, las condiciones de vida, las enfermedades se traducen como la ausencia de salud que altera de forma negativa la calidad de vida.

Una enfermedad puede ser diagnosticada con facilidad, pues en su manifestación en el organismo repercute síntomas que son muy incómodos para el paciente que lo experimenta, motivo por el cual suele acudir a centros de atención médica para ser evaluados y ser puestos en tratamiento médico. (Vásquez y Sazo, 2009).

Define Vázquez y Sazo (2009), las enfermedades son todas aquellas patologías que generan perturbaciones a la salud de los seres humanos, estas pueden ser causadas por diversos factores entre ellos la genética, los factores ambientales, los estilos de vida que adoptan las personas de acuerdo a la cultura o tradiciones sociales a los que se encuentren fuertemente relacionados, para gozar de una buena salud, es necesario desarrollar ciertos hábitos y cuidados que permitan el óptimo funcionamiento del organismo, de esta forma se tendrá un mejor desempeño biológico y físico, de tal manera de que reducirá en gran manera la probabilidad de desarrollar enfermedades.

Según Vázquez y Sazo (2009), las enfermedades gastrointestinales son todas aquellas alteraciones fisiológicas que afectan específicamente al aparato digestivo, estas se originan a través de diversas fuentes de contaminación debido a la incorrecta o nula aplicación de las normas sanitarias y el déficit de sistemas de alcantarillado sanitario; los síntomas más comunes son náuseas, vómitos, dolores abdominales, diarrea, entre otros. Una de las causas más comunes de contaminación que puede provocar las

enfermedades gastrointestinales son las bacterias del grupo Coliformes Totales, las cuales son un indicador de contaminación derivada de heces fecales.

Indica Vázquez y Sazo (2009), las enfermedades gastrointestinales son todas aquellas enfermedades que afectan directamente al tracto intestinal, estas son provocadas por microorganismos producto de focos de contaminación presentes en el entorno, que ingresan al organismo a través de las manos en el momento de hacer contacto con los alimentos, o bien los utensilios o alimentos pueden estar contaminados. Es importante resaltar de que al momento de que una persona sienta alguna anomalía en el sistema gastrointestinal, deberá de acudir con un médico para efectuarle los estudios necesarios y someterlo a tratamiento médico.

Según Vázquez y Sazo (2009), la contaminación puede ser provocada por focos de contaminación, estos pueden ser contacto con aguas residuales, malas prácticas sanitarias en las viviendas o en el entorno, carencia de higiene entre otras; los alcantarillados sanitarios son indispensables dentro de un entorno social, pues estos son los encargados de proveerle un manejo adecuados a las aguas residuales a través de su respectivo transporte de forma eficiente hacia plantas de tratamiento, para proveerle el tratamiento adecuado para posteriormente devolverla al ecosistema sin que repercuta un daño al ecosistema o medio ambiente al momento de su desfogue.

Expresa Vázquez y Sazo (2009), la historia ha demostrado la importancia que los alcantarillados sanitarios tienen en la sociedad para contribuir a la reducción de los focos de contaminación y por ende la reducción de enfermedades gastrointestinales, pues en siglos pasados en Europa se produjo brotes de enfermedades gastrointestinales como consecuencia de la carencia de sistemas de alcantarillados sanitarios y por lo tanto, manejos inadecuados de las aguas residuales en las zonas urbanas, es por eso que es de vital importancia contar con este tipo de sistemas para evitar y asimismo la reducción de las enfermedades gastrointestinales.

Según Vázquez y Sazo (2009), las enfermedades gastrointestinales son producidas por una diversidad de parásitos y bacterias, que provocan náuseas, diarrea, reflujo gastrointestinal, dolor abdominal, deshidratación, entre otros síntomas, la sintomatología en los pacientes puede llegar a ser moderada o crónica, todo depende del tiempo de evolución de la sintomatología, por lo que los pacientes que presenten dichos síntomas deberán acudir ante un médico para su evaluación, con el objeto de alcanzar la estabilización del paciente, en caso de no tener atención médica podría llegarse a generar complicaciones que podrían causar daños irreversibles.

Indica Vázquez y Sazo (2009), al momento de presentarse dichas patologías relacionadas con el sistema gastrointestinal, los médicos giran una orden de diversos exámenes clínicos orientados a muestras de heces y orina, en busca de los posibles parásitos y/o presencia de infecciones bacterianas que puedan estar albergados en los intestinos del paciente, para que de esta manera, se pueda tomar la decisión clínica sobre qué tipo de tratamiento, dosis y concentraciones utilizar para combatir los microorganismos patógenos protagonistas de la sintomatología del paciente, para que éste pueda recuperar su salud de forma eficiente.

Según Vázquez y Sazo (2009), la atención médica es fundamental para contrarrestar los efectos negativos producidos por los casos de enfermedades gastrointestinales, pero de esta forma solo se estaría amortiguando los efectos, sin embargo, el problema siempre seguiría presente, por lo tanto, los casos clínicos seguirían en aumento constante a lo largo del tiempo, por lo que lo principal es atender la causa principal, en este caso sería reducir los focos de contaminación, y para ello, los sistemas de alcantarillado sanitario son importantes, pues contribuyen a la reducción de los casos de enfermedades gastrointestinales.

Grupos etarios con mayor riesgo

Indica Vázquez y Sazo (2009), las enfermedades gastrointestinales pueden afectar a la salud de cualquier ser humano, sin importar la distinción social, edad o género, sin embargo, los grupos que presentan mayor riesgo de contraerlas y con mayor grado de complicación son los siguientes: niños menores de cinco años, adultos mayores, mujeres embarazadas, personas con enfermedades crónicas, personas con carencia de buenas prácticas de higiene, entre otras; las enfermedades gastrointestinales afectan con más frecuencia a la población previamente citada, puesto que el sistema inmunológico de dichas personas se encuentra debilitado.

Los grupos descritos anteriormente presentan mayor riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales puesto a que su sistema inmunológico se encuentra muy debilitado, por lo tanto en caso de contraer dichas enfermedades, el riesgo de que se desarrollen complicaciones es alto, por lo que se recomienda desarrollar practicas sanitarias que contribuyan a la reducción de los focos de contaminación para que así se pueda reducir la probabilidad de desarrollar enfermedades gastrointestinales, entre las prácticas sanitarias recomendadas por los profesionales de la salud es el correcto lavado de manos, la higiene personal y del entorno, entre otras. (Vásquez y Sazo, 2009).

Aguas residuales

El agua es el recurso natural que permite la vida en el planeta Tierra, pues es indispensable para el desarrollo de todas las funciones biológicas de los seres vivos, el agua se traslada de un punto a otro dentro del planeta debido al ciclo bioquímico, este es influenciado por medio de la energía emanada por los rayos solares que inciden sobre la corteza terrestre, estas fases de transición por las que sufre el agua son la evaporación de las masas de agua superficiales, la condensación y precipitación que permite la lluvia en los ecosistemas, la escorrentía y la infiltración, debido a estas fases es como el agua puede transportarse de un punto a otro. (Contreras, 2005).

Según contreras (2005), el agua es de vital importancia en el ser humano para que este pueda desarrollar sus funciones vitales, en caso de que no se aporte el agua suficiente al organismo, este presentará graves problemas de salud por motivos de deshidratación, es por esta razón que los especialistas de la salud, recomiendan la ingesta de por lo menos dos litros de agua al día, para mantener el organismo hidratado y de esta manera pueda desarrollar de mejor forma las funciones fisiológicas pertinentes; en casos de deshidratación el nivel óptimo de electrolitos se reduce drásticamente lo que provoca serios daños a la salud humana.

De acuerdo con contreras (2005), el agua no solo es necesaria para el ser humano, sino que también es necesaria para mantener la vida de todas las especies que habitan en los ecosistemas, las plantas por ejemplo, necesitan de agua para poder desarrollar sus actividades fisiológicas, de esta manera las plantas tendrán un crecimiento sano y podrán desempeñar su función principal, la de hacer la conversión del dióxido de carbono CO_2 en oxígeno O , como se sabe, el oxígeno es indispensable para cualquier ser vivo, es ahí donde se resalta la importancia del agua en el ecosistema, además el agua es requerida por todos los seres vivos que viven inmersos en la naturaleza.

El agua es un compuesto conformado por moléculas de hidrogeno y agua por enlaces de atracción, el agua es uno de los recursos más abundantes dentro del planeta tierra, esto no quiere decir que toda el agua sea disponible para el consumo humano, pues cierta parte de dicha agua se encuentra en glaciares, mantos freáticos, agua contaminada por acciones humanas o bien agua salada que se encuentra almacenada en océanos o mares. El agua es un recurso natural indispensable para la vida en el planeta Tierra, pues es necesaria para los procesos biológicos propios de cada ser vivo, en caso de que el agua se agotara la vida ya no existiría. (Contreras, 2005).

Expresa contreras (2005), el agua es un recurso abundante dentro de la biosfera que conforma el planeta tierra, es difícil encontrarla en estado natural pues se encuentra

disuelta entre varios minerales u otras sustancias. “El agua es un compuesto simple, constituido por hidrogeno y oxígeno, y a pesar de ella contiene pequeñas cantidades de sales minerales disueltas. La calidad del agua puede definirse como su propiedad para los usos beneficiosos.

El agua es el recurso natural utilizado por default para el desarrollo de los procesos biologicos de los seres vivos para que estos puedan satisfacer de forma efiiciente todas sus necesidades fisiologicas. (Contreras, 2005).

Según contreras (2005), el agua potable es toda aquella agua, que debido a su composición, no repercute ningún daño a la salud humana, por lo que puede ser consumida por las personas con plena seguridad, para que el agua sea considerada apta para consumo humano, debe de cumplir con los requisitos establecidos por el Instituto de Fomento Municipal INFOM y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social MSPAS en la Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano propuesta en noviembre de 2011, así mismo con la Norma COGUANOR NTG 29001.

Las aguas residuales son todas aquellas aguas que han sido utilizadas por las diversas actividades humanas, debido a esto, este tipo de aguas poseen altas concentraciones de sustancias o solidos contaminantes, se caracterizan por tener un aspecto visual desagradable acompañados de fuertes y desagradables olores debido a su composición química y biológica, en ella radican grandes familias de parásitos y bacterias que son perjudiciales para la salud humana, ya que provocan la proliferación de enfermedades gastrointestinales, lo que afecta severamente la calidad de vida de las personas que entran en contacto con ella. (Vásquez y Sazo, 2009).

Expresa Martínez (2011), las aguas residuales se pueden dividir en aguas negras y aguas grises, las primeras son las que se encuentran con presencia de heces fecales,

por lo tanto, son de las aguas que más altas concentraciones de patógenos posee, por lo tanto, debido a su composición bioquímica es la que resulta más perjudicial para la salud humana, asimismo resulta muy desagradable ante la percepción humana, por otra parte, las aguas grises son todas aquellas aguas que resultan de las actividades sanitarias como lavado de manos, alimentos, entre otras, se caracterizan por no poseer en su composición heces fecales.

Las aguas residuales se pueden dividir en aguas grises y aguas negras, las aguas grises se caracterizan por ser menos contaminantes en comparación con las aguas negras, las aguas grises se encuentran conformadas por restos de comida, detergentes, jabones, grasas, entre otras sustancias, mientras que las aguas negras son consideradas a todas aquellas aguas que contienen presencia de altas cargas contaminantes producto generados como consecuencia de la existencia de residuos fecales, estas se caracterizan por presentar fuertes olores desagradables y aspecto visual despectivo para la presencia humana. (Martínez, 2011).

Manejo de aguas residuales

Según Vázquez y Sazo (2009), las aguas residuales por su alta toxicidad para el ser humano debido a su composición bioquímica, estas deben ser manejadas adecuadamente, una manera de hacerlo es por medio de sistemas de alcantarillados sanitarios, estos permiten conducir las aguas residuales a través de conductos los cuales pueden ser por medio de bóvedas o tuberías, las tuberías pueden ser de concreto o de PVC según sea el caso, los conductos se unen entre sí por medio de accesorios; los conductos al permitir la hermeticidad evitan la contaminación del medio ambiente asimismo protege los mantos subterráneos de la contaminación de dichas aguas.

De acuerdo con Arocutipá (2013), las aguas residuales se encuentran conformadas por sustancias contaminantes y generalmente contienen alta presencia de sólidos en suspensión o sedimentos diluidos en dichas aguas, por lo general este tipo de aguas

son muy nocivas para la salud humana y de los seres vivos en generales. Las aguas residuales se originan a partir del agua otorgada por los sistemas de agua potable, esta luego de ser usada por dichas actividades sanitarias, estas son recolectadas por candelas domiciliarias para luego ser desfogadas hacia los sistemas de alcantarillado sanitario conformado por los colectores principales.

Según Arocutipa (2013), las aguas residuales son todas aquellas que se generan como producto del uso del agua de los sistemas de abastecimiento de agua potable por los seres humanos. La composición de aguas residuales se refiere a los constituyentes físicos, químicos, biológicos presentes en estas conocer la naturaleza del agua residual es esencial para la construcción y explotación de proyectos tanto de recogida como de tratamiento de evacuación, las aguas residuales deberan de ser tratadas en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR, para luego ser devuelta a la naturaleza sin que esta repercuta algun daño en el ecosistema.

Define Cruz (2019), el objetivo principal de los sistemas de alcantarillados sanitarios es la de conducir las aguas residuales hacia Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, comúnmente conocidas por sus siglas PTAR, estas permiten brindarle un tratamiento adecuado a las aguas residuales captadas por las redes del sistema para luego desfogarlas hacia la naturaleza, sin que esta repercuta algún daño alguno al medio ambiente, de esta manera se puede reducir los focos de contaminación por aguas residuales, asimismo, promover la conservación integral del equilibrio ecológico en todas sus manifestaciones.

Según Cruz (2019), las aguas residuales se encuentran conformadas por diversos residuos o sustancias que alteran la composición natural del agua, esto provoca que las mismas sean nocivas para el ser humano. “Los contaminantes orgánicos también son compuestos disueltos o dispersos en el agua que provienen de desechos

domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo. Son desechos de humanos y animales, de rastros o mataderos, de procesamiento de alimentos” Las aguas residuales pueden generarse por uso domestico, industrial y agrpecuario, según sea la naturaleza del caso, estas pueden representar altos indices de toxicidad.

Define Cruz (2019), el tratamiento de las aguas residuales es de carácter obligatorio, dichas responsabilidades le competen directamente a las municipalidades y usuarios que la generen, el tratamiento de dichas aguas deberá ser supervisado por colaboradores del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social MSPAS y colaboradores del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, para que se cumplan con las disposiciones emanadas por las autoridades competentes, el propósito principal de la realización de dichos procesos es la de evitar contaminar el medio ambiente, así como contribuir a la mejora de la calidad de vida de la población.

Según Cruz (2019), para desarrollar correctamente el tratamiento de las aguas residuales, se deberá de diseñar y construir una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, la cual se representa por sus siglas PTAR, en la cual llegarán todas las aguas residuales que serán conducidas por las redes del sistema de alcantarillado sanitario, es decir, la planta de tratamiento servirá como una estructura para recolectar todas las aguas servidas para luego aplicarle diversos tratamientos, los cuales serán definidos por las autoridades competentes por medio de estudios y planos sanitarios, en los cuales se detallarán cada uno de los componentes que constituirán a la PTAR.

En el desarrollo de los alcantarillados sanitarios como un mecanismo de manejo adecuado de las aguas residuales, se deberá de tener en consideración de que en dicho sistema solo podrán circular aguas residuales, más no otro tipo de aguas o fluidos tales como aguas pluviales, debido a que si no se acata dicha recomendación, el sistema de alcantarillado podría colapsar, específicamente en épocas de invierno, en las cuales las precipitaciones pluviales se incrementan y esto podría generar un riesgo potencial,

por lo que se recomienda de que si no se cuenta con un drenaje pluvial, desarrollar uno para que dichos sistemas trabajen por separado. (Cruz, 2019).

Expresa Cruz (2019), El motivo principal del por qué no se toma en cuenta la combinación de drenajes pluviales y de alcantarillados sanitarios, es debido a que las aguas pluviales al no tener ningún tipo de contaminación en su respectiva composición, estas se pueden devolver con mucha facilidad a la naturaleza y las mismas no representan ningún tipo de riesgo para el medio ambiente, mientras que, las aguas residuales por sus altas concentraciones de cargas contaminantes propias de su naturaleza, necesitan un tratamiento específico a través de Plantas de Tratamiento previo a devolverlas a la naturaleza.

Enfermedades gastrointestinales causadas por el manejo inadecuado de aguas residuales.

Náuseas

Según Vázquez y Sazo (2009), las náuseas son el malestar que se presenta como la sensación de tener la necesidad frecuente de vomitar (evacuar los alimentos por la vía oral), las náuseas pueden ser causadas por distintos factores entre ellos alergia a determinados alimentos, intoxicaciones, reacciones secundarias a medicamentos, obstrucciones intestinales, infecciones causadas por parásitos, o la ingesta de alimentos que se encuentren con altas cargas de sustancias contaminantes que resulten altamente perjudiciales para el organismo humano; las náuseas deberán de ser tratadas de forma inmediata, para estabilizar al paciente y evitar complicaciones.

Vómitos

Según Vázquez y Sazo (2009), los vómitos son la evacuación de los alimentos por la vía oral, las náuseas pueden ser causadas por diversas causas entre ellos las enfermedades gastrointestinales más comunes que son los parásitos, la alteración de la flora intestinal, los bajos niveles de sodio en el organismo, intoxicaciones por

alimentos contaminados con diversas sustancias nocivas para la salud humana, las náuseas también son cuadros clínicos causantes de deshidratación o desequilibrio de electrolitos; los pacientes que presentan dichas patologías deberán de recibir atención médica inmediata para evitar complicaciones severas en el organismo del paciente.

Diarrea

Según Vázquez y Sazo (2009), la diarrea generalmente es considerada como un trastorno gastrointestinal que afecta severa mente el sistema digestivo. La diarrea es una enfermedad gastrointestinal que se caracteriza por la alta frecuencia de ir a defecar, las heces son por lo general líquidas, debido a esto se pierde grandes cantidades de agua y electrolitos, además genera irritación en el colon, además produce bajos de energía en el paciente, por lo que este queda incapacitado para desarrollar sus actividades normales, la diarrea si no es tratada a tiempo, esta puede generar grandes complicaciones y puede causar inclusive la muerte.

Deshidratación

Define Vázquez y Sazo (2009), la deshidratación es una alteración del organismo desarrollada por diversas formas, entre ellas las más comunes, la deficiente ingesta de agua, o bien producida por la sintomatología de las enfermedades gastrointestinales, por ejemplo, las náuseas y diarreas producen una deshidratación en el paciente, además, dichas enfermedades generan desequilibrio de los electrolitos en el organismo, por lo que es importante que el paciente reciba atención médica de forma inmediata. La sintomatología en un paciente deshidratado se presenta a través de boca reseca o pegajosa, lengua hinchada, debilidad, mareos, estreñimiento, entre otros.

Indica Vázquez y Sazo (2009), es una enfermedad gastrointestinal causada por un bacilo “Vibrio Choleare”, sus principales síntomas son diarreas intensas y vómitos en grandes proporciones, esto puede provocar deshidratación aguda y complicaciones severas en la salud del paciente; el cólera se genera por la deficiencia en la correcta

aplicación de las diversas correctas prácticas sanitarias, por lo que para evitar desarrollar dicha patología, se recomienda desarrollar eficientemente el lavado de manos y tener una buena higiene tanto personal como en el hogar; la higiene personal y la del entorno habitable permite la remoción de residuos.

Parasitosis

Según Vázquez y Sazo (2009), la parasitosis es una enfermedad provocada por distintas clases de parásitos que puedan ingresar a nuestro sistema, estos pueden ingresar a través de los alimentos por la carencia de la aplicación de prácticas sanitarias, o de ingerir los mismos con las manos contaminadas, por lo que para evitar dicha afección es necesario disponer de una excelente higiene o bien de la correcta aplicación de las normas sanitarias, la sintomatología se manifiesta a través de náuseas, vómitos, diarrea, reflujo gastrointestinal, entre otros, si la afección no es tratada inmediatamente pueden llegar a desarrollarse complicaciones.

Sistema de alcantarillado sanitario

Expresa Pérez (2013), un sistema de alcantarillado sanitario es un conjunto de colectores, que se encuentran interconectados entre sí, por medio de accesorios entre ellos: codos a 90 o 45 grados según sean los requerimientos del sistema, reductores para unir tuberías de distintos diámetros, silletas para permitir la unión entre colectores principales y secundarios, pozos de visita que permiten la ventilación del sistema así como también la inspección y mantenimiento, acometidas o candelas, las cuales permiten la recolección de las aguas residuales de las viviendas y las transporta hacia los colectores principales a través de los colectores secundarios.

Indica Pérez (2013), en la actualidad es muy común hacer uso de tuberías fabricadas por materiales PVC o de concreto para la implementación de sistemas de alcantarillado sanitario, pues debido a la economía, facilidad de transporte y de instalación, además de las ventajas hidráulicas que dicho producto ofrece, lo hace un

material que destaca en la Ingeniería Sanitaria en el área de drenajes, es importante recalcar, que las tuberías de PVC a utilizar en los sistemas de alcantarillado sanitario deberán de cumplir con los requisitos mínimos especificados en la Norma ASTM D-3034, para garantizar la eficiencia de la misma.

Topografía

Según Martínez (2011), la topografía es la ciencia que se encarga de estudiar la forma de la corteza terrestre y la representa de forma gráfica a través de coordenadas situadas en el espacio, las coordenadas son una serie de puntos que generalmente son representados por las variable x e y en un plano bidimensional y para representar las alturas o cotas se suele utilizar la variable z ; para su estudio la topografía se divide en dos ramas muy importantes las cuales son la planimetría que se encarga de estudiar la superficie de la tierra sin tomar en cuenta la altura, y la altimetría, en la cual la altura es una de las variables más importantes.

De acuerdo con Martínez (2011), la topografía es una de las ciencias que se encargan de estudiar de forma analítica y gráfica la geometría de la corteza terrestre, es muy necesaria en el desarrollo de estudios de proyectos de cualquier rama de la Ingeniería Civil, para conocer la delimitación de la superficie geográfica, así como la variación de alturas que pueda contener el terreno como producto de los accidentes geográficos que conforman la zona de estudio; para poder estudiar la forma de la superficie de la tierra, la topografía se auxilia de la geometría analítica para determinar la posición de puntos en el espacio a través de coordenadas en un plano.

Planimetría

La planimetría es la rama de la topografía que se encarga de representar en una proyección horizontal los puntos que delimitan una superficie terrestre en el espacio, la planimetría se diferencia de la altimetría, pues esta desprecia las variaciones que

puedan incurrir en la superficie, es por eso que su representación gráfica se limita a un plano bidimensional con carencia de alturas; las mediciones planimetrías pueden ser efectuadas a través de diversos instrumentos topográficos, la elección de los mismos dependerá del grado de precisión requerida, sin embargo, en proyectos de alcantarillados sanitarios se suele utilizar estaciones totales. (Noguera, 2010).

Altimetría

Según Martínez (2011), la altimetría es la rama de la topografía que se encarga del estudio de las diferencias de nivel que pueda contener la corteza terrestre de una determinada superficie, la información es representada a través de gráficos como perfiles en los cuales se logra visualizar las cotas superficiales y las distancias que comprende el terreno entre ambas cotas, para su definición se puede utilizar diversos instrumentos, entre los equipos más utilizados en los proyectos de sistemas de agua potable y alcantarillados sanitarios se encuentran las estaciones totales debido a su precisión y facilidad de manipularlas.

Componentes de un alcantarillado sanitario

Define Pérez (2013), los alcantarillados sanitarios se utilizan para recibir las aguas residuales generadas en las viviendas, comercios, sectores industriales y sobre cualquier actividad social que pueda generarse en el área adyacente al sistema de drenaje, estas aguas son captadas por candelas domiciliarias las cuales reciben las aguas producidas dentro de las viviendas, comercios y recintos industriales, luego a través de un colector secundario para luego depositar dichas aguas hacia un colector principal y que este a través del mismo con el auxilio de obras accesorias y conexiones respectivas conduzcan las aguas residuales hacia Plantas de Tratamiento.

Según Pérez (2013), los sistemas de alcantarillado sanitario debido a que conduce aguas residuales, puede llegar a corroerse, pues las aguas residuales con respecto a su composición estas poseen un pH neutro o alcalino, para poder contrarrestar este

fenómeno químico, es necesario disponer de las pendientes adecuadas las cuales deberán de encontrarse entre el rango del dos al seis por ciento, pues si la pendiente es menor a la indicada se corre el riesgo de que ocurra sedimentación y procesos de obstrucción, por otra parte, si la pendiente supera el límite permitido, se producirá procesos de erosión excesivo en las paredes de la tubería.

Expresa Pérez (2013), los sistemas de alcantarillado sanitario son todos aquellos componentes que se encuentran interconectados entre sí por medio de sistemas de acoplamiento y accesorios sanitarios que son diseñados específicamente para captar y transportar todas las aguas residuales que han sido generadas por la sociedad de forma colectiva, debido al nivel del alcalinidad presente en las aguas residuales y las velocidades óptimas recomendadas por las normas sanitarias vigentes, se reduce considerablemente la corrosión en los conductos y en los accesorios respectivos, además se reduce el desgaste prematuro por fricción.

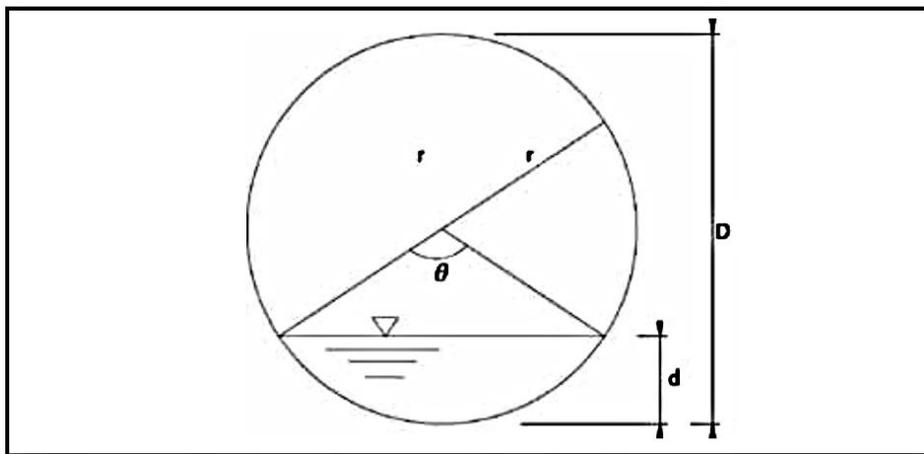
Las velocidades recomendadas por las normas sanitarias propuestas por el Instituto Nacional de Fomento Municipal, conocido principalmente por sus siglas como INFOM y los requerimientos mínimos contenidos en la Norma ASTM D-3034, permiten reducir la corrosión de las aguas residuales generadas por el pH presente en dichas aguas, asimismo reduce el desgaste erosivo prematuro en las paredes internas de los conductos; la erosión ocasionada en las paredes de los conductos es originada por la fricción que se producen al momento del contacto entre el fluido en movimiento y las paredes internas de las tuberías o accesorios. (Pérez, 2013).

