

Hansel Estuardo Archila

PROPUESTA DE DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE RED DE
ALCANTARILLADO SANITARIO EN COLONIA EMPLEADO MUNICIPAL,
MUNICIPIO DE ZACAPA, ZACAPA.



Asesor General Metodológico:

Ingeniero Ambiental Francisco Javier Chacón Durán

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, Marzo 2022.

Informe final de graduación

PROPUESTA DE DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE RED DE
ALCANTARILLADO SANITARIO EN COLONIA EMPLEADO MUNICIPAL,
MUNICIPIO DE ZACAPA, ZACAPA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Hansel Estuardo Archila,

en el acto de investidura a su graduación como Ingeniero civil con énfasis en
Construcciones Rurales en el grado académico de Licenciatura.

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, Marzo 2022.

Informe final de graduación

PROPUESTA DE DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE RED DE
ALCANTARILLADO SANITARIO EN COLONIA EMPLEADO MUNICIPAL,
MUNICIPIO DE ZACAPA, ZACAPA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, Marzo 2022.

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

Prologo

La colonia del Empleado Municipal Zacapa, Zacapa es una colonia constituida por 35 familias que la conforman 110 habitantes actualmente cuyo incremento se ha reflejado durante los últimos 5 años, lo que con lleva a la demanda de servicios básicos en los que sale destacado el servicio de la recolección de aguas residuales, este un problema con mayor incidencia, actualmente su mala disposición se convierte en un vector de proliferación de plagas que afectan directa e indirectamente a todos los habitantes.

De acuerdo a la información obtenida a la problemática, se observó que el inconveniente tiene un efecto negativo, ya que no cuenta con un sistema de drenajes el cual afecta en el área de la misma; por tal razón el documento que constituye la tesis: “Propuesta de diseño y planificación de red de alcantarillado sanitario en la Colonia del Empleado Municipal ubicada en el municipio de Zacapa, Zacapa.”

La justificación técnica de la investigación es un requisito previo a obtener el título de ingeniero civil, en el grado académico de Licenciado, dar cumplimiento a los lineamientos académicos de la Universidad Rural de Guatemala. La propuesta está constituida por 3 resultados, cuya finalidad principal es contribuir en la solución de la problemática identifica.

El propósito de la investigación radica en la solución de la problemática identificada mediante la metodología del Marco Lógico, y el análisis deductivo e inductivo del problema principal.

Presentación.

La investigación contiene la propuesta: Propuesta de diseño y planificación de red de alcantarillado sanitario en la Colonia del Empleado Municipal ubicada en el municipio de Zacapa, Zacapa. producto de la investigación como requisito previo a optar al título de ingeniería civil en el grado de Licenciado, conforme a los lineamientos académicos de la Universidad Rural de Guatemala.

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizó la Estructura del Marco Lógico, a fin de mitigar la problemática. Actualmente en la Colonia del Empleado Municipal de Zacapa, se debe de tomar en consideración que en los últimos 5 años se ha incrementado el número de casos de personas con padecimiento de enfermedades gastrointestinales ligados a la contaminación transmitidos por las plagas domésticas.

Esto es causado por la inexistencia una red de drenaje sanitario que conecte y conduzca las aguas residuales hacia un punto de descarga autorizado por las autoridades competentes acorde al Acuerdo Gubernativo 236-2006 el que conlleva a limitaciones de desarrollo económico y social de los habitantes del área de influencia.

Como medio de solución para la problemática se propone la Propuesta de diseño y planificación de red de alcantarillado sanitario en la Colonia del Empleado Municipal ubicada en el municipio de Zacapa, Zacapa. que cumpla con las necesidades actuales y futuras, ayudar al cumplimiento con normas sanitarias y de construcción.

INDICE

Prólogo

Presentación

I.	INTRODUCCIÓN	1
I.1.	Planteamiento del Problema.	2
I.2.	Hipótesis.	3
I.3.	Objetivos.	3
I.3.1.	Objetivo General.	3
I.3.2.	Objetivo Específicos.....	3
I.4.	Justificación.	3
I.5.	Metodología.....	5
I.5.1.	Métodos	5
1.5.1.1.	Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis.	5
1.5.1.2.	Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis.....	6
1.5.2.	Técnicas.....	7
II.	MARCO TEORICO.....	9
III.	COMPROBACION DE LA HIPOTESIS.....	65
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
IV.1.	Conclusiones	82
IV.2.	Recomendaciones.....	83

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

Índice de cuadros

No	Contenido	Pág.
1	Dotaciones indicadas en las normas de diseño.....	30
2	Dotación para edificaciones comerciales.....	32
3	Profundidad mínima para colectores de tuberías de PVC.....	37
4	Coeficiente de escorrentía.....	39
5	Parámetros a, b y n; estación meteorológica de La Fragua.....	40
6	Profundidad mínima para colectores de tuberías de PVC.....	45
7	Coeficiente de rugosidad.....	48
8	Profundidad mínima de cota invert cm.....	50
9	Áreas de descarga de las aguas residuales de su vivienda.....	66
10	Cuantos integrantes conforman el núcleo familiar.....	67
11	Volumen de agua que consume por vivienda en la Colonia empleado Municipal.....	68
12	Frecuencia de las enfermedades que afectan a la población de la colonia Empleado Municipal.....	69
13	Áreas de descarga de las aguas generadas en la vivienda (sanitario, lavamanos)	70
14	Respuesta con relación a la manera de cómo les perjudica la inexistencia de una red de drenaje sanitario a los habitantes de la colonia.....	71
15	Causa de la inexistencia de una red de drenaje sanitario en la colonia.....	72

16	Respuesta con relación a si limita el desarrollo de la colonia la inexistencia de una red de drenaje.....	73
----	--	----

Índice de cuadros

No	contenido	Pág.
17	Plaga que ha afectado a la población de la colonia en los últimos años.....	74
18	Espacio que se ocupa en las viviendas para la evacuación de aguas residuales.....	75
19	Razones que han limitado la introducido un sistema de drenaje sanitario en la colonia Empleado Municipal.....	76
20	Respuesta con relación a si se tiene planificado introducir un sistema de drenaje.....	77
21	Distancia de la ubicación del proyecto hacia la planta de tratamiento más cercano.....	78
22	Respuesta con relación a si se incumplen con los derechos a los servicios de los centros poblados.....	79
23	Respuesta con relación a si se tiene propuesta del COCODE de la colonia para una introducción de alcantarillado sanitario.....	80
24	Respuesta con relación a si se tienen conocimiento de los problemas de la colonia para la descarga de aguas.....	81
25	Situación sin proyecto.....	114
26	Situación con proyecto.....	114
27	Comportamiento de la incidencia de enfermedades gastrointestinales en la colonia Empleado Municipal.....	116
28	Enfermedades que frecuentan los habitantes de la Colonia Empleado Municipal.....	117
29	Frecuencia con que acuden a servicio de salud los habitantes de la Colonia Empleado Municipal.....	118

Índice de graficas

No	contenido	Pág.
1	Áreas de descarga de las aguas residuales de su vivienda.....	66
2	Cuantos integrantes conforman el núcleo familiar.....	67
3	Volumen de agua que consume por vivienda en la Colonia empleado Municipal.....	68
4	Frecuencia de las enfermedades que afectan a la población de la colonia Empleado Municipal.....	69
5	Áreas de descarga de las aguas generadas en las vivienda (sanitario, lavamanos)	70
6	Respuesta con relación a la manera de cómo les perjudica la inexistencia de una red de drenaje sanitario a los habitantes de la colonia.....	71
7	Causa de la inexistencia de una red de drenaje sanitario en la colonia.....	72
8	Respuesta con relación a si limita el desarrollo de la colonia la inexistencia de una red de drenaje.....	73
9	Plaga que ha afectado a la población de la colonia en los últimos años.....	74
10	Espacio que se ocupa en las viviendas para la evacuación de aguas residuales.....	75
11	Razones que han limitado la introducido un sistema de drenaje sanitario en la colonia Empleado Municipal.....	76

12	Respuesta con relación a si se tiene planificado introducir un sistema de drenaje.....	77
13	Distancia de la ubicación del proyecto hacia la planta de tratamiento más cercano.....	78

Índice de graficas
contenido

		Pág.
No	Respuesta con relación a si se incumplen con los derechos a los servicios de los centros poblados.....	79
14	Respuesta con relación a si se tiene propuesta del COCODE de la colonia para una introducción de alcantarillado sanitario.....	80
15	Respuesta con relación a si se tienen conocimiento de los problemas de la colonia para la descarga de aguas.....	81
16	Comparación de datos de variable dependiente Y (personas que transitan/año) con situación “sin proyecto” y “con proyecto.....	115
17	Comportamiento de la incidencia de enfermedades gastrointestinales en la colonia Empleado Municipal.....	116
18	Enfermedades que frecuentan los habitantes de la Colonia Empleado Municipal.....	117
19	Frecuencia con que acuden a servicio de salud los habitantes de la Colonia Empleado Municipal.....	118
20		

Índice de figura

No	contenido	Pág.
1	Pozo de visita frontal.....	22
2	Pozo de visita vertical.....	22
3	Flujo de tubería de 6 pulgadas.....	22
4	Pozo de Visita detalles.....	27
5	Conexión domiciliar.....	28
6	Profundidad de tubería.....	38
7	Tapadera de drenaje.....	59

I. INTRODUCCIÓN

Guatemala posee un incremento poblacional de 2.07% anual, a lo que conlleva que cada día se expandan los centros poblados y demanden los servicios básicos, para mejorar su calidad de vida y los recursos naturales no se expongan en su deterioro como es evidente en todas las fuentes hídricas del país.

En la Colonia del Empleado Municipal, Zacapa, Zacapa, es una colonia en constante crecimiento poblacional, considerar que esta cuenta con mucha oferta de espacios adecuados para el desarrollo urbanístico, a pesar del incremento de la población esta no cuenta con la estructura adecuada para la recolección de aguas residuales generadas en la misma, lo que obliga a la población a disponerlas en lugares no adecuados como lo es cielo abierto, que estos a su vez se convierten en focos de contaminación y en vectores de proliferación de enfermedades y/o plagas perjudiciales a la salud.

El trabajo de graduación denominado: Propuesta de diseño y planificación de red de alcantarillado sanitario en la Colonia del Empleado Municipal ubicada en el municipio de Zacapa, Zacapa. esto en respuesta a las diferentes circunstancias expuestas en los párrafos anteriores, seleccionados en base a una evaluación y/o estudio y priorización de necesidades de la colonia.

El proyecto nace de la necesidad de la colonia de coleccionar, conducir y descargar las aguas residuales generadas en el área en estudio que actualmente lo constituyen 110 personas los cuales producen un volumen de agua de 16.50 metros cúbicos/día, con una proyección de 25 años de 27.90 metros cúbicos/día que lo producirán 186 habitantes.

El trabajo consta de cuatro capítulos. El capítulo I, contiene el planteamiento del problema, formulación de hipótesis, Objetivos, justificación y la metodología utilizada. El capítulo II se refiere al marco teórico contiene aspectos conceptuales relacionados con el objeto tema de estudio. El capítulo III presenta el análisis de los resultados obtenidos, presentados mediante cuadros y gráficas lo que permitió comprobar la hipótesis planteada. El Capítulo IV desarrolla las conclusiones y recomendaciones relativas al trabajo realizado.

I.1. Planteamiento del Problema.

En los últimos años la población en estudio ha disminuido su calidad de vida, debido a la alta incidencia de enfermedades relacionadas a factores de saneamiento ambiental, esto conlleva a que los más susceptibles a esta problemática son niños y personas de tercera edad.

El problema se agudiza proporcionalmente al crecimiento poblacional pues las aguas residuales son dispuestas a cielo abierto y áreas inadecuadas que además de la emisión de olores fétidos, son vectores de plagas y/o enfermedades que afectan a la población.

Para solucionar a la problemática es necesario poner en marcha un proyecto para el diseño del sistema de evacuación de aguas residuales del área en estudio.

La problemática que actualmente carecen los habitantes por la falta de este elemental servicio. La red a diseñar presenta una longitud de 855.32 metros lineales, para los cuales se propone 35 cajas iniciales y 30 pozos de visita, los cuales se deberán construir de acuerdo a las especificaciones del reglamento de construcción del municipio, tales como las alturas mínimas, cotas invertidas, etc. Con tubería PVC norma ASTM F949 y tendrá un diámetro de 4 y 6 pulgadas. Las pendientes de la tubería se tomaron de acuerdo a las pendientes del terreno, evitar rebasar las velocidades y caudales permitidos.

I.2. Hipótesis.

“Incremento de índice de enfermedades gastrointestinales y en colonia Empleado Municipal, Zacapa, Zacapa en los últimos 5 años es debido a: Inexistencia de sistema de alcantarillado sanitario”.

¿Es la inexistencia de proyecto para el diseño y construcción de red de drenaje sanitario la causa del incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en la Colonia del Empleado Municipal?

I.3. Objetivos.

Para el desarrollo de la investigación se planteó el objetivo general que es el fin que debe perseguir el proyecto en el tiempo y los objetivos específicos, que se verifican al comprobar la hipótesis y la forma de solucionar la problemática encontrada.

I.3.1. Objetivo General.

Reducir el índice de enfermedades gastrointestinales y en colonia Empleado Municipal, Zacapa.

I.3.2. Objetivo Específicos.

Reducir la exposición de aguas residuales de forma inadecuada.

I.4. Justificación.

En la colonia empleado municipal Zacapa, Zacapa no cuenta con un sistema de alcantarillado que permita a los habitantes recolectar las aguas residuales y poder conducirlos a un lugar adecuado donde estas no puedan convertirse en un vector contaminante de todos los componentes biológicos, hídricos, geológicos,

antropológicos que se encuentren en el área de influencia siempre dándole cumplimiento a la normativa ambiental vigente en Guatemala.

Por lo que algunos habitantes actualmente lo desarrollan a flor de tierra algunas poseen fosa séptica artesanal las cuales no dan cumplimiento a ninguna norma sanitaria vigente en el país, la cual pone en riesgo las aguas subterráneas, esto mismo causa la proliferación de plagas y/o enfermedades y la emisión de olores fétidos.

En base a lo expuesto anteriormente es atribución de la municipalidad el desarrollo de la estructura de alcantarillado sanitario que conduzca las aguas residuales a un lugar adecuado para su descarga, según el Código Municipal de la República de Guatemala reza el artículo 68 inciso a del Decreto 12-2002, adicionalmente la ejecución de políticas de desarrollo urbano orientadas al bien colectivo y mejoramiento de la calidad de vida humana, incluir en desarrollo de servicios.

Los gobiernos locales son responsables de su planificación, el mantenimiento el funcionamiento de las redes de distribución de aguas residuales, de los parámetros y lineamientos establecidos en la gaceta, se logró adicionalmente analizar el funcionamiento futuro de sistemas de drenajes sanitarios.

Al construir el sistema de alcantarillado sanitario, se construirá la infraestructura importante e indispensable a los habitantes de la colonia en estudio actual y futuro, para que sus aguas residuales puedan ser colectadas, conducidas y tratadas a un sistema de tratamiento que cumpla con la norma sanitaria y de infraestructura, lograr una disminución de los efectos negativos hacia los habitantes.

I.5. Metodología

Los métodos y técnicas empleadas durante la investigación, se detallan a continuación

I.5.1. Métodos

Se hizo el uso de diferentes tipos de métodos para la formulación de la hipótesis de trabajo y para su comprobación. Para formular la hipótesis se hizo el uso del método deductivo, para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, graficados en los árboles de problema y objetivos, anexados al final de este documento. Para comprobar la hipótesis, se utilizó el método inductivo acuerpado por los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

A continuación, se expone el uso de los métodos de investigación citados:

1.5.1.1. Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis.

a. Método Deductivo

Para la formulación de la hipótesis, fue principalmente la utilización del método deductivo, que parte de lo general a lo específico, donde inicialmente se identificó la problemática existente en la Colonia del Empleado municipal de Zacapa, seguidamente se dedujo la causa inmediata de dicho problema.

b. Método Analítico

Con el método analítico se pudo observar las causas, la naturaleza y los efectos, que se utilizan como unidad de análisis la observación para conocer la naturaleza del fenómeno y objeto de estudio y poder comprender su esencia.

Este método permitió conocer más del objeto en estudio, con lo cual se pudo explicar, hacer analogías y comprender mejor la problemática.

c. Método Marco Lógico.

Con una visión más amplia sobre la problemática, se procedió a la formulación de la Hipótesis se utiliza para ello 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. El marco lógico permitió también encontrar el objetivo general y el específico de la investigación, además facilito establecer la denominación del trabajo.

1.5.1.2. Métodos utilizados para la comprobación de la hipótesis.

Con el método inductivo se comprobó la hipótesis y se obtuvieron los resultados específicos del problema en estudio, cuyos resultados fueron analizados para establecer las conclusiones.

a. Método Inductivo

La utilización del método inductivo permitió obtener los resultados de la investigación y las conclusiones, utiliza la observación directa de los fenómenos estudiados y el análisis a nivel general y específico.

b. Método Sintético

A través del método sintético se recabaron las partes del estudio para la construcción y síntesis del análisis del resultado, se aborda el objeto de investigación a partir de los hechos y poder elaborar las conclusiones y recomendación.

c. Método Estadístico.

Este método permitió la obtención, presentación, representación, simplificación, análisis, interpretación y proyección de las características, variables y valores numéricos de la investigación para una mejor comprensión de la realidad y

optimización en la toma de decisiones.

1.5.2. Técnicas

1.5.2.1 Técnicas Utilizadas para la formulación de la hipótesis.

Las técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis se detallan a continuación.

a. Lluvia de ideas

Esta Técnica sirvió para identificar y priorizar los temas y la problemática sobre el aumento de enfermedades gastro intestinales en la colonia empleado municipal Zacapa, Zacapa.

b. Observación Directa

Se realizó una visita de campo para determinar el grado de contaminación a la falta del sistema de drenajes, presencia de residuos sólidos y líquidos, y principales focos de contaminación, se tiene de esta manera una aproximación a la problemática existente en la colonia empleado municipal Zacapa, Zacapa.

c. Investigación documental

La utilización de esta técnica consistió en la recopilar documentos, fuentes secundarias para reunir, seleccionar y analizar datos e informaciones sobre el aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en la colonia empleado municipal Zacapa, Zacapa.

1.5.2.2 Técnicas utilizadas para la comprobación de la hipótesis.

a. Encuesta

La realización del censo sirvió para la recopilación de información de fuentes primarias, se utilizó la totalidad de la población para validar la hipótesis planteada y de esta manera los resultados pueden ser proyectados con seguridad.

Previo a desarrollar en censo, se procedió a la formulación de las boletas de investigación con un propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada.

Las boletas previo a ser aplicadas a la 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. La intención del censo era obtener la cantidad cuantificable de la población y obtener un porcentaje más alto de certeza en los resultados.

II. MARCO TEORICO.

Generalidades.

Desde el momento en que aparecieron las primeras poblaciones estables, la eliminación de los residuos ha constituido un problema primordial para las sociedades humanas, ya que surgió la necesidad de deshacerse tanto de las excretas como de los restos de alimentación. Durante las últimas décadas de este siglo, el mundo ha venido observar con inquietud, analizar y tratar de resolver una serie de problemas relacionados con la disposición de los residuos líquidos procedentes del uso doméstico, agrícola e industrial. (Espigares & Pérez, 1985).

Las masas receptoras, es decir, ríos y corrientes subterráneas, lagos, estuarios y el mar, en la mayoría de las ocasiones, especialmente en las zonas más densamente pobladas y desarrolladas, han sido incapaces, por sí mismas, para absorber y neutralizar la carga polucional que tales residuos imponen. De esta forma, han venido de perder sus condiciones naturales de apariencia física y su capacidad para sustentar una vida acuática adecuada, que responde al equilibrio ecológico que de ellas se espera para preservar nuestras masas hídricas.

Como consecuencia de esto, en numerosas ocasiones pierden aquellas condiciones mínimas que les son exigidas para su racional y adecuado aprovechamiento como fuentes de abastecimiento de agua, como vías de transporte o aún como fuentes de energía. (Espigares & Pérez, 1985).

Los problemas causados no son sólo de índole física o estética, sino que trascienden al campo de la sanidad, ya que las comunidades humanas necesitan recurrir a diversos recursos de agua superficiales para su abastecimiento de agua de bebida, y si éstos están contaminados con los productos de desecho humanos o industriales, pueden dar lugar a problemas epidemiológicos graves. (Espigares & Pérez, 1985)

Es evidente que la polución está disminuir la calidad del agua en muchas partes del mundo. Con este progresivo deterioro, el uso de técnicas y modelos para predecir la conducta de los organismos indicadores de la calidad del agua, ha llegado a ser cada vez más importante. (Espigares & Pérez, 1985).

En la mayoría de las naciones, los programas de control de la contaminación, se han iniciado restringir las descargas, establecer limitaciones para determinados compuestos químicos y parámetros, y se han identificado algunos productos químicos tóxicos en las aguas residuales, para los que se han fijado límites de vertido. (Espigares & Pérez, 1985).

A pesar del éxito conseguido en el control de la contaminación del agua en los países más industrializados, muchos efluentes continúan sin deteriorar los sistemas acuáticos e interferir en los usos potenciales del agua. Los vertidos de aguas residuales pueden contener desde algunos centenares a varios miles de productos diferentes, muchos de ellos subproductos que ni siquiera han podido ser identificados. (Espigares & Pérez, 1985).

Es por esto que las aguas residuales, antes de ser vertidas en las masas receptoras, deben recibir un tratamiento adecuado según su composición, capaz de modificar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas, hasta evitar que se provoquen los problemas enunciados de polución y de contaminación de las aguas receptoras. (Espigares & Pérez, 1985).

La eliminación de las aguas residuales no es el único problema a considerar, ya que, al ser el agua un bien escaso, que cada día se necesita en mayores cantidades, es cada vez más imprescindible la reutilización de los recursos hídricos disponibles para poder satisfacer las necesidades humanas. (Espigares & Pérez, 1985)

Tipos de aguas residuales.

Concepto.

Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que, por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos.

Dentro de este concepto se incluyen aguas con diversos orígenes: - Aguas residuales domésticas o aguas negras: proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas. Aguas blancas: pueden ser de procedencia atmosférica (lluvia, nieve o hielo) o del riego y limpieza de calles, parques y lugares públicos. En aquellos lugares en que las precipitaciones atmosféricas son muy abundantes, éstas pueden de evacuarse por separado para que no saturen los sistemas de depuración. - Aguas residuales industriales: proceden de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su composición es muy variable, depender de las diferentes actividades industriales. - Aguas residuales agrícolas: procedentes de las labores agrícolas en las zonas rurales. Estas aguas suelen participar, en cuanto a su origen, de las aguas urbanas que se utilizan, en numerosos lugares, para riego agrícola con o sin un tratamiento previo. (Espigares & Pérez, 1985).

Importancia ecológica y sanitaria.

Las aguas residuales, debido a la gran cantidad de sustancias (algunas de ellas tóxicas) y microorganismos que portan, pueden ser causa y vehículo de contaminación, en aquellos lugares donde son evacuadas sin un tratamiento previo. Se puede definir la polución del agua como una modificación, generalmente provocada por el hombre, de la calidad del agua, haciéndola impropia y peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca, las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural. (Espigares & Pérez, 1985)

Según esta definición, la polución sería una consecuencia ineludible del desarrollo y la civilización. Esto es explicable, ya que conforme aumenta el desarrollo de las poblaciones, se incrementa a su vez la diversidad de los agentes contaminantes procedentes de actividades agrícolas, industriales y urbanas, que el hombre no se preocupa de destruir o reciclar, o no lo hace en la magnitud suficiente. De esta forma, se determina lo azolvado del poder auto depurador del medio natural. (Espigares & Pérez, 1985)

Algunas de estas sustancias tienen un comportamiento desconocido en los organismos vivos. En otros casos, es evidente que la contaminación ambiental por diversas sustancias, que quizás no estén en alta concentración en el medio, pero a las que el hombre está expuesto durante largos períodos de tiempo, es importante en varias enfermedades crónicas, incluido el cáncer. (Espigares & Pérez, 1985)

A continuación, se relacionan los principales inconvenientes de las aguas residuales.

Malos olores y sabores.

Son consecuencia de la diversidad de sustancias que portan, y sobre todo, de los productos de la descomposición de éstas, especialmente en aquellos procesos, sobre todo anaerobios, en los que se descompone materia orgánica, con desprendimiento de

gases. A esto hay que añadir las causas naturales de olores y sabores: la proliferación de microorganismos, los procesos de descomposición, la presencia de vegetación acuática, mohos, hongos, etc., y la reducción de sulfatos a sulfuros, en condiciones anóxicas (Espigares & Pérez, 1985)

Acción tóxica.

Es el efecto y la repercusión que tienen algunos residuos sobre la flora y fauna natural de las masas hídricas receptoras y sobre los consumidores que utilicen esas aguas, o que se vean afectados por la acumulación de estas sustancias tóxicas en la cadena alimentaria. A este respecto, es importante tener en cuenta que en numerosas ocasiones las aguas residuales se utilizan, sin un tratamiento previo, para el riego de cosechas de verduras y hortalizas, con el enorme riesgo que esto supone, ya que el hombre puede consumirlas crudas, pasar a él directamente la contaminación por tóxicos o microorganismos. (Espigares & Pérez, 1985)

En otras ocasiones, no son directamente los residuos los que provocan la desaparición de los organismos del agua, sino que para la descomposición de las sustancias contaminantes son necesarias grandes cantidades de oxígeno, llegar a agotarse y crear condiciones anóxicas que impiden la vida acuática. (Espigares & Pérez, 1985)

Por estas razones, se están realizando diversos estudios sobre la toxicidad de algunos compuestos sobre organismos y microorganismos acuáticos, y sobre los niveles de resistencia y adaptación de éstos a algunas sustancias y elementos presentes en el agua. Estos organismos se pueden utilizar como bioindicadores de la calidad de las aguas, ya que su presencia o ausencia nos indica el nivel de contaminación, siempre tomar en cuenta el medio de referencia, ya que la presencia de un mismo organismo en distintos medios puede indicar distintos grados de polución, según el medio del que se trate, y la simple comparación puede llevar a una subestimación del grado de contaminación. (Espigares & Pérez, 1985)

Los efectos tóxicos pueden ser: Letales: causan muerte por envenenamiento directo. Sub letales: por debajo de los niveles que causan la muerte, pero que pueden afectar al crecimiento, reproducción o actividad de los organismos. Agudos: causan un efecto (normalmente la muerte) en un corto período de tiempo. Crónicos: causan un efecto letal o sub letal durante un período de tiempo prolongado. Acumulativos: se incrementa el efecto con dosis sucesivas Los compuestos con acción tóxica tienen características y orígenes diversos. (Espigares & Pérez, 1985)

Recogida de Aguas Residuales.

Aunque se conocen ya primitivas alcantarillas en el Imperio romano, el proyecto y construcción de redes de saneamiento no experimentó desarrollo alguno hasta la década 1840-1850.

La preocupación por el problema de evacuación y eliminación de los residuos procedentes de la actividad humana, llevó a las autoridades competentes a la construcción de redes de alcantarillado que alejaban las aguas residuales del núcleo de la población. Se dejaron de utilizar los pozos negros, que solían contaminar los pozos de obtención de agua potable, y se canalizaron los residuos de forma que fueran a parar a uno o unos pocos puntos. Pero el problema continuaba, ya que las alcantarillas debían seguir las líneas de pendiente, y el punto de vertido final solía estar a un nivel más bajo que la ciudad, coincide en la mayoría de los casos con un cauce de agua.

En las ciudades desarrolladas, las redes de alcantarillado conducen las aguas residuales hasta las estaciones de tratamiento. Estos sistemas de recogida pueden ser de dos tipos:

a) Separativo: comprende dos canalizaciones distintas, una la sanitaria, para la evacuación de aguas residuales domésticas e industriales, y otra que recoge las aguas

superficiales y atmosféricas y que suele descargar directamente en los cursos de aguas naturales.

b) Unitario: se recogen en una misma canalización los dos tipos de aguas residuales señalados. En este sistema se producen cambios significativos de flujo durante las tormentas.

Cada uno de los sistemas tiene ventajas e inconvenientes. El sistema unitario es más económico, ya que sólo habría que construir una conducción por cada calle. Pero tiene inconvenientes, ya que el volumen de agua es mayor. Además, han de construirse redes capaces de soportar las variaciones de flujo debidas a las precipitaciones atmosféricas.

La planificación y proyecto de una red de saneamiento supone la determinación del caudal de aguas residuales, el cálculo hidráulico de alcantarillas, grandes conducciones y estructuras de enlace y derivación, selección adecuada de instalaciones complementarias y proyecto de estaciones de bombeo.

Los avances más importantes a este respecto, han sido la aplicación de técnicas fotogramétricas y de ordenadores al proyecto de alcantarillas, la mejora de los materiales de construcción y la utilización de informática al control de alcantarillas para aguas pluviales. (Espigares & Pérez, 1985).

Aguas Residuales Urbanas.

Las aguas residuales urbanas tienen una composición más o menos uniforme, que facilita los procesos de tratamiento, y las distingue claramente de las aguas residuales industriales, cuya variedad es en muchos casos indescriptible. Aún así, aunque derive sólo de efluentes domésticos, la composición varía influenciada por algunos factores como son los hábitos alimentarios, consumo de agua, uso de productos de limpieza en el hogar, etc.

La composición, al igual que la cantidad de aguas residuales, sufre también variaciones respecto al tiempo. Varía en el transcurso de las distintas horas del día, en función de los días de la semana y se presentan variaciones estacionales (Espigares & Pérez, 1985)

Aguas Residuales Industriales.

Los efluentes industriales deben su diversidad a los procesos de los que proceden, y, en función de ellos, pueden tener una composición más o menos constante, o estar sujeta a variaciones cualitativas y/o cuantitativas considerables, según los horarios de funcionamiento de las industrias, la demanda del mercado o la posible influencia estacional en la producción. Los componentes de dichos vertidos se pueden clasificar, según los métodos de tratamiento, en: Elementos insolubles separables físicamente (Espigares & Pérez, 1985)

Materias grasas flotantes.

grasas, hidrocarburos, alquitranes, aceites. Estas sustancias provocan olor y sabor desagradables, ensucian las instalaciones de tratamiento, y pueden producir la muerte de peces por asfixia, al recubrir las branquias, y de gran variedad de algas e insectos acuáticos. (Espigares & Pérez, 1985)

Materias sólidas en suspensión.

Arenas, óxidos, hidróxidos, pigmentos, azufre coloidal, látex, fibras, etc. Pueden requerir coagulación-floculación para ser eliminadas.

Elementos orgánicos separables por adsorción: colorantes, detergentes, compuestos macromoleculares diversos y compuestos fenolados. (Espigares & Pérez, 1985)

Elementos separables por precipitación:

Metales.

Hierro, cobre, zinc, níquel, berilio, titanio, aluminio, plomo, mercurio y cromo, precipitables en un rango determinado de pH. Estos metales pueden llegar a estar implicados en ciclos bioquímicos complejos.

Sulfitos, fosfatos, sulfatos y fluoruros: pueden ser precipitados por adición de determinados cationes.

Elementos que pueden precipitar en forma de sales insolubles de hierro o en forma de complejos: sulfuros, fosfatos, cianuros y sulfocianuros. El cianuro impide las reacciones de oxidación del fósforo.

Elementos separables por desgasificación o stripping: ácido sulfhídrico, amoníaco, alcoholes, fenoles y sulfuros.

Elementos que necesitan una reacción de oxidación-reducción: cianuros, cromo hexavalente, sulfuros, cloro y nitritos. (Espigares & Pérez, 1985)

Ácidos y bases.

Ácidos clorhídrico, nítrico, sulfúrico y fluorhídrico.

Sales de ácidos y bases fuertes: compuestos orgánicos ionizados (intercambio iónico) o no ionizados (ósmosis inversa). (Espigares & Pérez, 1985)

Elementos que se eliminan mediante tratamiento biológico: azúcares, proteínas y fenoles. Los tratamientos biológicos pueden aplicarse también, después de una fase de adaptación de los microorganismos, a compuestos orgánicos tales como el fenol, la anilina y ciertos detergentes. (Espigares & Pérez, 1985)

Aguas Residuales Agrícolas.

En general, constituyen una mezcla de aguas domésticas de la población, junto con las de riego de las tierras y el manejo del ganado.

La búsqueda de una mayor productividad agrícola ha llevado al empleo de una gran variedad de sustancias que, a la par que causan beneficios, pueden producir daños de forma indirecta. (Espigares & Pérez, 1985)

Así, los fertilizantes tienen sus desventajas: nitratos, fosfatos y compuestos de amonio pueden contaminar ríos, lagos y mares, alterar el equilibrio de las especies acuáticas. (Espigares & Pérez, 1985)

También se utilizan plaguicidas: herbicidas, fungicidas y pesticidas. Estas sustancias pueden producir un efecto tóxico sobre las especies, incluido el hombre. (Espigares & Pérez, 1985)

En el agua, los pesticidas pueden ser descompuestos por mecanismos físicos, químicos y microbiológicos. Pero, para asegurar su biodegradación, antes de emitirlos al medio ambiente, se debe conocer su potencial de bioconcentración y biodegradación microbiana. (Espigares & Pérez, 1985)

Además de todos estos problemas, está el hecho de que, estas aguas, al recoger los residuos del ganado, van a estar fuertemente cargadas de materia fecal, que se sumaría a la contaminación fecal contenida en las aguas domésticas de la población. A este respecto, se puede hacer una determinación del origen de la contaminación fecal, basándose en la relación coliformes fecales/estreptococos fecales. (Espigares & Pérez, 1985)

Para evitar el riesgo que suponen los componentes de las aguas residuales agrícolas, se deben depurar antes de verterlas en aguas superficiales, e intentar descubrir otras

sustancias, cuya degradación natural sea más rápida y no afecte a otra forma de vida fuera de la que se intenta combatir. (Espigares & Pérez, 1985)

Eutrofización.

Es un proceso que se puede dar de forma natural, pero que puede estar también provocado por la acción del hombre, mediante vertidos ricos en fósforo y nitrógeno. Estos compuestos se encuentran, principalmente, en las excretas y los detergentes, aunque también puede haber contribución de la escorrentía agrícola. (Espigares & Pérez, 1985)

Estos compuestos estimulan el crecimiento desmedido de microflora que puede causar problemas al alterar los caracteres organolépticos y dificultar los tratamientos, restringir, así, la utilización de estas aguas. (Espigares & Pérez, 1985)

Sistema de drenaje sanitario.

El saneamiento Básico es el conjunto de acciones técnicas y socioeconómicas de salud pública que tienen por objetivo alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental, Comprende el manejo sanitario del agua potable, las aguas residuales y residuos sólidos con el propósito de mejorar las condiciones de vida de la población tanto urbana como rural, este debe ser una prioridad desde cualquier punto de vista. (penagos, 2015)

Los sistemas de alcantarillado y aseo corresponden al conjunto de obras que permiten evacuar tanto las aguas residuales o servidas (compuestas por la contribución de uso doméstico, industrial, comercial e institucional) y las aguas lluvias, transportadas desde su punto de origen hasta la planta de tratamiento o su descarga final a un cauce natural. (penagos, 2015)

Estos sistemas, son redes colectoras, conectadas por pozos de inspección que se instalan en excavaciones a determinada profundidad en las vías públicas, compuesto por conexiones domiciliarias, redes secundarias, redes troncales, el emisario final y

la planta de tratamiento. (penagos, 2015)

Las actividades más relevantes para el planteamiento de un buen sistema de recolección y evacuación de aguas residuales y/o pluviales se enmarcan en obtener Información básica, la cual debe incluir la descripción y diagnóstico del sistema existente, es necesario establecer el límite del perímetro sanitario, áreas de drenaje municipal, delimitación del área del proyecto, aprovechamiento de componentes existentes, análisis de sitios de descarga, definición de criterios para la estimación de costos y el diseño de la alternativa seleccionada tales como estudios prediales y de servidumbres, licencias ambientales, plan de manejo ambiental, impacto urbano y especificaciones técnicas. (penagos, 2015)

Además, debe cumplir con los siguientes requisitos:

Localización adecuada.

Los conductos de una red de alcantarillado deben instalarse coincidir con los ejes de las calles. La red deberá estar constituida por tramos rectos que encaucen la formación de contracorrientes. (penagos, 2015)

Seguridad en la eliminación.

La eliminación de las aguas negras se debe realizar de forma rápida y sin causar molestias y peligros a la comunidad, para lo cual corresponde señalar los siguientes aspectos:

Utilizar conductos cerrados para evitar que aparezca a la vista las aguas negras, y para resguardar al usuario de los malos olores producto de la putrefacción de las materias en ellas contenidas.

Las pendientes de escurrimiento del agua dentro de los conductos deben de ser tales que, en condiciones de velocidad mínima, no permitan que se depositen las materias que llevan las aguas negras y en condiciones de velocidad máxima, no se produzca la erosión de las tuberías ni dislocación de las mismas por desgaste de sus juntas.

Los conductos deben estar fabricados con el material más apropiado y compatible con las condiciones económicas de la localidad, además de ser impermeables para evitar contaminaciones por filtraciones o fugas.

Adecuada ventilación para evitar acumulación de gases corrosivos o gases explosivos.(penagos, 2015)

Capacidad suficiente.

La red de alcantarillado debe proyectarse con suficiencia para conducir con seguridad, el volumen máximo de aguas por eliminar, a fin de que el alejamiento sea rápido y no se provoquen estancamientos y, por ende, depósitos indeseables y daños. (penagos, 2015)

Resistencia adecuada.

Los conductos deben resistir los esfuerzos a que están sujetos, tanto interior como exteriormente, procurar que los materiales utilizados en su construcción sean lo suficientemente impermeables para evitar fugas perjudiciales de aguas negras; además, deben resistir lo mejor posible el ataque corrosivo de los gases emanados de las aguas negras. (penagos, 2015)

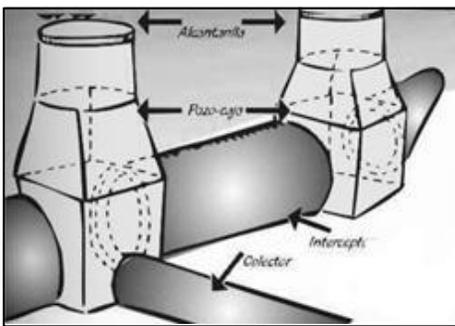
Profundidad de instalación.

La profundidad de los conductos de la red, debe ser suficiente para evitar rupturas ocasionadas por el efecto de cargas vivas, además de asegurar la correcta conexión de las descargas domiciliarias y garantizar un buen funcionamiento hidráulico. (penagos, 2015)

Facilidad para la inspección.

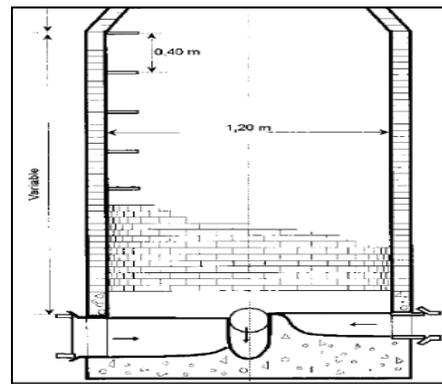
Es imposible que una red de alcantarillado se conserve limpia por sí sola, ya que las materias en suspensión tienden a sedimentarse y a adherirse a las paredes de los conductos, aun cual sea la velocidad del agua sea superior a los límites mínimos. Por lo tanto, es necesario inspeccionarla periódicamente para conservar los conductos en las mejores condiciones de funcionamiento hidráulico. (penagos, 2015)

Figura 1. Pozo de visita frontal



Fuente: (penagos, 2015)

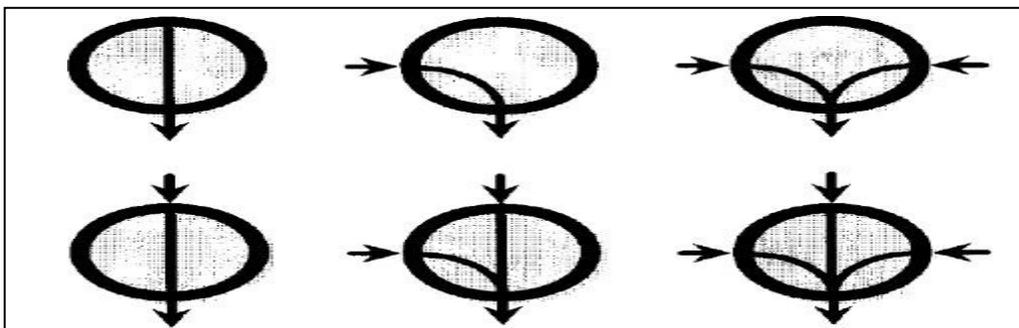
Figura 2. Pozo de visita lateral



Fuente: (penagos, 2015)

Para el sistema de colectores se muestran diferentes formas de transición del flujo entre las tuberías entrantes como lo muestra la figura.

Figura 3. Flujo de tubería de 6 pulgadas



Fuente: (penagos, 2015)

La unión de la tubería en las cámaras y/o pozos de inspección obedecen a criterios de tipo hidráulico y geométrico, En cuanto a las tuberías utilizadas para la construcción de alcantarillados estas se dividen en dos grandes grupos:

Tuberías rígidas, cuya sección transversal no se pueden distorsionar, sin causar colapso, al variar sus dimensiones vertical y horizontal más de 0.1%, como las de concreto, asbesto cemento y hierro fundido. (penagos, 2015)

Tuberías flexibles, cuya sección transversal puede modificarse significativamente al variar sus dimensiones vertical y horizontal en más de un 3% sin que implique colapso, como las de PVC, polietileno, fibra de vidrio y similares (penagos, 2015)

Tratamiento de las aguas Residuales.

Las aguas contaminadas provienen de diferentes fuentes, como pueden ser las industrias y las zonas habitacionales, por lo que están compuestas de partículas muy variadas, tanto en tamaño como en composición, refiriéndome solo al agua proveniente de una casa, esta trae consigo desperdicios alimenticios, grasas, desechos del inodoro, jabones utilizados en baños y para lavar ropa, y un sin número de materia orgánica e inorgánica que es desalojada, por esto es necesario hacer una división de los procesos de limpieza, simplificándolos y establecer los objetivos que se persiguen con cada sistema utilizado, para poder medir su eficacia. (HARDENBERG, 1987)

Los tratamientos para las aguas de desecho, pueden reconocerse en base a su ubicación en el proceso de limpieza, como primarios, secundarios y avanzados. Los últimos tienen fines muy específicos, que para este trabajo seria innecesario estudiarlos, pero en su lugar es muy conveniente analizar algunos sistemas alternativos que pueden formar parte crucial en el diseño del proyecto final. (HARDENBERG, 1987)

Tratamiento primario.

Los sistemas primarios son los más sencillos en la limpieza del agua y “tienen la función de preparar el agua, limpiándola de todas aquellas partículas cuyas dimensiones puedan obstruir o dificultar los procesos consecuentes. Estos tratamientos son, el cribado o las mallas de barreras, la flotación o eliminación de grasas y la sedimentación.

Algunos sistemas como es el caso de la flotación y la sedimentación, pueden ser utilizados dentro del proceso de tratamientos secundarios y no forzosamente como un método primario aislado. (HARDENBERG, 1987)

Tratamiento secundario.