Expresa Pérez (2013), las velocidades que se pueden a llegar a producir al momento de que el agua residual se desplaza por las tuberías es directamente proporcional a la pendiente y el diámetro nominal interno que posee la sección de los conductos, es por eso que las normativas sanitarias vigentes en el territorio nacional de Guatemala establece que dicha pendiente debe encontrarse entre el rango que varía del dos al seis

por ciento, pues si la pendiente se encuentra inmersa dentro de los valores citados, se tendrá una velocidad controlada, por lo que se evitará problemas por obstrucción de sólidos y desgaste erosivo en las paredes de los conductos o accesorios.

Define Pérez (2013), los sistemas de alcantarillado son un conjunto de conductos, infraestructura y accesorios que tienen como fin primordial, conducir las aguas residuales hacia plantas de tratamiento, para proveerle un tratamiento adecuado previo a desfogarlas al medio ambiente, sin que dicha acción represente impactos negativos en el medio ambiente y en el entorno social; para que un sistema de alcantarillado sanitario cumpla con su función, este debe de estar conformado por los siguientes componentes: colectores (primarios y secundarios), acometidas o conexiones domiciliarias, pozos de visita, sistema de conductos y accesorios y plantas de tratamiento.

Figura 1. Características hidráulicas de una tubería



Fuente: CONAGUA, diciembre 2009

Para un adecuado manejo de las aguas residuales, un sistema de alcantarillado se encuentra conformado por varios artefactos que permiten la funcionalidad del mismo. “Una red de alcantarillado sanitario se compone de varios elementos certificados, tales como de tuberías, conexiones, anillos y obras accesorias: descargas domiciliarias,

pozos de visita, estructuras de caída, sifones y cruzamientos especiales”, los sistemas de alcantarillado sanitario se encuentran conformados por conductos de diversos diámetros, accesorios y obras accesorias que permiten el funcionamiento óptimo del mismo. (CONAGUA, 2009).

Colector

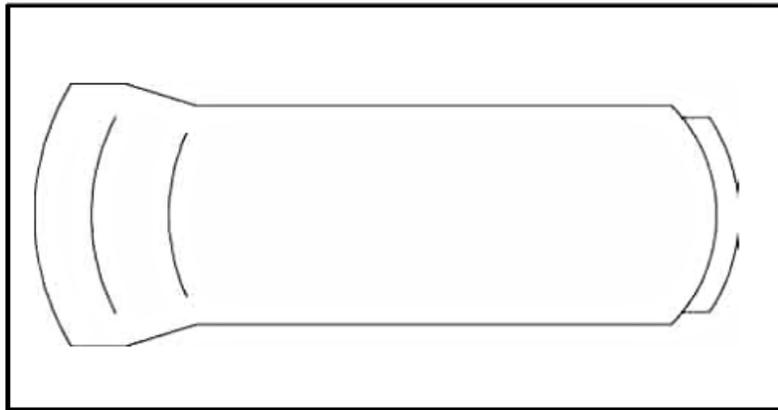
Las tuberías son el conjunto de conductos que se encargan de la recolección de las aguas residuales que se desfogan de las candelas domiciliarias, dichas tuberías se les conoce como colectores. “Los colectores conducen las aguas hasta un colector principal o interceptor que llevará las aguas hasta una estación depuradora o en su defecto las verterá al medio natural”, los colectores son los conductos que permiten la conducción de las aguas residuales recolectadas por las estructuras destinadas a ello, de forma eficiente, con destino a una Planta de Tratamiento, comúnmente llamadas en el sector o industria de la construcción como PTAR. (Barrientos, 2018).

Según Pérez (2013), los colectores principales son los conductos que reúnen y conducen de forma eficiente las aguas residuales generadas en las áreas sociales o áreas de habitualidad humana. “Los colectores principales son el conjunto de tuberías y artefactos sanitarios que tienen como función conducir las aguas residuales desde el punto en que se originan hacia las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR”

Expresa Pérez (2013), los colectores principales por ser los recolectores fundamentales dentro de un sistema de alcantarillado sanitario, estos generalmente son de diámetros más grandes, pues los caudales que pueden pasar en ellos son considerablemente grandes.

Según CONAGUA (2009), los colectores son un conjunto de tuberías o conductos cerrados que se conectan entre sí a través de diversos accesorios o infraestructuras, estos pueden ser de materiales tradicionales o innovadores, entre los materiales tradicionales se encuentran las tuberías de concreto o conductos tipo bóveda de concreto y entre los accesorios innovadores se encuentra el PVC, el cual es un material muy versátil, flexible y liviano y económico dentro de la industria comercial de materiales de construcción, debido a sus características, este material permite una facilidad de instalación, lo que permite ahorro en costos y productividad.

Figura 2. Tuvo con espiga-campana



Fuente: CONAGUA, diciembre 2009

Las tuberías son una especie de elementos prefabricados que tienen una forma circular con un espacio hueco en su interior, esto permite que se produzca un tránsito efectivo para diversos tipos de fluidos. “La tubería de alcantarillado se compone de tubos y conexiones acoplados mediante un sistema de unión hermético, el cual permite la conducción de las aguas residuales” (CONAGUA, 2009).

Define CONAGUA (2009), en la actualidad en la construcción o implementación de sistemas de alcantarillados sanitarios se utiliza sistemas de tuberías de PVC, pues este tipo de conductos presentan una forma eficiente de poder conducir las aguas residuales captadas por las candelas.

Los sistemas de alcantarillado son un conjunto de conductos, infraestructura y accesorios que tienen como fin primordial, conducir las aguas residuales hacia plantas de tratamiento, para proveerle un tratamiento adecuado previo a desfogarlas al medio ambiente, sin que dicha acción represente impactos negativos en el medio ambiente y en el entorno social; para que un sistema de alcantarillado sanitario cumpla con su función, este debe de estar conformado por los siguientes componentes: colectores (primarios y secundarios), acometidas o conexiones domiciliarias, pozos de visita, sistema de conductos y accesorios y plantas de tratamiento. (Pérez, 2013).

Según Barrientos (2018), un colector es un conjunto de tuberías, las cuales tienen una geometría cilíndrica de sección circular las cuales internamente son huecas y poseen paredes con espesores normados, esos conductos se encuentran interconectados entre sí debido a su sistema de acoplamiento y accesorios sanitarios que permiten la conexión de manera eficiente entre los mismos.

Indica Barrientos (2018), asimismo, también existen obras accesorias de ingeniería sanitaria que permiten otorgar el funcionamiento óptimo del sistema para cumplir con los requerimientos fundamentales que sean requeridas por las condiciones sanitarias de cada uno de los usuarios respectivos.

Según Barrientos (2018), los alcantarillados sanitarios son sistemas que también son conocidos dentro del sector de la construcción como colectores o alcantarillas, estos tienen la función de recolectar y conducir aguas residuales desde su origen hasta PTAR. “Se denomina colector o alcantarilla colectora al conducto del alcantarillado público en el que vierten sus aguas diversos ramales de una alcantarilla. Se construye bajo tierra, a menudo al medio de las calles importantes, de manera que cada una de las viviendas de esa vía puedan conectarse”.

Expresa Barrientos (2013), los alcantarillados sanitarios son sistemas que permiten que cada una de las viviendas puedan conectarse para desfogar las aguas residuales al sistema para luego conducirlos a un proceso de tratamiento.

Expresa Barrientos (2018), de acuerdo con el INFOM en sistemas de alcantarillado sanitario el diámetro mínimo para tuberías PVC varia de 4 a 6 pulgadas, por lo que generalmente, para los colectores principales constituidos por tuberías PVC, se suele utilizar un diámetro mínimo de 6 pulgadas, sin embargo, se debe aclarar, que dicho diámetro debe de aplicársele verificaciones o chequeos a través de análisis hidráulicos los cuales son contenidos en las memorias de cálculo hidráulico, para cerciorarse de que el diámetro adoptado cumpla las especificaciones requeridas, en caso contrario, se deberá de adoptar otro diámetro que si las cumpla.

Los sistemas de alcantarillado sanitario deben de tener una pendiente adecuada para que pueda conducir de forma eficiente las aguas residuales. “Tanto los colectores como las uniones domiciliarias deben proyectarse con cierta pendiente para permitir el flujo de las aguas por gravedad, pero nunca extrema, para evitar velocidades excesivas y riesgo de erosión. Asimismo, sus juntas deben ser herméticas para evitar” (Barrientos, 2018).

Según Barrientos(2018), si la pendiente es minima a la requerida por el sistema de alcantarillado sanitario los sedimentos no logran evacuarse lo que produciria obstruccion y si dicha pendiente es mayor a la requerida puede generarse desgaste.

Según Boj (2011), la pendiente recomendada en los sistemas de alcantarillados sanitarios tanto en colectores principales como en los secundarios deben de encontrarse entre el rango que varía del 2 al 6%, debido a que si la pendiente se encuentra menor al rango definido puede darse el caso de que se generen

obstrucciones en el sistema por los sólidos que pueda transportar las tuberías, sin embargo.

Si la pendiente sobrepasa dicho rango, podría darse el caso de que se produzca un desgaste excesivo en las paredes de las tuberías, por lo que produciría una reducción en la vida útil del sistema o bien el colapso prematuro del mismo. (Boj, 2011)

Conexión domiciliar

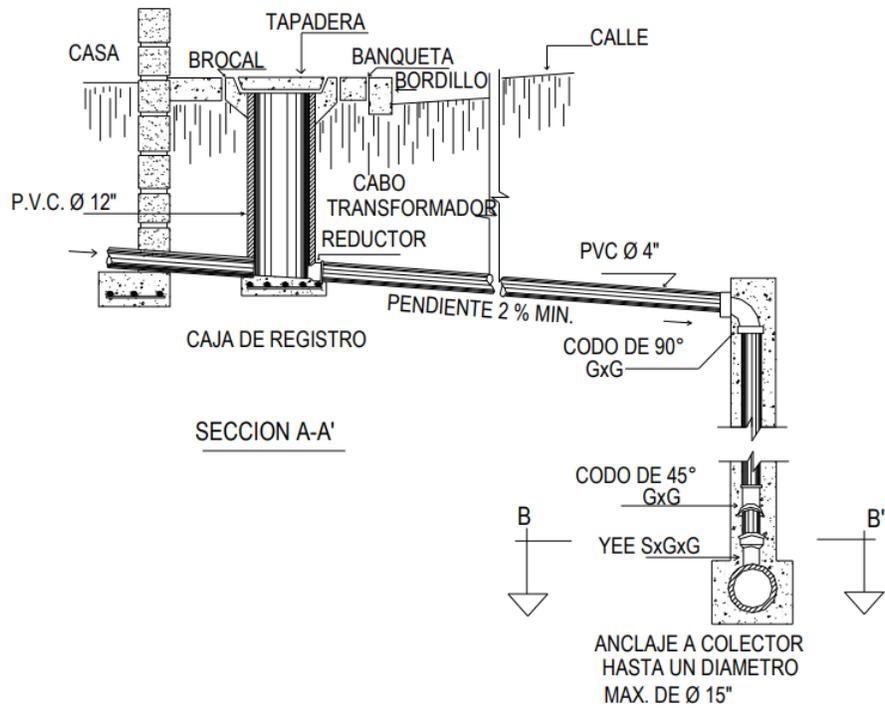
Define Barrientos (2018), la conexión domiciliar, también llamada candela domiciliar o acometida, es la estructura que se encuentra por lo general en las banquetas de cada una de las viviendas o bien se encuentran ubicadas adyacentes al perímetro de la vivienda o predio domiciliar.

Su función principal es la de captar las aguas residuales de las viviendas y conducir las a través de tuberías denominadas colectores secundarios y accesorios sanitarios hacia los colectores principales; con base a las especificaciones propuestas por el INFOM, el diámetro utilizado por generalidad para tuberías PVC es de 4 pulgadas. (Barrientos, 2018).

Según Barrientos (2018), las conexiones domiciliarias son dispositivos que se encuentran en zonas adyacentes a las edificaciones, su objetivo principal es de recolectar las aguas residuales producidas por usos humanos dentro de la edificación.

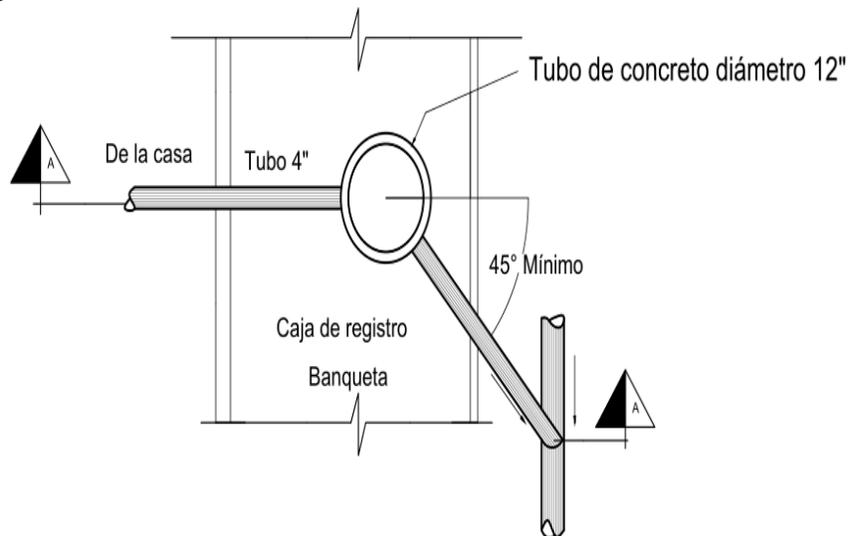
“La conexión doméstica se hace por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de cemento colocados en una forma vertical (candelas), en la cual se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación”, las conexiones domiciliarias también denominadas candelas, se pueden construir por elementos prefabricados como tubos de concreto o canas rectangulares. (Barrientos, 2018).

Figura 3. Sección de conexión domiciliar



Fuente: Martínez, O., marzo 2011

Figura 4. Planta de conexión domiciliar



Fuente: Salguero, M., junio 2022

Pozos de visita

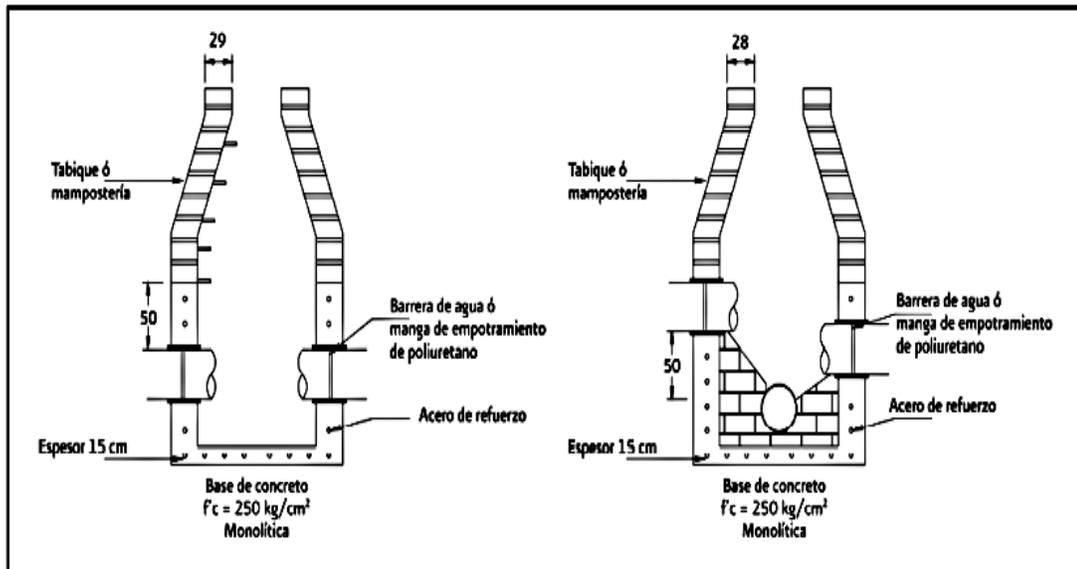
Según Zapeta (2008), los pozos de visita son estructuras que se utilizan en sistemas de alcantarillado sanitario con el objetivo de permitir el acceso al mismo para efectuar trabajos de inspección y mantenimiento, además de ello también su funcionalidad permite proporcionar ventilación al sistema a través del contacto interno del sistema con la atmósfera.

Define Zapeta (2008), esto permite la reducción de los gases tóxicos que se puedan generar como producto de las reacciones bioquímicas producidas por las aguas residuales, generalmente los pozos de visita se pueden construir por medio de tubos prefabricados o bien construidos en situ.

Los pozos de visita son estructuras que permiten regular el flujo de las aguas residuales de un sistema de alcantarillado sanitario. “Un pozo de visita debe proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección, cambios de gradiente, además de proporcionar ingreso de oxígeno al sistema. Se construyen de concreto, ladrillo de barro cocido, tubos de concreto o PVC” (Zapeta, 2008).

De acuerdo con Zapeta (2008), los pozos de visita son utilizados en situaciones donde se requiera cambios de diámetro en tuberías, de pendiente, cambios de dirección y principalmente para evacuar los gases producidos por las aguas residuales.

Figura 5. Pozo de visita construido en situ.



Fuente: CONAGUA, diciembre 2009

Expresa Zapeta (2008), los pozos de visita ya sea construidos a base de tubos prefabricados o construidos en situ por medio de ladrillos colocados de punta, ambos deben de estar provistos de una base de cimentación con el objeto de reducir la presión generada por las cargas a las que podría estar sometida la estructura, además ayuda a evitar la infiltración de las aguas residuales, además los pozos de visita deberán de contar con escaleras de hierro legitimo con un diámetro no menor a 5/8” para permitir el acceso el mismo; los pozos de visita deberán de contener un brocal fundido de concreto armado y este deberá de tener una tapadera de concreto armado.

Los pozos de visita deberán de tener un diámetro de abertura en su extremo superior de 0.50 a 0.60 metros para posibilitar el acceso al mismo de forma eficiente, generalmente se suelen utilizar tubos prefabricados de 36 pulgadas de diámetro, pues estos permiten una accesibilidad muy cómoda para el personal de mantenimiento, de tal manera que se pueden realizar los trabajos de inspección y mantenimiento de forma eficiente; la profundidad de los pozos de visita dependen en gran manera de las cotas

invert que se encuentran contenidas en los planos, las cuales tienen una relación directa con la superficie topográfica del terreno. (Zapeta, 2008).

Criterios para instalación de pozos de visita

De acuerdo con Fuentes (2003), las recomendaciones generales de sistemas de alcantarillados sanitarios, para la instalación de los pozos de visita, se deberá de tomar en cuenta cada una de las condiciones que se detalla a continuación: cambios de diámetro, cambios de pendiente en el terreno natural, cambios de dirección horizontal para diámetros menores a 24 pulgadas, en intersección de colectores, en extremos superiores iniciales de ramales, en distancias no mayores a 100 metros en diámetros menores a 24 pulgadas, en distancias no mayores a 300 metros en diámetros superiores a 24 pulgadas.

Cuadro 1. Separación entre pozos de visita

Diámetro (m)	Separación (m)
0.20-0.76	125-135
0.90-1.22	175-190
Mayores de 1.22	250-275

Fuente: CONAGUA, diciembre 2009

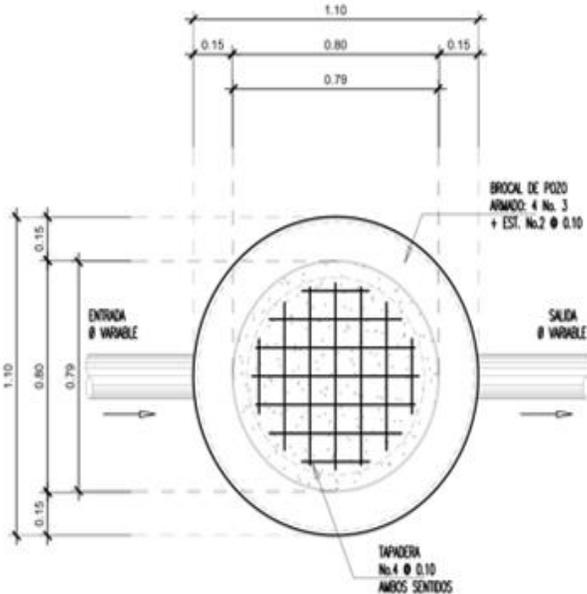
Los pozos de visita son estructuras que se encuentran adscritas en los sistemas de alcantarillado sanitario, estos se instalarán de acuerdo a los siguientes criterios: en inicios superiores de ramales; distancias horizontales topográficas en línea recta no mayores a 100 metros para diámetros menores a 24 pulgadas, en distancias horizontales en línea recta no mayores a 300 metros en tuberías mayores a 24 pulgadas; en cambios de dirección horizontal para tuberías menores a 24 pulgadas; en intersecciones de tuberías colectoras, es decir donde haya intersecciones de calles; cambios de pendiente. (INFOM, 2009).

Cuadro 2. Diámetros mínimos de pozos de visita

Diámetro de la tubería efluente (in)	Diámetro mínimo (m)
8	1.2
10	1.2
12	1.2
14	1.5
16	1.5
18	1.5
20	1.5
24	1.75
30	1.75
36	1.9
40	2
42	2
60	2.5

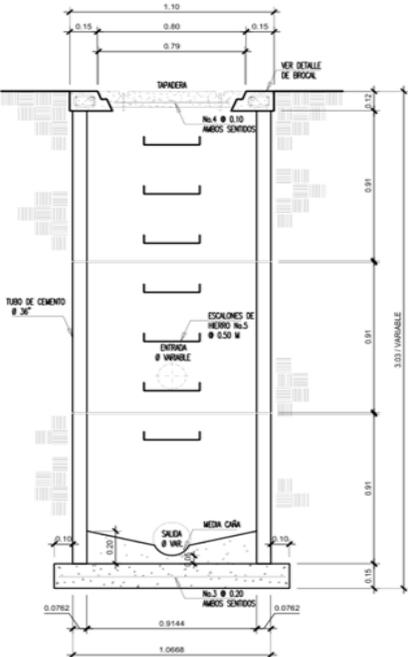
Fuente: Martínez, O., marzo de 2011

Figura 6. Planta de pozo de visita



Fuente: Salguero, M., junio 2022

Figura 7. Sección de pozo de visita



Fuente: Salguero, M., junio 2022

Parámetros de diseño

Periodo de diseño

El periodo de diseño es la cantidad de tiempo medida en años para el cual un proyecto tiene la capacidad de satisfacer las demandas para las que fue diseñado de forma eficiente, en otras palabras, el periodo de diseño no es más que el tiempo en años en el cual el sistema de alcantarillado sanitario va a funcionar de forma eficiente, de tal manera que cubrirá todas las demandas que sean requeridas por los habitantes beneficiados por medio de la implementación del proyecto; de acuerdo a lo establecido por el INFOM, el periodo de diseño para alcantarillados sanitarios, debe de estar entre 30 y 40 años. (INFOM, 2009).

Los sistemas de alcantarillado deben de cumplir con el período de diseño que va desde los 30 a 40 años, este periodo depende directamente de los requerimientos propios del proyecto y de la vida útil de los materiales. “Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante el período de 30 a 40 años a partir de la fecha en que se desarrolle el diseño” (INFOM, 2009).

Según la INFOM (2009), durante el período de diseño el sistema de alcantarillado sanitario, deberá de cumplir eficientemente con las demandas de diseño; como recomendación general para garantizar la vida útil del sistema, este deberá de estar sometido a procesos de mantenimiento constante.

De acuerdo con el INFOM en 2009 en las disposiciones generales para el diseño de sistemas de alcantarillado sanitario propone un periodo de diseño que va desde los 30 a los 40 años, sin embargo, el periodo de diseño será adoptado de acuerdo al criterio del diseñador, quien deberá de justificar el periodo de diseño seleccionado, por conveniencia en función de los requerimientos del proyecto, en las redes de distribución, se podrá utilizar un periodo de diseño que podrá variar desde los 25 a los

30 años y para poblaciones pequeñas muy necesitadas se podrá tomar un período de diseño el cual podrá variar desde los 15 a los 20 años (Barrientos, 2018).

Cuadro 3. Periodo de diseño

Descripción	Período de diseño (años)
Colectores (principales, secundarios, interceptores)	30
Para ciudades con índice de crecimiento elevado	10 – 15
Para ciudades con índice de crecimiento bajo	20 – 25
Plantas de Tratamiento	20 – 30

Fuente: Barrientos, E., marzo 2018

Según Martínez (2011), para definir la vida útil del proyecto, se deberá de analizar la vida útil de las estructuras, tuberías y accesorios que serán integrados al sistema de alcantarillado sanitario, la ampliación de obras existentes, tendencias propias de la demografía del lugar, el comportamiento social comercial e industrial, las condiciones climáticas, entre otras, las cuales serán claves para el diseño, para conocer todas las variables descritas previamente, se deberá de abocar a las autoridades competentes así como también las visitas de campo para recolectar la información requerida.

Población futura

La población es el conjunto de habitantes que habitan en un determinado espacio geográfico, comparten el mismo lenguaje, las mismas costumbres y tradiciones, la misma educación y en efecto. Para todo proyecto es necesario considerar la población futura que pueda existir en un determinado lugar, para así desarrollar un diseño que pueda satisfacer las necesidades de forma efectiva a lo largo de la vida útil del proyecto, para su estimación se aplica la fórmula del crecimiento poblacional la cual

relaciona la población actual con la tasa de crecimiento poblacional definida por el Instituto Nacional de Estadística INE. (Martínez, 2011).

Según Martínez (2011), el crecimiento de la población puede variar debido a diversas circunstancias sociales, entre ellas la calidad de vida, la demografía, la educación, culturas, tradiciones y la economía, puede ser el caso que en un determinado año se produzca una tendencia de nacimientos, pero también puede haber cierta parte de la población que migra hacia otros lugares, además la tasa de defunciones puede ser otro factor principal, sin embargo para conocer el comportamiento de la población en futuro se puede utilizar ecuaciones como la del método geométrico, la cual asocia la población actual, la tasa de crecimiento poblacional y el periodo de diseño.

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

Donde:

P_f = Población futura

P_o = Población inicial

R = Tasa de crecimiento poblacional

n = Periodo de diseño en años

Dotación

La dotación es la cantidad de agua que una persona en promedio utiliza a lo largo del día para cubrir todas sus necesidades básicas, entre ellas las biológicas, las de aseo personal, de limpieza, preparación de alimentos y para todas las actividades sanitarias que se puedan realizar durante el día; la dotación se expresa en litros/habitante/día, para su definición se puede tomar en cuenta la información otorgada por las autoridades competentes o bien el diseñador se puede auxiliar en las recomendaciones establecidas por el Instituto de Fomento Municipal INFOM y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (Barrientos, 2018).