Dentro de las etapas que forman el proceso de limpieza de las aguas residuales, “el tratamiento secundario tiene el objetivo de limpiar el agua de aquellas impurezas cuyo tamaño es mucho menor a las que se pueden captar por la decantación y las rejillas, para ello, los sistemas se basan en métodos mecánicos y biológicos combinados.”² Estos sistemas al manejar aspectos biológicos son afectados por factores externos, Como son los climáticos, por lo que se tienen que estudiar sus características y adaptación al sitio del proyecto, para poder hacer una elección adecuada. (HARDENBERG, 1987)

Los sistemas secundarios son diversos y cada uno tiene sus variantes, pero en este capítulo solo se muestran aquellos que tienen las características necesarias para que puedan ser aplicados al proyecto final, comprender sistemas de pre colación, y tratamientos anaeróbicos. (HARDENBERG, 1987)

Levantamiento topográfico.

Planimetría.

El levantamiento planimétrico, sirve para localizar la red dentro de las Calles, ubicar los pozos de visita y en general ubicar todos aquellos puntos de importancia. Para el levantamiento planimétrico, se utilizan diferentes métodos, el utilizado para este trabajo fue el de conservación Del azimut con vuelta de campana (Martinez, 2011)

Altimetría.

El levantamiento planimétrico, sirve para localizar la red dentro de las Calles, ubicar los pozos de visita y en general ubicar todos aquellos puntos de importancia. Para el levantamiento planimétrico, se utilizan diferentes métodos, el utilizado para éste trabajo fue el de conservación Del azimut con vuelta de campana. (Martinez, 2011)

Descripción del sistema por utilizar.

De acuerdo con su finalidad, existen tres tipos de alcantarillado. La selección o adopción de uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero quizás el más importante es el económico.

Alcantarillado sanitario: recoge las aguas servidas domiciliarias, como, baños, cocinas, lavados y servicios; las de residuos comerciales, como, restaurantes y garajes; las de residuos industriales e infiltración. (Martinez, 2011)

Alcantarillado pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia que concurren al sistema. (Martinez, 2011)

Alcantarillado combinado: posee los caudales antes mencionados (sanitario y pluvial)

En este caso se diseñará un sistema de alcantarillado sanitario, porque sólo se recolectarán aguas servidas domiciliarias. (Martinez, 2011)

Partes del Alcantarillado.

Colector.

Es el conducto principal. Se ubica generalmente en el centro de las calles. Transporta todas las aguas servidas provenientes de las edificaciones hasta su dispositivo final, ya sea hacia una planta de tratamiento, o a un cuerpo receptor. Generalmente son secciones circulares, de diámetros determinados en el diseño, de PVC o concreto. El trayecto, comúnmente obligatorio, es subterráneo. (Martinez, 2011)

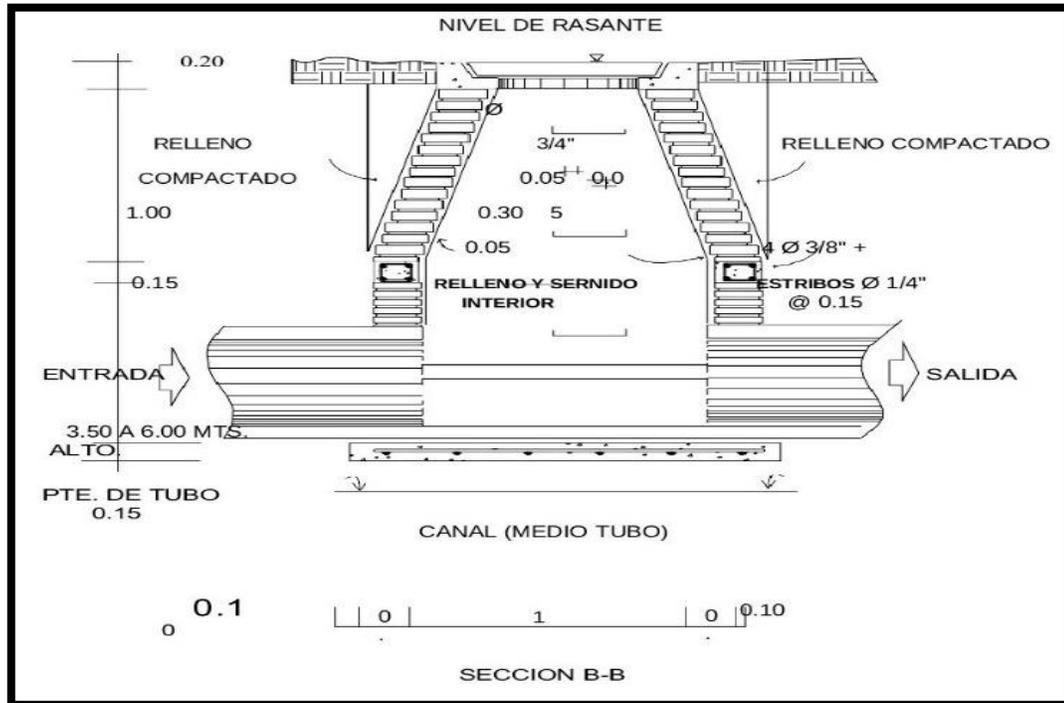
Pozos de Visita.

Son dispositivos que sirven para verificar el buen funcionamiento de la red del colector. Permite efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento, acceder a realiza funciones como conectar distintos ramales de un sistema e iniciar un ramal. (Martinez, 2011)

Su construcción está predeterminada, según normas establecidas por instituciones encargadas de velar por la adecuada construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, sus principales características: fondo de concreto reforzado, paredes de mampostería o cualquier material impermeable, repellos y cernidos liso en paredes, tapadera para la entrada al pozo de un diámetro entre 0,60 a 0,75 metros, escalones de hierro empotrados en las paredes para bajar al fondo del pozo. La altura del pozo dependerá del diseño de la red. (Martinez, 2011)

Son de secciones circulares y con diámetro mínimo de 1,20 m, construidos generalmente de ladrillo de barro cocido o cualquier otro material, que proporcione impermeabilidad y durabilidad dentro del período de diseño; sin embargo, las limitantes del lugar pueden ser una variable para su construcción, observándose diseños desde tubos de concreto de 32 pulgadas, hasta pozos fundidos de concreto ciclópeo. (Martinez, 2011)

Figura 4. Pozo de Visita detalles



Fuente: (Martinez, 2011)

Conexiones domiciliars.

Son subestructuras que tienen el propósito de descargar todas las aguas provenientes de las edificaciones, y conducir las al colector o alcantarillado central, tal y como lo muestra la figura 2. Consta de las siguientes partes: (Martinez, 2011)

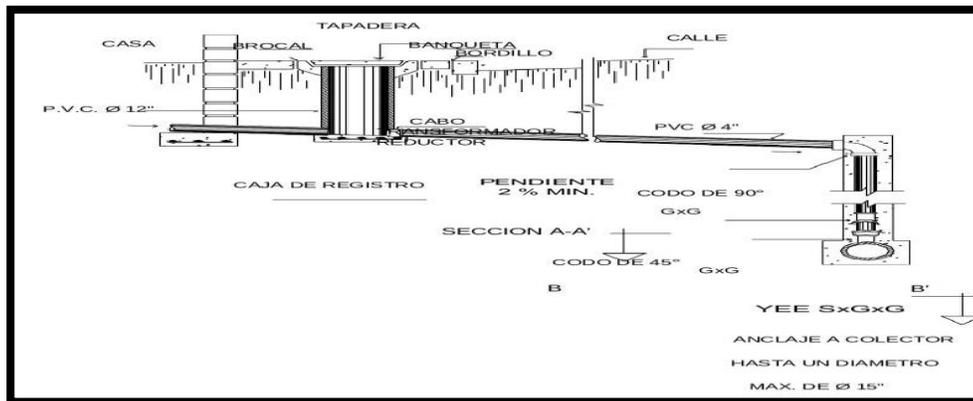
Caja o candela.

Es la estructura que recolecta las aguas provenientes del interior de las edificaciones. Pueden construirse de diferentes formas, tales como: un tubo de concreto vertical no menor de 12 pulgadas de diámetro, una caja de mampostería de lado no menor de 45 centímetros, impermeabilizado por dentro. Deben tener una tapadera para inspeccionar y controlar el caudal; el fondo debe estar fundido y con un desnivel para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y puedan ser transportadas al colector, la altura mínima de la candela de 1m. (Martinez, 2011)

Tubería secundaria.

Es la tubería que conecta la candela domiciliar con el colector principal, conducir las aguas residuales que la candela recibe del interior de las viviendas. Deberá utilizarse, para tubería PVC tubo de 4" y tubo de 6" si fuera de concreto, con pendiente mínima de 2%, considerar las profundidades de instalación. (Martinez, 2011)

Figura 5. Conexión domiciliar



Fuente: (Martinez, 2011)

Período de diseño.

Los sistemas de alcantarillado se diseñan, tomar como base un período de 30 a 40 años para colectores principales y redes secundarias; de 20 a 30 años, para plantas de tratamiento; de 10 a 15 años en las líneas de descarga sumergida, y de 8 a 10 años

para el equipo mecánico y electrónico; todo a partir de la fecha de su construcción.
(Estrada, 2003)

Población de diseño.

Para el cálculo de la población de diseño es importante determinar el método que más se adapte a las características de la región a analizar. Existen tres métodos; método Geométrico, método Aritmético y método Exponencial, en este caso se utilizó el método Geométrico, por ser el que más se ajusta a las condiciones demográficas de la Colonia Empleado Municipal. (Fuente: Apuntes del curso de aguas y drenajes Ing. Mario Rossales)

La población de diseño es una proyección de la población futura, para determinar el aporte de caudales que llegara al sistema de drenaje sanitario al final de un período de diseño. (Fuente: Apuntes del curso de aguas y drenajes Ing. Mario Rossales)

Consiste en suponer que el crecimiento de la comunidad es en todo momento proporcional a su población y responde a la siguiente ecuación.

Fuente: Apuntes del curso de aguas y drenajes Ing. Mario Rossales

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

Dónde:

p_o = Población actual

$p_o = 110 \text{ hab}$

n = Período de diseño

$n = 25 \text{ años}$

r = Tasa de crecimiento

$r = 2.07\%$ (dato utilizado por INE)

Dotación:

Es la cantidad de agua asignada a una unidad de consumo por unidad de tiempo, expresándose para poblaciones en litro por habitante por día. Existen varios factores como los recursos hídricos de la región, el clima, el tamaño de la población, características económicas y culturales, costo, tipo de servicio, riego de jardines, presión, grado de industrialización, etcétera, que influyen en la demanda de agua.

Cuadro 1. Dotaciones indicadas en las normas de diseño

Área de servicio	Dotación (L / Hab / día)
Llena cantaros	15 - 40
Conexiones prediales	60 - 90
Conexiones domiciliarias, área rural	90 - 150
Conexiones domiciliarias, área urbana	150 - 250

Fuente: Apuntes sobre el curso de aguas y drenajes Ing. Mario Rossales

Para este diseño se tomó una dotación de 150/Hab/día. Según información de la municipalidad.

Factor de retorno.

Es el porcentaje de la dotación que es devuelta al sistema de drenaje y se estima un porcentaje entre 75 % y 90 %, depender del uso que se le dé al agua. Para la Colonia del Empleado Municipal se asumió un Factor de Retorno del 80 %, debido a que un porcentaje de la dotación es utilizada con fines de riego de patios, jardines y de producción agrícola, ese 20 % del agua no es ingresada al sistema de alcantarillado sanitario. (Chay, 2014)

Caudal sanitario

El caudal sanitario también llamado caudal medio, está conformado por el caudal domiciliar, caudal de infiltración, caudal comercial, caudal industrial y el caudal por conexiones ilícitas. La ecuación para determinar el caudal sanitario es la siguiente. (Chay, 2014)

Donde:

Q_{med} = caudal Sanitario o caudal medio Q_{dom} = caudal domiciliar

Q_{inf} = caudal de infiltración Q_{com} = caudal comercial Q_{ind} = caudal industrial

Q_{CI} = caudal por conexiones ilícitas

Caudal domiciliar.

Compuestos orgánicos de efluentes domésticos e industriales: representan el problema más antiguo de contaminación del agua. En un principio, se priorizaban los efectos de los residuos domésticos sobre los industriales, debido al potencial de efectos agudos sobre la salud que poseían los residuos humanos, comparados con la creencia de que los residuos industriales producían sólo efectos indirectos. Pero conforme fueron integrados nuevos compuestos químicos procedentes de las industrias, se empezó a prestar una mayor atención a los efectos de los residuos industriales sobre la salud y su impacto en el medio ambiente. (Espigares & Pérez, 1985)

$$Q_{Domiciliar} = \frac{Dot. \times No.habitantes \times Fac.retorno}{86,400}$$

Donde:

$Q_{Domiciliar}$ = Caudal domiciliar (L / s).

Dot = Dotación (L / hab / día).

No.habitantes = Número de habitantes.

Fac.retorno = Factor de retorno

Caudal comercial.

Es el agua que se desecha de los comercios, restaurantes, hoteles, etc. La dotación comercial varía según el establecimiento a considerarse y puede estimarse entre 3000 y 6000 litros/comercio/día. (Galdamez, 2005)

Cuadro 2. Dotación para edificaciones comerciales

Comercio	Dotación Lts/comercio/día
Tiendas pequeñas	400
Despensas	3,000
Comedores	2,400
Venta de repuestos	1,600
Ferreterías	4,000
Farmacias	1,600
Barberías	1,600

Fuente: Acevedo A, Antonio Caso. Manual de Hidráulica.

$$Q_{com} = \frac{Dot. \times No.de\ comercios}{86,400}$$

Donde:

Q_{com} = Caudal comercial (L/s).

Dot = Dotación (L / hab / día).

$No.de\ comercio$ = Número de comercios.

Caudal industrial.

Es el agua negra proviene de las industrias, como fábricas de textiles, licoreras, alimentos, etc. Si no se cuenta con el dato de dotación de agua suministrada se puede estimar entre 1000 a 1800 lts/industria/día, el cual dependerá del tipo de industria.

$$Q_{ind} = \frac{\#industrias \times dot}{86400}$$

Para este proyecto no se tomará en cuenta el caudal industrial ya que no existen comercios. (Galvez, 2004)

Factor de caudal medio.

Este factor se determina por medio de la sumatoria de los caudales que construyen al sistema, dividido por el tiempo total en un día, y se expresa en lts/habitante/segundo; estos caudales son: (Galvez, 2004)

Caudal domiciliar.

Caudal comercial.

Caudal industrial.

Caudal de infiltración.

Caudal de conexiones ilícitas.

Al realizar el cálculo de cada uno de los caudales anteriormente descritos se procede a obtener el valor del caudal medio que esta dado de la siguiente expresión.

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{ci}$$

En el caso de Pasaco, no se tomó en cuenta el caudal industrial ni el comercial ya que al sistema no se conectará industria ni comercio alguno, el valor del factor de caudal medio se calculó de la siguiente manera: (Galvez, 2004)

$$f_{qm} = \frac{Q_{med}}{\dots}$$

#hab

Donde:

Q_{med} = Caudal medio

f_{qm} = Factor de caudal medio.

Para facilitar la obtención del factor de caudal medio las instituciones que se dedican al diseño de sistemas de alcantarillado sanitario, han establecido valores de este factor con base a la experiencia.

$F_{qm} = 0.0046$ según el INFOM

$F_{qm} = 0.0030$ según la MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

$F_{qm} = 0.0020$ mayor o igual f_{qm} . Menor o igual a 0.0050 D.G.O.P.

Factor de flujo.

El factor de Harmond o factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad que involucra al número de habitantes a servir en un tramo determinado. Este factor actúa principalmente en la hora pico, es decir, en las horas que más se utiliza el sistema de drenaje. Se debe calcular para cada tramo de la red. Su fórmula es:

$$FH: \frac{(18 + \sqrt{p})}{(4 + \sqrt{p})}$$

Donde:

P = número de habitantes a servir expresado en miles de habitantes El valor de Harmond se encuentra entre 1.5 y 4.6, de acuerdo al tamaño de la población. (Galvez, 2004)

Caudal de diseño:

Para realizar la estimación de la cantidad de agua negra que transportara el alcantarillado en los diferentes puntos donde esta fluya, primero que tendrán que integrar los valores que se describen en la formula siguiente: (Galvez, 2004)

$$Q_{dis} = \# \text{ hab} \div FH \times f_{qm}$$

Donde:

Hab = Número de habitantes futuros

FH= Factor de Harmond.

Fqm= Factor de caudal medio

Caudal por infiltración:

Tomar como factor de infiltración el valor más alto del intervalo 12000- 18000, ya que en esta región se registra uno de los valores más altos de intensidad de lluvia y el suelo al saturarse se torna impermeable, ya que es limo-arcilloso, entonces tenemos: (Galvez, 2004)

Formula:

$$Q_{inf} = \frac{18000 \times L}{86400}$$

$$L = 0.07 \text{ km}$$

$$Q_{inf} = 0.014 \text{ lts/hab/seg}$$

Caudal de conexiones ilícitas.

Se calcula por el método racional. (Galvez, 2004)

$$Q_{conexionesilicitas} = \frac{CIA}{360}$$

$$C = 0.70$$

$$I = 117.53 \text{ mm/hr } A = 0.08 \text{ Ha}$$

$$Q_{\text{conex Ilic}} = 0.017 \text{ lts/seg}$$

Caudal de diseño.

Al caudal de diseño, también se le llama caudal máximo. Para realizar la estimación de la cantidad de agua negra que transportará el alcantarillado en los diferentes puntos donde ésta fluya, primero se tendrán que integrar los valores que se describen en la fórmula siguiente: (Galvez, 2004)

$$Q_{\text{Diseño}} = \text{No. Hab.} * FH * F_{qm}$$

Donde:

No. Hab. = Número de habitantes acumulados

FH = Factor de Harmond

F_{qm} = Factor de caudal medio

Diámetros en tuberías.

El diámetro de la tubería es importante para todo sistema de alcantarillado sanitario, la función principal de colocar el diámetro adecuado en los alcantarillados es para que

exista un buen flujo del caudal, limpieza y evitar problemas de obstrucciones en la tubería.

(Fuente: Apuntes sobre el curso de aguas y drenajes Ing. Mario Rossales)

Las normas del INFOM indican que el diámetro mínimo en tuberías de concreto para drenaje sanitario debe ser de 8 pulgadas en el colector principal y en conexiones domiciliars 6 pulgadas. Para tubería de PVC el diámetro mínimo del colector debe ser de 6 pulgadas y en conexiones domiciliars 4 pulgadas.

(Fuente: Apuntes sobre el curso de aguas y drenajes Ing. Mario Rosales)

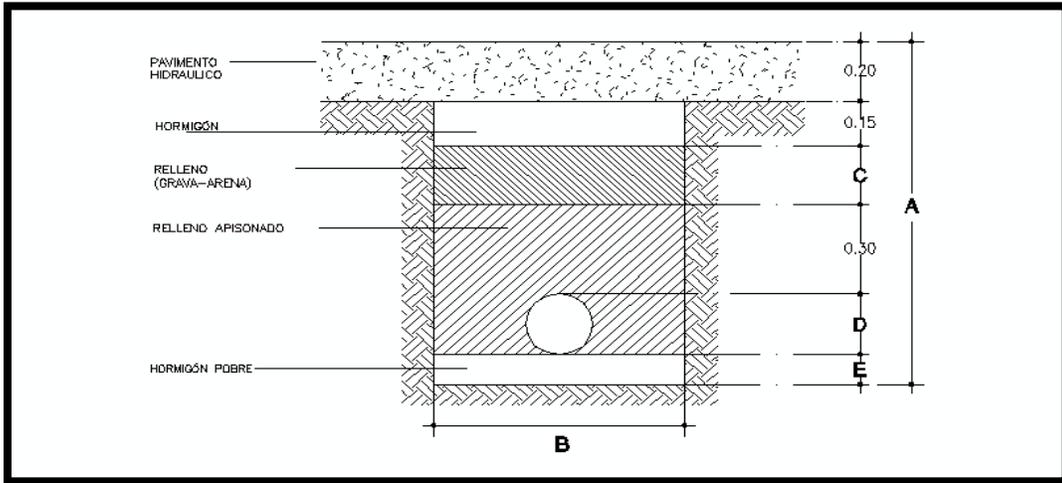
Para la propuesta del proyecto para el diseño y construcción de la red de drenaje sanitario, en la Colonia del Empleado Municipal Zacapa, Zacapa, se utilizará tubería de PVC.

Cuadro 3. Profundidad mínima para colectores de tuberías de PVC

Diámetros	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
Tránsito liviano	0.60 m	0.60 m	0.60 m	0.90 m				
Tránsito pesado	0.90 m	0.90 m	0.90 m	1.10 m	1.10 m	1.20 m	1.20 m	1.20 m

Fuente: Martínez, 2011. Profundidad mínima para colectores.

Figura 6. Profundidad de tubería.



Fuente: la fuente de la imagen es Google.

Coefficiente de escorrentía.

Se conoce como coeficiente de escorrentía a la relación entre el índice de escorrentía y la precipitación anual. Indica qué porcentaje de la precipitación anual circula, de media. La fórmula de este índice es

$$C_e = I_e / P_{mm}$$

Expresado en tantos por ciento es

$$C_e = (I_e / P_{mm}) \cdot 100.$$

Cual es:

C_e = Coeficiente de escorrentía

I_e = Índice de escorrentía

P_{mm} = Precipitaciones anuales en milímetros

al determinar de la cantidad de lluvia que resbala sobre un material determinado lo llamamos factor de impermeabilidad, que es diferente para cada uno de ellos.

Cuadro 4. Coeficiente de escorrentía

Características de superficie	Coeficiente de escorrentía
Techos	0.70 - 0.90
Pavimentos	0.85 - 0.90
Concreto y asfalto	0.75 - 0.85
Piedra, ladrillo o madera (buenas condiciones)	0.75 - 0.85
Piedra, madera o ladrillo (malas condiciones)	0.40 - 0.70
Calles	
Terracería	0.25 - 0.60
De arena	0.15 - 0.30
Bosques y tierras cultivadas	0.01 - 0.20

Fuente: Apuntes del curso de hidrología ing. Mario Rossales

“Propuesta de proyecto para el diseño y construcción de red de drenaje sanitario, en la Colonia Empleado Municipal”,

Se debe de calcular un coeficiente de escorrentía promedio que se pueda aplicar al área total, debido a que existen dos tipos de superficies, una de techos y otras de patios.

Los coeficientes utilizados en el proyecto son

$$C_{techos} = 0.85 \text{ y } C_{patios} = 0.20 \text{ esto basado según el cuadro 4.}$$

Cálculo promedio del coeficiente de escorrentía:

$$C_{promedio} = \frac{(A_{techos} \times C_{techos}) + (A_{patios} \times C_{patios})}{A_{total}}$$

Donde:

$C_{promedio}$ = Coeficiente de escorrentía promedio.

A_{techos} = Área de techos.

C_{techos} = Coeficiente de escorrentía de techos (0.85).

A_{patios} = Área de patios.

C_{patios} = Coeficiente de escorrentía de patios (0.20).

A_{total} = Suma de área total de patios y techos.

Intensidad de lluvia.

La determinación de la intensidad de lluvia se obtuvo por medio del método que INSIVUMEH utiliza, el cual se define de la siguiente manera.

$$I = \frac{a}{(b + t_c)^n}$$

Donde:

I = Intensidad de lluvia (mm / hr).

a = Parámetro obtenido de la estación de meteorología de la ciudad.

b = Parámetro obtenido de la estación de meteorología de la ciudad.

t_c = Tiempo de concentración.

n = Parámetro obtenido de la estación de meteorología de la ciudad

Cuadro 5. Parámetros a, b y n; estación meteorológica de La Fragua

Tr (años)	2	5	10	20	25	30	50	100
a	2,360	3,980	3,480	844	840	836	831	827
b	19	22	18	7	7	7	7	7
n	0.99	1.025	0.983	0.642	0.639	0.637	0.632	0.628

Fuente: estudio de intensidad de precipitación en Guatemala (INSIVUMEH), 2012,

Tiempo de concentración

$$t_c = t_e + t_f$$

Donde:

t_c = Tiempo de concentración

t_e = Tiempo de entrada

t_f = Tiempo de flujo o corriente

En tramos iniciales será igual al tiempo de entrada y se estimará en 12 minutos.

Caudal medio.

El caudal medio es el sumatorio total de todos los caudales de diseño y se determina mediante la siguiente ecuación.

(Fuente: Apuntes del curso de hidrología ing. Mario Rossales)

Según el Instituto de fomento municipal –INFOM- el factor de caudal medio debe estar entre los rangos de 0.002 a 0.005. Si el cálculo del factor se encuentra entre esos dos límites, se utiliza el calculado; si el valor es inferior o excede, se utiliza el límite más cercano.

$$0.002 < F \cdot Q_{medio} < 0.005$$

El factor de caudal medio se determina mediante la siguiente ecuación:

$$F \cdot Q_{medio} = \frac{Q_{medio}}{pf}$$

Donde:

$F \cdot Q_{medio}$ = Factor de caudal medio (L/hab/día)

Q_{medio} = Caudal medio (L/S)

pf = Población futura

Factor Harmon.

“Es el valor estadístico, que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán hacer uso del servicio. Está dado de la siguiente manera” (pontaza, 2009)

“El factor de Harmon no es constante en todo el sistema de alcantarillado, varía de acuerdo al número de habitantes acumulados en cada tramo, “es un dato adimensional, sus valores oscilan entre 1.5 – 4.5” (Antillon, 2010)

$$\frac{Q_{max}}{Q_{med}} = \frac{18 + \sqrt{p}}{4 + \sqrt{p}}$$

$$\frac{Q_{max}}{Q_{med}} = \frac{18 + \sqrt{\frac{p}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{p}{1000}}}$$

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{p}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{p}{1000}}}$$

Donde:

FH = Factor de Harmon o factor de flujo instantáneo.

p = Población futura acumulada en miles.

Este factor es el resultado de la multiplicación del factor de caudal medio y el Factor de Harmon, se utiliza para encontrar el caudal de diseño en cada tramo de la tubería.

$$Q_{m\acute{a}ximo} = F \cdot Q_{medio} \times FH \times pf$$

Donde:

$Q_{m\acute{a}ximo}$ = Caudal máximo o caudal de diseño L / s

$F \cdot Q_{medio}$ = Factor de caudal medio $L / hab / da$

FH = Factor de Harmon

pf = Población futura

Factor de caudal máximo.

Este factor es el resultado de la multiplicación del factor de caudal medio y el Factor de Harmon, se utiliza para encontrar el caudal de diseño en cada tramo de la tubería.

$$Q_{m\acute{a}ximo} = F \cdot Q_{medio} \times FH \times pf$$

Donde:

$Q_{m\acute{a}ximo}$ = Caudal máximo o caudal de diseño L / s

$F \cdot Q_{medio}$ = Factor de caudal medio $L / hab / da$

FH = Factor de Harmon

pf = Población futura

Caudal unitario.

El caudal unitario es una relación del caudal máximo y de las viviendas actuales del tramo del alcantarillado sanitario, este resultado se obtiene de la siguiente formula y sus dimensiones son L/s.

$$q_i = \frac{Q_{max}}{No.viviendas\ actuales}$$

Donde:

q_i = Caudal unitario L/s

Q_{max} = Caudal máximo

$No. viviendas actuales$ = Viviendas actuales

Velocidad de diseño máxima y mínima.

La velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno, el diámetro de la tubería y el tipo de tubería que se utiliza. La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas v/V , donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad a sección llena, v por norma debe ser mayor de 0.60 m/s, para que no exista sedimentación, y menor o igual que 3.00 m/s, para que no exista erosión o desgaste. (Galvez, 2004)

La velocidad de diseño se determina por la fórmula de Manning, la cual se muestra a continuación:

$$V = \frac{1}{n} * 0.03429 * D^{\frac{2}{3}} * \left(\frac{S}{100}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

D = diámetro de la sección circular

S = pendiente de la gradiente hidráulica

n

= coeficiente de rugosidad de Manning, 0.014 para tubos de concreto y 0.010 para tubos de PVC.

(Fuente: Apuntes de fórmulas del curso de hidrología ing. Mario Rossales)

Diámetros de tubería.

El diámetro de la tubería es importante para todo sistema de alcantarillado sanitario, la función principal de colocar el diámetro adecuado en los alcantarillados es para que

exista un buen flujo del caudal, limpieza y evitar problemas de obstrucciones en la tubería.

Las normas del INFOM indican que el diámetro mínimo en tuberías de concreto para drenaje sanitario debe ser de 8 pulgadas en el colector principal y en conexiones domiciliars 6 pulgadas. Para tubería de PVC el diámetro mínimo del colector debe ser de 6 pulgadas y en conexiones domiciliars 4 pulgadas. (Contreras, 2016)

Para la Propuesta de un proyecto de saneamiento básico para la Colonia del Empleado Municipal se utilizará tubería PVC.

Cuadro 6. Profundidad mínima para colectores de tuberías de PVC

Diámetros	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
Tránsito liviano	0.60 m	0.60 m	0.60 m	0.90 m				
Tránsito pesado	0.90 m	0.90 m	0.90 m	1.10 m	1.10 m	1.20 m	1.20 m	1.20 m

Fuente: Martínez, 2011. Profundidad mínima para colectores.

Levantamientos Topográficos.

El principal objetivo de un levantamiento topográfico es determinar la posición relativa entre varios puntos sobre un plano horizontal, es decir define las inclinaciones del terreno. Esto se realiza mediante un método llamado altimetría; determina la altura entre varios puntos en relación con el plano horizontal definido anteriormente, esto se lleva a cabo mediante la nivelación directa. Luego de realizarse este trabajo, es posible trazar planos y mapas a partir de los resultados obtenidos conseguir un levantamiento topográfico. Un levantamiento topográfico consta de dos etapas:

Trabajo de campo: Consiste en la realización de un levantamiento planímetro y altimétrico del lugar, a partir de los diferentes equipos topográficos.

Trabajo de gabinete: Se realiza luego de tener planteados los datos del trabajo de campo, en este trabajo se calculan las verdaderas distancias, ubicación, etc.

En la actualidad para este tipo de trabajos existen software que se encargan de calcular todos los datos que pudimos obtener en campo, los diferentes tipos de estos son: AutoCAD civil 3D y el CivilCAD estos mismos nos ahorran el tiempo que se lleva el diseñar todo el sistema.

(Fuente: Apuntes del curso de hidrología ing. Mario Rossales)

Topografía.

Es relativamente plano con pendientes de 0 al 2% en las áreas urbanizadas, lo que permite tener una zona apta para el desarrollo urbano, tomar en cuenta un plan de manejo de aguas pluviales para las zonas más bajas con riesgos de circundantes a las zonas urbanizadas.

(Fuente: Apuntes del curso de hidrología ing. Mario Rossales)

Levantamiento de Poblaciones.

En los levantamientos topográficos de la población se debe tener en cuenta el área edificada y la de desarrollo futuro, incluir la localización exacta de todas las calles y zonas edificadas o no, edificios, alineación municipal, ubicación de éstos, carreteras, cementerios, todos los pavimentos anotar su clase y estado, parques públicos, campos de deporte y todas aquellas estructuras naturales y artificiales que guarden relación con el problema a resolver e influyan en los diseños. Tanto en los levantamientos topográficos de la población como en los correspondientes a las líneas de descarga, se tendrán en cuenta las quebradas, zanjas, cursos de agua, elevaciones, depresiones, etc. (infom, 2001)

Métodos para efectuar los levantamientos.

Los levantamientos se harán por métodos Aero fotogramétricos con control terrestre o totalmente por métodos topográficos con tránsito y nivel.

El levantamiento de ciudades cuyo número de habitantes estimado a 20 años sea superior a 100,000 se establecerá redes de triangulación, seguir las especificaciones que al respecto fije el Instituto Geográfico Nacional.

No serán aceptables los levantamientos taquimétricos, a excepción para algunos detalles secundarios, pero que deben nivelarse con nivel de precisión.

Dentro del área urbana actual, debe instalarse como mínimo, una referencia de tránsito. (infom, 2001)

Diseño de secciones y pendientes.

Para el diseño del alcantarillado sanitario, se debe contar con la información correspondiente a los valores de la velocidad y caudal de la sección llena de la tubería, que se está utilizar. (Jeovany, 2004)

Para el cálculo de la velocidad, se emplea la siguiente fórmula:

$$R = A/P$$

$$V = R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$n R = D_{interno} / 4$$

La anterior fórmula se conoce como la fórmula de Manning para canales abiertos y cerrados.

Donde:

V = Velocidad en m/seg

R = Radio hidráulico en mts.

S = Pendiente de tubería

n = Coeficiente de rugosidad, el cual depende del material del que está hecho el canal.

A = Área mojada en m²

P = Perímetro mojado en mts.

D = Diámetro interno en mts.

Cuadro 7. Coeficiente de rugosidad

Material	Material
superficie de mortero de cemento	0.011-0.030
mampostería	0.017-0.030
tuvo de concreto Diam < 24"	0.011-0.016
tuvo de concreto Diam > 24"	0.013-0.018
tubería de asbesto	0.009-0.011
0.006-0.010	0.006-0.011

Fuente: Apuntes del curso de hidrología ing. Mario Rossales

El caudal que transportará está dado por la fórmula:

$$Q = A * V$$

Q = Caudal a tubo lleno (lts/seg)

A = Área de la tubería (m²)

V = Velocidad a sección llena (m/seg)

La pendiente mínima de la tubería deberá adaptarse a la pendiente del terreno.

En este proyecto por haberse usado tubería de concreto, la pendiente de la tubería está regida por la velocidad de flujo mínima y máxima para dicho material, el cual varía de 0.6 a 3 m/s. (Jeovany, 2004)

Cota invert.

Es la cota que determina la localización de la parte inferior interior de la tubería.

Al diseñar el sistema de alcantarillado sanitario, se deben considerar los siguientes aspectos que se refieren a las cotas invert de entrada y salida de las tuberías en los pozos de visita:

En un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará, como mínimo, a 3 cms debajo de la cota invert de entrada. (Jeovany, 2004)

$$(\varnothing A = \varnothing B)$$

$$C_{\text{invert de salida}} = C_{\text{invert de entrada}} + 0.03$$

En un pozo de visita entra una tubería de un diámetro y salga otra de diferente diámetro, la cota invert de salida estará, como mínimo, debajo de la cota invert de entrada, igual a la diferencia de los diámetros de la cota invert de entrada y salida.

$$(\varnothing A < \varnothing B)$$

$$C_{\text{invert de salida}} = C_{\text{invert de entrada}} + (\varnothing A - \varnothing B)$$

En un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro a las que ingresan en él, la cota invert de salida mínima estará a 3 cms debajo de la cota más baja que entre.

$$\varnothing A = \varnothing B = \varnothing C = \varnothing D$$

$$C_{\text{invert de salida}} = C_{\text{invert de entrada}} + 0.03$$

En un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresan en éste, la cota invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor menor.

Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben calcularse de la siguiente manera:

H_{min} = Altura mínima que depende del tráfico que circule por las calles

CI = Cota invert inicial

CTi = Cota del terreno inicial

CTf = Cota del terreno final

CIS = Cota invert de la tubería de salida

CIE = Cota invert de la tubería de entrada

DH = Distancia horizontal

S% = Pendiente del terreno o tubería

Et = Espesor de la tubería

Ecuaciones para calcular cotas invert:

$$CTf = Cti - (DH * S\% \text{ terreno})$$

$$S\% = \frac{[CTi - CTf]}{DH} * 100$$

DH

$$CI = CT - (Hmin + Et + D \text{ tubo})$$

$$CIE2 = CI - DH * S\% \text{ tubo}$$

CIS = Dependerá de las especificaciones de los pozos de visita

$$CIE3 = CIS2 - DH * S\% \text{ tubo}$$

$$H \text{ pozo} = CT - CIS$$

(Jeovany, 2004)

Cuadro 8. Profundidad mínima de cota invert cms

Diámetro	8"	10"	12"	15"	18"	24"
Trafico normal	122	128	134	140	149	169
Tráfico pesado	142	148	154	160	169	185

(Fuente: Apuntes del curso de hidrología ing. Mario Rossales)

Profundidad de tubería.

La ubicación de la tubería debe hacerse a una profundidad, en la que no sea afectada por las inclemencias del tiempo y por las cargas transmitidas por el tránsito, para evitar rupturas en los tubos; la profundidad mínima recomendada se presenta a continuación.

Para tráfico normal (menor a 200 quintales) = 1.00 metros

Para tráfico pesado (mayor a 200 quintales) = 1.20 metros

En este proyecto se utilizó 1 metro, debido a que el tránsito es liviano y escaso.

Levantamiento fuera del Perímetro Urbano.

En los levantamientos situados fuera del actual perímetro urbano, se instalarán referencias de tránsito en mojones de concreto que tengan incrustadas una señal metálica. Estos mojones deben penetrar por lo menos 0.80 metros dentro del terreno, debe estar cuidadosamente referenciados a obras estables que se encuentren a su alrededor. Su número será de tres por cada kilómetro. Los sitios destinados a obras de tratamiento, descargas o cualquier obra accesoria al sistema de recolección, deberán quedar referenciados por medio de tres mojones como mínimo. (infom, 2001)

Nivelación.

La nivelación debe ser con instrumentos y métodos que permitan una precisión de 1 cm por kilómetro o mejor. Se efectuará sobre el eje de las calles, tomar elevaciones en:

- a) En todos los cruces de calles.
- b) A distancia no mayores de 20 metros.
- c) De todos los puntos en que haya cambio de pendiente del terreno.
- d) De todos los lechos de quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones.

e) De las alturas máximas y mínimas del agua en el caudal o cuerpo de agua en el que se proyecte efectuar la descarga. (infom, 2001)

Marcas de Nivelación.

Las marcas de nivelación (Bench Marks) deben colocarse con anterioridad a los trabajos de nivelación y en tal forma que se asegure completamente su conservación. Deben quedar referenciadas a las del Instituto Geográfico Nacional y a obras estables; y distribuidas en tal forma que su número sea de una por cada tres hectáreas como mínimos, tanto en la zona urbana actual, como en la de desarrollo futuro. Las marcas de nivelación serán señales perdurables accesibles y cuya identificación no ofrezca lugar a dudas. Pueden estar constituidas por señales metálicas empotradas en la mampostería de los edificios o incrustadas en las calles o en las aceras, colocándolas dentro de una pequeña caja de inspección o suficiente profundidad del piso, o dentro de mojonos de concreto o formar parte integral de las referencias de tránsito. (infom, 2001)

Detalles.

Los detalles topográficos se tomarán a modo de obtener curvas de nivel que indiquen exactamente la altimetría del terreno en las calles, zonas sub-urbanas y de desarrollo futuro, patios, solares, en donde existe cambios de pendiente, zanjas, etc.

Especial cuidado deberá tenerse en tomar niveles de aquellos terrenos con construcciones en los que la cota de piso sea inferior a la cota de la rasante de la calle del frente. (infom, 2001)

(Los datos de todo el estudio topográfico deberán quedar claramente consignados en libreta)

Libretas de Campo.

Las libretas de campo, las cuales estarán libres de borrones, manchas, etc. Es indispensable que se acompañen los croquis o esquemas correspondientes los cuales deberán ser ejecutados en el campo y a medida que avanza el trabajo, en una misma libreta solo se anotarán datos referentes a localidades de un mismo municipio. Infom,(2001)

Errores Admisibles

Los errores de cierre admisibles serán los siguientes:

a) Error angular: $E_a = (n)^{0.5}$

cual es: E_a : Error angular permisible en minutos:

n = Número de estaciones del polígono.

b) Error Lineal: $E_l = 0.003 L$

cual es: E_l : Error Lineal de cierre del polígono en metros.

L = Longitud total de los lados del polígono.

c) Error de nivelación: $E_n = 24 (L)^{0.5}$

cual es: E_n = Error de cierre de la nivelación en milímetros.

L = Longitud total nivelada en kilómetros. (infom, 2001)

Diseño.

Tipo de Sistema a Usar

a). En general y excepto razones especiales, en poblaciones que no cuenten con ningún sistema anterior al que se está diseñar, se proyectarán sistemas de alcantarillado sanitario del cual están excluidos los caudales de agua de lluvia provenientes de calles, techos y otras superficies.

b). En aquellas poblaciones o zonas de las mismas en las que exista un sistema combinado en donde las viviendas existentes tengan una salida única para las aguas

servidas y las de lluvia, se hará un estudio de la posibilidad de modificarlo para un sistema separativo. En caso de no ser factible se estudiará la conveniencia de hacer la parte nueva como sanitario.

c). en el momento el uso del sistema combinado sea indispensable, se diseñarán si fuera posible, las obras accesorias que permitan desviar los excesos al curso de agua más cercano durante los períodos de lluvia.

d). Los sistemas se diseñarán como sistemas por gravedad, con los conductos al funcionar como canales parcialmente llenos. Sin embargo, en los casos en que sea indispensable que el sistema tenga en parte un sistema de bombeo se diseñarán los colectores como sistemas por gravedad con conductos parcialmente llenos hasta la fosa de succión del equipo de bombeo. La línea de descarga del equipo de bombeo se diseñará como conducto a presión. (infom, 2001)

Periodo de Diseño.

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, 2001)

Estimación de la Población Tributaria.

En sistemas sanitarios combinados, la población que tributarán caudales al sistema al final del período de diseño, será estimada utilizar alguno de los siguientes métodos:

- a) Incremento geométrico.
- b) Incremento aritmético.
- c) Incremento o porcentaje decreciente.
- d) Proyección gráfica “a ojo”.

Para hacer la selección de método a utilizar, el ingeniero proyectista deberá hacer estimaciones utilizar por lo menos dos de los métodos citados en el numeral anterior, trazar los resultados en papel para gráficos e indicar cuál de los métodos fue el adoptado.

En la descripción del proyecto deben indicarse suficientes razones que justifiquen la adopción del método seleccionado para estimar la población de diseño.

La fuente básica de información serán los censos de población realizados por la Dirección relacionar el número de habitantes con actividades de las cuales exista información, tales como población escolar, censos de viviendas, estadísticas de consumo, encuestas General de Estadística; sin embargo, el ingeniero proyectista reforzará sus estimaciones sanitarias, etc. Se deberá determinar la cobertura en área que se haya utilizado en los censos, comparar con el dato que proporcione el censo de edificios actual. (infom, 2001)

Estimación de las Áreas Tributarias.

Las áreas tributarias al sistema de alcantarillado serán estimadas de acuerdo con lo siguiente:

La localidad estudiada será considerada como formar un todo con las áreas adyacentes y que sean tributarias al sistema por razones topográficas, demográficas y urbanísticas.

Deben tenerse en cuenta para el diseño, al fijar la capacidad y profundidad de los colectores, áreas de futura expansión que puedan llegar a ser tributarias al sistema. (infom, 2001)

Puntos de Descarga.

En la selección de los puntos de descarga se tomará en cuenta que con dichas obras no debe ocasionarse problemas de carácter sanitario a las localidades situadas aguas abajo, así como que deben protegerse los usos presentes y futuros del cuerpo receptor por lo que todas las descargas deberán tener tratamiento como se especifica adelante. Por lo anterior excepto para condiciones que no lo permitan, se deberá escoger un solo punto donde existan condiciones para la construcción de una planta de tratamiento. En el proyecto debe indicarse lo siguiente con relación a la descarga:

- a) Nombre y descripción del elemento, la corriente o cuerpo de agua que recibirá la descarga.
- b) Descripción de sus condiciones y usos actuales y que se pueden esperar para un futuro.
- c) Caudales y niveles mínimos y de crecida máxima en los casos de cuerpos de agua.
- d) En caso de existir otras posibles alternativas para la descarga, hacer una justificación de la solución adoptada. (infom, 2001)

Caudal de Diseño.