Según Barrientos (2008), La dotación es el volumen de agua que un usuario común utiliza a lo largo de un día para poder satisfacer cada una de sus necesidades básicas respectivas. “La dotación de agua para consumo humano está relacionada íntimamente con la demanda que necesita una población específica para satisfacer sus necesidades primarias”.

Define Barrientos (2008), la dotación de agua es un dato hidráulico utilizado para conocer el comportamiento del sistema de alcantarillado sanitario al momento de que este entre en la fase de operación, de tal manera que pueda satisfacer las demandas requeridas por el diseño.

La dotación de la medida del volumen de agua que puede llegar a utilizar una persona promedio en un día para satisfacer sus necesidades, generalmente se expresa en litros/habitantes/día. “Es la cantidad de agua asignada a un habitante en un día en una población. Comúnmente se expresa en litros por habitante por día: l/hab./día”

La dotación puede definirse de acuerdo a la información obtenida por parte de las autoridades competentes o bien por el auxilio de valores recomendados por el INFOM y el MSPAS; la dotación es dato muy importante dentro del diseño hidráulico, pues permite definir el tamaño del diámetro. (INFOM y MSPAS, 2011).

La dotación, como ya se ha descrito en párrafos anteriores, es el término técnico utilizado en la Ingeniería Civil para referirse a la cantidad promedio de agua apta para consumo humano, generalmente expresada en litros demandada por un usuario a lo largo del día, para su definición se deberá de consultar a las municipalidades y miembros que integran el COCODE para obtener datos reales de los consumos que se llevan a cabo en el área de estudio, en caso de que dichas autoridades no cuenten con dichos datos, se deberá de recurrir a las recomendaciones o requerimientos mínimos propuestos por el INFOM. (INFOM y MSPAS, 2011).

Cuadro 4. Dotación en sistemas de abastecimiento de agua potable

Tipo de servicio	Dotación en (l/hab/día)
Servicio a base de llena cántaros exclusivamente	30 a 60
Servicio mixto de llena cántaros y conexiones prediales	60 a 90
Servicio de conexiones prediales fuera de la vivienda	60 a 120
Servicio de conexiones intradomiciliares con opción a varios grifos por vivienda	90 a 170
Servicio de pozo excavado o hincado con bomba manual	20
Servicio de aljibes	20

Fuente: INFOM y MSPAS, noviembre 2011

Factor de retorno

Define Barrientos (2008), el factor de retorno cuyo valor oscila entre 0.75 y 0.90, es un factor adimensional que afecta el valor original que representa al caudal doméstico o domiciliario, este se efectúa debido a que no toda el agua que ingresa a la vivienda por el sistema de abastecimiento de agua potable va a retornar directamente al sistema de alcantarillado sanitario, pues cierta parte se evapora a través de la energía solar y otra parte se utiliza en actividades que no son parte integrante del sistema de alcantarillado sanitario tales como el riego de jardines, lavado de automóviles, motocicletas, sistemas de transporte en general, entre otros.

Según Barrientos (2008), del agua que ingresa a las viviendas, no toda el agua se incorpora al sistema de alcantarillado sanitario, pues existen otros usos en el cual el agua se retiene en otras áreas. “Este factor sirve para afectar el valor de caudal domiciliario, en virtud de que no toda el agua de consumo humano va a ser utilizada

para ciertas actividades específicas, ya que existe una porción que no será vertida al drenaje”

Según Barrientos (2018), debido a que no toda el agua que ingresa a las viviendas se incorpora al sistema de alcantarillado sanitario, para obtener un diseño óptimo se debería afectar el caudal por un factor recomendado.

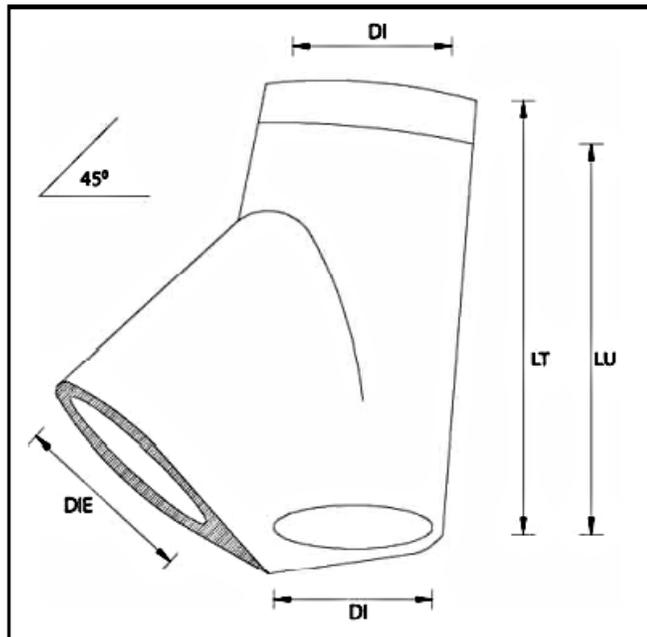
Caudales de diseño

En Ingeniería Sanitaria, el término caudal es el que se utiliza con relativa frecuencia para referirse a la cantidad de agua que pasa por una determinada sección transversal en una unidad de tiempo, generalmente se suele expresar como el volumen de agua entre el tiempo analizado, para definir el diámetro económico del sistema de alcantarillado, se deben de realizar análisis de diversos caudales, entre ellos se recitan los siguientes: caudal domiciliar o doméstico, caudal comercial, caudal industrial, caudal por infiltración, caudal por conexiones ilícitas, caudal de diseño, caudal unitario. (Chicas, 2011).

Caudal doméstico

Según Martínez (2011), las viviendas son un tipo de estructura de tipo habitacional, las cuales han sido diseñadas para que los seres humanos habiten en ella y puedan desarrollar todas sus actividades personales con la mejor comodidad posible, tales como las de descansar, dormir, alimentarse, sus actividades de aseo personal y asimismo sus actividades sanitarias, debido a estas actividades, el agua potable es necesaria para desarrollarlas, por lo que esto da como un producto final, la generación de aguas residuales debido a las acciones antropogénicas, estas aguas residuales se le conoce en la Ingeniería Sanitaria como caudal doméstico.

Figura 8. Descarga domiciliar en Y o silleta de concreto

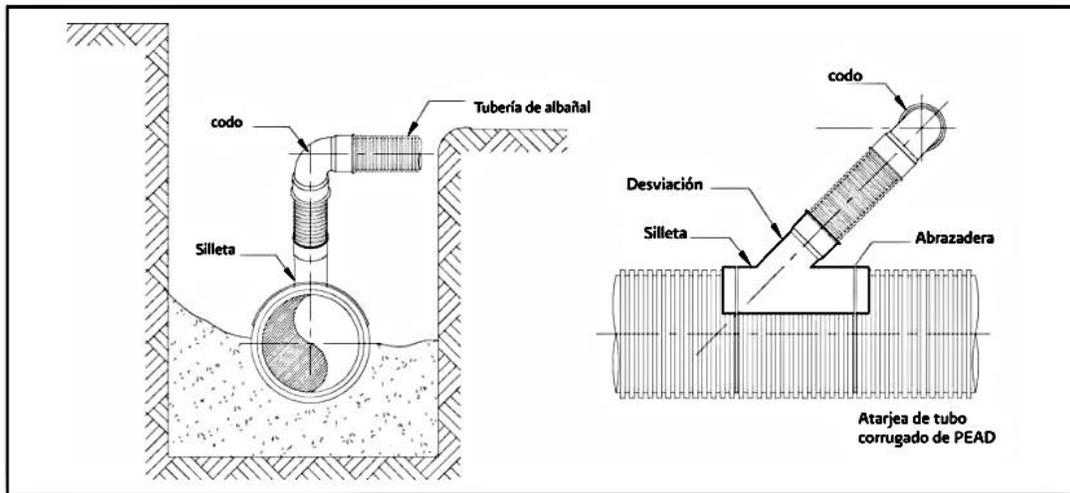


Fuente: CONAGUA, diciembre 2009

Según Martínez (2011), el caudal doméstico es la cantidad de agua que una vivienda puede llegar a generar a lo largo de un día, estas aguas residuales son generadas como producto de las necesidades biológicas de las personas o bien por la preparación y manipulación de diversos alimentos y de las diversas actividades sanitarias desarrolladas por los mismos.

El caudal doméstico o domiciliar se encuentra estrechamente ligado a los caudales producidos por los sistemas de abastecimiento de agua potable, debido a que mayor sea la dotación, mayor será la cantidad de agua residual generada y esta última deberá de ser conducidas hacia plantas de tratamiento. (Martínez, 2011).

Figura 9. Descarga domiciliar con silleta



Fuente: CONAGUA, diciembre 2009

$$Q_{dom} = \frac{dot * hab * f_{ret}}{86400}$$

Donde:

Q_{dom} = Caudal domiciliar

dot = Dotación domiciliar

hab = Población futura

f_{ret} = Factor de retorno

Caudal comercial

Según Martínez (2011), el caudal comercial es la cantidad de aguas residuales generadas por la incidencia comercial, entre dichas acciones comerciales se pueden presentar manipulación o preparación de ciertos productos, protocolos sanitarios para la remoción de sustancias contaminantes, entre otros; los comercios más comunes son las tiendas, comedores, restaurantes, abarroterías, librerías, centros de café internet, carnicerías, agro veterinarias, entre otras, el caudal comercial se definirá por el

número de comercios y la dotación comercial; la dotación comercial varía desde los 600 a los 6,000 litros/comercio/día.

Indica Martínez (2011), el comercio es la actividad socio económica inmersa dentro de una estructura social en la cual se desarrollan diversos tipos de intercambios, estos generalmente son productos por dinero, en los cuales los compradores ofrecen dinero por adquirir un producto o servicio hacia los comerciantes, estas actividades como cualquier otra, genera un consumo potencial de agua, por lo que a su vez, este tipo de consumo genera aguas residuales, por lo que se deberá de tomar en consideración los caudales comerciales en caso de que existan comercios en el área donde se pretenda implementar el proyecto.

Según Martínez (2011), el comercio es la actividad económica que sustenta de forma directa el desarrollo integral de un espacio geográfico y de sus habitantes respectivamente, pues a través del comercio se generan recursos económicos que se ven reflejados en el ingreso de recursos a las municipalidades a través del ornato e impuestos deducidos de las diversas actividades comerciales, este tipo de ingresos es utilizado por las autoridades competentes para la creación de propuestas e iniciativas para el desarrollo de diversos proyectos que tienen como enfoque global garantizar el bienestar y la calidad de vida humana en todas sus manifestaciones.

Venta de productos

Las ventas de productos es una actividad comercial en la que se puede llegar a tener la necesidad de usar agua potable para ciertas actividades, entre dichas actividades pueden surgir las ventas de comida o productos afines, este tipo de productos son ofrecidos en restaurantes, comedores, puestos informales de comida en mercados, calles o carreteras; venta de frutas o verduras; comercio de diferentes tipos de carnes o derivados de los mismas; productos lácteos. Todos los productos comerciales

relacionados con los alimentos, deberán de ser sometidos a procesos de desinfección, por lo que esto provocaría la emisión de aguas residuales. (Martínez, 2011).

Centros comerciales

Según Martínez (2011), los centros comerciales son grandes tiendas en las que se manejan una diversidad de productos de la canasta básica, este tipo de establecimientos comerciales se caracterizan por tener ambientes muy amplios o por manejar productos a granel, debido a la cantidad de productos que se ofrecen y la cantidad de colaboradores que intervienen para el correcto funcionamiento de dichos establecimientos, la utilización de agua potable es indispensable, por lo que dicha circunstancia promueve la generación de cantidades elevadas de aguas residuales, por lo que para el diseño hidráulico es muy importante tomarlo en consideración.

Barberías y salones de belleza

Según Martínez (2011), las barberías son establecimientos en las cuales se hacen ofrecen servicios estéticos, este tipo de servicios se ofrece a hombres y niños, dichos servicios consisten en cortes de cabello, recorte de barba y bigote, entre otros; por otra parte, en los salones de belleza, son espacios donde se ofrecen servicios dirigidos a damas o niñas, entre los servicios ofrecidos se encuentran cortes de cabello, tintes, depilación, detalles estéticos y cuidado personal estético, entre otros. Debido a la variedad de estos servicios se genera ciertos caudales de aguas residuales, por lo que es necesario tener presente dichos servicios en el diseño hidráulico.

En las barberías y salones de belleza se efectúa de forma constante la aplicación de las normas sanitarias para desinfectar correctamente cada una de las herramientas y componentes utilizados, además se efectúan procesos de remoción de residuos especialmente cabello y posteriormente se inician los procesos de desinfección del piso, muebles y demás mobiliario que sea requerido de forma frecuente por los barberos o estilistas. La higiene de una barbería o salón de belleza es muy importante

para la reducción de las probabilidades de desarrollar diversas enfermedades, especialmente la del VIH-SIDA. (Martínez, 2011).

Librerías, papelerías, café internet, abarroterías

Según Martínez (2011), las librerías son un tipo de espacio comercial en el cual se ofrecen artículos escolares, académicos o de oficina, entre dichos productos comercializados se encuentran papel bond, cartulinas, lápices, lapiceros, borradores, correctores, grapadoras, cuadernos libros, servicios de fotocopias; los café internet son un tipo de comercio en el cual se ofrecen los servicios informáticos, renta de equipo generalmente cancelado por horas utilizadas; las abarroterías son establecimientos públicos en los cuales se ofrecen una variedad muy amplia de productos, entre ellos los productos de consumo.

Tiendas de barrio o tiendas de conveniencia

Las tiendas de barrio o tiendas de conveniencia, son espacios comerciales generalmente pequeños en donde se comercializan productos de la canasta básica o productos de consumo diario, entre los productos más demandados por las personas en dichos comercios son los siguientes: arroz, azúcar, sazonadores, gaseosas y jugos, golosinas de diversa variedad, productos de cocina y de higiene personal o del entorno; generalmente en estos espacios comerciales el uso del agua es muy bajo, puesto a que solo se efectúan las prácticas sanitarias del personal que atiende en dicho comercio. (Martínez, 2011).

Actividades desarrolladas en mercados

Según Martínez (2011), los mercados son espacios públicos de grandes dimensiones, en este tipo de lugares se establecen una variedad muy amplia de distintos comerciantes que ofrecen de todo tipo de producto, en estos espacios el uso de agua es muy frecuente y en cantidades muy grandes, pues al ser un espacio comercial, se tienden a generar una producción de desechos sólidos y de distintos tipos de

sustancias, las cuales de no aplicarse correctamente las practicas sanitarias recomendadas por los profesionales de la salud y autoridades competentes, se produciría un foco de contaminación que podría afectar seriamente el ornato y la salud de las personas.

Expresa Martínez (2011), en los mercados generalmente se producen muchos desechos sólidos y líquidos, producto de las diversas actividades comerciales, entre ellas las ventas de carnes, pues estas generan fuertes olores y atraen especies animales especialmente moscas que buscan sustancias en descomposición, es por esta razón de que se utiliza agua en cantidades grandes para efectuar las diversas actividades de sanitarias recomendadas por las autoridades competentes para desinfectar el área y efectuar la limpieza correspondiente con el objeto principal de remover todas esas sustancias desagradables.

La limpieza de un mercado es indispensable pues de la misma depende la influencia comercial o bien turística, debido a que en dicho lugar se venden productos de consumo diario, por lo tanto las personas en general buscan que las condiciones sanitarias del lugar donde pretenden comprar sus alimentos y productos de consumo diario cumplan con los requerimientos establecidos por el personal sanitario, esto se debe principalmente a que las personas buscan cuidarse de forma integral para preservar la salud y su bienestar en general; es por esta razón que en los mercados se utiliza grandes caudales para garantizar la higiene del mismo. (Vásquez y Sazo, 2009)

Agro veterinarias

Las agro veterinarias son espacios comerciales en los cuales se ofrecen distintos tipos de alimentos para diversas especies entre los más comunes son concentrados y maíz para pollos y patos, concentrados para perros y gatos, medicina y vitaminas para cualquier tipo de animales, en algunos casos, también se cuenta con la venta de animales de corral como pollitos recién nacidos, perritos y gatitos, distintos tipos de

aves, entre otros; para llevar una adecuada higiene en dicho lugar, se requiere de la correcta aplicación de las diversas normas sanitarias, por lo que la aplicación de las mismas repercuten una fuente de generación de aguas residuales. (Martínez, 2011).

Sistemas de transportes

Las aguas residuales son aquellas originadas por las actividades humanas, por lo que pueden contener altas concentraciones de desechos biológicos. “Proceden del metabolismo humano, del aseo personal, actividades diarias, la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica, microorganismos y sedimentos, así como restos de jabones, sólidos, detergentes, lejía y grasas” (Cruz, 2019).

Según Martínez (2011), debido a la alta carga de concentraciones de desechos biológicos, las aguas residuales domésticas son altamente contaminantes, pues las sustancias que se encuentran contenidas en la misma, son lesivas para la salud humana.

$$Q_{com} = \frac{dot * com}{86400}$$

Donde:

Q_{com} = Caudal comercial

dot = Dotación comercial

com = Número de comercios

Caudal industrial

En las industrias se suelen llevar muchos procesos que involucran la utilización de agua, ya sea en la transformación de la materia prima en recursos para la elaboración de productos o bien para el desarrollo de las actividades sanitarias, como la remoción de polvo, desechos propios de los productos e incluso para limpieza de diversas áreas

de la planta industrial, por lo que el consumo de agua por dicho tipo de actividades es sumamente alto, por lo tanto, se debe de tomar en consideración al momento de desarrollar los análisis de caudales, en caso de que haya incidencia de industrias en el área de interés. (Martínez, 2011).

Según Martínez (2011), las industrias son establecimientos de grandes dimensiones que tienen como función desarrollar procesos de transformación de la materia prima en productos específicos. El caudal industrial es la cantidad de aguas residuales generadas por las diversas actividades de transformación de la materia prima obtenidas principalmente de la naturaleza por acción humana en productos elaborados a través de los diversos procesos industriales, por lo general, las actividades industriales son las que producen mayor consumo de agua general, por lo que su dotación varía desde los 1,000 a los 18,000 litros/industria/día.

$$Q_{ind} = \frac{dot * ind}{86400}$$

Donde:

Q_{ind} = Caudal industrial

dot = Dotación industrial

ind = Número de industrias

Caudal por infiltración

La infiltración es el proceso físico en el cual un fluido puede ingresar hacia otras áreas por medio de la permeabilidad producida por la porosidad de los materiales afectados, generalmente sucede en caso de que los materiales en donde ocurre la infiltración tienen altas propiedades de porosidad, lo que permite que el agua pueda desplazarse por esos pequeños orificios microscópicos que no pueden ser observados a simple vista, en el caso del PVC, la infiltración puede considerarse nula, pues no existe forma

de que un fluido pueda traspasar dicho material, por lo que en los sistemas de alcantarillado sanitario, el PVC es el material ideal. (Martínez, 2011).

Indica Martínez (2011), el caudal por infiltración es aquella cantidad o volumen de agua que pueda ingresar de manera indebida al sistema de alcantarillado sanitario en una unidad de tiempo, estas pueden darse por las propiedades de las que está conformado los materiales del sistema, o bien por errores humanos de hermeticidad o por la saturación de aguas subterráneas; en el caso utilizar tuberías y accesorios para sistemas de alcantarillados sanitarios fabricados por materiales PVC, el caudal por infiltración será nulo, debido a que el material PVC tiene propiedades altas de impermeabilidad, por lo que este análisis queda obsoleto.

Caudal por conexiones ilícitas

De acuerdo con las especificaciones propuestas por el INFOM en Normas generales para el diseño de alcantarillados sanitarios en el año 2,009, establece que para caudales ilegales por aguas pluviales que ingresen al sistema de alcantarillado sanitario por error, se adoptará un 10% del caudal doméstico o domiciliar, sin embargo, en los lugares donde no exista la presencia de un drenaje pluvial para regular dichos efectos, se adoptará porcentajes más altos para compensar dichas circunstancias, según el criterio del diseñador, dicho valor seleccionado deberá de ser justificado por el diseñador. (INFOM, 2009).

$$Q_i = \% * Q_{dom}$$

Donde:

Q_i = Caudal por conexiones ilícitas

$\%$ = Porcentaje de infiltración

Q_{dom} = Caudal domiciliar

Cuadro 5. Resumen de dotaciones para alcantarillado sanitario

Tipo de fuente	Valor de dotación	Dimensional
Doméstico	30 – 170	l/hab/día
Comercial	600 – 6,000	l/com/día
Industrial	1,000 – 18,000	l/ind/día

Fuente: Salguero, M., mayo 2022

Factor de Harmon

El factor de Harmon es un valor numérico adimensional que se calcula a través de la ecuación de Harmon, el valor obtenido permite calcular el valor del caudal máximo de aguas residuales que pueda llegar a transportar el conjunto de conductos o las tuberías con sus respectivos accesorios pertenecientes al sistema de alcantarillado sanitario, este valor deberá variar entre 1.5 y 4.5, en caso de no cumplir con esos valores deberá de utilizarse el valor numérico del límite más cercano al rango requerido; el factor de Harmon se encuentra estrechamente relacionado con la población futura del lugar en donde se implementa el sistema. (Martínez, 2011).

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{\frac{P_f}{1,000}}}{4 + \sqrt{\frac{P_f}{1,000}}}$$

Donde:

$F.H.$ = Factor de Harmon

P_f = Población futura

Factor de caudal medio

El caudal medio es la razón entre la sumatoria de cada uno o de todos los caudales analizados en el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario y la cantidad de habitantes que podrían habitar en el espacio geográfico de interés comúnmente conocido como población futura, según el INFOM, los resultados obtenidos al

efectuar dicha operación, deberán de encontrarse dentro del rango de 0.002 y 0.005, de no cumplirse con dicho requerimiento, deberá de utilizarse el límite más cercano al rango establecido, el propósito de dicha recomendación es para obtener resultados precisos en la memoria de cálculo hidráulica. (INFOM, 2009)

$$F \cdot Q_{med} = \frac{\sum Q}{P_f}$$

Donde:

$F \cdot Q_{med}$ = Factor de caudal medio

$\sum Q$ = Sumatoria de todos los caudales

P_f = Población futura

Caudal de diseño

Según Martínez (2011), el caudal de diseño es el caudal máximo que podría llegarse transportar en algún punto de las tuberías o conductos del sistema del alcantarillado sanitario a lo largo de su vida útil, este no es más que el producto del factor caudal medio, el factor de Harmon y la población futura; el caudal de diseño será el caudal utilizado en el cálculo hidráulico de todo el sistema de alcantarillado sanitario, para desarrollar las verificaciones pertinentes establecidas por el INFOM con el objetivo de que se cumplan los requerimientos mínimos para que el sistema sea eficiente al momento de satisfacer las demandas por parte de la población.

Según Martínez (2011), el caudal de diseño es el caudal máximo que se puede llegar a producir debido a los usos que le otorguen al sistema los usuarios, este es considerado como el caudal máximo, el cual se utiliza para el diseño de la red de alcantarillado sanitario, el caudal de diseño se calcula como el producto de del factor de caudal medio, el factor de Harmon y la población futura, al efectuar la operación de dichas variables, se puede obtener una aproximación del caudal máximo en la

realidad, por lo que su cálculo es muy indispensable en el diseño hidráulico, pues este permitirá alcanzar diseños eficientes y económicos.

$$Q_{dis} = F \cdot Q_{med} * F.H.* P_f$$

Donde:

Q_{dis} = Caudal de diseño

$F \cdot Q_{med}$ = Factor de caudal medio

$F.H.$ = Factor de Harmon

P_f = Población futura

Caudal unitario

Según Martínez (2011), el caudal de diseño es el máximo caudal que podría llegarse a transportar de forma global en todo el sistema de alcantarillado sanitario, por lo que para analizar un determinado, sería redundante analizarla con el caudal global, pues esto generaría un sobredimensionamiento en los artefactos que componen el sistema, por lo que será conveniente establecer un caudal unitario, el cual será el cociente entre el caudal de diseño y el número total de viviendas futuras totales a los que el sistema deberá satisfacer, luego el caudal unitario se multiplicará por el número de viviendas futuras en los tramos a analizar, esto permitirá un diseño más realista. (Martínez, 2011).

Expresa Martínez (2011), el caudal unitario al tomar en cuenta los consumos más aproximados a la realidad, permitirá la adopción de diámetros económicos eficientes capaz de conducir de manera adecuada las aguas residuales por los conductos destinados para dicho efecto, por lo que se tendrá una optimización en los recursos económicos generados por el proyecto, es por ello que siempre se deberá de aplicar la filosofía del diseño, la cual es desarrollar los diseños al precio más bajo, orientado en

el alcance principal de la calidad máxima, partir de estos principios permitirá el desarrollo de la implementación de proyectos de infraestructura civil muy exitosos.

$$Q_u = \frac{Q_{dis}}{vif}$$

Donde:

Q_u = Caudal unitario

Q_{dis} = Caudal de diseño

vif = Cantidad de viviendas futuras

Diseño hidráulico

Diámetro mínimo

De acuerdo con los requerimientos del INFOM para alcantarillados sanitarios, los diámetros mínimos para tuberías de concreto deberán de ser de ocho pulgadas y para tuberías fabricadas por materiales PVC, un diámetro de seis pulgadas; para las conexiones domiciliare se deberá de utilizar un diámetro mínimo de seis pulgadas para tuberías de concreto y cuatro pulgadas para tuberías de PVC, además se deberá de colocar un reductor de 4"x3" como protección para las posibles obstrucciones que se puedan llegar a ocasionar en el sistema; en el caso de las tuberías PVC, deberán de cumplir con los requerimientos de la Norma ASTM D-3034 (INFOM, 2009).

Pendiente

La pendiente es la relación matemática entre la altura de un terreno y su respectiva distancia, generalmente las pendientes son expresadas en tanto por ciento, estas se usan para definir el grado de viabilidad en un sistema de alcantarillado sanitario, de acuerdo con el INFOM las pendientes deberán de encontrarse entre el 2 y el 6%, si la pendiente es inferior a este rango se correrá el riesgo de que existan obstrucciones parciales o totales por los sólidos que pueda transportar las aguas residuales y en caso

de que la pendiente supere la máxima permitida, podría provocarse un deterioro prematuro de las tuberías por el exceso de erosión. (INFOM, 2009).

La pendiente es la razón que existe entre la diferencia de nivel y la distancia, generalmente se expresa en tanto por ciento. La pendiente se puede determinar a simple vista al momento de efectuar una inspección preliminar, esta inspección sirve para determinar de forma preliminar la viabilidad del terreno por donde ha de pasar el sistema de alcantarillado; la pendiente debe de cumplir con las normas que rigen los alcantarillados sanitarios, entre dichas disposiciones se establece que la pendiente deberá de encontrarse entre el rango del dos al seis por ciento, esto permitirá mantener las velocidades permitidas la cuales son de 0.40 a 5.00 m/s. (Barrientos, 2018).