El caudal con que se diseñará cada tramo del sistema sanitario será la suma de: Caudal máximo de origen doméstico; b) caudal de infiltración; c) caudal ilegal por aguas de lluvia que se conecten en patios o bajadas de techos por error; por este concepto se

agregará un 10 por ciento del caudal doméstico. Sin embargo, en áreas donde no hay drenaje pluvial podrá usarse un valor más alto. (infom, 2001)

Cálculo Hidráulico.

En general, se usará en el diseño, secciones circulares funcionan como canales a sección parcialmente llena. El máximo que se permite lleno para diseño, es un 74% del diámetro del tubo.

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se hará aplicar la fórmula de Manning en sistema métrico para secciones circulares así: (infom, 2001)

$$V = \frac{0.03429 D^{2/3} S^{1/2}}{N}$$

En el cual:

V = Velocidad del flujo a sección llena (m/seg.)

D = Diámetro de la sección circular (pulgadas)

S = Pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de Manning

= 0.014 para tubos de concreto

= 0.010 para tubos de PVC.

Con los gráficos de relaciones de sección parcial o de preferencia por métodos analíticos se calcularán las condiciones hidráulicas de los tubos parcialmente llenos.

Cada tramo se calculará con el caudal que tenga en su extremo más bajo. Sifones

Solo se permitirá el empleo de sifones al momento de ser imposible la colocación de tubos con la pendiente y altura necesarias como canal parcialmente lleno. Se deberá diseñar para obtener una velocidad mayor que para canal, de preferencia alrededor de 1 m/s, aunque se use diámetros menores que los indicados en 2.10. Para el empleo de

sifones será necesario planear registros en sus dos extremos y emplear curvas de radio largo en los cambios de dirección vertical, a fin que se pueda emplear limpiadores mecánicos o hidráulicos. (infom, 2001)

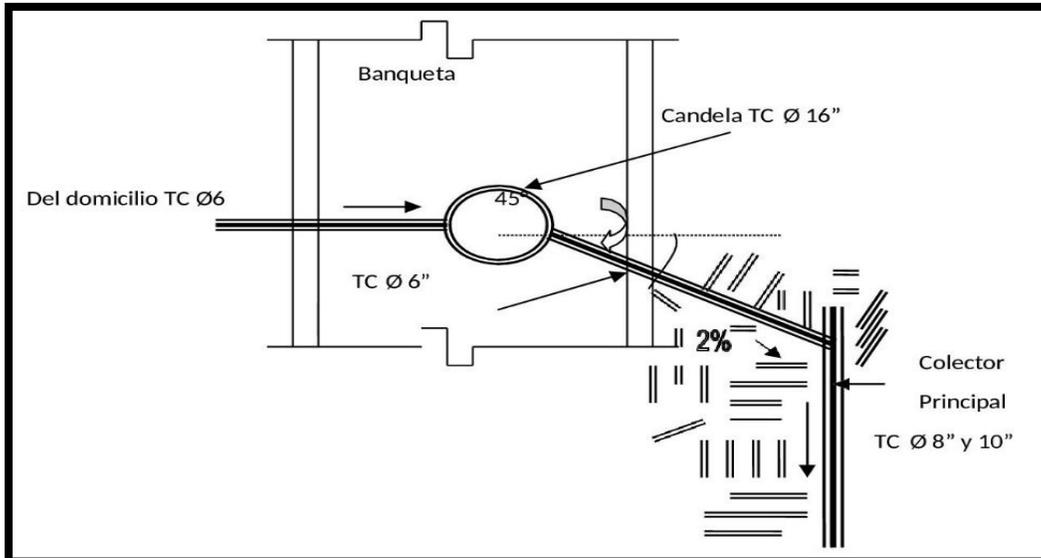
Conexiones domiciliarias:

Una conexión domiciliar es el tubo que lleva las aguas servidas, desde una vivienda o edificio a una alcantarilla común o a un punto de desagüe. En colectores pequeños, es más conveniente una conexión en Y, ya que proporciona una unión menos violenta de los escurrimientos, que la que se conseguiría en condiciones en T. Sin embargo, la conexión en T bien instalada es preferible a una conexión en Y mal establecida. Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior, para impedir que las aguas negras retornen por la conexión doméstica, al momento que colector esté funcionar a toda su capacidad.

La conexión domiciliar se hace por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de cemento colocados en una forma vertical (candelas), el lado menor de la caja será de 45 centímetros, si fuese circular tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas, los cuales deben estar impermeabilizados por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

La tubería entre la caja de inspección y el colector debe tener un diámetro no menor a 6 pulgadas en tubería de concreto y 4 pulgadas en tubería de PVC, y debe colocarse con una pendiente mínima del 2%. La conexión con la alcantarilla central se hará en el medio diámetro superior, a un ángulo de 45 grados aguas abajo. (Jeovany, 2004)

Figura 7. Tapadera de drenaje



Fuente: (Jeovany, 2004)

Obras hidráulicas y componentes de un sistema de alcantarillado sanitario.

Colector principal.

El colector principal es la tubería de mayor diámetro en el sistema, y es la que primero se debe colocar en la zanja para las posteriores conexiones del sistema. No es aconsejable conectar directamente al tubo ramales auxiliares, solo en casos especiales se conecta al tubo, de preferencia se debe llegar a un pozo de visita o una caja de bifurcación. Se debe tener en cuenta el principio básico de iniciar la colocación de la tubería en la parte final del sistema, es decir en la parte de la descarga, para que a medida que se vaya instalar, está en cualquier emergencia ya pueda entrar en funcionamiento. (Armando, 2003)

Conexiones domiciliarias.

Una conexión domiciliar es un tubo que lleva las aguas servidas desde una vivienda a una alcantarilla común o a un punto de desagüe. Ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado, es costumbre establecer y dejar previsto una conexión en Y o en T en cada lote edificado o donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben de taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior para impedir que las aguas negras retornen por la conexión domestica al momento que el colector esté funciona a toda su capacidad. (Armando, 2003)

La conexión domiciliar se hace por medio de la candela (o caja de inspección), construida de mampostería o con tubos de cemento colocados de forma vertical (candelas), en la cual se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir con la tubería que desaguará en el colector principal. La tubería entre la candela y el colector principal debe tener un diámetro mínimo de 4" (0.10 m) y debe colocarse con una pendiente de la mínima del 2%. (Armando, 2003)

Tubería secundaria.

La unión de la conexión domiciliar con la tubería del colector principal se hará por medio de la tubería secundaria, la cual como se indicó anteriormente tendrá un diámetro mínimo de 4" para tubería de P.V.C. y una pendiente mínima del 2%. (Armando, 2003)

Desfogue.

Hay que considerar que en el presente proyecto las aguas de alcantarillado sanitario se desfogue. Para poder hacerlo deben estar debidamente tratadas, respetar las normas establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente, para lograr mitigar daños al ambiente y a los pobladores cercanos al lugar de desfogue.

Para este proyecto se recomienda realizar un tratamiento de aguas residuales, con el fin de mitigar los daños que se pudieran producir por no tratar las aguas negras. (Arévalo, 2005)

Tratamiento primario.

Por este tratamiento, se separan o eliminan aproximadamente 40 a 60 % de los sólidos suspendidos en las aguas negras, mediante el proceso físico de asentamiento en el tanque de sedimentación. El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir suficientemente la velocidad de las aguas negras, para que puedan sedimentarse los sólidos. En estos tanques se logra la descomposición anaeróbica de los lodos. (Arévalo, 2005)

Excavación.

La cantidad de tierra que se extraerá para la colocación de la tubería se calcula en base a la profundidad de los pozos de visita, la longitud entre ellos y el ancho de la zanja según la altura y el diámetro de la tubería que se va a instalar. (Contreras, 2016)

El volumen de excavación se calcula mediante la siguiente formula y sus dimensiones en m^3 . (Arévalo, 2005)

$$V = \left[\frac{H_o - H_f}{2} \times L \times t \right]$$

Donde:

V = Volumen de excavación, (m^3).

H_o = Profundidad del primer pozo, (m).

H_f = Profundidad de segundo pozo, (m).

L = Longitud entre pozos, (m).

t = Espesor

Candela domiciliar.

La conexión se realiza por medio de una candela, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor será de 45 cm. Y si fuese circular, tendrá un diámetro no menor de 12"; en ambos casos debe estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar las inspecciones. (Armando, 2003)

Cajas de registro.

Son unas fosas construido de ladrillo o block y que integrados al sistema de alcantarillado sanitario tienen la misma función que los pozos de visita, que sirven para la inspección y limpieza de partes del sistema, la diferencia se marca en que estas son cajas cuadradas de ladrillo y columnas reforzadas. De estas salen y llegan tuberías; en este proyecto se utilizaron como principio de ramal, debido a que se necesitaba que la tubería no se profundizara demasiado, tomar una altura promedio de 0.60 m. (Armando, 2003)

Pozos de visita.

Los pozos de visita tienen una función muy importante dentro del sistema de alcantarillado sanitario, por medio de ellos se pueden realizar inspección, operaciones de limpieza y mantenimiento. Los pozos de visita dentro del sistema de alcantarillado se ubican en los siguientes casos: a. En cambio, de diámetro. b. En cambio de pendiente. c. En cambios de dirección horizontal, para diámetros menores de 24". d. En intersecciones de dos o más tuberías e. En los extremos superiores de ramales iniciales. f. A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24". g. A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24". La diferencia de cotas invert entre las tuberías que entran y salen de un pozo de visita será como mínimo de 0.03m. el diámetro interior de la tubería que entra a un pozo de

visita, sea menor que el diámetro interior de la que sale, la diferencia de cotas invert, será como mínimo, la diferencia de dichos diámetros. la diferencia de cota invert entre la tubería que entra y la que sale en un pozo de visita, sea mayor que 0.70 metros, deberá diseñarse un accesorio especial que encauce el caudal con un mínimo de turbulencia. (Armando, 2003)

Fosas sépticas.

Definición.

Se puede definir como un estanque cubierto y hermético, construido de piedra, ladrillo, concreto armado y otros materiales de albañilería, es generalmente de forma rectangular, proyectado y diseñado para que las aguas negras se mantengan a una velocidad muy baja, por un tiempo determinado, que oscila entre 12 a 72 horas, durante el cual se efectúa un proceso anaeróbico de eliminación de sólidos sedimentables. (Armando, 2003)

Funciones de la fosa séptica.

Los desperdicios líquidos de residencias (aguas negras), rápidamente obstruirían cualquier tipo de formación porosa de grava sin ningún tratamiento. La fosa séptica condiciona al agua negra para que pueda filtrarse más fácilmente en el subsuelo. Por lo anterior, se puede decir que la función esencial de la fosa séptica es proporcionar protección a la capacidad absorbente del suelo. Para proporcionar esta protección al subsuelo, en la fosa séptica se deben cumplir tres funciones básicas:

1. Eliminación de sólidos
2. Proceso biológico de descomposición
3. Almacenamiento de cieno (lodos) y natas Además se deben considerar los

(Armando, 2003)

Siguientes factores:

1. La localización debe ser donde no contamine ningún manantial, fuente o pozo de abastecimiento de aguas. También se debe tomar en cuenta la contaminación subterránea, ya que las aguas subterráneas tienden a seguir el contorno de la superficie del terreno, por lo que las fosas deben localizarse colinas abajo de pozos y manantiales. 2.
2. Deben de estar localizadas a más de 15 m. de cualquier fuente de abastecimiento de aguas, es preferible mayores distancias.
3. No deben de localizarse a menos de 1.5 m de cualquier edificio, debido a que puede ocurrir daños estructurales o las filtraciones pueden llegar al sótano (Armando, 2003)

III. COMPROBACION DE LA HIPOTESIS.

Este capítulo contiene toda la información recopilada a través de las encuestas realizadas en la investigación de campo la cual fue efectuada a 37 encuestados.

Variable Independiente (X), (Inexistencia de sistema de alcantarillado sanitario, en la Colonia Empleado Municipal Zacapa, Zacapa) nos permitirá hacer un análisis e interpretación de la causa principal que le da origen al problema en cuestión (Las aguas residuales son drenadas a flor de tierra en la Colonia Empleado Municipal Zacapa, Zacapa) del cuadro 19 al 24 y grafica 11 a la 16.

Variable dependiente (Y), (Incremento de índice de enfermedades gastrointestinales en colonia Empleado Municipal, Zacapa, Zacapa en los últimos 5 años.), nos permite analizar el efecto que genera el problema central (Las aguas residuales son drenadas a flor de tierra en la Colonia Empleado Municipal Zacapa, Zacapa) del cuadro 27 al 29 y gráfica 18 a la 20.

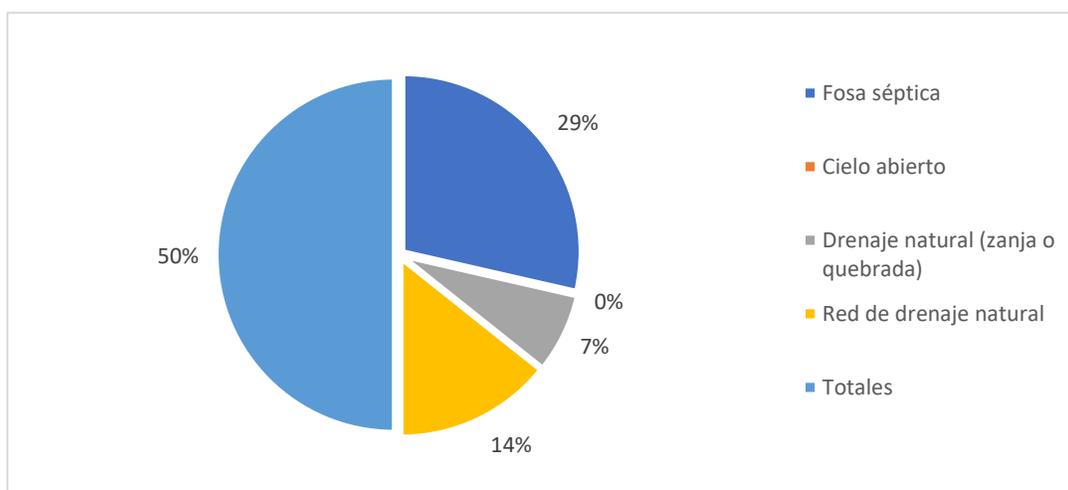
III.1 Cuadros y Graficas para la comprobación de la variable dependiente o efecto

Cuadro 9. Áreas de descarga de las aguas residuales de su vivienda.

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
Fosa séptica	20	57
Cielo abierto	0	0
Drenaje natural (zanja o quebrada)	5	14
Red de drenaje natural	10	29
Totales	35	100

Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

Gráfica 1: Áreas de descarga de las aguas residuales de su vivienda.



Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

Análisis

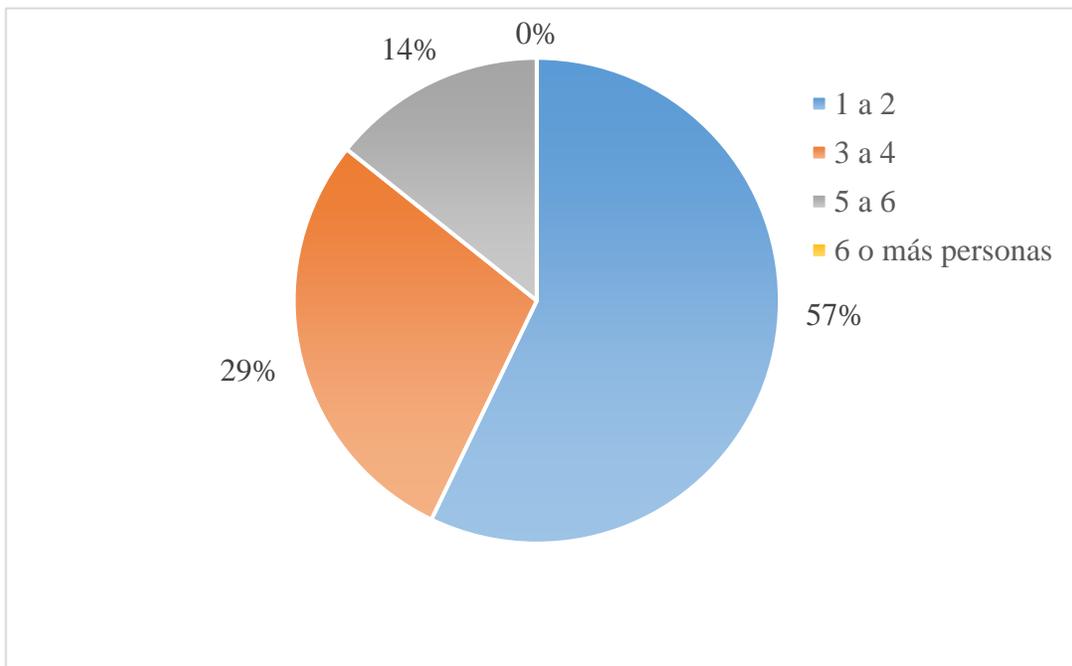
Más de la mitad de las personas encuestadas afirman que, la descarga de aguas residuales se drena en fosas sépticas construidas artesanalmente; más de la cuarta parte afirman que las aguas residuales se drenan naturalmente; y una pequeña parte nos indica que las aguas servidas son descargadas en zanjas o quebradas naturales.

Cuadro 10. Cuantos son los integrantes conforman el núcleo familiar.

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
1 a 2	20	57
3 a 4	10	29
5 a 6	5	14
6 o más personas	0	0
totales	35	100

Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

Gráfica 2: Cuantos integrantes conforman el núcleo familiar.



Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

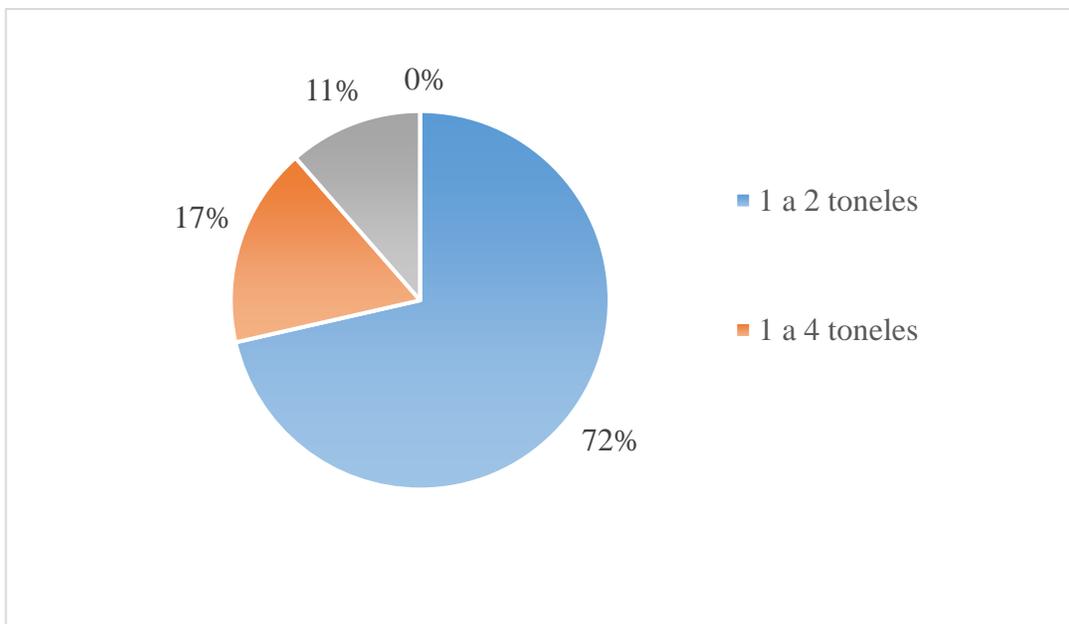
Análisis: Mas de la mitad de las personas encuestadas afirman que su núcleo familiar es de 1 a 2 integrantes, más de la cuarta parte afirma es de 2 a 5 integrantes, y una tercera parte afirma que es de 5 a 6 integrantes.

Cuadro 11. Volumen de agua que consume por vivienda en la Colonia empleado Municipal.

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
1 a 2 toneles	25	71
1 a 4 toneles	6	17
1 a 5 toneles	4	11
1 a más toneles (un tonel es equivalente a 158.98 litros)	0	0
totales	35	100

Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

Gráfica 3: Volumen de agua que consume por vivienda en la Colonia empleado Municipal.



Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

Análisis

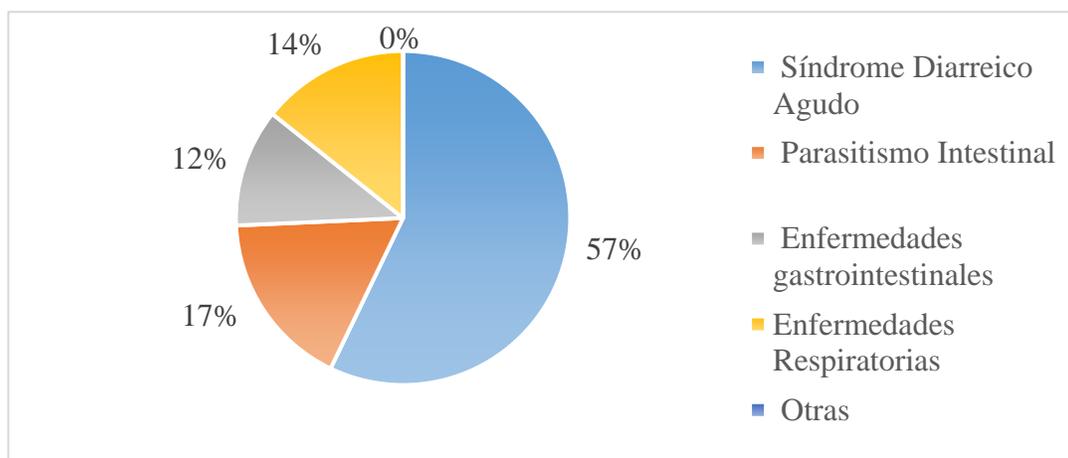
Más de la mitad de la mitad de las personas encuestados afirma que consume entre 1 a 2 toneles, una tercera parte afirma que consume de 1 a 4 toneles y una pequeña parte afirma que consume de 1 a 5 considerar de 1 tonel equivale a 100 litros.