Según Barrientos (2018), la superficie terrestre es una capa superficial de la tierra que se encuentra expuesta, debido a su topografía puede brindarse diversos tipos de usos ya sea habitacional, social, agrícolas, entre otros; debido a que la corteza terrestre no es regular, existen diversas variaciones en su morfología, por lo que dichos perfiles quedan definidos por una variación de niveles, la variación de niveles son los que permiten la generación de las pendientes, la cual no es más que la razón matemática expresada entre el cociente de la altura y la distancia, y se multiplica por 100 dicho resultado, pues las pendientes se expresan en porcentajes para su mejor interpretación.

Las pendientes son aquellas diferencias de nivel que se pueden observar a simple vista por la inclinación que el terreno proyecta, las pendientes generalmente permiten que los cuerpos que estén relacionados con ella experimenten cierto movimiento a causa de la energía producida por la gravedad, por lo que, a mayor pendiente, mayor será la aceleración y la gravedad que puedan llegar a experimentar los cuerpos, es por eso que en el diseño de sistemas de alcantarillados sanitarios, sistemas de abastecimiento de agua potable, deberán de tomarse en consideración, pues pueden generar un deterioro prematuro de las tuberías y accesorios. (Barrientos, 2018).

Según Barrientos (2018), los cuerpos al momento de experimentar grandes velocidades, producen grandes esfuerzos de fricción entre las paredes de los conductos o de las paredes de las tuberías que lo contienen al momento de llevarse a cabo el movimiento de transporte respectivo, esto genera un desgaste erosivo en las paredes de las tuberías, lo que permite el debilitamiento de las tuberías, por lo que un momento dado puede llegarse al colapso del sistema del alcantarillado sanitario, y no se podría cumplir con el tiempo de vida útil para el que dichos componentes fueron diseñados, por lo que afecta la viabilidad del proyecto.

Cotas invert

Las cotas invert como su nombre lo indica, son las cotas topográficas invertidas, estas representan la profundidad a la que estarán expuestas las tuberías que componen el sistema de alcantarillado sanitario, por lo que, también son influyentes en la definición de los pozos de visita, se tiene que la profundidad mínima de un pozo de visita será de 1.20 metros, por lo que la cota invert sería la diferencia entre la cota inicial del terreno menos la profundidad mínima de los pozos de visita, en caso de que no se cumplan con los requerimientos hidráulicos, se deberán de adoptar nuevas profundidades que superen la mínima permitida. (Corado, 2005).

Profundidad de los colectores

La profundidad mínima a la que se deberán de instalar los conductos o las tuberías y accesorios que integran a un sistema de alcantarillado sanitario se ha definido por estudios realizados en materia de la integración de cargas de tránsito y las propiedades mecánicas para absorber los esfuerzos requeridos por los materiales que pueden ser parte integrante de los sistemas de alcantarillado sanitario; las profundidades de las cotas invert dependerán directamente del tipo de diámetro y del tipo de vehículo que transitará por las calles donde se encuentre instalado el sistema, esta información será detallada en los cuadros que se presentan a continuación. (Zapeta, 2008).

Cuadro 6. Profundidad mínima del colector para tubería de concreto

Diámetros	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
Tránsito liviano (cm)	111	117	122	128	134	140	149	165
Tránsito pesado (cm)	131	137	142	148	154	160	169	185

Fuente: Zapeta, E., septiembre 2008

Cuadro 7. Profundidad mínima del colector para tubería de PVC

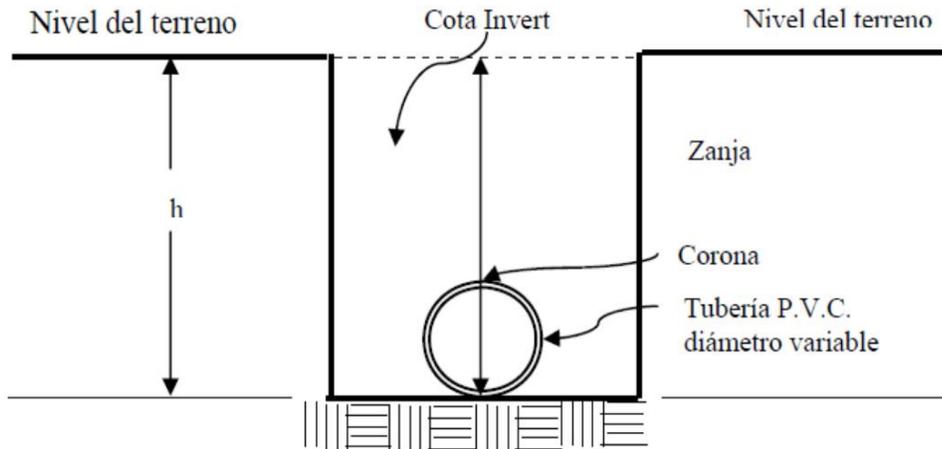
Diámetros	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
Tránsito liviano (cm)	60	60	60	90	90	90	90	90
Tránsito pesado (cm)	90	90	90	110	110	120	120	120

Fuente: Zapeta, E., septiembre 2008

Las cotas invert son las cotas que definen la profundidad a la que se instalarán el conjunto de conductos o las tuberías y accesorios que integran el sistema de alcantarillado sanitario. “Es la cota de nivel que determina la colocación de la parte interior inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita, según las normas de INFOM. Las cotas del terreno” (Zapeta, 2008).

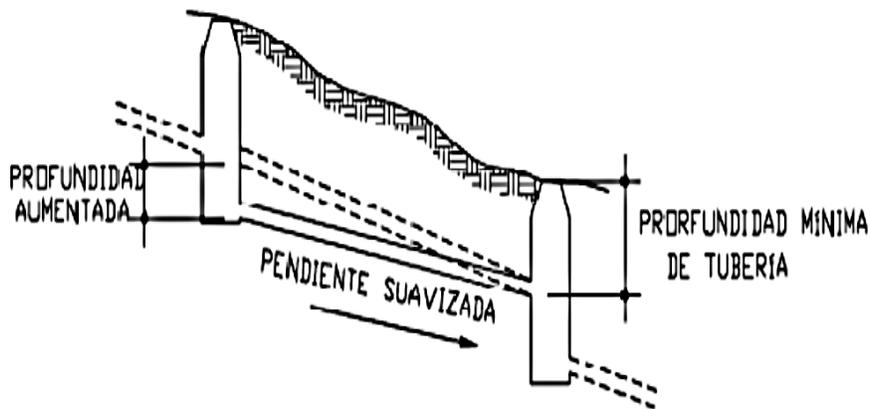
Según Zapeta (2008), las cotas invert, así como definen las profundidades a las que deben instalarse las tuberías, también definen las profundidades a las que se instalarán los pozos de visita los cuales servirán como estructuras para efectuar inspecciones y mantenimientos periódicos.

Figura 10. Sección de la cota invert



Fuente: Martínez, O., marzo 2011

Figura 11. Representación gráfica de cota invert



Fuente: Martínez, O., marzo 2011

Velocidad a sección llena

La velocidad es la razón entre la distancia recorrida y el tiempo en que se tarda en recorrer dicha distancia, en los sistemas de alcantarillado sanitario las velocidades se encuentran influenciadas por la gravedad y a su vez por el porcentaje de pendiente que posee el terreno natural, de acuerdo con el INFOM, las velocidades deberán de

encontrarse entre el rango de 0.60 y 2.50 m/s, sin embargo, de acuerdo a la Norma ASTM D-3034 para tuberías PVC, la velocidad mínima permitida es de 0.40 m/s y la velocidad máxima permitida es de 5.00 m/s, por lo que se trabajarán con los diseños hidráulicos, con las últimas velocidades. (Zapeta, 2008).

Cuadro 8. Velocidades recomendadas

Normativa	Velocidad mínima (m/s)	Velocidad máxima (m/s)
INFOM	0.60	2.50
Norma ASTM D-3034	0.40	5.00

Fuente: elaboración propia, julio 2022

Cuadro 9. Velocidades máximas y mínimas

Material	Velocidad (m/s)	
	Máxima	Mínima
Acero (sin revestimiento, revestido y galvanizado)	3.00	0.30
Concreto reforzado	5.00	0.30
Concreto simple	5.00	0.30
Fibrocemento	5.00	0.30
Polietileno alta densidad (PEAD)	5.00	0.30
Poli (cloruro de vinilo) (PVC)	5.00	0.30
Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)	3.00	0.30

Fuente: CONAGUA, diciembre 2009

Cuadro 10. Coeficiente de rugosidad de Manning

Material	n
Tubo de cemento < 24"	0.015
Tubo de cemento > 24"	0.013
Tubos PVC y asbesto cemento	0.009
Tubos de hierro fundido	0.013
Tubos de metal corrugado	0.021
Zanjas	0.020
Canales recubiertos con piedra	0.030

Fuente: Cabrera, R., mayo 1989

Cuadro 11. Coeficiente de fricción n (Manning)

Material	Coficiente n
Concreto	0.012
Concreto con revestimiento de PVC/PEAD	0.009
Acero soldado con recubrimiento interior (pinturas)	0.011
Acero sin revestimiento	0.014
Fibrocemento	0.010
Polietileno pared sólida	0.009
Polietileno corrugado/estructurado	0.012
PVC pared sólida	0.009
PVC pared corrugado/estructurado	0.009
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.009

Fuente: CONAGUA, diciembre 2009

$$v = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

v = Velocidad a sección llena

n = Coeficiente de rugosidad de Manning, 0.009 para tubos PVC

R = Radio hidráulico

S = Pendiente

Caudal a sección llena

Según Martínez (2011), el caudal es la cantidad de un fluido que pasa por una sección transversal de algún contenedor o conducto en una unidad de tiempo previamente definido por el diseñador, por lo tanto, se expresa como el volumen por unidad de tiempo, para su cálculo se emplea la ecuación de la continuidad en la que indica que todo lo que ingresa a un sistema es lo que sale, la ecuación de la continuidad permite obtener el valor del caudal a sección llena, el cual deberá de ser comparado con el caudal a sección parcial a través de las relaciones hidráulicas, las cuales permitirán obtener los parámetros hidráulicos para el óptimo funcionamiento del sistema.

$$Q = A * v$$

Donde:

Q = Caudal a sección llena

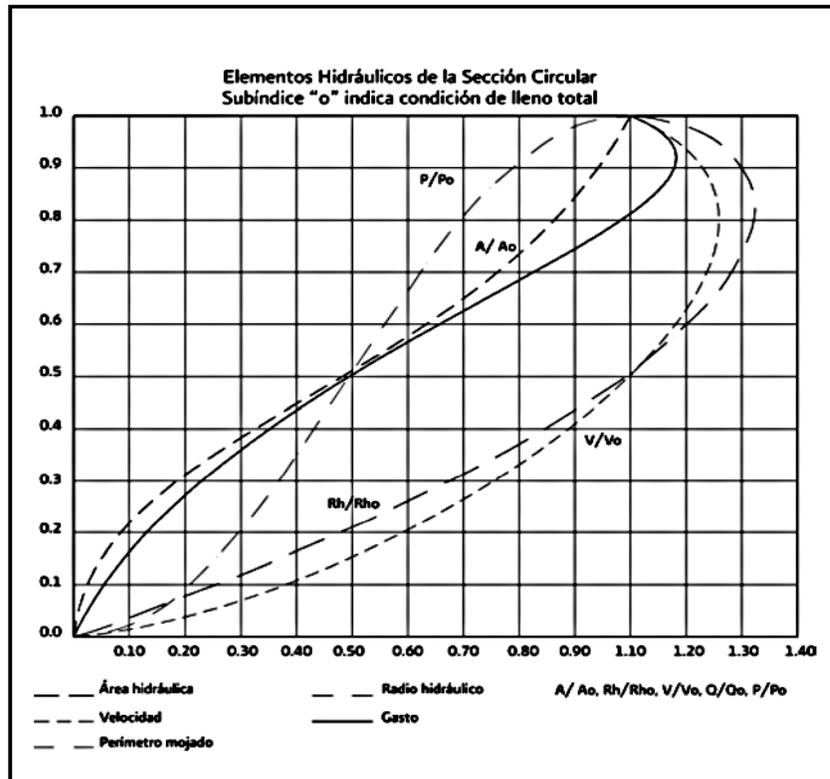
v = Velocidad a sección llena

Relaciones hidráulicas

Debido a que los sistemas de alcantarillado sanitario no trabajan a sección llena, deberá de realizarse el cálculo de caudal a sección parcial, este valor es utilizado mediante el auxilio de tablas de relaciones hidráulicas propuestas por el INFOM, para calcular la velocidad, tirantes y diámetros a sección parcial. Las tablas de las relaciones hidráulicas contienen una serie de valores hidráulicos relacionados con el diámetro, el tirante hidráulico, el caudal y la velocidad, estos valores a sección parcial

son comparados con las velocidades y caudales a sección llena a través de razones matemáticas. (Galdámez, 2005).

Figura 12. Elementos hidráulicos de la sección circular



Fuente: CONAGUA, diciembre 2009

Las relaciones hidráulicas, son aquellos valores que permiten relacionar los resultados reales y los resultados teóricos a sección parcial de los análisis hidráulicos a sección llena, entre ellos el caudal, velocidad, el diámetro, el tirante y el área, debido a que los sistemas de alcantarillado debido a su naturaleza trabajan principalmente a sección parcial sin presiones de servicio, por lo que es conveniente relacionar los alcantarillados con los canales debido a su forma de trabajo, sin embargo, estos últimos se encuentran expuestos a la intemperie, mientras que los alcantarillados siempre deberán de ser conductos subterráneos. (Zapeta, 2008).

Los sistemas de alcantarillados sanitarios debido a su naturaleza, se caracterizan principalmente por trabajar a sección parcial, sin embargo los cálculos hidráulicos trabajan bajo la suposición lógica de una sección completamente llena, por lo que, para tener un dato más preciso de la realidad de trabajo de los sistemas de alcantarillado sanitario, es necesario establecer la relación hidráulica entre los parámetros hidráulicos en sección llena y sección parcial de forma coercitiva, para ello se hace uso de los valores numéricos establecidos en las tablas de relaciones hidráulicas. (Zapeta, 2008).

Figura 13. Diagrama de flujo para el cálculo hidráulico



Fuente: CONAGUA, diciembre 2009

$$q/Q = \frac{Q_u * vif}{Q}$$

q/Q = Relación hidráulica de caudal a sección parcial y sección llena

Q_u = Caudal unitario

vif = Cantidad de viviendas futuras en tramo

Q = Caudal a sección llena

$$q/Q \leq 0.75$$

$$d/D \leq 0.75$$

$$a/A \leq 0.75$$

$$v/V = 0.2730$$

Volumen de excavación

Según Martínez (2011), para poder instalar el sistema de alcantarillado sanitario se deberá de realizar una excavación de una zanja con el apoyo mecánico de una retroexcavadoras o excavadoras, las cuales deberán de ser accionadas por operadores altamente calificados para el efecto, con el objeto de evitar errores y asimismo evitar reducciones en los rendimientos, para obtener una estimación del volumen a excavar, se deberá de calcular la cantidad de materia a extraer, para ello se deben aplicar ecuaciones que permitan relacionar los anchos de las zanjas, las profundidades de excavación y las longitudes que conforman el terreno.

Según Martínez (2011), para efectuar la excavación es importante reconocer que los suelos en ocasiones poseen cierto grado de dureza, por lo que se dificulta al momento de excavar, esto reduce considerablemente los rendimientos de excavación, por una parte, esto parece resultar negativo puesto a que se reduce el rendimiento de la maquinaria pesada, pero, por otra parte, desde el punto de seguridad estructural, esto

en cierto sentido resulta ser muy benéfico, puesto a que reduce la posibilidad de desplome, derrumbes o colapsos de las paredes que conforman principalmente a los taludes que integran la zanja excavada.

Cuadro 12. Anchos de zanja de excavación

Diámetro en pulgadas	Ancho de zanja		
	Para profundidades hasta 2 m	Para profundidades cuadro de 2 a 4 m	Para profundidades de 4 a 6 m
4	0.50	0.60	0.70
6	0.55	0.65	0.75
8	0.60	0.70	0.80
10	0.70	0.80	0.80
12	0.80	0.80	0.80
15	0.90	0.90	0.90
18	1.00	1.00	1.10
24	1.10	1.10	1.35

Fuente: Martínez, O., marzo 2011

$$v_e = \left(\frac{h_o + h_f}{2} \right) * d * t$$

Donde:

v_e = Volumen de excavación

h_o = Altura inicial del tramo

h_f = Altura final del tramo

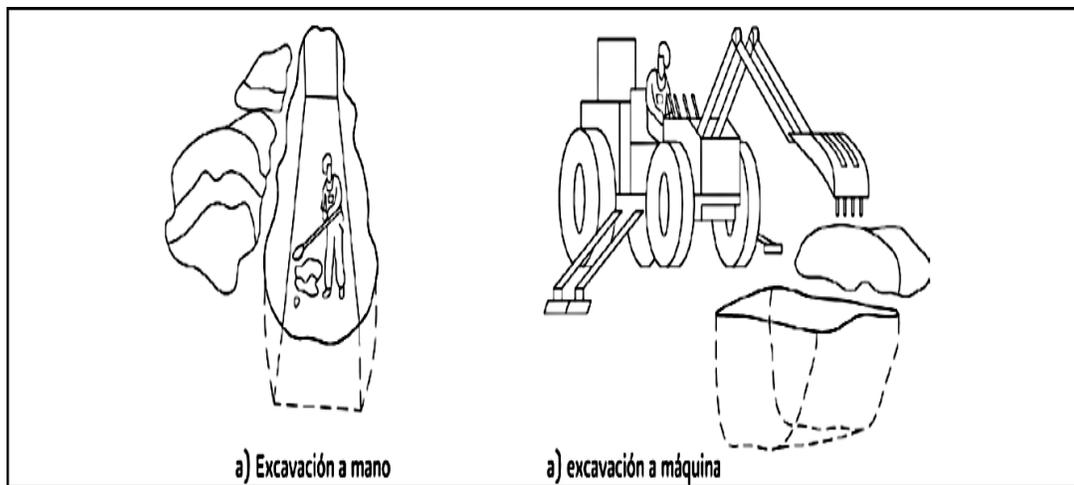
d = Distancia horizontal total del tramo

t = Ancho de la zanja $0.40 + \emptyset$

Maquinaria utilizada en el proceso de excavación

Para efectuar los trabajos de excavación deberán de utilizarse maquinaria pesada para incrementar los rendimientos de excavación, debido a que los volúmenes de corte de zanja por motivos de alcantarillado sanitario suelen ser muy altos por las pendientes y profundidades a las que se encuentran las cotas invert, es por eso que se deberá de analizar qué tipo de maquinaria utilizar para desarrollar con eficiencia los trabajos de corte, relleno y compactación que se requieren en el desarrollo de la implementación del sistema de alcantarillado sanitario, a continuación se desarrolla la lista de maquinaria y equipo a utilizar. (Martínez, 2011).

Figura 14. Procedimiento para excavación de zanja



Fuente: CONAGUA, diciembre 2009

Entre las maquinarias pesadas, maquinaria liviana y equipo requerido en el proceso de zanjeo demandado por parte de los sistemas de alcantarillado sanitario según los planos respectivos, se pueden encontrar excavadoras o retro excavadoras, camiones de volteo cuya capacidad dependerá de los volúmenes de tierra a mover, rodos o dispositivos vibro mecánicos de compactación (sapitos o bailarinas) para compactar los rellenos controlados, cortadoras de concreto, dispositivos o herramientas de

albañilería, recipientes para almacenar agua para desarrollar los procesos de fundición y pulidoras para cortar varillas de acero. (CONAGUA, 2009).

Relleno y compactación

El relleno es el procedimiento que consiste en colocar material en espacios donde se requiera llenar un volumen determinado, el relleno puede ser del mismo material de la zona en donde se requiere el relleno o bien puede ser transportado desde otros lugares, el material de relleno debe de ser homogéneo y con buenas propiedades mecánicas para que se pueda alcanzar un buen relleno y por lo tanto, alcanzar el grado de compactación deseado; en el caso de sistemas de alcantarillado sanitario, en ningún caso se deberá de utilizar ripio como material de relleno, pues este tipo de material no permite alcanzar una compactación óptima. (CONAGUA, 2009).

Según CONAGUA (2009), cualquier relleno que se realice en la instalación de los conductos, accesorios y demás componentes integrantes de un sistema alcantarillado y rellenos en general, deberán de ser sometidos a un proceso mecánico de compactación, en dicho proceso se utilizará dispositivos de vibración mecánica como bailarinas o planchas de compactación comúnmente conocidos en el sector de la construcción como sapitos o maquinaria pesada como rodos, los procesos de compactación deberán de ser rigurosamente supervisados por un Ingeniero Civil, dicha supervisión se la compactación requerida.

Si por alguna circunstancia no se lleva a cabo el proceso de compactación de forma correcta o no se realiza el proceso en mención, los rellenos efectuados en la instalación del sistema de alcantarillado sanitario, se correrá el riesgo de que ocurrirán hundimientos de gran magnitud, pues en el material de relleno al haber carencia de compactación, se formarán espacios vacíos entre partículas del material de relleno, por lo que a través del paso del tiempo, el agua y los esfuerzos producidos por tráfico

vehicular y peatonal cotidiano, este fenómeno físico provocará estragos que afectarán de forma negativa a la población adyacente al proyecto. (CONAGUA, 2009).

Según CONAGUA (2009), el balastro es un material granulométrico que presenta excelentes propiedades mecánicas, son ideales para procesos de relleno, mejoramiento de bases en proyectos de pavimentación o mejoramientos de caminos rurales, calles o carreteras en general, este tipo de material son extraídos de bancos naturales como zonas adyacentes a ríos o cualquier tipo de corriente superficial de agua que se desplace por mecanismos físicos propios de la gravedad, asimismo, también puede ser extraído de forma mecánica de taludes a través de corte directo efectuado por medio de retro excavadoras o excavadoras.

El selecto es un tipo de material granulométrico muy fino, este es utilizado generalmente para la estabilización superficial de rellenos o para el mejoramiento de bases en pavimentos, carreteras o cualquier tipo de sistema peatonal o vial, este tipo de material se aplica por medio de capas no mayores a treinta centímetros debidamente compactadas por sistemas mecánicos de vibro compactación; las capas de selecto se colocan por encima de la capa de balastro. El selecto es un material renovable con mucha abundancia dentro de la naturaleza, por lo que su uso es muy rentable dentro de los procesos de mecánicos de rellenos. (CONAGUA, 2009).

Según CONAGUA (2009), en todo proceso constructivo se genera residuos sólidos producidos por demoliciones de estructura existente, estos pueden ser generalmente residuos de rocas adheridas con otros materiales por medio de procesos físicos de cohesión, asimismo, los residuos más abundantes generalmente son derivados de estructuras de concreto, ya sea concreto simple, armado o ciclópeo, estas residuos son muy rígidos y poseen una geometría irregular, por este motivo es que este tipo de material se considera como inadecuado para procesos mecánicos de relleno, pues no permite la compactación requerida.

Debido a que en los alcantarillados sanitarios se realizan excavaciones a través de zanjeo por medio de retro excavadoras o excavadoras para instalar el sistema de tuberías o conductos y accesorios requeridos por el sistema de alcantarillado sanitario, dichos componentes sanitarios deberán de instalarse a una profundidad en la que no sea afectado por los esfuerzos mecánicos producidos por las cargas originadas por el paso vehicular principalmente, debido a que si no se toman en cuenta estas consideraciones, habría la posibilidad de que el sistema pueda sufrir daños irreversibles. (CONAGUA, 2009)

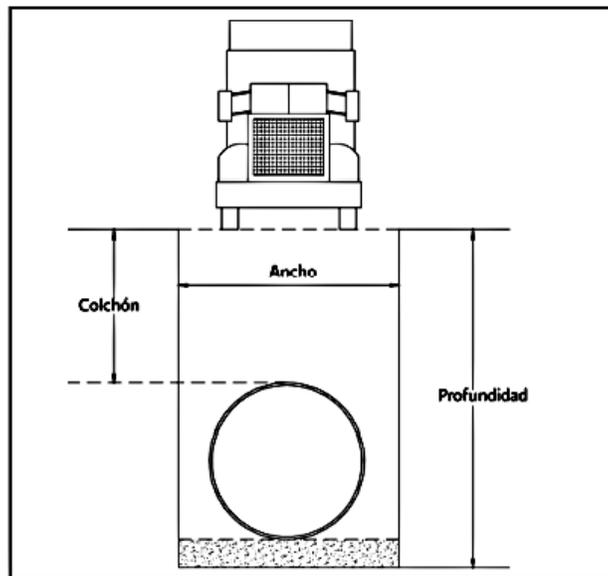
Según Martínez (2011), en casos en donde no se tenga paso de transporte pesado se pueden utilizar profundidades no menores a 0.80 m, y esto en cierta forma es muy viable pues reduce considerablemente los costos de excavación, pues dichos costos generalmente son elevados, por otra parte, en caso de que en la zona donde se tenga la intención primordial de instalar un sistema de alcantarillado sanitario sea una vía que represente un porcentaje muy alto de circulación de transporte pesado, la profundidad de instalación de los artefactos sanitarios no será menor a 1.20 metros para que de esta forma se pueda proteger el sistema de cualquier daño físico.

Expresa CONAGUA (2009), en la parte inferior en donde se apoyará la tubería deberá de instalarse una capa de 0.30 m de material granulométrico fino y homogéneo (selecto), este material deberá de ser compactado correctamente a través de dispositivos de vibración mecánica destinados a la compactación de suelos, dicho procedimiento permitirá proteger al sistema de tuberías o conductos y los accesorios respectivos de que reciban esfuerzos mecánicos que sobre pasen sus límites de deformación, de esta manera se promoverá una instalación eficiente la cual quedará libre de cualquier daño prematuro que podría desarrollarse por carencia de pericia.

Los materiales destinados para desarrollar todas las actividades inmersas dentro de los procesos de relleno y compactación, deberán de ser evaluados por un Ingeniero

Civil para evaluar la calidad del mismo y de sus respectivas propiedades mecánicas, para que de esta manera se desarrollen de forma eficaz y eficiente los procesos. Los materiales de compactación deberán de estar limpios de cualquier material que altere sus propiedades mecánicas, en caso de que dichos materiales contengan ripio y materiales arcillosos en su composición, estos deberán de ser rechazados o desechados de forma inmediata por el Ingeniero. (CONAGUA, 2009)

Figura 15. Características de una zanja

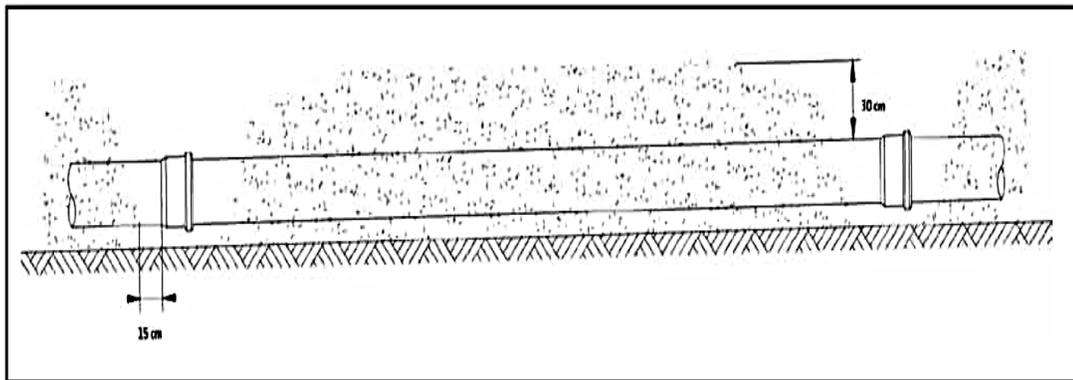


Fuente: CONAGUA, diciembre 2009

Se le denomina ripio al material de desecho constructivo que se ha generado como producto de la demolición de infraestructura existente, por lo tanto este tipo de producto es considerado como un desecho que no puede ser utilizado en rellenos de alcantarillados sanitarios porque puede dañar la tubería o bien no permite alcanzar la compactación deseada, pues por la geometría irregular del ripio, quedan espacios vacíos, lo que permite que no exista una compactación requerida por parte de los proyectos, por lo que dicho material será desechado en lugares donde no se produzcan alteraciones al medio ambiente. (Fuentes, 2006).