Cuadro 12. Frecuencia de las enfermedades que afectan a la población de la colonia Empleado Municipal.

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
Síndrome Diarreico Agudo	20	57
Parasitismo Intestinal	6	17
Enfermedades gastrointestinales	4	11
Enfermedades Respiratorias	5	14
Otras	0	0
totales	35	100

Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

Gráfica 4: Frecuencia de las enfermedades que afectan a su familia.



Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

Análisis

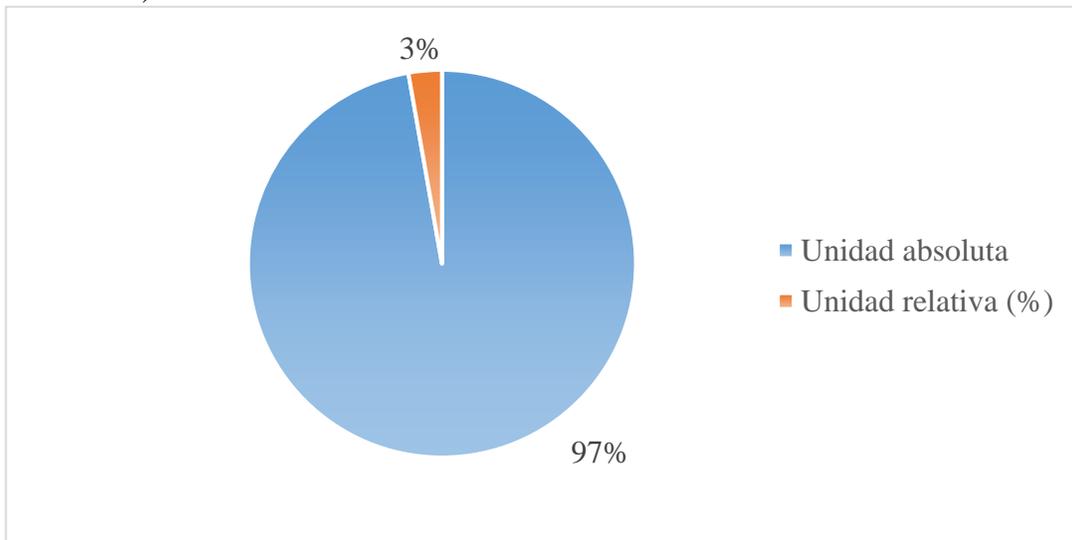
Más de la mitad de las personas encuestados afirma que padecen con mayor frecuencia el Síndrome Diarreico Agudo; menos de una cuarta parte afirma que padece de Parasitismo Intestinal; menos de una tercera parte afirma que padece de Enfermedades respiratorias, y una pequeña parte afirma que padece gastro intestinales; de todas íntimamente relacionado con vectores de hospederos de organismos trasmisores.

Cuadro 13. Áreas de descarga de las aguas generadas en las viviendas (sanitario, lavamanos).

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
Son descargadas a flor de tierra	29	83
Las aguas de los servicios sanitarios drenan a fosa.	6	17
totales	35	100

Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

Gráfica 5. Áreas de descarga de las aguas generadas en las viviendas (sanitario, lavamanos).



Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

Análisis

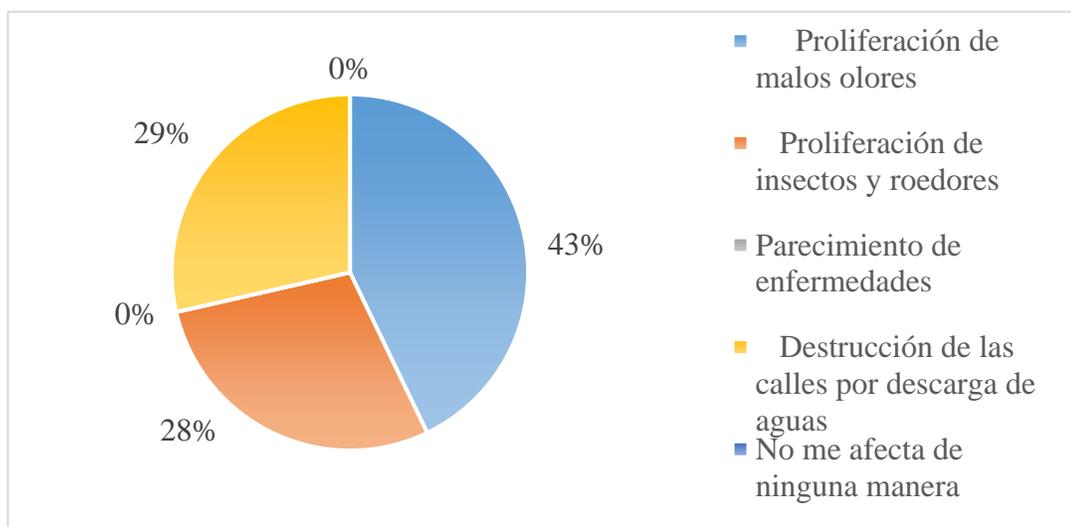
Más de la mitad de las personas encuestadas descargan las aguas en el mismo lugar que es a flor de tierra, y una minoría de las personas encuestadas la descarga de las aguas de los servicios sanitarios la drenan a fosa.

Cuadro 14. Respuesta con relación a la manera de cómo les perjudica la inexistencia de una red de drenaje sanitario a los habitantes de la colonia.

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
Proliferación de malos olores	15	43
Proliferación de insectos y roedores	10	29
Parecimiento de enfermedades	0	0
Destrucción de las calles por descarga de aguas	10	29
No me afecta de ninguna manera	0	0
totales	35	100

Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

Gráfica 6: Respuesta con relación a la manera de cómo le perjudica la inexistencia de una red de drenaje sanitario a los habitantes de la colonia.



Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

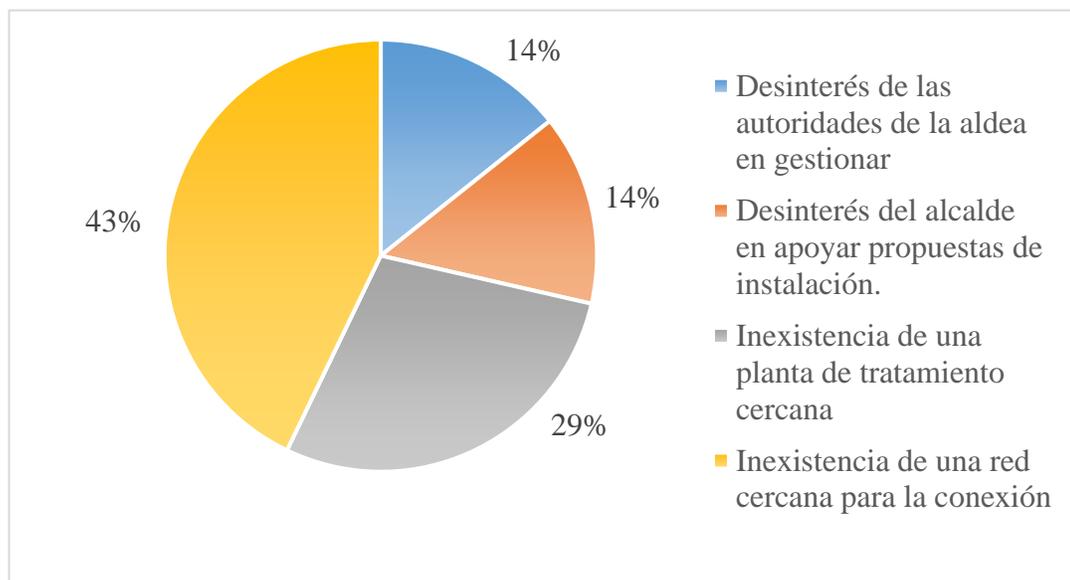
Análisis: Mas de tercera parte de las personas encuestadas afirman que lo que más les afecta son la proliferación de malos olores; una tercera parte afirma que la destrucción de las calles por descarga de aguas; y una pequeña Parte afirma que les afecta la proliferación de insectos y roedores.

Cuadro 15. Causa de la inexistencia de una red de drenaje sanitario en la colonia.

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
Desinterés de las autoridades de la aldea en gestionar	5	14
Desinterés del alcalde en apoyar propuestas de instalación.	5	14
Inexistencia de una planta de tratamiento cercana	10	29
Inexistencia de una red cercana para la conexión	15	43
totales	35	100

Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

Gráfica 7: Causa de la inexistencia de una red de drenaje sanitario en la colonia.



Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

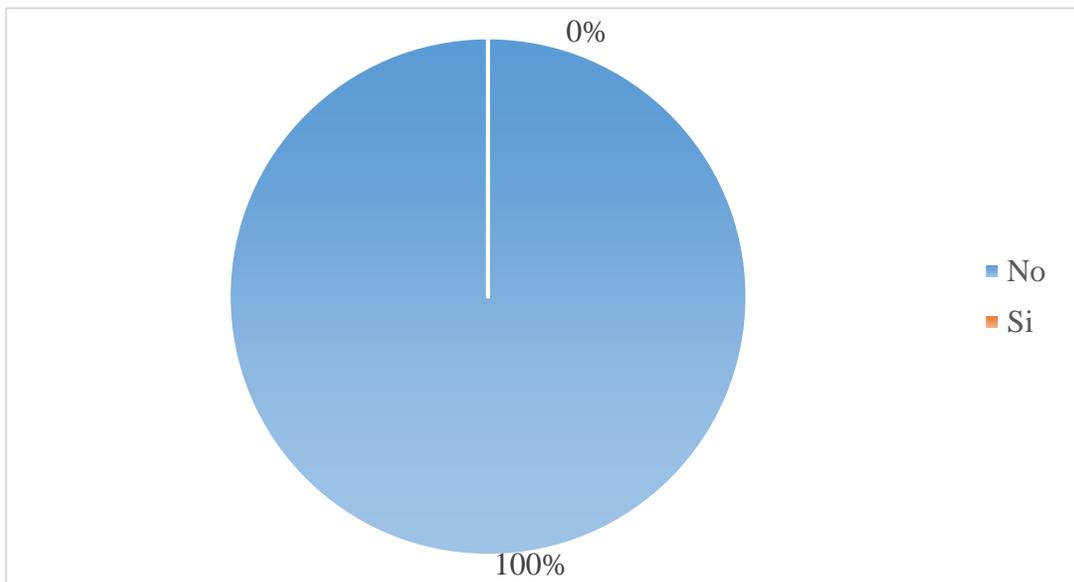
Análisis: Más de la mitad de las personas encuestadas afirma que porcentaje mayor inexistencia de una red cercana para la conexión; más de una tercera parte que inexistencia de una planta de tratamiento cercana; menos de una cuarta parte que desinterés del alcalde municipal en apoyar propuestas de instalación; y otra cuarta parte que hay inexistencia de una planta de tratamiento cercana ya que la de menor distancia se encuentra a 1km saliendo del casco urbano.

Cuadro 16. Respuesta con relación a si limita el desarrollo de la colonia la inexistencia de una red de drenaje.

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
Si	4	11
No	25	72
No estoy enterado	6	17
Totales	35	100

Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

Gráfica 8: Respuesta con relación a si limita el desarrollo de la colonia la inexistencia de una red de drenaje.



Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

Análisis

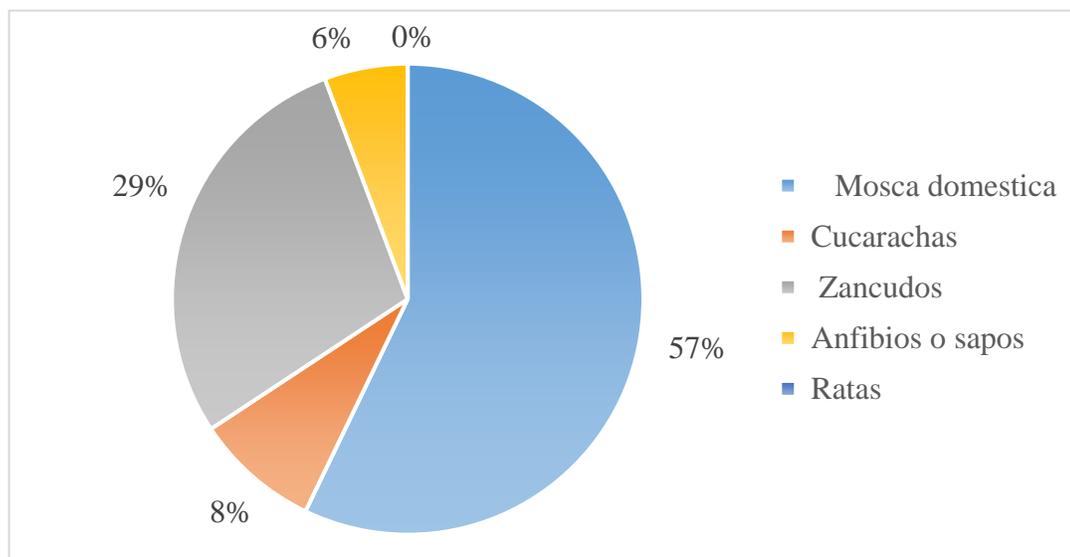
Más de la mitad de las personas encuestadas afirman que, si limita el desarrollo de la comunidad, una tercera parte que no; y una pequeña parte que no está enterado sobre la problemática de la Colonia.

Cuadro 17. Plaga que ha afectado a la población de la colonia en los últimos años.

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
Mosca domestica	20	57
Cucarachas	3	9
Zancudos	10	29
Anfibios o sapos	2	6
Ratas	0	0
totales	35	100

Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

Gráfica 9: Plaga que ha afectado a la población de la colonia en los últimos años.



Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

Análisis

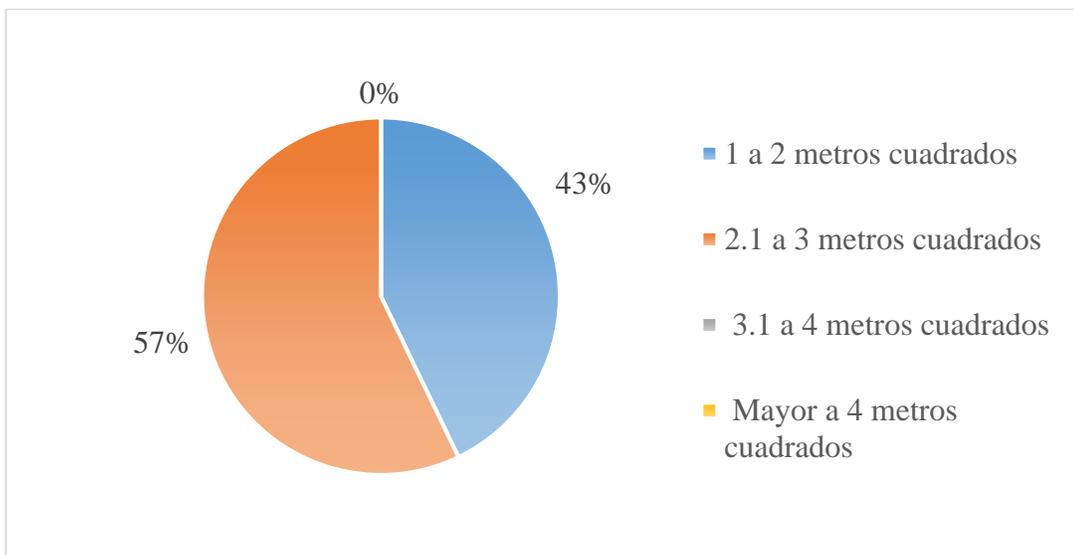
Más de la mitad de las personas encuestadas nos afirman que la plaga que más afecta en la colonia es la de mosca domestica; más de una tercera parte que son los zancudos; y menos de una tercera parte que es la de las cucarachas; y una minoría es la de anfibios y sapos.

Cuadro 18. Espacio que se ocupa en las viviendas para la evacuación de aguas residuales.

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
1 a 2 metros cuadrados	15	43
2.1 a 3 metros cuadrados	20	57
3.1 a 4 metros cuadrados	0	0
Mayor a 4 metros cuadrados	0	0
totales	35	100

Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

Gráfica10: Espacio que se ocupa en las viviendas para la evacuación de aguas residuales.



Fuente: información proporcionada por los encuestados en la colonia Del Empleado Municipal Zacapa, julio 2018.

Análisis

Más de las personas encuestadas afirma que el espacio que ocupa su fosa séptica es de 1 a 2 metros; y menos de la mitad que el porcentaje mayor ocupa entre 2.1 a 3 metros.

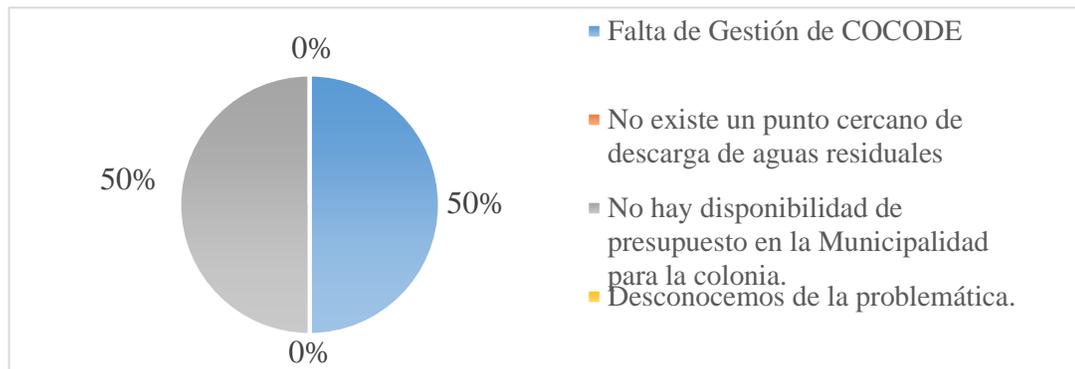
Boleta de diagnóstico de la problemática para la Variable independiente (X).

Cuadro 19. Razones que han limitado la introducido un sistema de drenaje sanitario en la colonia Empleado Municipal.

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
Falta de Gestión de COCODE	1	50
No existe un punto cercano de descarga de aguas residuales	0	0
No hay disponibilidad de presupuesto en la Municipalidad para la colonia.	1	50
Desconocemos de la problemática.	0	0
totales	1	100

Fuente: información proporcionada por los encuestados en la Dirección de Planificación municipal de Zacapa Cocode de la Colonia julio 2018.

Gráfica 11: Razones que han limitado la introducido un sistema de drenaje sanitario en la colonia Empleado Municipal.



Fuente: información proporcionada por los encuestados en la Dirección de Planificación municipal de Zacapa Cocode de la Colonia julio 2018.

Análisis: La mitad que es el cocode al presidente quien respondió que no existe un punto cercano de una planta de tratamiento para la descarga de las aguas residuales; la otra boleta fue dirigida hacia la dirección de planificación municipal, dirigida al

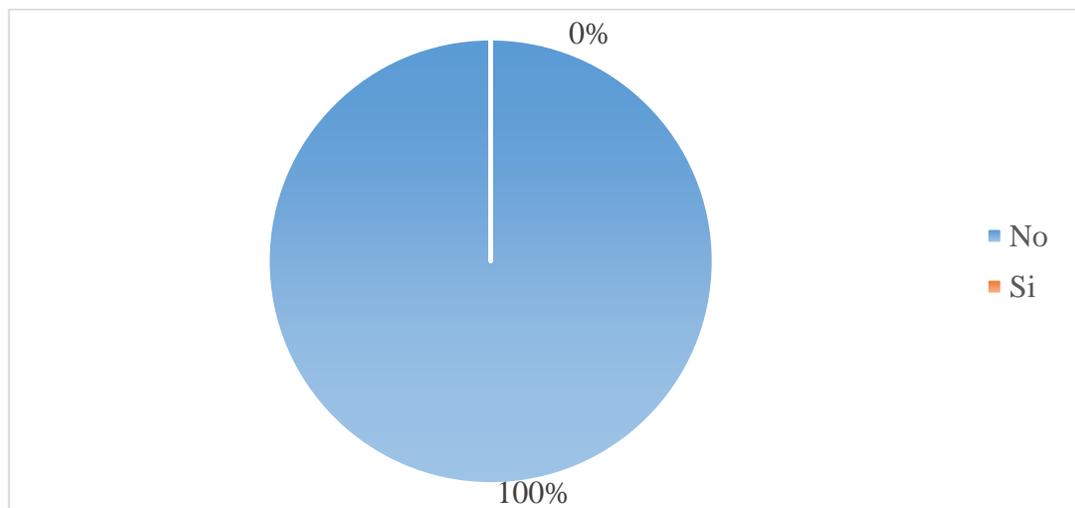
director de la misma quien respondió que el problema era sobre la falta de gestión de cocode.

Cuadro 20: Respuesta con relación a si se tiene planificado introducir un sistema de drenaje.

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
Si	0	0
No	2	100
totales	2	100

Fuente: información proporcionada por los encuestados en la Dirección de Planificación municipal de Zacapa Cocode de la Colonia julio 2018.

Gráfica 12. Respuesta con relación a si se tiene planificado introducir un sistema de drenaje.



Fuente: información proporcionada por los encuestados en la Dirección de Planificación municipal de Zacapa Cocode de la Colonia julio 2018.