Según CONAGUA (2009), después de realizar los procesos propios de la excavación según las profundidades y anchos especificadas en los detalles contenidos en los planos, se procederá a instalar una cama de material granular homogéneo o selecto en el fondo de la zanja excavada, luego se colocará la tubería y sus accesorios respectivos, luego se procederá a rellenar la zanja en capas controladas con un espesor de 0.30 m, las cuales deberán ser compactadas con dispositivos mecánicos de vibración, para que sus efectos sean eficientes, deberá de alcanzar el 90% de su densidad máxima, de acuerdo al método de compactación T99-49 de la AASHTO.

Figura 16. Relleno parcial de tuberías flexibles



Fuente: CONAGUA, diciembre 2009

Materiales de construcción

Define fuentes (2006), los materiales de construcción son todos aquellos materiales que han sido extraídos de forma directa o indirecta de la naturaleza y que por acciones humanas han sido en productos elaborados destinados al desarrollo de las distintas actividades dentro de la construcción, entre los materiales más comunes destacan el cemento, la arena, la grava, el acero y el agua, los materiales descritos anteriormente se usan en conjunto para crear mezclas homogéneas y controladas para desarrollar cada uno de los procesos constructivos que sean requeridos al momento de implementar un proyecto.

Los materiales de construcción son esenciales en la vida de los seres humanos, pues estos son utilizados como productos para el desarrollo de ciertos tipos de infraestructuras que satisfacen las necesidades humanas, por ejemplo, el caso más particular en la actualidad el acceso a un espacio de habitualidad a través de una vivienda digna es una de las necesidades más básicas del ser humano, pues sirven para que las personas puedan resguardarse de las inclemencias de la intemperie y de cualquier peligro o riesgo que pueda sufrir, el ser humano necesita una vivienda y estas son elaboradas a partir de materiales de construcción. (Fuentes, 2006)

Define Fuentes (2006), en las primeras épocas a lo largo de la historia de la humanidad, el hombre primitivo era un ser vivo rodante, sin ningún lugar fijo para vivir, este vivía transportándose de un lugar a otro, generalmente se protegía de las inclemencias del tiempo o de las amenazas de la intemperie en cavernas, conforme el paso del tiempo, el humano comenzó a utilizar los elementos que encontraba en la naturaleza para poder crear herramientas y un techo donde resguardarse de los peligros amenazadores del medio en el cual se situaba, esto dio origen a los primeros pasos de la utilización de elementos como materiales para la satisfacción.

En los orígenes, el ser humano empezó a descubrir ciertos elementos que encontraba en la naturaleza y le empezó a dar un uso específico para satisfacer sus necesidades, desde este momento, es donde surgen los primeros materiales, los cuales facilitaron la vida de las personas en ese momento, por lo que conforme el tiempo avanzaba, esos materiales empezaron a sufrir metamorfosis los cuales fueron constantes a lo largo del tiempo, hasta llegar a la actualidad, donde la tecnología ha trascendido en la industria de los materiales de construcción, para la creación de infraestructuras más modernas. (Fuentes, 2006)

PVC

Define Fuentes (2006), es un material de construcción sintético moderno técnicamente recibe el nombre de poli cloruro de vinilo, sin embargo, dentro de la industria se le conoce comúnmente como PVC, es un material con excelentes propiedades de aislamiento, muy económico, liviano, flexible, de fácil de transporte e instalación, es por eso que es uno de los materiales preferidos en el sector de la construcción. La composición de dicho material consta de cloruro de sodio (sal común) y petróleo o gas natural, dicha combinación son las que permiten proveer propiedades ideales de flexibilidad a los productos fabricados.

El PVC es un material muy utilizado en el sector de la construcción, es elaborado a partir de la combinación de cloruro de sodio y petróleo. “El Poli cloruro de Vinilo, plástico llamado PVC, es una combinación química de carbono, hidrógeno y cloro. Sus materias primas provienen del petróleo (en un 43%) y de la sal común, recurso inagotable (en un 57%)” (Fuentes, 2006).

Según fuentes (2006), debido a la combinación de los componentes que conforman el PVC, lo hacen un material con buenas propiedades de flexibilidad, es un material liviano con respecto a su propio peso, por lo que es fácil de transportar e instalar, por lo que lo hace un material versátil en la industria.

Entre las propiedades que caracterizan a los productos de PVC, son: la ligereza, pues tiene un peso menor comparados con otros materiales, esto facilita su transporte y manipulación en la etapa operativa; alta resistencia al fuego y a la intemperie, es un material con altas propiedades de impermeabilidad y posee bajas propiedades de conductividad, por lo que lo hace un excelente aislante térmico, eléctrico y acústico y; en la parte ambiental es un material altamente contaminante, sin embargo, puede ser reciclado, todo depende de su uso, por lo que se debe ser racional al momento de la utilización de materiales fabricados a partir de PVC. (Fuentes, 2006).

El PVC es un material relativamente económico en el mercado, además posee grandes ventajas con respecto a las propiedades mecánicas que posee, su flexibilidad, alta resistencia para soportar los esfuerzos mecánicos de las presiones generadas por los fluidos, la resistencia a los ácidos terrestres y biológicos, su larga duración en el ambiente, sin embargo, es importante resaltar de que el plástico a pesar de ser un material resistente a la intemperie, en caso de las tuberías, estos no deberán de estar expuestos a la intemperie debido a que se puede cristalizar, por lo que para tal efecto deberá de trabajarse de manera subterránea. (Fuentes, 2006)

Define Fuentes (2006), debido a la economía del PVC como material de construcción, este es utilizado para la fabricación industrial de diversos productos que son frecuentemente muy requeridos por la industria constructiva, entre las aplicaciones más frecuentes del PVC se encuentra la fabricación de tuberías y accesorios tanto para agua potable como para alcantarillados sanitarios, recipientes para almacenamiento de agua, fabricación de puertas y ventanas, persianas, muebles, piezas de vehículos, mangueras, entre otros; además el PVC no solo es versátil en el sector de la construcción, también destaca a nivel general dentro del mercado socio económico.

Cemento

El cemento es un material fabricado por medio de procesos mecánicos de pulverización de materiales pétreos, su presentación es en sacos que contienen el material en polvo, este al mezclarse homogéneamente en proporciones según las especificaciones contenidas en los planos respectivos, con otros materiales como arena, grava con diámetro especificado en planos y agua, producen una pasta plástica muy trabajable, que suele adoptar las formas del encofrado, estas al sufrir el proceso de fraguado adquiere una consistencia pétreo con una resistencia según la dosificación desarrollada. (Fuentes, 2006)

Agregados finos

Define Fuentes (2006), se le conoce como agregado fino a la arena, el cual es un material granulométrico que pasa el tamiz No. 9.5 mm y es retenido en el tamiz No. 200 (75 μ m), se puede obtener por diversas fuentes entre ellas la más común y recomendable la fuente generada por corrientes superficiales agua, comúnmente conocidos como ríos, la arena para ser utilizada en los procesos constructivos deberá de estar libre de impurezas y sustancias que puedan afectar la resistencia mecánica deseada. La arena es un material granulométrico muy utilizado en la fabricación de concretos para el desarrollo de elementos constructivos.

Agregados gruesos

Según Fuentes (2006), el agregado grueso es aquel tipo de material granulométrico que queda retenido en el tamiz No. 4 (4.75 mm), este se obtiene directamente de los ríos, al momento de extraerla de un río, el material tiene sus aristas redondeadas por el desgaste mecánico de fricción provocado por las corrientes agua, sin embargo este tipo de agregado debe de sufrir un proceso de trituración a través de dispositivos mecánicos regulados para tal efecto, con el propósito de que tenga aristas irregulares y filosas, con el objeto de mejorar la adherencia con el resto de materiales que conforman el concreto a través de procesos físicos de cohesión.

Concreto

El concreto es el material de construcción como resultado de la mezcla homogénea o uniforme de cemento, agregados finos, gruesos y agua en proporciones definidas por la dosificación especificada en planos, de acuerdo a la dosificación así será la resistencia del concreto al petrificarse, para alcanzar la resistencia deseada se deberá de verificar de que los materiales que conforman el concreto cumplan con las especificaciones técnicas; el concreto trabaja eficientemente para absorber los esfuerzos de comprensión, su resistencia ideal la alcanza a los 28 días después de su fundición. (Fuentes, 2006)

Según Fuentes (2006), en la industria de la construcción existe distintos tipos de concreto, estos se clasifican de acuerdo a su composición, entre ellos: el concreto armado el cual es el concreto normal combinado con acero, en el cual se mejoran las propiedades mecánicas; el concreto ciclópeo el cual no es más que una masa de concreto combinada con rocas, las rocas deben de ser de un tamaño considerable y con excelente resistencia mecánica, este tipo de concretos se utilizan principalmente para cimentaciones, entre las más comunes los cimientos corridos, muros de contención por gravedad, entre otros.

El concreto después de su fundición necesita de un tiempo determinado para alcanzar la resistencia ideal de diseño, este tiempo varía considerablemente del tipo de cemento a utilizar, con un cemento de uso general en la construcción de 4,060 psi, esta resistencia se alcanza aproximadamente a los 28 días después de su fundición, sin embargo, en caso de la utilización de cemento estructural 5,800 psi en los proyectos, el tiempo aproximado para alcanzar la resistencia ideal de diseño suele ser de 7 días, por lo que se debe de tomar en cuenta estas consideraciones en el desarrollo de los proyectos. (Fuentes, 2006)

Acero

Según Fuentes (2006), el acero es un material metálico con propiedades mecánicas dúctiles que se encuentra compuesto principalmente por una aleación de hierro y carbono, la composición de la mezcla del carbono varía en un porcentaje que va del 0.008 al 2.11%, este porcentaje depende directamente del volumen de masa del cual se encuentra compuesto el material, el acero por lo general trabaja eficientemente para absorber los esfuerzos de flexión. El acero al estar expuesto a las condiciones externas o a la intemperie sufre un proceso de oxidación, por lo que este debe de protegerse para mantener sus propiedades mecánicas en condiciones ideales.

Concreto armado

Como ya se ha mencionado con anterioridad en párrafos descritos en el presente apartado, el concreto trabaja de una mejor manera en la absorción de los esfuerzos mecánicos de compresión, sin embargo, es un material frágil ante los esfuerzos de flexión, por otra parte, el acero es un material metálico con altas propiedades mecánicas para absorber eficientemente los esfuerzos de flexión, por lo que al combinar el concreto con el acero, se crea un material denominado concreto armado, el cual tiene altas propiedades para la absorción de los esfuerzos mecánicos de compresión y flexión. (Fuentes, 2006).

Define Fuentes (2006), es sin lugar a dudas el tipo de hormigón más usado en la actualidad. Para obtenerlos se añaden a la masa o mezcla barras de acero corrugado (aristas en formas de hélices), con diversos diámetros. Estas estructuras metálicas se preparan antes de hacer los encofrados, con el oportuno estudio de las resistencias mecánicas.

El concreto armado debido a sus propiedades mecánicas, es un material de construcción muy utilizado en dicha industria, pues es ideal para la fabricación de diversos elementos estructurales, para su utilización, se deberá de desarrollar estudios estructurales para conocer el comportamiento mecánico de las estructuras de interés, de tal manera de que se pueda desarrollar una proporción y diseño estructural que sea capaz de absorber con mayor eficacia y eficiencia las diferentes deformaciones que se puedan generar en la estructura debido a la interacción de la misma con las cargas externas e internas que actúan en ella. (Fuentes, 2006)

II.2 Aspectos legales

Normas y recomendaciones

Define Zapeta (2008), para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario, este deberá de cumplir con las especificaciones requeridas en las normas vigentes que rigen los sistemas de alcantarillado en el país de Guatemala, entre ellas se encuentra la norma propuesta por el Instituto de Fomento Municipal, conocido por sus siglas como INFOM y la Norma ASTM D-3034, en las cuales se definen los requisitos o condiciones mínimas con las que deberá de cumplir un sistema de alcantarillado sanitario, entre dichas disposiciones las más importantes son el diámetro, velocidades y pendientes.

Norma ASTM D-3034

La norma ASTM D-3034, es el documento que regula las especificaciones que definen las características y propiedades mecánicas de las tuberías fabricadas de material PVC para sistemas de alcantarillados, la norma define parámetros importantes en el diseño hidráulico como resistencia, pruebas, diámetros, espesores de paredes, tipología de las tuberías y accesorios, velocidad, la cual debe de encontrarse entre el rango de 0.40 y 5 m/s, en caso de tener velocidades por debajo de la mínima permitida se tendrán problemas de obstrucción, por otra parte, si se supera los valores de la velocidad máxima permitida, se producirá un deterioro prematuro de la tubería. (Zapeta, 2008)

Norma COGUANOR NTG 19 020:2019

Es la norma guatemalteca que se encuentra basada en la Norma ASTM D-3034, en la cual se especifican los diferentes ensayos y requerimientos mínimos que deben de cumplir las tuberías y accesorios para sistemas de drenaje sanitario fabricados de materiales de poli cloruro de vinilo, conocido comúnmente como PVC, los principales requerimientos se enfocan en la resistencia mecánica de los elementos, los diámetros, la morfología y tipología, diámetros, espesores, entre otros, con el objetivo principal,

de que los elementos puedan funcionar de forma eficiente al momento de entrar en operación los sistemas de alcantarillado. (COGUANOR, 2019)

INFOM

El Instituto Nacional de Fomento Municipal, quien es conocido en el territorio de Guatemala por sus siglas INFOM es una institución guatemalteca que se encarga de proveer recomendaciones de diseño en diferentes tipos de proyectos de ingeniería sanitaria, en este caso, se trata de los sistemas de alcantarillado sanitario, en la cual define los diámetros mínimos de diseño, estos, para PVC, deben de variar entre cuatro y seis pulgadas, además define las velocidades mínimas y máximas, pero por motivos de economía, en Guatemala es aceptada la Norma ASTM D-3034 y la Norma COGUANOR NTG 19 0.20:2019. (Anleu, 2005)

Código Municipal Decreto Número 12-2002

Artículo 68. Competencias del municipio.

De acuerdo con las disposiciones generalizadas contenidas en el Código Municipal regulado por el Congreso de la República de Guatemala, es deber de las municipalidades de velar por el suministro de sistemas de agua potable y sistemas de alcantarillado sanitario a toda la población que se encuentre inmersa de su propia administración, con el objeto de poder satisfacer las necesidades básicas de los habitantes en busca de garantizar la calidad de vida de los mismos y el desarrollo integral de la sociedad, es por eso que se deben de efectuar las gestiones para otorgarle prioridad a los problemas sanitarios. (Congreso de la República, 2002).

Para detectar las necesidades específicas de la población en general, las municipalidades deberán de auxiliarse por medio de autoridades locales como COCODES, los cuales tienen un panorama real de las circunstancias o necesidades puntuales de la población, una vez identificada la necesidad, esta deberá ser trasladada

a las autoridades municipales competentes para desarrollar las propuestas estratégicas que puedan desarrollarse en busca de la satisfacción de las necesidades detectadas, para luego proceder a ejecutarlas, para contribuir a la mejora de la calidad de vida humana. (Congreso de la República, 2002).

Las municipalidades son el ente encargado de ejecutar las propuestas de los proyectos para promover el desarrollo continuo de la sociedad, es por eso que, en el ámbito de la formulación de proyectos, generalmente recibe el nombre de Unidad Ejecutora, dicha entidad además de ejecutar los proyectos de alcantarillado sanitario, deberá de encargarse de velar por brindarle asistencia, monitoreo y mantenimientos preventivos o correctivos, según sea el caso, para ello las municipalidades en los estudios inmersos en la documentación técnica, cuentan con manuales de operación y mantenimiento, para desarrollar dichos procesos con eficiencia. (Congreso de la República, 2002).

Código de Salud Decreto Número 90-97

El Código de Salud es un instrumento que permite regular diversas competencias pertenecientes al sistema de salud y deduce responsabilidades a terceros, especialmente en materia de la eliminación de aguas residuales y excretas. “El código de salud es un instrumento legal que contiene normas ambientales dentro de su estructura y especialmente en la eliminación y disposición de excretas y aguas residuales” (Cruz, 2019).

Según cruz (2019), la eliminación de aguas residuales y manejo de excretas se encuentran reguladas por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social MSPAS a través del Código de Salud, Decreto Número 90-97.

Artículo 92. Dotación de servicios

Las personas que habitan en un determinado espacio geográfico poseen diversas necesidades de diferentes servicios requeridos principalmente por el entorno social,

entre ellos el abastecimiento de agua potable, drenajes sanitarios, infraestructura vial, entre otros, este tipo de servicios deberán de ser atendidos por las municipalidades, quienes deberán de implementar los diversos proyectos que sean requeridos, para satisfacer las necesidades de la población en general, con el propósito principal de garantizar la calidad de vida de las personas y el desarrollo integral de la sociedad en general. (Cruz, 2019).

Expresa cruz (2019), de acuerdo con lo planteado en el Código de Salud, todas las municipalidades, industrias, comercios y cualquier tipo de establecimientos gubernamentales o no gubernamentales, deberán de disponer de un sistema de alcantarillado para conducir las aguas residuales hacia un punto estratégico para proveerle el tratamiento adecuado, con el fin principal de reducir la carga contaminante de las aguas residuales, para luego desfugarlas a la naturaleza, sin que dicho proceso represente una alteración al equilibrio ecológico, asimismo, deberán de efectuar inspecciones periódicas y los debidos mantenimientos a dichos sistemas.

Expresa cruz (2019), las municipalidades después de ejecutar proyectos de infraestructura para poder satisfacer las necesidades de la población a través de la prestación de servicios, ésta deberá de implementar programas o planes de mantenimiento, asimismo, deberá de contar con un manual de operación y mantenimiento para que se le pueda dar seguimiento a los proyectos a lo largo de su vida útil, los mantenimientos deberán de ser tanto correctivos como preventivos, para que los servicios de los proyectos no sean interrumpidos y asimismo garantizar siempre los servicios dirigidos hacia la población objetivo. (Cruz, 2019)

Artículo 96. Construcción de obras de tratamiento

Según Cruz (2019), las plantas de tratamiento son todas aquellas que recolectan todas las aguas servidas de un determinado espacio geográfico, con el propósito fundamental de proveer un tratamiento adecuado de acuerdo a las disposiciones del

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN, Ministerio de Salud y Asistencia Social MSPAS.

Expresa cruz (2019), entre otras, para evitar el desarrollo de focos de contaminación que altere el ecosistema y por ende la calidad de vida humana; es responsabilidad de los usuarios de las cuencas y de las municipalidades de implementar mecanismos o sistemas para tratar las aguas residuales asimismo para no provocar deterioro de los ecosistemas.

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, por sus siglas MSPAS, deberá de brindar asistencia técnica de forma constante durante el proceso de construcción, operación y el desarrollo de las diferentes actividades de mantenimiento tanto preventivo como correctivo en el área sanitaria, para que la implementación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, cumplan con los requerimientos mínimos, con el objeto de evitar deterioro del medio ambiente al momento de efectuar las descargas de las aguas tratadas hacia los diferentes cuerpos de agua contenidos en el medio ambiente. (Congreso de la República, 1997)

Artículo 97. Descargas de aguas residuales

Queda prohibido descargar aguas residuales y cualquier tipo de aguas o sustancias que representen impacto negativo para los sistemas hídricos que se encuentran contenidos en la naturaleza como ríos, mares, océanos y cualquier cuerpo de agua superficial o bien en zonas donde se pueda llegar a contaminar las aguas subterráneas, por lo que para devolver dichas aguas a la naturaleza deberá de proporcionársele un adecuado tratamiento el cual debe de ser avalado por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social MSPAS, la Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA y las autoridades municipales competentes. (Congreso de la República, 1997)

Las plantas de tratamiento de aguas residuales generalmente se encuentran ubicadas en zonas adyacentes a ríos o corrientes superficiales de agua, dicha ubicación deberá de tener una topografía que facilite el transporte del agua tratada con facilidad por medio de la acción de la gravedad, sin embargo, antes de descargar dichas aguas, deberá de cerciorarse de que las aguas tratadas no representen ningún riesgo para el medio ambiente, para dicho efecto las autoridades correspondientes intervendrán en cada proceso con el objeto de verificar de que se cumplan con las disposiciones emitidas por las autoridades competentes. (Congreso de la República, 1997)

Según Congreso de la República (1997), las aguas residuales son aquellas aguas que presentan dentro de su composición química o física cargas altas de sustancias contaminantes debido a la utilización por diversas actividades sanitarias, agropecuarias o cualquier otro tipo de actividad con resultados afines, las principales son el uso doméstico, las actividades comerciales y las actividades industriales, por lo que dichas aguas pueden llegar a presentar sólidos en suspensión, estos a su vez en un determinado momento generarán lodos, los cuales se situarán al fondo de los contenedores que conforman las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Expresa cruz (2019), las aguas residuales deberán ser conducidas desde su generación hacia plantas de tratamiento de aguas residuales a través de sistemas de alcantarillados sanitarios y sus respectivos accesorios, en las cuales se les otorgará un tratamiento específico que cumplan con los requerimientos establecidos por el MSPAS, CONAMA y las autoridades municipales competentes para regular dicho efecto; el objetivo de tratar dichas aguas es reducir las cargas contaminantes presentes en el agua para que estas no representen ningún tipo de daño al medio ambiente al momento de su descarga a la naturaleza.

En caso de no cumplirse con las disposiciones generales o requisitos mínimos contenidos en el Código de Salud Decreto Número 90-97, se levantarán severas

sanciones sobre las municipalidades determinadas y se deducirán responsabilidades a terceros por contaminar los mantos de agua y contaminación al medio ambiente de forma intencionada, por lo que la implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales deberá de ser de carácter obligatorio y las autoridades competentes serán las encargadas de monitorear que se cumplan dichas disposiciones, para evitar las sanciones respectivas que puedan deducirse. (Congreso de la República, 1997)

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, por sus siglas MARN, es la entidad adscrita al Estado de Guatemala, que tiene por objeto velar por la preservación del equilibrio ecológico en el país, para dicho efecto, el MARN, ha desarrollado reglamentos para regular las actividades orientadas al cuidado del medio ambiente, en dichos reglamentos y acuerdos se recitan las sanciones respectivas en el caso de que las disposiciones emitidas sean incumplidas, y como medio de verificación, el MARN hace inspecciones técnicas en lugares y tiempos donde son requeridas las evaluaciones ambientales. (Cruz, 2019).

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Se comprueba la hipótesis “El incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, en los últimos cinco años, por manejo inadecuado de aguas residuales, es debido a inexistencia de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario”, se identificaron las poblaciones a entrevistar, entre ellas: una muestra de 68 habitantes de aldea Valencia; alcalde municipal, director de la DMP y presidente del COCODE.

La variable dependiente o efecto general: “Incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, en los últimos cinco años”, se utilizó el método aleatorio de población finita cualitativa aplicada a la población de la aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error de muestreo, el cual dio como resultado una muestra de 68 habitantes, a los cuales se les practicó una entrevista a través de una boleta de investigación previamente diseñada.

La variable independiente o causa principal: “Inexistencia de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa”, se procedió a desarrollar entrevistas a través de boletas de investigación del tipo censal, las cuales fueron dirigidas al alcalde municipal, director de la DMP de San Luis Jilotepeque y al presidente del COCODE de la aldea Valencia, quienes representan un total de tres entrevistados, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error de muestreo. La información utilizada para la comprobación de la variable dependiente o efecto general, se encuentra contenida del cuadro 10 al cuadro 12 y de la gráfica 1 a la gráfica 3; la información para la comprobación de la variable independiente o causa principal se encuentra contenida del cuadro 13 al cuadro 15 y de la gráfica 4 a la gráfica 6.

Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente (Y) o efecto.

Cuadro 13

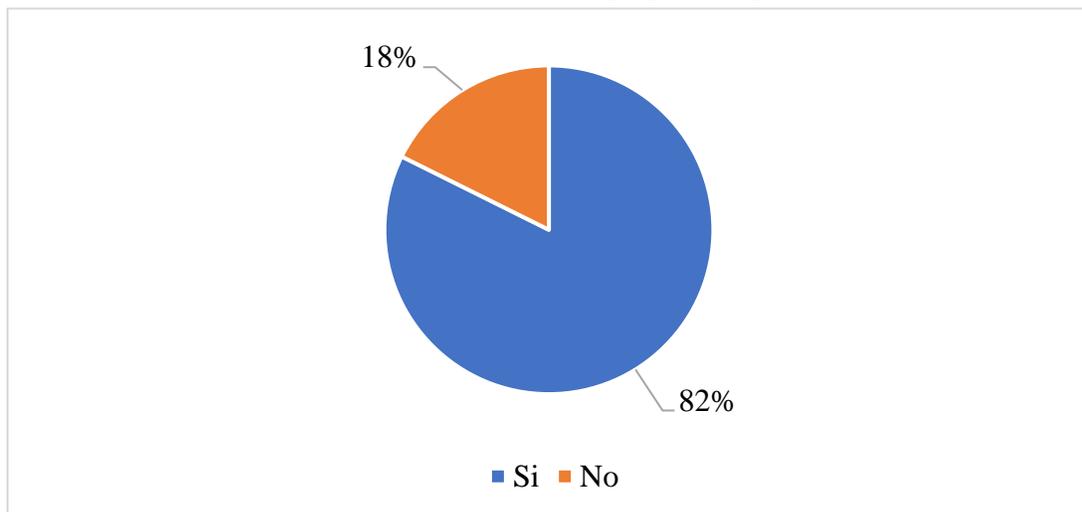
Personas que opinan sobre el incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	54	82
No	14	18
TOTAL	68	100

Fuente: Información proporcionada por habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa. Junio 2022.

Grafica 1

Personas que opinan sobre el incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.



Fuente: Información proporcionada por habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa. Junio 2022.

Análisis: De acuerdo al cuadro y grafica anteriores, la octava décima parte de los encuestados opinan que existe incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa. Lo que se comprueba la variable dependiente o efecto.

Cuadro 14

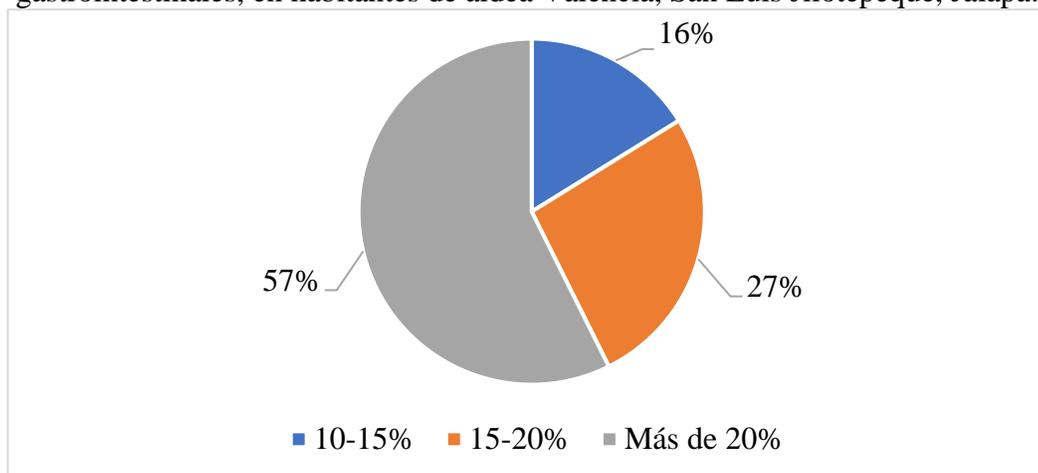
Personas que opinaron sobre el porcentaje de incrementos de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
10-15%	13	16
15-20%	16	27
Más de 20%	39	57
TOTAL	68	100

Fuente: Información proporcionada por habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa. Junio 2022.

Grafica 2

Personas que opinaron sobre el porcentaje de incrementos de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.



Fuente: Información proporcionada por habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa. Junio 2022.

Análisis: De acuerdo al cuadro y grafica anteriores, más de cinco décimas partes de los entrevistados opinaron que si hay incrementos de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa. Lo que se comprueba la variable dependiente o efecto.

Cuadro 15

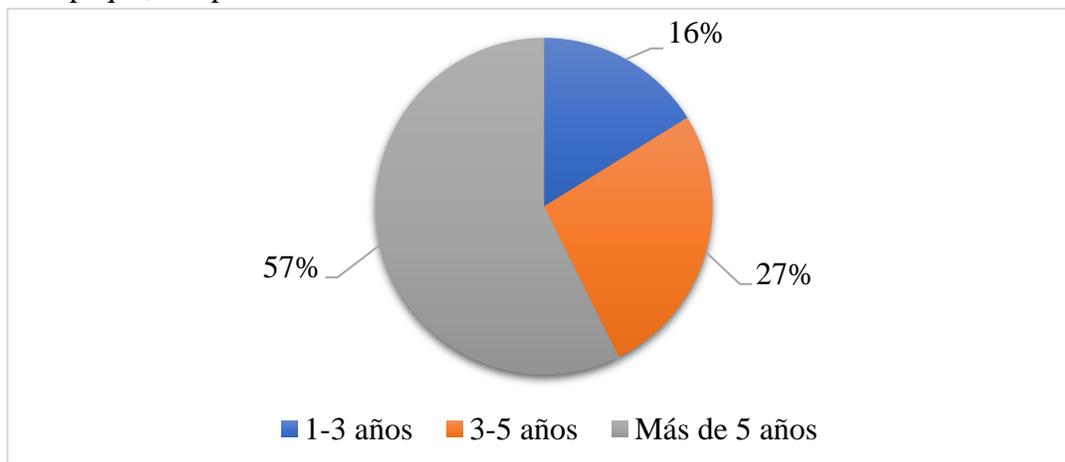
Personas que opinan desde hace cuánto tiempo existe incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
1-3 años	13	16
3-5 años	16	27
Más de 5 años	39	57
TOTAL	68	100

Fuente: Información proporcionada por habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa. Junio 2022.

Gráfica 3

Personas que opinan desde hace cuánto tiempo existe incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.



Fuente: Información proporcionada por habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa. Junio 2022.

Análisis: De acuerdo al cuadro y grafica anteriores, más de cinco décimas opinan que desde hace más de cinco años existe incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa. Lo que se comprueba la variable dependiente o efecto.

Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable (X) o causa principal.

Cuadro 16

Personas que conocen sobre plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	0	0
No	3	100
TOTAL	3	100

Fuente: Información proporcionada por Alcalde Municipal, Director de DMP, de Municipalidad de San Luis Jilotepeque y Presidente del Cocode de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa. Junio de 2022.

Gráfica 4

Personas que conocen sobre plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.



Fuente: Información proporcionada por Alcalde Municipal, Director de DMP, de Municipalidad de San Luis Jilotepeque y Presidente del Cocode de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa. Junio de 2022.

Análisis: De acuerdo al cuadro y grafica anteriores, el alcalde municipal, el director de la DMP y el presidente del COCODE, opinan que no existe plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

Cuadro 17

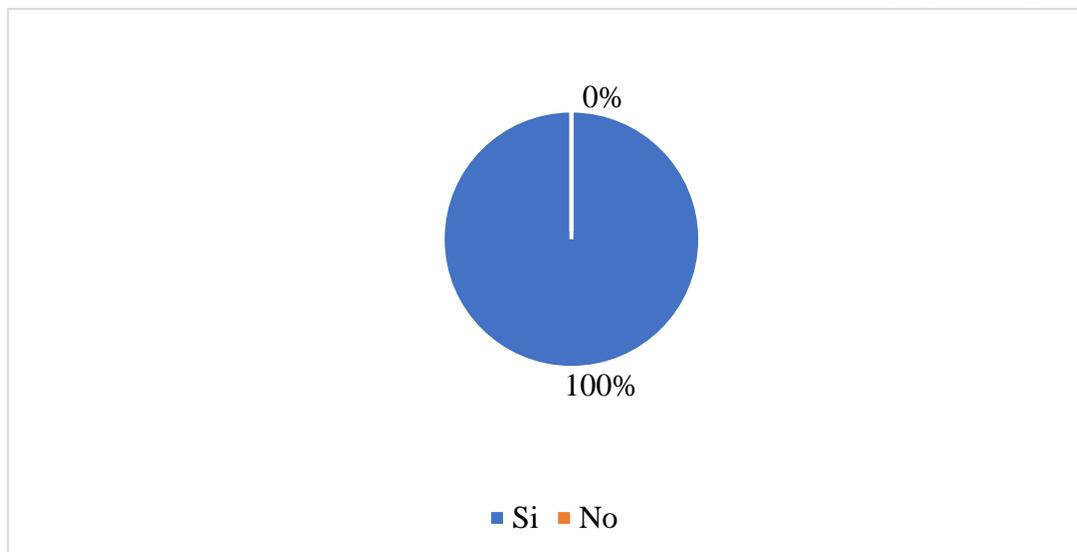
Personas que consideran necesaria la implementación de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	3	100
No	0	0
TOTAL	3	100

Fuente: Información proporcionada por Alcalde Municipal, Director de DMP, de Municipalidad de San Luis Jilotepeque y Presidente del Cocode de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa. Junio de 2022.

Grafica 5

Personas que consideran necesaria la implementación de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.



Fuente: Información proporcionada por Alcalde Municipal, Director de DMP, de Municipalidad de San Luis Jilotepeque y Presidente del Cocode de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa. Junio de 2022.

Análisis: De acuerdo al cuadro y grafica anteriores, El alcalde municipal, el director de la DMP y el COCODE consideran necesaria la implementación de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

Cuadro 18

Personas que apoyan la implementación del plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	3	100
No	0	0
TOTAL	3	100

Fuente: Información proporcionada por Alcalde Municipal, Director de DMP, de Municipalidad de San Luis Jilotepeque y Presidente del Cocode de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa. Junio de 2022.

Gráfica 6

Personas que apoyan la implementación del plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.



Fuente: Información proporcionada por Alcalde Municipal, Director de DMP, de Municipalidad de San Luis Jilotepeque y Presidente del Cocode de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa. Junio de 2022.

Análisis: De acuerdo al cuadro y gráfica anterior, las autoridades competentes están dispuestas apoyar la implementación de plan de construcción del sistema de alcantarillado sanitario en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.1 Conclusiones

1. Se comprueba la hipótesis: “El incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, en los últimos cinco años, por mal manejo de aguas residuales, es debido a inexistencia de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario”.

2. Existe incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

3. Más de 20% los casos clínicos presentados corresponden al aumento de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

4. Desde hace más de cinco años que existe incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

5. No existe plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

6. Es necesaria la implementación de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

7. Existe apoyo para la implementación de plan de construcción del sistema de alcantarillado sanitario en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

IV.2 Recomendaciones

1. Ejecutar la “Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.
2. Minimizar los casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.
3. Reducir el porcentaje de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.
4. Disminuir en los próximos cinco años los casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.
5. Dar a conocer plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.
6. Implementar plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.
7. Apoyar la implementación de plan de construcción del sistema de alcantarillado sanitario en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anleu de Hernández, M. W. (10 de 2005). Documental Informativo sobre los servicios del INFOM y actividades realizadas en la Sede Regional de San Marcos, período 2004 - 2005. (Tesis inédita de Licenciatura). Recuperado el 26 de 03 de 2022, de Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Arquitectura: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/02/02_1452.pdf
2. Arocutipa Lorenzo, J. H. (2013). Evaluación y propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales en Massiapo del distrito de Alto Inambari - Sandia (Tesis inédita de Licenciatura). Recuperado el 12 de 06 de 2022, de Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional del Altiplano - Puno: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4516/Arocutipa_Lorenzo_Juan_Hipolito.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. Barrientos Vásquez, E. (03 de 2018). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la 25 avenida colonia Alta Vista, zona 1 y del sistema de alcantarillado sanitario para la 0 avenida Barrio San Antonio, zona 10, Mixco, Guatemala (Tesis inédita de Licenciatura). Recuperado el 03 de 05 de 2022, de Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala: <https://core.ac.uk/download/pdf/156954705.pdf>
4. Boj Coti, R. V. (01 de 2011). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la cabecera municipal y carretera hacia la aldea Chijou, municipio de Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz (Tesis inédita de Licenciatura). Recuperado el 2022 de 07 de 12, de Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3204_C.pdf

5. Cabrera Riepele, R. A. (05 de 1989). Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2 (Tesis inédita de Licenciatura). Recuperado el 05 de 04 de 2022, de Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería.

6. Chicas Salguero, B. A. (11 de 2011). Diseño del alcantarillado sanitario para la aldea San Lorenzo El Cubo, del municipio de Ciudad Vieja, departamento de Sacatepequez (Tesis inedita de Licenciatura). Recuperado el 21 de 06 de 2022, de Facultad de Ingenieria, Universidad de San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3339_C.pdf

7. COGUANOR. (2019). Norma COGUANOR NTG 19 020:2019. Recuperado el 08 de 07 de 2022, de CONRED: https://conred.gob.gt/normas/NRD3/9_otros_materiales_de_construccion/2.6_NTG_19020_D3034.pdf

8. CONAGUA. (12 de 2009). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario. (S. d. Naturales, Editor) Recuperado el 30 de 08 de 2022, de <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/sgapds-29.pdf>

9. Congreso de la República. (02 de 10 de 1997). Código de Salud Decreto Número 90-97. Recuperado el 08 de 07 de 2022, de http://www.cicad.oas.org/fortalecimiento_institucional/legislations/pdf/gt/decreto_congresional_90-97.pdf

10. Congreso de la República. (9 de 05 de 2002). Código Municipal Decreto Número 12-2002. Recuperado el 08 de 07 de 2022, de Contraloría General de Cuentas: <https://www.contraloria.gob.gt/wp-content/uploads/2018/02/12-CODIGO-MUNICIPAL.pdf>

11. Contreras Linares, J. C. (09 de 2005). Diseño de alcantarillado sanitario en los caseríos, La Comunidad y Labor Vieja, municipio de San Raymundo, departamento de Guatemala (Tesis inédita de Licenciatura). Recuperado el 05 de 04 de 2022, de Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería: http://www.biblioteca.usac.edu.gt/EPS/08/08_0025.pdf

12. Corado Barrera, C. (07 de 2005). Diseño de la red de alcantarillado sanitario, para la colonia el Gozo, de la cabecera municipal de Jalpatagua, departamento de Jutiapa (Tesis inédita de Licenciatura). Recuperado el 20 de 07 de 2022, de Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2598_C.pdf

13. Cruz Torres, H. A. (10 de 2019). Diagnóstico e inventario de plantas de tratamiento de aguas residuales en operación, públicas y privadas del municipio de Villa Canales, Guatemala (Tesis inédita de Licenciatura). Recuperado el 09 de 07 de 2022, de Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/13779/1/H%C3%A9ctor%20Alejandro%20Cruz%20Torres.pdf>

14. Fuentes Huette, C. E. (03 de 2006). Materiales de construcción en Guatemala y su aplicación actual (Tesis inédita de Licenciatura). Recuperado el 08 de 07 de 2022, de Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2606_C.pdf

15. Fuentes Leonardo, A. V. (10 de 2003). Diseño del alcantarillado sanitario para las aldeas Los Bordos y El Arco, municipio de Teculután, Zacapa (Tesis inédita de Licenciatura). Recuperado el 23 de 07 de 2022, de Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2316_C.pdf

16. Galdámez Orantes, D. (08 de 2005). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Sabana Grande y diseño del puesto de salud de la aldea San Miguel del municipio de Chiquimula (Tesis inedita de Licenciatura). Recuperado el 11 de 08 de 2022, de Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2578_C.pdf

17. INFOM & MSPAS. (11 de 2011). Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano. Recuperado el 12 de 04 de 2022, de UDocz: <https://www.udocz.com/apuntes/275200/normasde-diseno-sistemas-rurales-agua>

18. INFOM. (2009). Normas generales para el diseño de alcantarillados. Recuperado el 12 de 04 de 2022, de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/283658403/Normas-Generales-Para-El-Diseno-de-Alcantarillados>

19. Martínez Jordán, O. O. (03 de 2011). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio el centro y sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio la Tejera, municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula (Tesis inédita de Licenciatura). Recuperado el 29 de 03 de 2022, de Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3229_C.pdf

20. Noguera Morales, J. A. (10 de 2010). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea La Majada y diseño del puente vehicular de la aldea Escalon, San Jacinto, Chiquimula (Tesis inedita de licenciatura). Recuperado el 15 de 07 de 2022, de Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3180_C.pdf

21. Pérez Carmona, R. (10 de 2013). Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras. Recuperado el 04 de 09 de 2022, de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Gtw3DgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=alcantarillados+sanitarios&ots=tnfK1Hm9gg&sig=vFGSukF4pyvwMhpkh6dBrp4GPbw#v=onepage&q=alcantarillados%20sanitarios&f=false>

22. Rubio Rivas, L. Z., & Vera Chiriguayo, A. L. (2018). Factores de riesgo ambientales que inciden en las enfermedades gastrointestinales en menores de 5 años, La Poza, cantón Ventanas, provincia de los ríos Abril-Octubre del 2014 (Tesis inédita de Licenciatura). Recuperado el 23 de 05 de 2022, de Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/1512/T-UTB-FCS-ENF-000043.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

23. Vásquez Solórzano, L. F., & Sazo Tovar, H. R. (09 de 2009). Análisis de la situación de las enfermedades transmitidas por alimentos y agua (Tesis inédita de Licenciatura). Recuperado el 12 de 09 de 2022, de Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_8671.pdf

24. Vidaurre Alvarez, P. F. (02 de 2018). Diseño del sistema de drenaje sanitario para la colonia Cerro Corado, barrio La Cruz y diseño del sistema de drenaje sanitario para la colonia Edén Internacional, aldea El Cerrito, municipio de Amatitlán, Guatemala (Tesis inédita de Licenciatura). Recuperado el 22 de 05 de 2022, de Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala: <http://docplayer.es/137411644-Universidad-de-san-carlos-de-guatemala-facultad-de-ingenieria-escuela-de-ingenieria-civil.html>

25. Zapeta Reynoso, E. (09 de 2008). Diseño de alcantarillado sanitario, para la aldea El Chipotón y sistema de abastecimiento de agua potable, para la aldea San José Yalú, municipio de Sumpango, Sacatepequéz (Tesis inédita de Licenciatura). Recuperado el 25 de 03 de 2022, de Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2898_C.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de investigación y proyectos dominó.

F-30-07-2019-01

Modelo de investigación y proyectos: Dominó

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

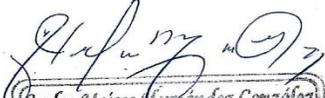
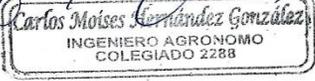


Elaborado por: Melvin Manolo Salguero Montoya Para: Programa de Graduación Universidad Rural de Guatemala Fecha: 01-02-2023

Problema	Propuesta	Evaluación
1) Efecto o variable dependiente Incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, en los últimos cinco años.	4) Objetivo general Reducir la incidencia de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.	15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Indicadores: al quinto año de ejecutada la propuesta, se reduce la incidencia de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, y se soluciona en 80% el efecto identificado.
2) Problema central Manejo inadecuado de aguas residuales en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.	5) Objetivo específico Manejar adecuadamente las aguas residuales en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.	Verificadores Estadística del Centro de Salud. Cooperantes: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y Municipalidad de San Luis Jilotepeque, Jalapa.
3) Causa principal o variable independiente Inexistencia de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.	6) Nombre Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.	16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Indicadores: al quinto año de ejecutada la propuesta, se maneja adecuadamente las aguas residuales en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, y se soluciona en 80% el problema identificado.
7) Hipótesis El incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, en los últimos cinco años, por manejo inadecuado de aguas residuales, es debido a inexistencia de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario.	12) Resultados o productos R1: Creación de la Unidad Ejecutora. R2: Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa. R3: Programa de capacitación a habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.	Verificadores: reportes de la Unidad Ejecutora. Cooperantes: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y Municipalidad de San Luis Jilotepeque, Jalapa.

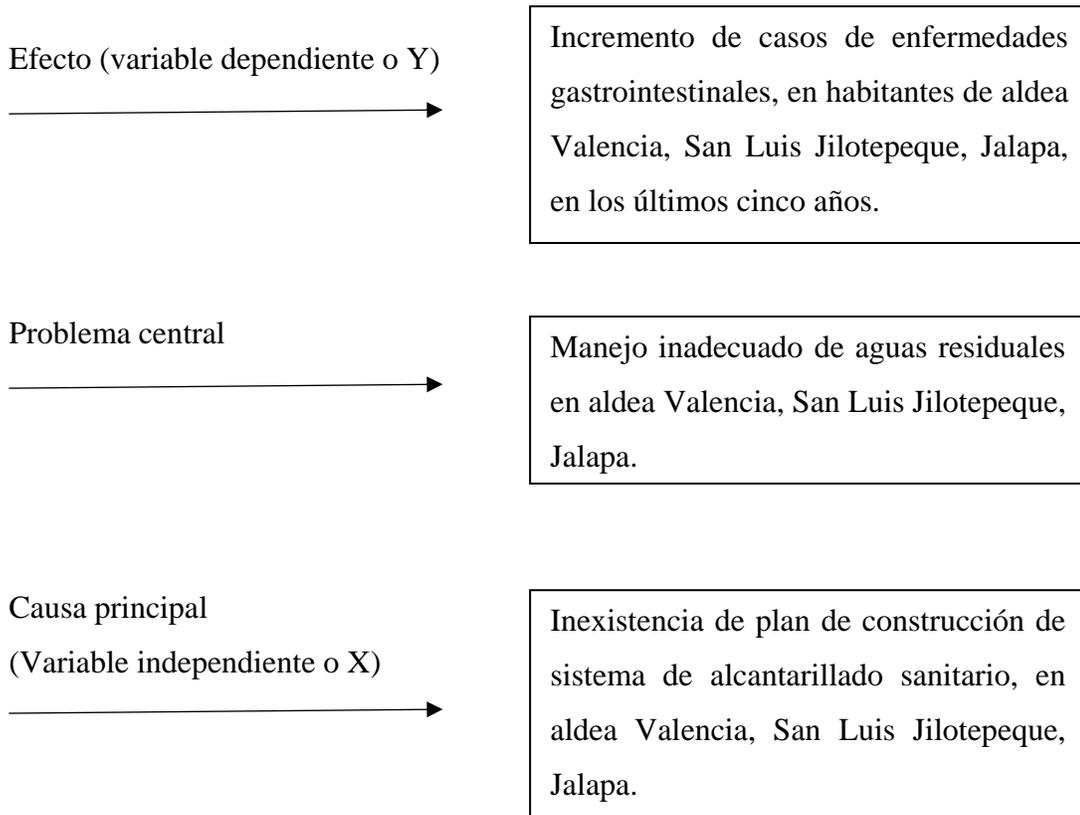
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>a. ¿Conoce usted sobre el incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa? Si ___ No ___</p> <p>b. ¿Cuál es el porcentaje de incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa? 10-15% ___ 15-20% ___ Más de 20% ___</p> <p>c. ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa? 1-3 años ___ 3-5 años ___ Más de 5 años ___</p> <p>Dirigidas a habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.</p> <p>Boletas 68, población muestral, con el 90% de nivel de confianza y 10% de error.</p>	<p>13) Ajustes de costos y tiempo</p> <p style="text-align: center;">N/A</p>
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>a. ¿Conoce usted sobre plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa? Si ___ No ___</p> <p>b. ¿Considera necesaria la implementación de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa? Si ___ No ___</p>	<div data-bbox="1465 1133 1816 1291" data-label="Text">  <p>Carlos Moises Hernández González INGENIERO AGRÓNOMO COLEGIADO 2288</p> </div>

<p>c. ¿Apoyaría usted la implementación de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa? Si__ No__</p> <p>Dirigidas a Alcalde Municipal, director de DMP, de Municipalidad de San Luis Jilotepeque y Presidente del Cocode de aldea Valencia.</p> <p>Boletas 03, población censal.</p>	
<p>10) Temas del Marco Teórico</p> <p>a) Enfermedades gastrointestinales</p> <p>b) Aguas residuales</p> <p>c) Manejo inadecuado de aguas residuales</p> <p>d) Enfermedades gastrointestinales causadas por el manejo inadecuado de aguas residuales</p> <p>e) Sistema de alcantarillado sanitario</p> <p>f) Plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario</p> <p>g) Base legal</p>	<p>14) Anotaciones, aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados: El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1: Creación de la Unidad Ejecutora. A1 An</p> <p>R2: Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa. A1 An</p>
<p>11) Justificación</p> <p>El investigador debe evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas.</p>	<p>R3: Programa de capacitación a habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa. A1 An</p>

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

Tópico: las aguas residuales vertidas a flor de tierra



El incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, en los últimos cinco años, por manejo inadecuado de aguas residuales, es debido a inexistencia de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario.

¿Es la inexistencia de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, por manejo inadecuado de aguas residuales, la causa del incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, en los últimos cinco años?.

Árbol de objetivos

Fin u objetivo general



Reducir la incidencia de enfermedades gastrointestinales, en habitantes aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

Objetivo específico



Manejar adecuadamente las aguas residuales en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

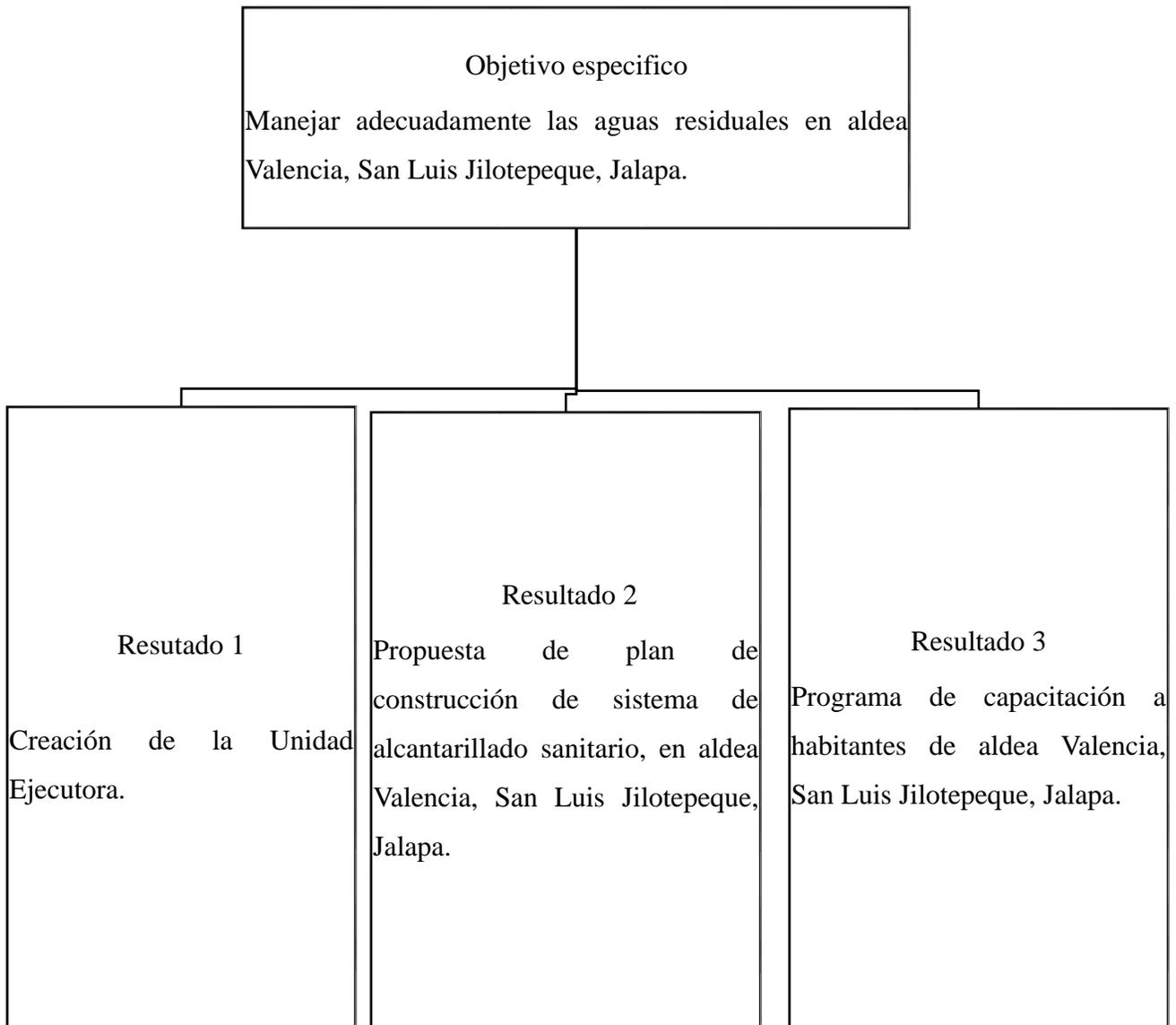
Medio de solución



Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

Título de la tesis: Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

Anexo 3. Diagrama del medio de solución de la problemática



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

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable dependiente

Objetivo: la presente boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: “Incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, en los últimos cinco años”. Esta boleta está dirigida a 68 habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, se trabajó por medio del método de población finita cualitativa con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error.