Análisis

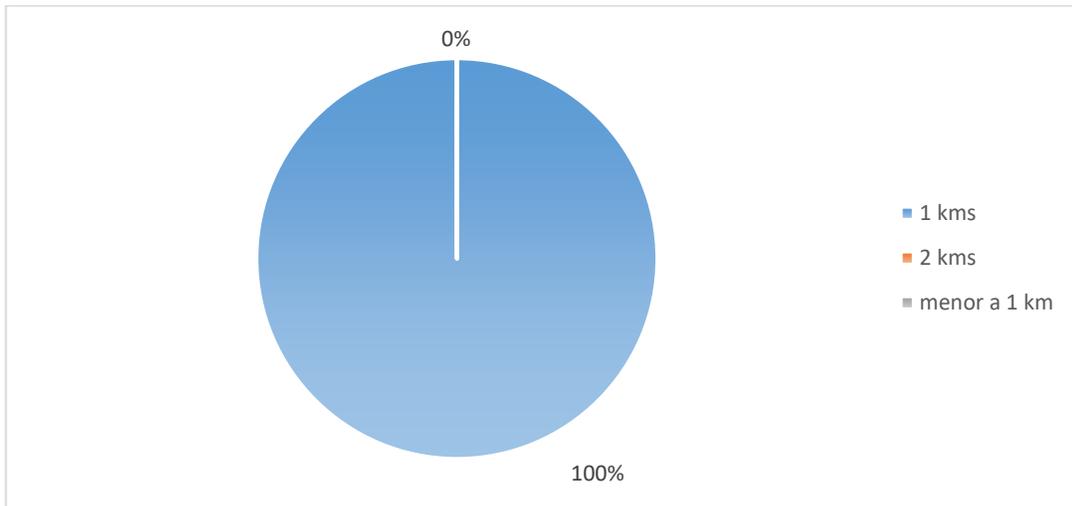
La totalidad de las personas entrevistadas manifiesta que no se tiene planificado la introducción de un sistema de drenaje sanitario, aunque todavía no se encuentra gestionado directamente por la DMP, municipal teniendo constantes demandas de la población de la colonia.

Cuadro 21. Distancia de la ubicación del proyecto hacia la planta de tratamiento más cercano.

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
1 kms	2	100
2 kms	0	0
totales	2	100

Fuente: información proporcionada por los encuestados en la Dirección de Planificación municipal de Zacapa Cocode de la Colonia julio 2018.

Gráfica 13. Distancia de la ubicación del proyecto hacia la planta de tratamiento más cercano.



Fuente: información proporcionada por los encuestados en la Dirección de Planificación municipal de Zacapa Cocode de la Colonia julio 2018.

Análisis

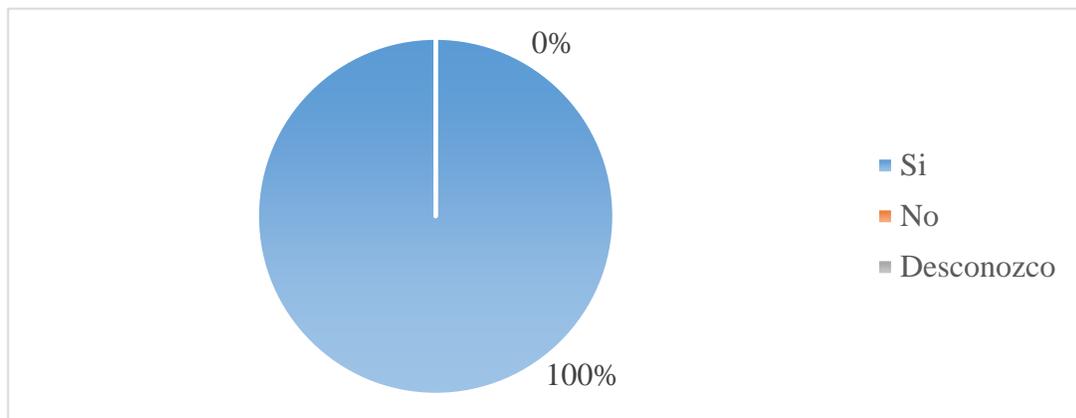
La totalidad de las personas encuestadas manifiesta que el punto de descarga más cercano se ubica a menos de 1 kilómetro del punto de conexión que es la planta de tratamiento en la cual se evacua las aguas residuales del casco urbano del departamento de Zacapa.

Cuadro 22. Respuesta con relación a si se incumplen con los derechos a los servicios de los centros poblados.

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
Si	2	100
No	0	0
Desconozco	0	0
Totales	2	100

Fuente: información proporcionada por los encuestados en la Dirección de Planificación municipal de Zacapa Cocode de la Colonia julio 2018.

Gráfica 14. Respuesta con relación a si se incumplen con los derechos a los servicios de los centros poblados.



Fuente: información proporcionada por los encuestados en la Dirección de Planificación municipal de Zacapa Cocode de la Colonia julio 2018.

Análisis

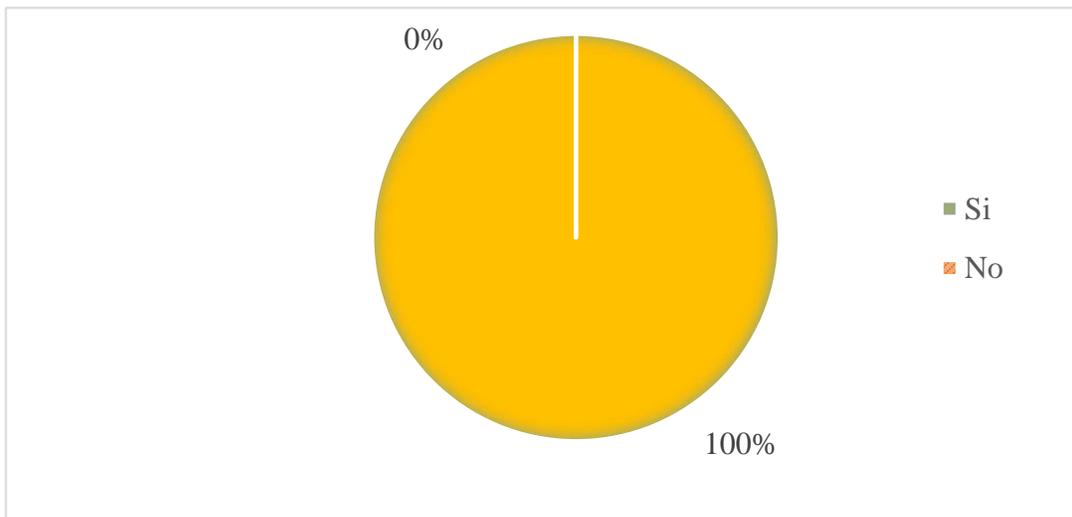
La totalidad de las personas encuestadas manifiesta que se está incumpliendo de parte de la municipalidad en propiciar los servicios básicos a los centros poblados de la circunscripción administrativa es parte uno de ellos la Colonia de Empleado Municipal.

Cuadro 23. Respuesta con relación a si se tiene propuesta del COCODE de la colonia para una introducción de alcantarillado sanitario.

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
Si	0	0
No	1	100
Totales	1	100

Fuente: información proporcionada por los encuestados en la Dirección de Planificación municipal de Zacapa Cocode de la Colonia julio 2018.

Gráfica 15: Respuesta con relación a si se tiene propuesta del COCODE de la colonia para una introducción de alcantarillado sanitario.



Fuente: información proporcionada por los encuestados en la Dirección de Planificación municipal de Zacapa Cocode de la Colonia julio 2018.

Análisis

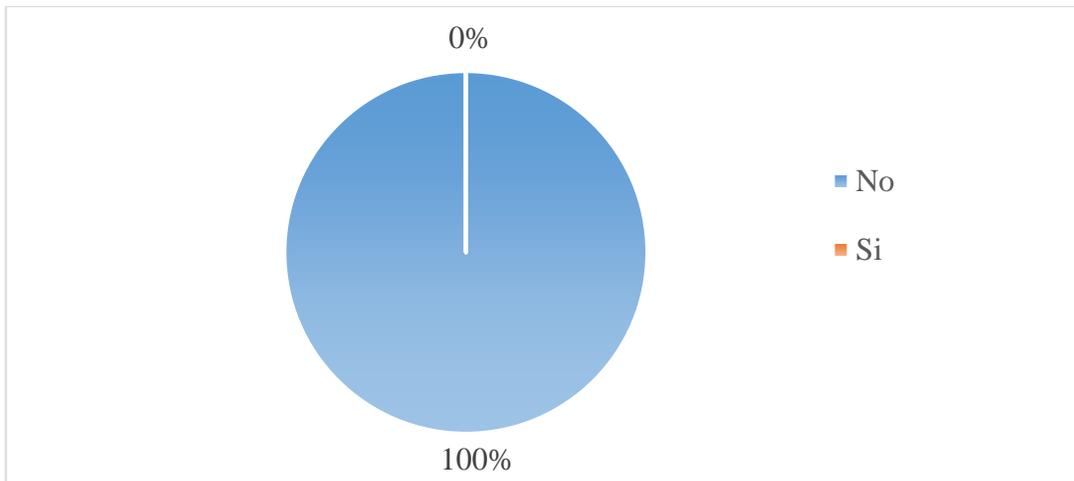
Como se observa la totalidad de los entrevistados manifiesta que el COCODE no cuenta con una petición formal para la gestión en la DMP, municipal para poder tener la introducción de un drenaje sanitario a la colonia.

Cuadro 24. Respuesta con relación a si se tienen conocimiento de los problemas de la colonia para la descarga de aguas.

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
Si	0	0
No	2	100
totales	2	100

Fuente: información proporcionada por los encuestados en la Dirección de Planificación municipal de Zacapa Cocode de la Colonia julio 2018.

Gráfica 16. Respuesta con relación a si se tienen conocimiento de los problemas de la colonia para la descarga de aguas.



Fuente: información proporcionada por los encuestados en la Dirección de Planificación municipal de Zacapa Cocode de la Colonia julio 2018.

Análisis

La totalidad de los entrevistados manifiesta que no se tiene conocimiento de la problemática en la colonia, La cual no ha ingresado ninguna gestión de para una introducción de drenaje sanitario.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.1. Conclusiones

1. Inexistencia de proyecto para el diseño y construcción de red de drenajes sanitario.
2. En la Colonia Empleado Municipal, no se cuenta con red de drenaje sanitario para la colección, conducción de las aguas residuales domesticas generadas, lo que obliga a los habitantes a descargar las aguas a flor de tierra, directamente a corrientes hídricas y en algunos casos a fosas sépticas artesanales.
3. La población del área en estudio es afectada por la proliferación de plagas y/o enfermedades específicamente insectos y roedores que afectan directamente a los habitantes.
4. Se evidencia la incidencia de padecimiento de enfermedades gastrointestinales por los habitantes del área en estudio ligados a la ausencia de saneamiento ambiental
5. Se estima que una familia consume 416 litros de agua por día, considerando una eficiencia del 85% para generar 356.6 litros de aguas residuales/familia/día y un total 9,547, 2 litros total.
6. La municipalidad de Zacapa, dentro de su planificación anual no tiene ninguna planificación elaborada para la introducción de un sistema de alcantarillado sanitario para área en estudio.
7. De acuerdo a las autoridades de salud, con influencia en el área de la investigación, coinciden en que la ausencia de una red de alcantarillado sanitario agudiza la problemática actual, pues la población incrementa y por lo consiguiente la cantidad de agua que se dispone inadecuadamente, puede producir otros efectos adversos.

IV.2. Recomendaciones

1. Se propone la elaboración del diseño y planificación de una red de alcantarillado sanitario.
2. Se Orientar a la autoridad local (COCODE), para que dentro de la priorización de solicitud de proyectos se contemple la ejecución del proyecto de sistema de alcantarillado sanitario en el área de influencia.
3. Se Desarrollar un plan de operación y mantenimiento de la red de drenaje sanitario a construir, con la finalidad de garantizar el óptimo funcionamiento de la obra y garantizar la vida útil.
4. Se Desarrollar un plan de mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado sanitario, que garantice que las aguas colectadas y conducidas puedan hacer tratadas al dar cumplimiento al Acuerdo Gubernativo 236-2006 y sus Reformas en el Acuerdo Gubernativo 304-2017.
5. Se Desarrollará junto con la municipalidad de Zacapa y COCODE local su planificación de construcción del sistema de drenaje sanitario del área de estudio.
6. Se sebera de hacer una solicitud por escrita dirigida al alcalde municipal en funciones para que pueda agregar en el presupuesto anual de la municipalidad la elaboración de un sistema de alcantarillado sanitario.
7. Se deberá Coordinar con las autoridades de salud la problemática actual de la ausencia de una red de alcantarillado que agudiza. En el área de influencia de investigación, en la cantidad de agua que se dispone por el incremento de sus efectos adversos.

BIBLIOGRAFIA

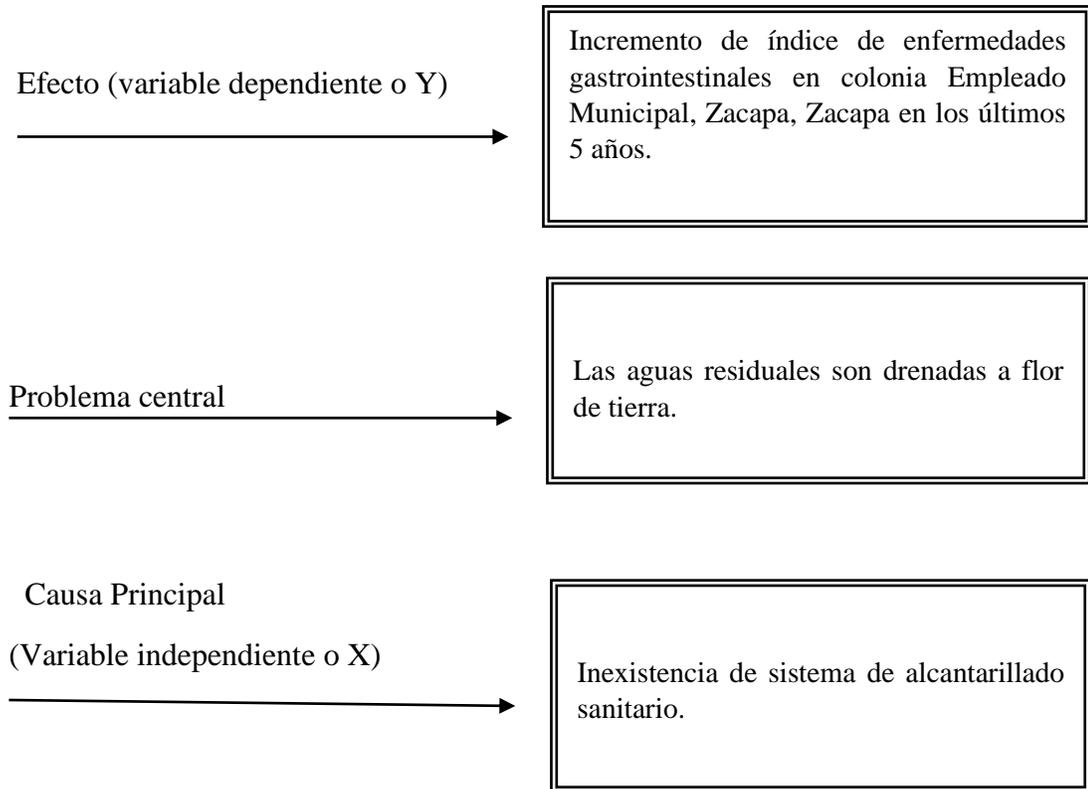
1. Espigares, M., & Pérez, j. (1985). aguas residuales. composición. Granada: Universidad de Granada.
2. Antillon, H. (2010). diseño de drenaje sanitario para la zona 4 de tiquisate y pavimento del tramo de la cabecera municipal hacia el parcelamiento barriles, municipio de tiquisate escuintla. Escuintla-Guatemala: Tesis de licenciatura, universidad de san carlos de guatemala, facultad de ingeniería.
3. infom. (2001). normas generales para diseño de alcantarillados. Guatemala: NFOM/normasalcant .
4. Penagos L. (2015). Componentes del sistema de alcantarillado para la vía secundaria sector grival municipio de Mosquera, Bogotá Colombia: universidad militar nueva granada facultad de ingeniería especialización de pavimentos.
5. Hardenberg R. (1987). Tratamientos de Aguas Residuales, México D.F: Ingeniería Sanitaria. Ed. Continental S.A. de C.V.
6. Martínez O. (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, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
7. Estrada L. (2003). Planificación y diseño de la red de drenaje sanitario del cantón pueblo nuevo, del municipio de Palencia, departamento de Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
8. Chay F. (2014). Diseño del sistema de alcantarillado separativo para la aldea la embaulada, de san Lucas Sacatepéquez, Sacatepéquez, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
9. Galdámez D. (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. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

10. Gálvez H. (2004). Planificación y diseño de los sistemas de drenaje de la cabecera Municipal pasaco, Jutiapa, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala
11. Contreras R. (2016). Diseño sistema de abastecimiento de agua potable caserío Olopita Centro, aldea Olopita y sistema alcantarillado sanitario, colonia Los Arcos, zona 1, ciudad de Esquipulas, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala Centro Universitario de Oriente.
12. Jeovany M. (2004). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario aldea lo de Hernández y puente vehicular aldea el terrero municipio de Huehuetenango, Huehuetenango, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
13. Armando F. (2003). Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para las aldeas los bordos y los arco, municipio de Teculután, Zacapa, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

ANEXOS

Anexo 1. Árbol de problemas e hipótesis de trabajo y árbol de objetivos.

Tópico: Saneamiento básico

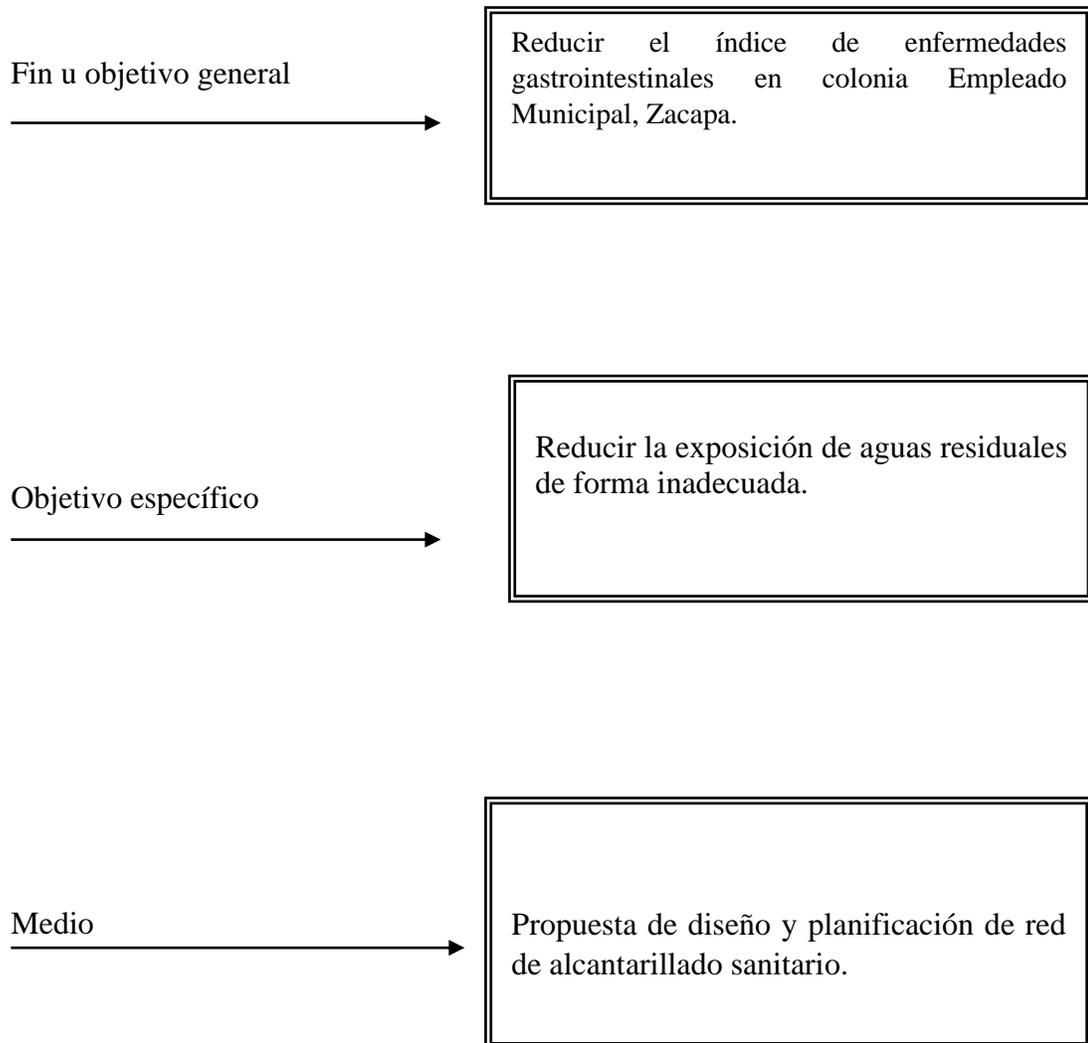


Hipótesis: Incremento de índice de enfermedades gastrointestinales y en colonia Empleado Municipal, Zacapa, Zacapa en los últimos 5 años es debido a: Inexistencia de sistema de alcantarillado sanitario.

¿Es la inexistencia de proyecto para el diseño y construcción de red de drenaje sanitario la causa del incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en la Colonia del Empleado Municipal?