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

- a) ¿Conoce usted sobre el incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa?
Si _____ No _____
- b) ¿Cuál es el porcentaje de incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa? 10-15%
_____ 15-20% _____ Más de 20% _____
- c) ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa?
1-3 años _____ 3-5 años _____ Más de 5 años _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 5. Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable independiente

Objetivo: la presente boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: “Inexistencia de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa”.

Esta boleta censal está dirigida a alcalde Municipal, director de la DMP de la Municipalidad de San Luis Jilotepeque y presidente del Cocode de aldea Valencia; se trabajó con el 100% del nivel de confianza y 0% de error, debido a que el muestreo fue de carácter censal.

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

a) ¿Conoce usted sobre plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa?

Sí _____ No _____

b) ¿Considera necesaria la implementación de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa?

Sí _____ No _____

c) ¿Apoyaría usted la implementación de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa?

Sí _____ No _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del tamaño de la muestra
 El cálculo de la muestra se realizará con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error de muestreo por el método aleatorio de población finita cualitativa. La población estudiada corresponde a los habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

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

N =	2292	Población total
Z =	1.645	Valor de Z en la tabla
Z ² =	2.706025	
p =	0.5	% de éxito
q =	0.5	
d =	0.10	error de muestreo
d ² =	0.01	
NZ ² pq =	1550.552325	
Nd ² =	22.92	
Z ² pq =	0.67650625	
Nd ² + Z ² pq =	23.59650625	
n =	68	

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

De acuerdo a los resultados obtenidos, se adoptará una población de muestreo de 68 habitantes.

Anexo 7. Cálculo comentado del coeficiente de correlación

Se realiza con la finalidad de determinar la correlación existente entre las variables intervinientes en la problemática descrita en el árbol de problemas y validarlas; así como determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la línea recta.

Las variables intervinientes están en función de “X” la cantidad de tiempo representado por los últimos 5 años (de 2017 a 2021); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual recita literalmente “Incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, en los últimos cinco años”.

Requisito: $+- > 0.80$ y $+- < 1$

Año	X (años)	Y (casos de enfermedades gastrointestinales)	XY	X ²	Y ²
2017	1	56	56.00	1	3136.00
2018	2	104	208.00	4	10816.00
2019	3	108	324.00	9	11664.00
2020	4	156	624.00	16	24336.00
2021	5	164	820.00	25	26896.00
Totales	15	588	2032.00	55	76848.00

n=	5	
$\sum X=$	15	
$\sum XY=$	2032	
$\sum X^2=$	55	$r = \frac{n \sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2 * (n \sum Y^2) - (\sum Y)^2}}$
$\sum Y^2=$	76848.00	
$\sum Y=$	588	
$n \sum XY=$	10160	
$\sum X * \sum Y=$	8820	
Numerador=	1340	
$n \sum X^2=$	275	
$(\sum X)^2=$	225	
$n \sum Y^2=$	384240.00	
$(\sum Y)^2=$	345744.00	
$n \sum X^2 - (\sum X)^2=$	50	
$n \sum Y^2 - (\sum Y)^2=$	38496	
$(n \sum X^2 - (\sum X)^2) * (n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)=$	1924800.00	
Denominador:	1387.37162	
r=	0.96585514	

Análisis: debido a que el coeficiente de correlación $r = 0.96$, este se encuentra dentro del rango establecido, por consiguiente, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, por lo tanto, se procede a la proyección mediante el método de la línea recta.

Anexo 8. Anexo comentado sobre la proyección del comportamiento de la problemática mediante el método de la línea recta.

Año	X (años)	Y (casos de enfermedades gastrointestinales)	XY	X ²	Y ²
2017	1	56	56.00	1	3136.00
2018	2	104	208.00	4	10816.00
2019	3	108	324.00	9	11664.00
2020	4	156	624.00	16	24336.00
2021	5	164	820.00	25	26896.00
Totales	15	588	2032.00	55	76848.00

$$n = 5$$

$$\sum X = 15$$

$$\sum XY = 2032$$

$$\sum X^2 = 55$$

$$\sum Y^2 = 76848.00$$

$$\sum Y = 588$$

$$n \sum XY = 10160$$

$$\sum X * \sum Y = 8820$$

$$\text{Numerador de } b = 1340$$

Denominador de b:

$$n \sum X^2 = 275$$

$$(\sum X)^2 = 225$$

$$n \sum X^2 - (\sum X)^2 = 50$$

$$b = 26.8$$

Numerador de a:

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

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

$$\begin{aligned} \sum Y &= 588 \\ b * \sum X &= 402 \\ \text{Numerador de a:} &= 186 \\ a &= 37.2 \end{aligned}$$

Situación sin proyecto

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2022)	a	+	(b	* X)
Y(2022)	37.2	+	26.8	X
Y(2022)	37.2	+	26.8	6
Y(2022)	198	Casos de enfermedades gastrointestinales		

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2023)	a	+	(b	* X)
Y(2023)	37.2	+	26.8	X
Y(2023)	37.2	+	26.8	7
Y(2023)	225	Casos de enfermedades gastrointestinales		

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2024)	a	+	(b	* X)
Y(2024)	37.2	+	26.8	X
Y(2024)	37.2	+	26.8	8
Y(2024)	252	Casos de enfermedades gastrointestinales		

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2025)	a	+	(b	* X)
Y(2025)	37.2	+	26.8	X
Y(2025)	37.2	+	26.8	9
Y(2025)	278	Casos de enfermedades gastrointestinales		

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2026)	a	+	(b	* X)
Y(2026)	37.2	+	26.8	X
Y(2026)	37.2	+	26.8	10
Y(2026)	305	Casos de enfermedades gastrointestinales		

Situación con proyecto

Año a proyectar	=	Año anterior	Signo de comportamiento	Porcentaje propuesto	
Y (2022)	=	Y(2021)	-	16%	=
Y (2022)	=	164	-	26	138
Y (2022)	=	138	Casos de enfermedades gastrointestinales		

Año a proyectar	=	Año anterior	Signo de comportamiento	Porcentaje propuesto	
Y (2023)	=	Y(2022)	-	16%	=
Y (2023)	=	138	-	22	116
Y (2023)	=	116	Casos de enfermedades gastrointestinales		

Año a proyectar	=	Año anterior	Signo de comportamiento	Porcentaje propuesto	
Y (2024)	=	Y(2023)	-	16%	=
Y (2024)	=	116	-	19	97
Y (2024)	=	97	Casos de enfermedades gastrointestinales		

Año a proyectar	=	Año anterior	Signo de comportamiento	Porcentaje propuesto	
Y (2025)	=	Y(2024)	-	16%	=
Y (2025)	=	97	-	16	82
Y (2025)	=	82	Casos de enfermedades gastrointestinales		

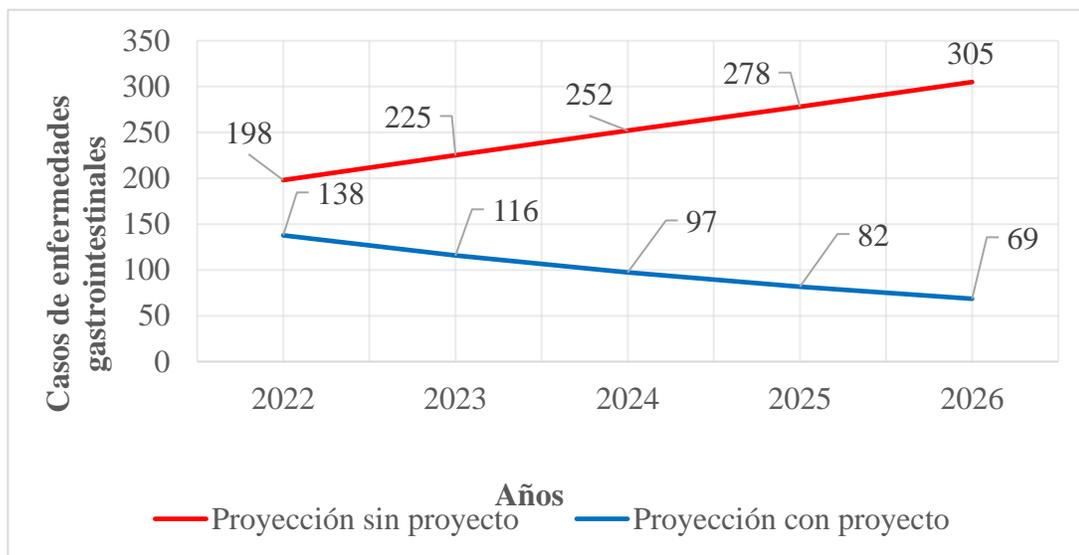
Año a proyectar	=	Año anterior	Signo de comportamiento	Porcentaje propuesto	
Y (2026)	=	Y(2025)	-	16%	=
Y (2026)	=	82	-	13	69
Y (2026)	=	69	Casos de enfermedades gastrointestinales		

Cuadro 19. Comparación sin y con proyecto

Año	Proyección sin proyecto	Proyección con proyecto
2022	198	138
2023	225	116
2024	252	97
2025	278	82
2026	305	69

Fuente: Salguero, M., junio 2022

Gráfica 7. Comportamiento de la problemática sin y con proyecto



Fuente: Salguero, M., junio 2022

Análisis

De acuerdo con los resultados obtenidos se muestra que, sin la implementación del proyecto, los casos de enfermedades gastrointestinales en aldea Valencia San Luis Jilotepeque, sigue con tendencia de incremento por lo que dicha circunstancia repercute una amenaza sanitaria para los habitantes de la aldea en mención, por otra parte, a través de la implementación del sistema de alcantarillado sanitario, los casos de enfermedades gastrointestinales representan una reducción considerablemente.

Melvin Manolo Salguero Montoya

TOMO II

PROPUESTA DE PLAN DE CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO, EN ALDEA VALENCIA, SAN LUIS
JILOTEPEQUE, JALAPA.



Asesor General Metodológico:

Ingeniero Agrónomo Carlos Moises Hernández González

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, marzo de 2023

Informe final de graduación

PROPUESTA DE PLAN DE CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO, EN ALDEA VALENCIA, SAN LUIS
JILOTEPEQUE, JALAPA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Melvin Manolo Salguero Montoya

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, marzo de 2023

Informe final de graduación

PROPUESTA DE PLAN DE CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO, EN ALDEA VALENCIA, SAN LUIS
JILOTEPEQUE, JALAPA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano(a) de la Facultad de ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Días

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, marzo de 2023

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

PRÓLOGO

De acuerdo a lo establecido por Universidad Rural de Guatemala, a través de programa de graduación, se realizó la investigación de carácter científico, con el propósito de estudiar la problemática en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, con respecto al incremento de casos de enfermedades gastrointestinales durante los últimos cinco años debido a la inexistencia de un sistema de alcantarillado sanitario que permita un manejo adecuado de las aguas residuales generadas por los habitantes de la aldea en mención, para proponer como producto final el desarrollo de una propuesta específica para proveer una solución a la problemática descrita.

La presente investigación se encuentra basada en la Metodología de Marco Lógico a través del método deductivo y la comprobación de las variables dependiente e independiente que intervienen en los impactos negativos generados por la problemática, además se auxilió de encuestas, censos y entrevistas, las cuales fueron giradas a la población afectada y a las autoridades competentes.

La propuesta contenida en la presente investigación se encuentra conformada por la creación de la Unidad Ejecutora adscrita a la Municipalidad de San Luis Jilotepeque; un estudio hidráulico en el cual se definen las características de diseño del sistema de alcantarillado sanitario, planos en los cuales se encuentra de forma gráfica cada uno de los detalles de los componentes que integran el proyecto, así como también las especificaciones técnicas que se deben de cumplir en la etapa de ejecución del proyecto y por último; la creación de un programa de capacitación dirigida a los habitantes afectados.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación contiene “Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa” como requisito previo a obtener el título de Ingeniero Civil con énfasis en Construcciones Rurales, en el grado de licenciatura de Universidad Rural de Guatemala, fue efectuado durante los meses de julio a noviembre del año dos mil veinte.

La investigación se desarrolló en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, debido al incremento de casos de enfermedades gastrointestinales durante los últimos cinco años producidas por el inadecuado manejo de las aguas residuales generadas por la misma aldea como consecuencia de inexistencia de un sistema de alcantarillado sanitario; de acuerdo con los colaboradores del Centro de Salud de Jalapa, en el año 2017 se reportó un total de 56 casos, en el año 2021 se tuvo un reporte anual de 164 casos, con un incremento promedio anual del 34.15%, con tendencia de incremento, por lo que se traduce en una alerta sanitaria.

Como parte de la solución de la problemática, se plantea la “Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa”, la cual tendrá como objetivo reducir los casos de enfermedades gastrointestinales a través del adecuado manejo de las aguas residuales por parte del alcantarillado sanitario y su posterior tratamiento, además de la creación de un programa de capacitación dirigida a los habitantes de la aldea afectada.

ÍNDICE GENERAL

No.	Contenido	Página
I.	RESUMEN	1
II.	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN	10
ANEXOS		

I. RESUMEN

A continuación, de conformidad con los requisitos planteados por Universidad Rural de Guatemala a través de Programa de Graduación, se desarrolla el presente resumen, el cual constituye la globalización del presente trabajo de investigación “Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa”, como un medio de solución estratégico para reducir los casos clínicos de enfermedades gastrointestinales que se presentan en la colonia debido a la carencia de un sistema de alcantarillado sanitario para proveer el adecuado manejo de las aguas residuales generadas en la colonia.

Planteamiento del problema

De acuerdo con los colaboradores del Centro de Salud de Jalapa, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, durante los últimos cinco años se ha reportado un incremento sustancial en los casos de enfermedades gastrointestinales, según los registros se tiene que en el año 2017 se presentaron 56 casos y en el año 2021 se reportó un total de 164, esto representa un crecimiento promedio anual equivalente a un 34.14%, además es importante recalcar que el comportamiento de los casos sigue una tendencia de incremento a lo largo del tiempo.

El incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en la aldea Valencia, representa una alerta sanitaria, pues es un fenómeno sanitario que afecta la calidad de vida de los habitantes afectados; el incremento de los casos de enfermedades gastrointestinales se debe al manejo inadecuado de las aguas residuales que se generan en la aldea Valencia, debido a que las aguas residuales contienen altas cargas de concentraciones contaminantes que contaminan los espacios geográficos que conforman la aldea.

El manejo de las aguas residuales en la aldea Valencia se debe principalmente al desinterés por las autoridades municipales y locales en la creación de “Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa”, como un medio de solución para mitigar los impactos negativos generados por el manejo inadecuado de las aguas residuales en la aldea antes mencionada.

Hipótesis

El incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, en los últimos cinco años, por manejo inadecuado de aguas residuales, es debido a inexistencia de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario.

¿Es la inexistencia de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, por manejo inadecuado de aguas residuales, la causa del incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, en los últimos cinco años?.

Objetivos

Objetivo general

Reducir la incidencia de enfermedades gastrointestinales, en habitantes aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

Objetivo específico

Manejar adecuadamente las aguas residuales en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

Justificación

Las aguas residuales contienen altas concentraciones de sustancias contaminantes producto de la utilización en la actividad humana, estas deben de ser conducidas por sistemas de alcantarillados sanitarios hacia Plantas de Tratamiento PTAR, para proveerle un tratamiento adecuado previo a devolverla a la naturaleza, sin que se repercuta ningún riesgo para el ecosistema, en caso de no efectuar el manejo adecuado de las aguas residuales, estas generarán altos focos de contaminación superficial de la corteza terrestre como también de los mantos de agua subterránea también denominados acuíferos.

La contaminación generada por las aguas residuales puede generar malos olores debido a las propiedades químicas de las sustancias contaminantes, además provoca de la presencia de los malos olores, este tipo de aguas inducen a la proliferación de microorganismos altamente nocivos para la salud humana, estos pueden causar daños severos a la calidad de vida de las personas afectadas a través de la generación de casos de enfermedades gastrointestinales, las cuales en cierta forma pueden causar la muerte si no se cuenta con una atención médica inmediata.

De acuerdo con los colaboradores del Centro de Salud de Jalapa, durante los últimos cinco años, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, se presentado un incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, según los reportes se tiene que en el año 2017 se registró un total de 56 casos de enfermedades gastrointestinales, en el año 2021 se contabilizó un total de 164 casos, esto representa un incremento promedio anual equivalente al 34.14%, además los datos estadísticos muestran que los casos tienen tendencia a incremento con respecto al tiempo.

Los casos de enfermedades gastrointestinales reportadas por los colaboradores del Centro de Salud de Jalapa, en aldea Valencia se debe principalmente a que dicha aldea no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario para conducir las aguas residuales

generadas en el lugar hacia una planta de tratamiento para dotarle un adecuado manejo previo a desfugarlas hacia la naturaleza sin que repercuta ningún riesgo para el ecosistema y para el ser humano en general.

La inexistencia del sistema de alcantarillado sanitario en aldea Valencia, se debe principalmente a la carencia de interés por las autoridades municipales y locales, en este caso el COCODE, para dialogar la situación sanitaria del lugar afectado sobre la creación de un medio de solución para mitigar los impactos negativos derivados por la problemática que asecha a los pobladores de la aldea Valencia.

De acuerdo con los análisis efectuados en la presente investigación se tiene que, en caso de no efectuar una intervención estratégica, se desarrollará un repunte en los casos de enfermedades gastrointestinales, según proyecciones, para el año 2026 un total de 305 casos; por otra parte, mediante la implementación de “Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa”, se tendrá un total de 69 casos.

Con la implementación de la propuesta contenida en la presente investigación para el año 2026 se espera un decrecimiento en los casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de la aldea Valencia, por lo tanto, es de vital importancia la pronta implementación de “Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa”, como medio de solución a la problemática estudiada, asimismo se le recomienda a las autoridades competentes, que la implementación de la propuesta sea lo más pronto posible debido a la severidad de las condiciones sanitarias.

Metodología

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

Métodos

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue el método deductivo, este a su vez fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

1.5.1.1 Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales del incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, a este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

Observación directa: esta técnica se utilizó directamente en la aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, a cuyo efecto, se observó directamente la presencia de casos de enfermedades gastrointestinales y la inexistencia de un sistema de alcantarillado sanitario y a su vez el desfogue de las aguas residuales a la intemperie.

Investigación documental: esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para

obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

Modelo de investigación Domino

Es una técnica que se utiliza para resolver la problemática, propuesta y evaluación por medio de este modelo se resume el trabajo de investigación, está conformado por 16 incisos donde se describe el efecto o variable dependiente, problema central, y causa principal de los cuales se deriva el resto de los componentes.

Entrevista: una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a los habitantes de la aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, al alcalde municipal, al director de la DMP y al presidente del COCODE, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Ya poseída una visión más clara sobre la problemática de la aldea Valencia, con la utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación, la hipótesis se encuentra contenida en el anexo 2.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “El incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, en los últimos cinco años, por manejo inadecuado de aguas residuales, es debido a inexistencia de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario”.

El método del marco lógico, permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y específico de la investigación; así como facilitó establecer la denominación del trabajo en cuestión.

Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

Entrevista: previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida después de ser aplicadas.

Determinación de la población a investigar: en atención a este tema, para la variable efecto se determinó la población total en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, la cual fue de 2,292 habitantes, posteriormente se procedió a efectuar el cálculo de la muestra a través del método aleatorio de población finita cualitativa con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error de muestreo; de acuerdo al método descrito se obtuvo una muestra de 69 habitantes; para la variable causa se utilizó el método de censo, puesto a que la población estudio es menor a 35 personas.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método estadístico y el método de análisis, que consistió

en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

Técnicas

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis expuesta anteriormente, variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: la observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo.

Como se puede advertir fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

En el desarrollo de la presente investigación se utilizó la metodología del Modelo Dominó, la cual es una metodología con derechos reservados propios del Doctor Fidel Reyes Lee y Universidad Rural de Guatemala, dicha metodología permite desarrollar todos los componentes de la metodología de marco lógico y las directrices.

Propuesta

Resultado 1. Creación de la Unidad Ejecutora

Actividad 1. Espacio físico

Actividad 2. Material y equipo

Actividad 3. Contratación de personal

Actividad 4. Gestión de financiamiento

Resultado 2. Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa

Actividad No. 1 Visita de campo

Actividad No. 2 Desarrollo de levantamiento topográfico

Actividad No. 3 Definición de periodo de diseño

Actividad No. 4 Determinación de la población de diseño

Actividad No. 5 Desarrollo de estudios propuesta cálculos

Actividad No. 6 Definición de elementos del sistema.

Resultado 3. Programa de capacitación a habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

Actividad No. 1 Taller de buen uso del agua doméstica.

Actividad No. 2 Taller de buen uso de sistema de alcantarillado.

Actividad No. 3 Taller sobre la importancia de las normas sanitarias.

Actividad No. 4 Taller sobre la correcta aplicación de las normas sanitarias.

II. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

En el presente apartado se presentará la conclusión la cual surge a partir de los análisis efectuados de los resultados estadísticos contenidos en los cuadros y gráficas adscritas al presente trabajo de investigación, de las premisas que conforman la conclusión, se desarrollan los argumentos que definen la recomendación, la cual servirá de base para el desarrollo de los resultados tendentes a mitigar los efectos negativos derivados por la problemática de estudio.

Conclusión

Se comprueba la hipótesis: “El incremento de casos de enfermedades gastrointestinales, en habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, en los últimos cinco años, por manejo inadecuado de aguas residuales, es debido a inexistencia de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario”.

Recomendación

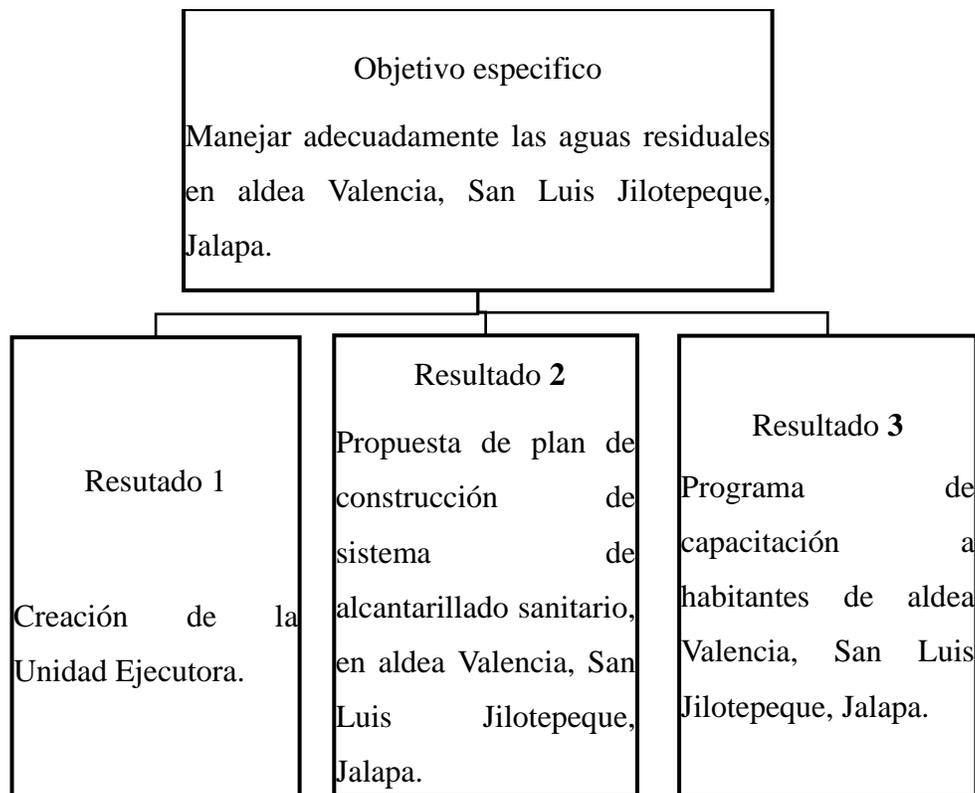
Ejecutar la “Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.

ANEXOS

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática

La presente “Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa”, tiene como objeto principal proveerle un adecuado manejo a las aguas residuales en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa”, por medio de la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario, para contribuir a la reducción de los casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de aldea Valencia; a continuación se presenta el medio de solución de forma gráfica, como una vía estratégica para la mitigación de los efectos negativos producidos por la problemática estudiada.

Diagrama de solución de la problemática



Desarrollo de resultados

Resultado 1. Creación de la Unidad Ejecutora

Actividad 1. Espacio físico: se contará con una oficina de 16 metros cuadrados la cual contará con amueblado de oficina, esta a su vez permitirá organizar todos los recursos con los que funcionará las gestiones administrativas para el desarrollo de propuestas, programación de mantenimiento de los proyectos, planificación y ejecución de los mismos; la oficina se encontrará inmersa dentro de las instalaciones de la municipalidad, y será identificada como Dirección Municipal de Planificación DMP.

Actividad 2. Material y equipo: se contará con mobiliario y equipo, entre los cuales destacan escritorios, sillas ejecutivas, archivos, mesas ejecutivas, artículos de oficina, ordenadores con alto rendimiento con relación al procesador para soportar software pesados especial para diseño, impresoras, plotters para la impresión de planos; se contará con una Estación Total y su respectivo kit para levantamientos topográficos, cinta métrica, odómetros, dispositivos de medición por medio de láser.

Actividad 3. Contratación de personal: se contratará un ingeniero civil y un asistente para poder desarrollar los procesos de planificación, diseño, ejecución y supervisión del proyecto de sistema de alcantarillado sanitario para aldea Valencia y proyectos posteriores de los que estará a cargo la municipalidad de San Luis Jilotepeque, Jalapa.

Actividad 4. Gestión de financiamiento: el proyecto será financiado mediante fondos de la municipalidad de San Luis Jilotepeque, Jalapa a través de la Dirección de Administración Financiera Integrada Municipal, por sus siglas DAFIM, cuyos fondos serán otorgados mediante anticipos programados hacia las empresas constructoras a las que se les adjudique por medio de contratos a través del procedimiento respectivo que conlleva el protocolo de GUATECOMPRAS y la Contraloría General de Cuentas.

Resultado 2. Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa

Descripción del proyecto

Consiste en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, con una longitud de 936.91 m constituido por tuberías y accesorios de PVC, las tuberías deberán de cumplir con la Norma ASTM D-3039, diseñado para servir a 204 viviendas, en un período de 20 años, más un año de gestión y ejecución. La densidad demográfica es de seis habitantes por vivienda; de acuerdo con los datos del INE, el municipio de San Luis Jilotepeque, Jalapa, presenta un 2.2 % de crecimiento poblacional.

Actividad No. 1 Visita de campo

La visita de campo se desarrollará en conjunto con el concejo municipal el director de la Dirección Municipal de Planificación DMP, presidente del COCODE, Ingenieros Civiles para conocer las condiciones del entorno geográfico de aldea Valencia, con el propósito principal de levantar información de campo, la cual será de vital importancia en la definición de los parámetros de diseño que sean requeridos por el sistema de alcantarillado sanitario.

Actividad No. 2 Desarrollo de levantamiento topográfico.

Para desarrollar el levantamiento topográfico se utilizó el siguiente equipo: estación total marca TOPCON ES105, bastones de metal, prismas y cinta métrica; de esta forma se obtuvo los estudios de planimetría y altimetría. (Ver anexo 4. Pág. 1, 2,3).

Actividad No. 3 Definición de periodo de diseño.

Población actual

La población actual que será beneficiaria por la implementación del sistema de alcantarillado sanitario en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa es de 2,292 habitantes.

Periodo de diseño

El periodo de diseño adoptado para el presente proyecto será de 21 años, en este periodo se ha considerado un año de gestión administrativa.

Actividad No. 4 Determinación de la población de diseño

Para el cálculo de la población de diseño se tomará en cuenta el método de incremento geométrico. Para este proyecto se tiene una población actual de 2,292 habitantes, una tasa de crecimiento poblacional establecida por el INE para San Luis Jilotepeque del 2.2% y un periodo de diseño de 21 años con la población futura de 3,620 habitantes.

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

Donde:

P_f = Población futura

P_o = Población inicial

R = Tasa de crecimiento poblacional

n = Periodo de diseño en años

Al sustituir las variables por los datos, se tiene lo siguiente:

$$P_f = 2,292 \text{ hab}(1 + 0.022)^{21 \text{ años}} = 3,620 \text{ hab}$$

Actividad No. 5 Desarrollo de estudios propuesta cálculos.

Caudales:

Caudal domiciliar

Para el presente proyecto debido a que se trata de una zona rural, se tomará en cuenta la dotación de 125 l/hab/día y un factor de retorno de 0.85.

$$Q_{dom} = \frac{dot * hab * f_{ret}}{86400}$$

Donde:

Q_{dom} = Caudal domiciliario

dot = Dotación domiciliario

hab = Población futura

f_{ret} = Factor de retorno

$$Q_{dom} = \frac{125 \text{ l/hab/día} * 3,620 \text{ hab} * 0.85}{86400} = 4.45 \text{ l/s}$$

Caudal comercial

Para el presente proyecto se tiene un total de 13 comercios, debido a que la zona a tratar consta de escasa actividad comercial, se tomará una dotación de 600 l/comercio/día.

$$Q_{com} = \frac{dot * com}{86400}$$

Donde:

Q_{com} = Caudal comercial

dot = Dotación comercial

com = Número de comercios

$$Q_{com} = \frac{600 \text{ l/com/día} * 13 \text{ com}}{86400} = 0.09 \text{ l/s}$$

Caudal por conexiones ilícitas

Debido a que en aldea Valencia no existen drenajes pluviales, se considerará un 40% del caudal doméstico.

$$Q_i = \% * Q_{dom}$$

Donde:

Q_i = Caudal por conexiones ilícitas

% = Porcentaje de infiltración

Q_{dom} = Caudal domiciliar

$$Q_i = 0.40 * 4.45 \text{ l/s} = 1.78 \text{ l/s}$$

Factor de Harmon

El Factor de Harmon representa la probabilidad de que varios usuarios utilicen el sistema de alcantarillado al mismo tiempo, este valor debe de variar entre 1.5 y 4.5.

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{\frac{3,620 \text{ hab}}{1,000}}}{4 + \sqrt{\frac{3,620 \text{ hab}}{1,000}}} = 3.37$$

Factor de caudal medio

De acuerdo con el INFOM el rango del factor de caudal medio debe encontrarse entre el rango de 0.002 y 0.005, en caso de que no se cumpla con este rango, se deberá de utilizar el límite más cercano.

$$F.Q_{med} = \frac{4.45 \text{ l/s} + 0.09 \text{ l/s} + 1.78 \text{ l/s}}{3,620 \text{ hab}} = 0.0017$$

Debido a que el resultado obtenido se encuentra por debajo del rango establecido, se tomará el valor de 0.002.

Caudal de diseño

Es el caudal máximo que puede llegar a circular dentro del sistema de alcantarillado sanitario, este es afectado por el factor de Harmon y el caudal medio.

$$Q_{dis} = F \cdot Q_{med} * F.H.* P_f$$

Donde:

Q_{dis} = Caudal de diseño

$F \cdot Q_{med}$ = Factor de caudal medio

$F.H.$ = Factor de Harmon

P_f = Población futura

$$Q_{dis} = 0.002 * 3.37 * 3,620 \text{ hab} = 24.40 \text{ l/s}$$

Diseño hidráulico

A continuación, se presenta la forma en que se efectuaron los cálculos hidráulicos requeridos por el sistema de alcantarillado sanitario, para ello se analizará el tramo comprendido entre PV-1 y PV-2.

Diámetro mínimo

Las tuberías PVC utilizadas en el presente diseño, deberán de cumplir con los requerimientos de la Norma ASTM D-3034.

Pendiente

De acuerdo con el INFOM, las pendientes en los sistemas de alcantarillado sanitario deben de estar dentro del rango que va desde el 2 al 6%.

$$s = \frac{435.73 \text{ m} - 435.00 \text{ m}}{25.91 \text{ m}} * 100 = 2.82 \%$$

Cotas invert

$$C_{io} = 435.73 \text{ m} - 1.20 \text{ m} = 434.30 \text{ m}$$

$$C_{if} = 435.00 \text{ m} - 1.51 \text{ m} = 433.49 \text{ m}$$

Velocidad a sección llena (Ecuación de Manning)

En consideración de que para el presente proyecto se trabajará con tuberías PVC bajo la Norma ASTM D-3034, se tomará en cuenta las velocidades últimas. Según el INFOM para tubos de PVC el coeficiente de rugosidad de Manning n es 0.009.

$$v = \frac{1}{n} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

v = Velocidad a sección llena

n = Coeficiente de rugosidad de Manning, 0.009 para tubos PVC

R = Radio hidráulico

S = Pendiente

$$v = \frac{1}{0.009} * \left(\frac{0.1524 \text{ m}}{4} \right)^{2/3} * (0.0558)^{1/2} = 2.97 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena (Ecuación de continuidad)

$$Q = (0.0507 \text{ m}^2)(2.97 \text{ m/s}) = 0.1506 \text{ m}^3/\text{s} \approx 150.60 \text{ l/s}$$

Relaciones hidráulicas

En este tramo se encuentran 7 viviendas, el caudal unitario para el presente proyecto es de 0.09 l/s. Se debe de tomar en cuenta que el caudal de diseño debe de ser menor al caudal a sección llena.

$$q/Q = \frac{0.09 \text{ l/s} * 7 \text{ vi}}{150.60 \text{ l/s}} = 0.0042$$

Los valores de las relaciones hidráulicas de tirante, área o sección y velocidad, fueron tomadas de la tabla de relaciones hidráulicas propuesta por el INFOM, dicha selección se encuentra relacionada con el valor de la relación hidráulica de caudal a sección parcial y llena.

$$d/D = 0.0475$$

$$a/A = 0.0173$$

$$v = (2.97 \text{ m/s})(0.2480 \text{ m/s}) = 0.7366 \text{ m/s}$$

De acuerdo con la Norma ASTM D-3034 para tubos de PVC, la velocidad se debe de encontrar entre el rango de 0.60 m/s y 5.00 m/s, por lo que, en este caso, la velocidad cumple con dicho requisito.

Actividad No. 6. Desarrollo de especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas para tuberías

Las tuberías secundarias que permitirán la conexión entre la candela y los colectores deberán de ser de tubería de PVC con un diámetro de 4 pulgadas bajo la Norma ASTM D-3034, las tuberías que conformen los colectores deberán de ser tuberías fabricadas de material PVC de 6 pulgadas de diámetro, las cuales deberán de cumplir con los requerimientos especificados en la Norma ASTM D-3034. (Ver anexo 3. Página 4).

Especificaciones técnicas para pozos de visita

Las especificaciones técnicas para los pozos de visita serán las siguientes: las tapaderas de los pozos de visita deberán identificarse con la nomenclatura del plano de red general; el concreto a utilizar deberá de tener una resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 con una proporción de 1:2:2; el mortero deberá ser de cemento y arena de río con proporción 1:3; el acero a utilizar será de una resistencia de 2810 kg/cm^2 grado 40. (Ver anexo 3. Página 4).

Especificaciones técnicas para conexiones domiciliarias

La tubería para la conexión domiciliar debe ser no menor a 4" PVC. para alcantarillado sanitario según Norma ASTM D-3034; el concreto deberá tener una resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 con una proporción 1:2:2, la arena deberá ser de río, el piedrín deberá de tener un diámetro de $\frac{1}{2}$ " y el agua debe de ser limpia libre de cualquier agente contaminante; la caja de registro será un tubo de concreto de 12" con su respectiva base, brocal y tapadera, el cual deberá de tener una profundidad mínima de 0.90 m y; el acero a utilizar será legítimo grado 40 con una resistencia de 2810 kg/cm^2 . (Ver anexo 3. Página 5).

Resultado 3. Programa de capacitación a habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa

Actividad 1. Taller de buen uso del agua doméstica.

Se efectuará talleres enfocados en el buen uso del agua doméstica dirigidos a pobladores de aldea Valencia, los talleres serán impartidos por técnicos de saneamiento del centro de salud de San Luis Jilotepeque e Ingenieros civiles; los talleres serán desarrollados en espacios públicos y se utilizarán materiales audiovisuales, afiches, carteles entre otros medios para transmitir la información.

Temas a impartir:

Clasificación del agua doméstica.

Propiedades físicas del agua.

Uso eficiente y racional del agua.

Que es el agua doméstica.

Actividad No. 2 Taller de buen uso de sistema de alcantarillado.

Se desarrollará talleres enfocados al buen uso de sistema de alcantarillado dirigidos a pobladores beneficiarios por el sistema de alcantarillado sanitario a implementar en aldea Valencia, será impartido por Ingenieros civiles; los talleres serán desarrollados en espacios públicos y se utilizarán materiales audiovisuales, afiches, carteles entre otros medios para transmitir la información.

Temas a impartir.

Que es un alcantarillado sanitario.

Clasificación de un alcantarillado sanitario.

Partes físicas de un alcantarillado sanitario.

Cuidados y mantenimiento de un alcantarillado sanitario.

Actividad 3. Taller sobre la importancia de las normas sanitarias

Se efectuará talleres enfocados en la importancia de las normas sanitarias en la salud humana dirigidos a pobladores de aldea Valencia, los talleres serán impartidos por

técnicos de saneamiento del centro de salud; los talleres serán desarrollados en espacios públicos y se utilizarán materiales audiovisuales, afiches, carteles entre otros medios para transmitir la información.

Temas a impartir.

Que es una norma sanitaria

La importancia de la norma sanitaria en la población

Las consecuencias de no utilizar una norma sanitaria.

Enfermedades gastrointestinales.

Actividad No. 4 Taller sobre la correcta aplicación de las normas sanitarias

Se desarrollará talleres enfocados en la correcta aplicación de las normas sanitarias, dirigidos a pobladores de aldea Valencia, será impartido por técnicos en saneamiento; los talleres serán desarrollados en espacios públicos y se utilizarán materiales audiovisuales, afiches, carteles entre otros medios para transmitir la información.

Temas a impartir.

Correcta aplicación de las normas sanitarias en la población.

Productos utilizados en la aplicación de normas sanitarias.

Mitigación de focos de contaminación por aguas residuales.

Lavado correcto de manos.

Anexo 2. Matriz de Estructura Lógica

Componentes del proyecto	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
<p>Objetivo general: Reducir la incidencia de enfermedades gastrointestinales, en habitantes aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.</p>	<p>Al quinto año de ejecutada la propuesta, se reduce la incidencia de enfermedades gastrointestinales, en habitantes aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, y a la vez se soluciona en 80% el efecto identificado.</p>	<p>Estadística del Centro de Salud.</p>	<p>Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y Municipalidad de San Luis Jilotepeque, Jalapa, colaboran para mejorar las condiciones de salud de los habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.</p>
<p>Objetivo específico Manejar adecuadamente las aguas residuales en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.</p>	<p>Al quinto año de ejecutada la propuesta, se maneja adecuadamente las aguas residuales en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa, y a la vez se</p>	<p>Reportes de la Unidad Ejecutora.</p>	<p>Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y Municipalidad de San Luis Jilotepeque, Jalapa, proporcionan capacitaciones sobre la</p>

	soluciona en 80% el problema identificado		importancia de la correcta aplicación de las normas sanitarias y sobre el cuidado del sistema de alcantarillado sanitario.
Resultado 1 Creación de la Unidad Ejecutora.			
Resultado 2 Propuesta de plan de construcción de sistema de alcantarillado sanitario, en aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa.			

Resultado 3 Programa de capacitación a habitantes de aldea Valencia, San Luis Jilotepeque, Jalapa			
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

Fuente: Salguero, M., julio 2022

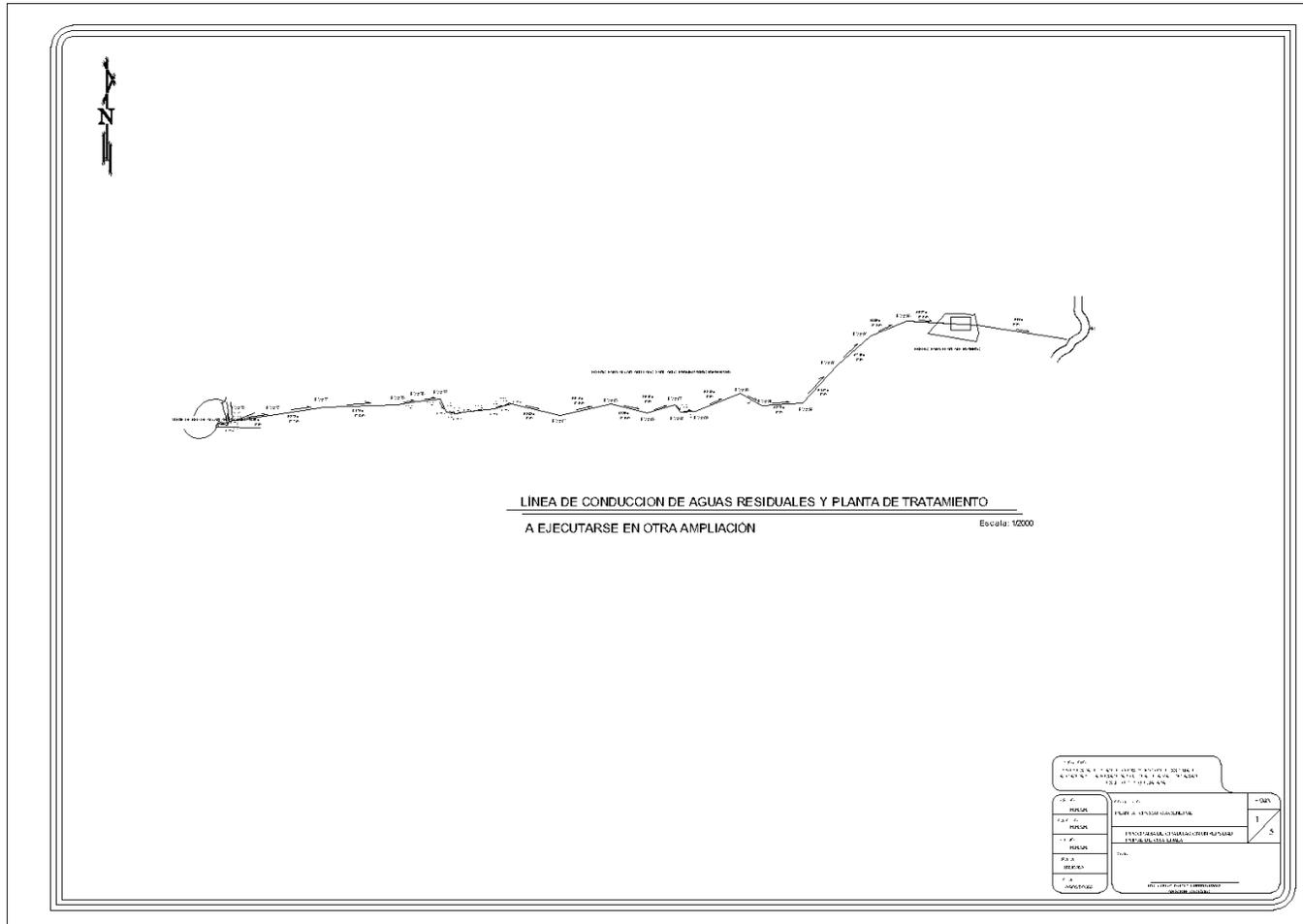
OTROS ANEXOS

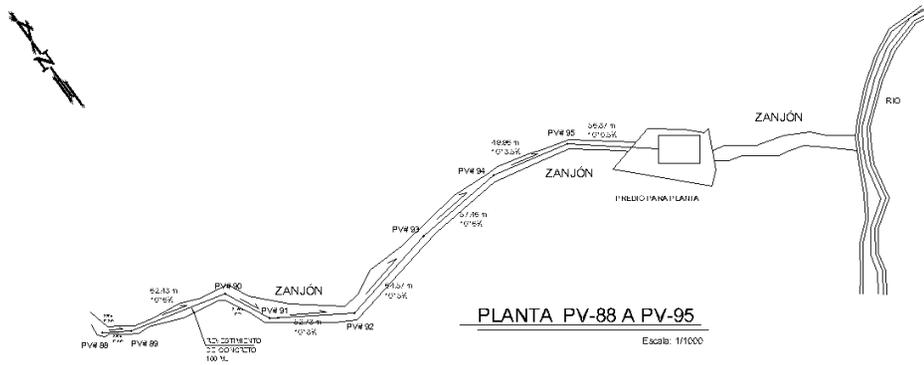
Anexo 3. Resumen hidráulico

TRAMO No.	De P.V.	A P.V.	TERRENO					TUBERÍA					Viviendas futuras	Viviendas futuras acumuladas	Cotas invert		POZOS DE VISITA			Relaciones hidráulicas					Volumen de excavación (m3)		
			COTA	COTA	D.H.	D.H.A.	Pend.	∅	Long.	Cant.	Cant. Acumulada	t			INICIO	FINAL	H TOTAL P.V.	H TOTAL P.V.	∅ P.V. INICIO	V	Q	d/D	a/A	v/V		q/Q	v
			INICIAL	FINAL	(m)	(m)	(%)	(pulg)	(m)	Tubos	Tubo	(m)					INICIAL	FINAL	(pulg)	(m/s)	(l/s)						(m/s)
1	PV73	PV74	452.22	447.64	62.73	62.73	7.30	10	62.73	10.46	10.46	0.60	204	204	450.79	443.33	1.43	4.31	36	4.78	242.14	0.1525	0.0964	0.5220	0.0501	2.49	108.02
2	PV74	PV75	447.64	435.73	94.75	157.48	12.57	10	94.75	15.79	26.25	0.60	204	204	443.33	434.3	4.31	1.43	36	6.27	317.71	0.1350	0.0807	0.4840	0.0382	3.03	163.16
3	PV75	PV76	435.73	435	25.91	183.39	2.82	10	25.91	4.32	30.57	0.60	204	204	434.3	433.49	1.43	1.51	36	2.97	150.42	0.0475	0.0173	0.2480	0.0042	0.74	22.85
4	PV76	PV77	435	432.6	28.76	212.15	8.34	10	28.76	4.79	35.36	0.60	204	204	433.49	431.14	1.51	1.46	36	5.11	258.87	0.1475	0.0913	0.5110	0.0468	2.61	25.63
5	PV77	PV78	432.6	431.19	18.03	230.18	7.82	10	18.03	3.01	38.36	0.60	204	204	431.14	429.76	1.46	1.43	36	4.95	250.60	0.1500	0.0941	0.5170	0.0484	2.56	15.63
6	PV78	PV79	431.19	430.55	13.51	243.69	4.74	10	13.51	2.25	40.62	0.60	204	204	429.76	429.12	1.43	1.43	36	3.85	195.04	0.1700	0.1136	0.5600	0.0622	2.16	11.59
7	PV79	PV80	430.55	430.09	7.15	250.84	6.43	10	7.15	1.19	41.81	0.60	204	204	429.12	428.66	1.43	1.43	36	4.49	227.30	0.1575	0.1010	0.5330	0.0533	2.39	6.13
8	PV80	PV81	430.09	427.48	41.95	292.79	6.22	10	41.95	6.99	48.80	0.60	204	204	428.66	425.89	1.43	1.59	36	4.41	223.52	0.1600	0.1033	0.5380	0.0542	2.37	38.01
9	PV81	PV82	427.48	426.29	13.38	306.17	8.89	10	13.38	2.23	51.03	0.60	204	204	425.89	424.86	1.59	1.43	36	5.27	267.25	0.1450	0.0895	0.5070	0.0454	2.67	12.12
10	PV82	PV83	426.29	425.57	9.74	315.91	7.39	10	9.74	1.62	52.65	0.60	204	204	424.86	424.1	1.43	1.47	36	4.81	243.64	0.1525	0.0964	0.5220	0.0498	2.51	8.47
11	PV83	PV84	425.57	422.45	63.92	379.83	4.88	10	63.92	10.65	63.31	0.60	204	204	424.1	420.87	1.47	1.58	36	3.91	197.98	0.1700	0.1136	0.5600	0.0612	2.19	58.49
12	PV84	PV85	422.45	417.98	66.15	445.98	6.76	10	66.15	11.03	74.33	0.60	204	204	420.87	416.54	1.58	1.44	36	4.60	232.94	0.1550	0.0986	0.5280	0.0520	2.43	59.93
13	PV85	PV86	417.98	414.9	48.36	494.34	6.37	10	48.36	8.06	82.39	0.60	204	204	416.54	413.37	1.44	1.53	36	4.46	226.15	0.1575	0.1010	0.5330	0.0536	2.38	43.09
14	PV86	PV87	414.9	412.66	36.4	530.74	6.15	10	36.4	6.07	88.46	0.60	204	204	413.37	411.16	1.53	1.5	36	4.39	222.30	0.1575	0.1010	0.5330	0.0545	2.34	33.09
15	PV87	PV88	412.66	412.28	12.3	543.04	3.09	10	12.3	2.05	90.51	0.60	204	204	411.16	410.81	1.5	1.47	36	3.11	157.51	0.1800	0.1224	0.5770	0.0770	1.79	10.96
16	PV88	PV89	412.28	411.2	18.3	561.34	5.90	10	18.3	3.05	93.56	0.60	204	204	410.81	409.71	1.47	1.49	36	4.30	217.70	0.1660	0.1033	0.5380	0.0557	2.31	16.25
17	PV89	PV90	411.2	407.36	62.43	623.77	6.15	10	62.43	10.41	103.96	0.60	204	204	409.71	405.92	1.49	1.44	36	4.39	222.25	0.1660	0.0133	0.5380	0.0545	2.36	54.88
18	PV90	PV91	407.36	405.11	31.55	655.32	7.13	10	31.55	5.26	109.22	0.60	204	204	405.92	402.45	1.44	2.66	36	4.72	239.31	0.1525	0.0964	0.5220	0.0507	2.47	38.81
19	PV91	PV92	405.11	399.63	52.73	708.05	10.39	10	52.73	8.79	118.01	0.60	204	204	402.45	398.11	2.66	1.52	36	5.70	288.89	0.1400	0.0851	0.4950	0.0420	2.82	66.12
20	PV92	PV93	399.63	396.28	64.57	772.62	5.19	10	64.57	10.76	128.77	0.60	204	204	398.11	394.85	1.52	1.43	36	4.03	204.11	0.1650	0.1080	0.5480	0.0594	2.21	57.14
21	PV93	PV94	396.28	392.84	57.46	830.08	5.99	10	57.46	9.58	138.35	0.60	204	204	394.85	391.27	1.43	1.57	36	4.33	219.26	0.1575	0.1010	0.5330	0.0553	2.31	51.71
22	PV94	PV95	392.84	390.92	49.96	880.04	3.84	10	49.96	8.33	146.67	0.60	204	204	391.27	389.49	1.57	1.43	36	3.47	175.67	0.1750	0.1175	0.5680	0.0690	1.97	44.96
23	PV95	PTAR	390.92	391	56.87	936.91	0.14	10	56.87	9.48	156.15	0.60	204	204	389.49	391	1.43	0	36	0.66	33.61	0.4200	0.3986	0.9210	0.3607	0.61	24.40

Fuente: Salguero, M., julio 202

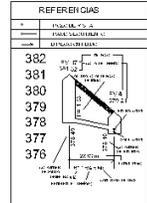
Anexo 4. Planos





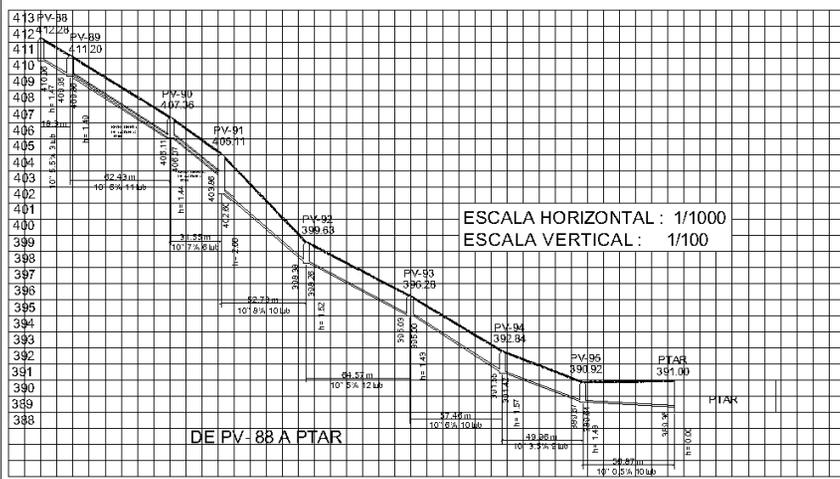
PLANTA PV-88 A PV-95

Escala: 1/1000



REFERENCIAS

○	POZO DE 2.000L
○	TIVNO 225.000METRO
→	DIRECCION DE TUBO
—	CONTO DE TUBO
—	INDICIA AL POZO DE 2.000L
45.00 m	— DIST. 10.000MET.
10° 1.5% 2.TUB	— CANTIDAD DE TUBOS
↑	— PUNTO TUB. 2.000L



PROYECTO	PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS DE GUAYAMA	NO. DE HOJA	1
FECHA	15/05/2014	NO. DE PLAN	3
PROYECTANTE	INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL S.A.S.	NO. DE PLAN	5
PROYECTO	PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS DE GUAYAMA	NO. DE PLAN	5
PROYECTANTE	INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL S.A.S.	NO. DE PLAN	5