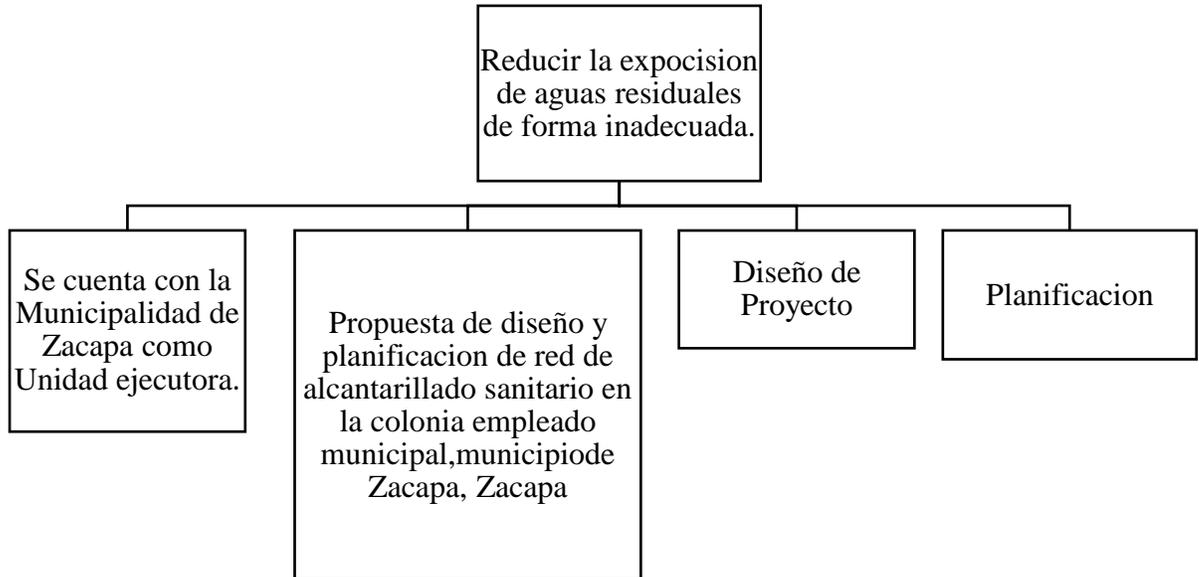
Árbol de objetivos

Para dar solución a la problemática planteada se presentan los objetivos siguientes:



Título de tesis: Propuesta de diseño y planificación de red de alcantarillado sanitario en Colonia Empleado Municipal, municipio de Zacapa, Zacapa.

Anexo 2. Diagrama del medio de solución de la problemática



Anexo 3. Boleta de investigación para la comprobación del efecto general variable

Universidad Rural de Guatemala
Programa de Graduación
Boleta de Investigación
Problema central

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar problema central siguiente: Reducir la exposición de aguas residuales de forma inadecuada.

Esta boleta censal está dirigida a los habitantes locales de colonia Empleado Municipal.

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

1. ¿Dónde descarga usted las aguas residuales producidas en su vivienda?
 - a. Fosa Séptica
 - b. Cielo Abierto
 - c. Drenaje Natural (Zanjón o Quebrada)
 - d. Red de Drenaje Municipal.
2. ¿Cuántos son los integrantes conforman su núcleo familiar?
No. _____
3. ¿Cuánto es el volumen de agua que utiliza diariamente en su vivienda?
 - a. 1 a 2 Toneles
 - b. 1 a 4 Toneles
 - c. 1 a 5 Toneles
 - d. 5 o más Toneles
(1 tonel es equivalente a 158.98 litros)
4. ¿Qué enfermedades frecuentemente padecen los integrantes de su familia?
 - a. Síndrome Diarreico Agudo
 - b. Parasitismo Intestinal
 - c. Enfermedades gastrointestinales
 - d. Enfermedades Respiratorias
 - e. Otras.
5. ¿Separa las aguas generadas por los servicios sanitarios y los de uso doméstico?
 - a. Son descargadas al mismo lugar
 - b. Las aguas de los servicios sanitarios drenan a fosa.

6. ¿Cómo le perjudica la inexistencia de una red de drenaje sanitario?
 - a. Proliferación de malos olores
 - b. Proliferación de insectos y roedores
 - c. Parecimiento de enfermedades.
 - d. Destrucción de las calles por descarga de aguas
 - e. No me afecta de ninguna manera.

7. Cual considera que sea la causa de la inexistencia de una red de drenaje sanitario en el área:
 - a. Desinterés de las autoridades de la aldea en gestionar
 - b. Desinterés del alcalde en apoyar propuestas de instalación.
 - c. Inexistencia de una planta de tratamiento cercana
 - d. Inexistencia de una red cercana para la conexión.
8. Ha limitado el desarrollo de infraestructura la inexistencia de una red de drenaje en el área.
 - a. Si
 - b. No
 - c. No estoy enterado
9. ¿Cuáles son las plagas que más le ha afectado en los últimos años?
 - a. Mosca domestica
 - b. Cucarachas
 - c. Zancudos
 - d. Anfibios o sapos
 - e. Ratas
10. ¿Cuánto espacio ocupa de su terreno para evacuar las aguas residuales?
 - a. 1 a 2 metros cuadrados
 - b. 2.1 a 3 metros cuadrados
 - c. 3.1 a 4 metros cuadrados
 - d. Mayor a 4 metros cuadrado

Observaciones: Se debe tomar muy en cuenta la construcción de la red de alcantarillado para la recolección de agua residuales de la colonia y poder tener una planta de tratamiento para poder evacuar el agua a un zanjón natural el cual drene hasta un rio próximo y así poder darle un mejor estilo de vida a los pobladores de la colonia y evitar proliferación de plagas y enfermedades y sobre todo poder cuidar el medio ambiente.

Anexo 4. Boleta de investigación para la comprobación de la causa

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable independiente (x)

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar variable independiente siguiente: Inexistencia de sistema de alcantarillado sanitario.

Esta boleta censal está dirigida a Dirección de Planificación municipal de Zacapa y Cocode de la comunidad.

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

1. ¿Porque no se ha introducido un sistema de drenaje sanitario en la colonia?
 - a. Falta de Gestión de COCODE
 - b. No existe un punto cercano de descarga de aguas residuales
 - c. Inexistencia de planta de tratamiento previo
 - d. No hay disponibilidad de presupuesto en la Municipalidad para la colonia.
 - e. Desconocemos de la problemática.

2. ¿La municipalidad tiene planificado la introducción drenaje en la colonia?
 - a. SI
 - b. NO

3. ¿Si en un determinado momento existe una red de drenaje sanitario ¿Cuál es la distancia se encuentra la descarga más cercana de una planta de tratamiento?
 - a. 2 kms
 - b. 1 kms

4. Se incumple con los derechos a los servicios básicos a los centros poblados por parte de la autoridad competente:
 - a. SI
 - b. NO
 - c. Desconozco

5. ¿Ha recibido alguna propuesta del COCODE de la colonia para una introducción de alcantarillado sanitario?
 - a. SI
 - b. NO

6. Conoce de los problemas de la colonia para la descarga de aguas residuales.
 - a. SI
 - b. NO

Observaciones: Se debe adquirir un terreno para poder hacer una planta de tratamiento para poder descargar las aguas residuales producidas en la colonia empleado municipal Zacapa, Zacapa.

Anexo 5. Boleta de investigación para el diagnóstico de la problemática causa principal.

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable dependiente (y)

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: Incremento de índice de enfermedades gastrointestinales y en colonia Empleado Municipal, Zacapa, Zacapa en los últimos 5 años.

Esta boleta censal está dirigida al centro de salud de Zacapa.

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

1. ¿Cuál es el comportamiento de la incidencia de enfermedades gastrointestinales en la colonia Empleado Municipal, Zacapa en los últimos 5 años?
 - a. Incremento
 - b. Disminuyo
 - c. Se mantiene constante
2. ¿Qué enfermedades frecuentemente padecen los habitantes de la colonia Empleado Municipal, Zacapa, Zacapa?
 - a. Síndrome Diarreico Agudo
 - b. Parasitismo Intestinal
 - c. Enfermedades gastrointestinales
 - d. Enfermedades Respiratorias
 - e. Otras.

3. ¿Con que frecuencia utilizan el servicio de salud los habitantes de colonia
Empleado Municipal, Zacapa, Zacapa?

- a. Una vez por semana
- b. Una vez por mes
- c. Una vez por año
- d. Otro

Anexo 6. Cálculo de la muestra

Para el desarrollo de este anexo se realizó un censo de acuerdo a los lineamientos de la universidad Rural de Guatemala. Para comprobar la variable independiente se encuestaron 35 familias que constituyen la Colonia del Empleado Municipal, Zacapa, Zacapa.

Para la variable dependiente se desarrolló 2 encuestas dirigidas a la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Zacapa y Consejo Comunitario de Desarrollo de la Colonia del Empleado Municipal.

Anexo 7. Cálculo de coeficiente de correlación

Año	X	Y	XY	X ²	Y ²
	(Años)	incremento de índice de enfermedades gastrointestinales			
2013	1	18	18	1	324
2014	2	20	40	4	400
2015	3	22	66	9	484
2016	4	24	96	16	576
2017	5	27	135	25	729
Totales	15	111	355	55	2513

n=	5	
∑X=	15	
∑XY=	355	
∑X²=	55	
∑Y²=	2513	
∑Y=	111	
n∑XY=	1775	
∑X*∑Y=	1665	
NUMERADOR=	110	
n∑X²=	275	
(∑X)²=	225	
n∑Y²=	12565	
(∑Y)²=	12321	

$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50	
$n\sum Y^2 - (\sum Y)^2 =$	244	
$(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2) =$		12200
Denominador:	110.4536102	
r=	0.995893206	

Fuente: Colonia Empleado Municipal Zacapa, Zacapa.

Análisis: Se comprueba que las variables descritas en los cálculos están debidamente correlacionadas, se valida la problemática planteada y debido a que el $r=0.99$ está dentro del rango permitido se procede a realizar la proyección mediante la línea recta.

Anexo 8. Proyección línea recta

Es sumamente importante proyectar el fenómeno estudiado, y para ello se procedió a utilizar la proyección lineal del problema en cuestión.

Para su desarrollo se estudió el comportamiento de las variables: tiempo (respecto a los años de estudio, variable X) aumento de casos (respecto a la información del centro de salud, Variable Y) basado en el historial estadístico que proporciona la institución; información que se encuentra dentro del rango aceptable para analizarse como un comportamiento lineal, resumido todo esto con la ecuación: $y = a + bx$.

Proyección lineal

AÑO	X (año)	Y (casos de enfermedades gastrointestinales)	XY	X ²	Y ²
2018	1	18	18	1	324
2019	2	20	40	4	400
2020	3	22	66	9	484
2021	4	24	96	16	576
2022	5	27	135	25	729
Totales	15	111	355	55	2513

Fuente: Colonia Empleado Municipal Zacapa, Zacapa.

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	355
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	2513
$\sum Y=$	111
$n\sum XY=$	1775
$\sum X*\sum Y=$	1665
NUMERADOR de b:	110
Denominador de b:	
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b=	2.2
Numerador de a:	
$\sum Y=$	111
$b * \sum X =$	33
Numerador de a:	78
a=	15.6

FORMULAS:

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

FORMULAS:

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

Y=	15.6	+	2.2	X
Y (2022)=	2.2	+	2.200000	6
Y (2022)=	28.80			
Y=	15.6	+	2.2	X
Y (2023)=	2.2	+	2.200000	7
Y (2023)=	31.00			
Y=	15.6	+	2.2	X
Y (2024)=	2.2	+	2.200000	8
Y (2024)=	33.20			
Y=	15.6	+	2.2	X
Y (2025)=	2.2	+	2.200000	9
Y (2025)=	35.40			
Y=	15.6	+	2.2	X
Y (2026)=	2.2	+	2.200000	10
Y (2026)=	37.60			

Situación sin proyecto

Donde:

$$a = 15.6$$

$$b = 2.2$$

x = número correlativo de años

$y = a+bx$	AUMENTOS DE CASOS
$y = 15.6 + 2.2 * 6$	29
$y = 15.6 + 2.2 * 7$	31
$y = 15.6 + 2.2 * 8$	33
$y = 15.6 + 2.2 * 9$	35
$y = 15.6 + 2.2 * 10$	38

Evidentemente los casos de enfermedades irán en aumento sin no se ejecuta la propuesta planteada.

Evidentemente los casos de enfermedades irán en aumento sin no se ejecuta la propuesta planteada. Formula: $y = a + bx$

X	Año	$y = a + bx$
No. De año		incremento de índice de enfermedades gastrointestinales
6	2022	29
7	2023	31
8	2024	33
9	2025	35
10	2026	38

Fuente: Colonia Empleado Municipal Zacapa, Zacapa

Situación con Proyecto.

Año	Operando	75%	procedimient o	con proyecto
2022	(29*10%)	3	29-3	26
2023	(31*12%)	7	31-7	24
20224	33*15%)	12	33-12	21
2025	(35*18%)	18	35-18	17
2026	(38*20%)	26	38-26	12

Comentario: Para hallar el resultado con proyecto se hace el procedimiento que se deja plasmado en la tabla anterior y se verifica que es de una gran importancia la ejecución de la propuesta planteada.

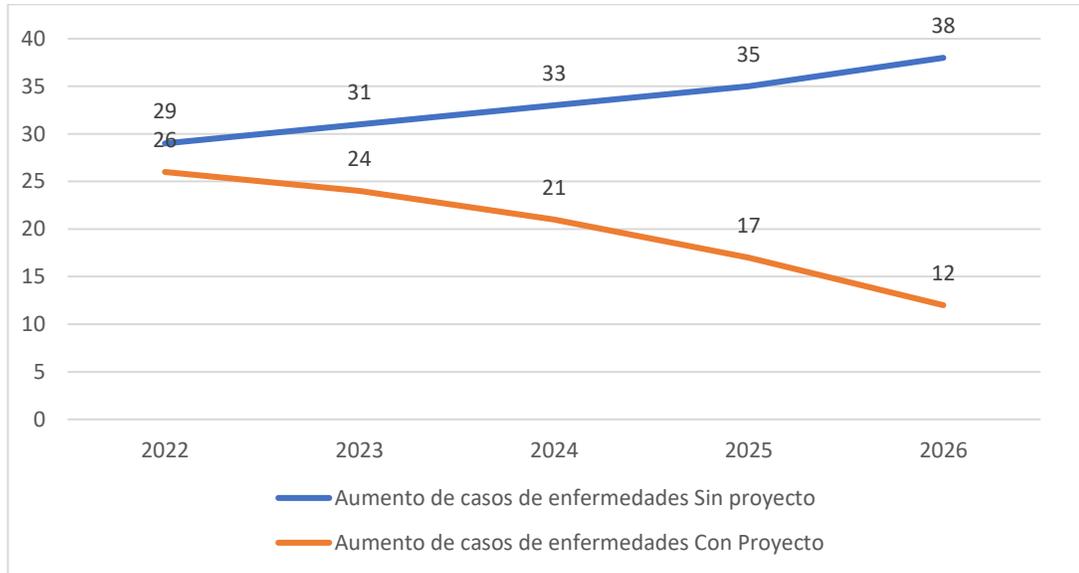
Se propone reducir Los casos de enfermedades gastrointestinales en un 75% para los próximos años:

Analisis comparativo con y sin proyecto

Año	Aumento de casos de enfermedades	
	Sin proyecto	Con Proyecto
2022	29	26
2023	31	24
2024	33	21
2025	35	17
2026	38	12

Fuente: Colonia Empleado Municipal Zacapa, Zacapa.

AÑO	2018	2019	2020	2021	2022	
Resultado 1 (Medio de solución)						
Red De Alcantarillado para El Sector	3.00%	4.00%	3.00%	4.00%	6.00%	
Conexiones Domiciliares y Pozos de Visitas	2.00%	2.00%	2.00%	3.00%	4.00%	
Interconexión a Red General Existente	1.00%	2.00%	1.00%	2.00%	3.00%	
Resultado 2 (Sencibilización y capacitación)						
Promocionar Radio y Televisión (cable) El Proyecto	0.00%	1.00%	2.00%	2.00%	2.00%	
Capacitación Cocode Local Gestión de Proyectos.	2.00%	1.00%	2.00%	2.00%	2.00%	
Capacitación al Fontanero para Manejo, Control y Mantenimiento del Sistema	0.00%	0.00%	3.00%	1.00%	1.00%	
Resultado 3 (Fortalecimiento o creación de la unidad ejecutora)						
Gestión ante El Comude o Municipalidad de Zacapa.	0.00%	1.00%	1.00%	3.00%	1.00%	
Gestión ante El Codede de Zacapa.	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	0.00%	
Implementación de Pago por Concepto de Tarifa para la Administración, Manejo, Control y Mantenimiento del Sistema a Ejecutar.	1.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.00%	
TOTAL	10.00%	12.00%	15.00%	18.00%	20.00%	SOLUCION
MATRIZ DE CIERRE	10.00%	12.00%	15.00%	18.00%	20.00%	75.00%



Análisis

Como se puede notar en la comparación anterior, la problemática crece a medida que pasa el tiempo; de no ejecutarse la presente propuesta, la situación del efecto identificado, seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de la pronta implementación de la planificación para la construcción de Propuesta de diseño y planificación de red de alcantarillado sanitario en Colonia Empleado Municipal, municipio de Zacapa, Zacapa para solucionar la problemática existente lo más pronto posible.

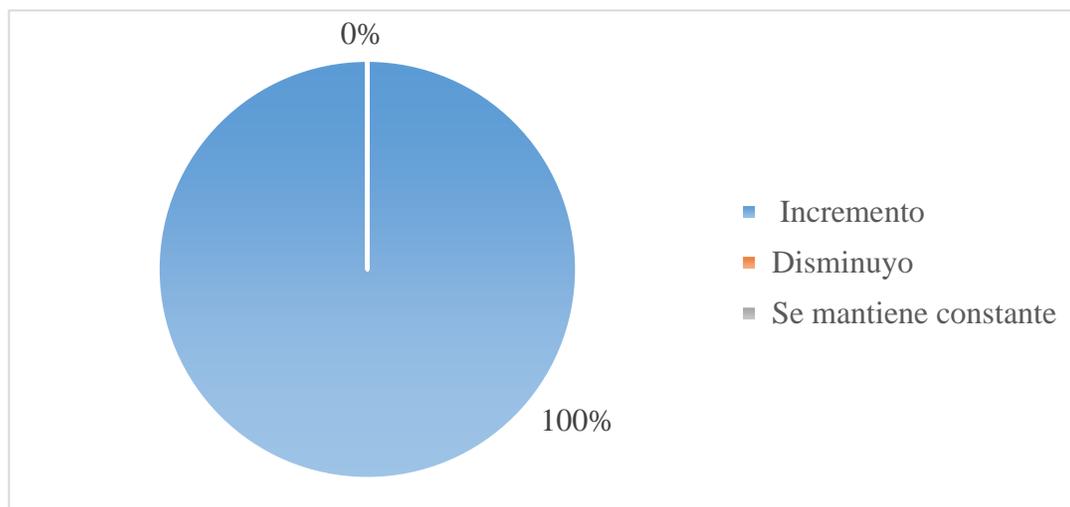
Anexo 9. Boleta de diagnóstico de la problemática boleta problema central

Cuadro 27. Comportamiento de la incidencia de enfermedades gastrointestinales en la colonia Empleado Municipal.

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
Incremento	1	100
Disminuyo	0	0
Se mantiene constante	0	0
Totales	1	100

Fuente: información obtenida del en cargado centro de salud de Zacapa julio de 2018.

Gráfica 18: Comportamiento de la incidencia de enfermedades gastrointestinales en la colonia Empleado Municipal



Fuente: información obtenida del en cargado centro de salud de Zacapa julio de 2018.

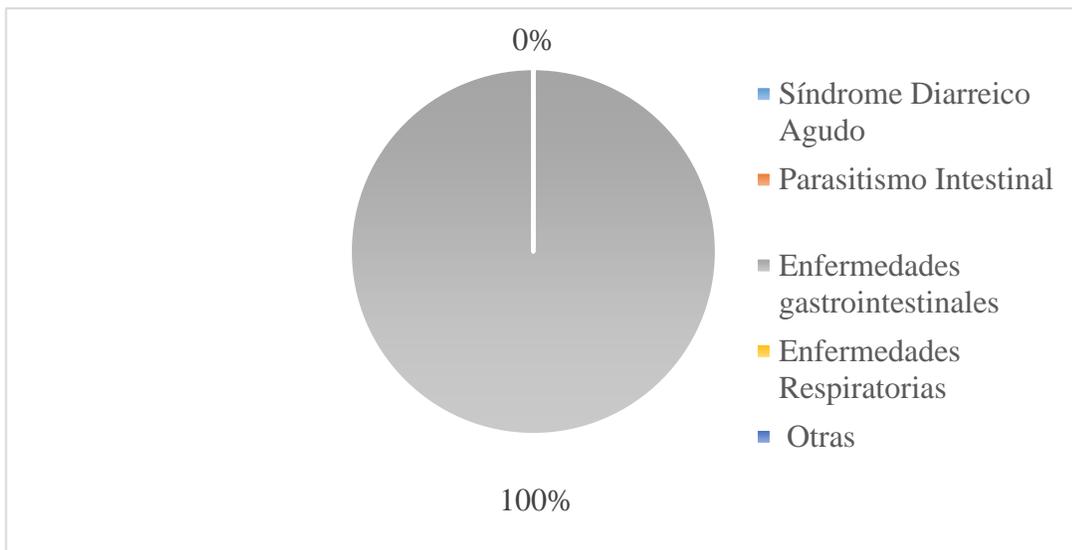
Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anteriores, la totalidad de los entrevistados manifiesta que la incidencia de enfermedades gastrointestinales incremento en los últimos 5 años.

Cuadro 28. Enfermedades que frecuentan los habitantes de la Colonia Empleado Municipal.

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
Síndrome Diarreico Agudo	0	0
Parasitismo Intestinal	0	0
Enfermedades gastrointestinales	1	100
Enfermedades Respiratorias	0	0
Otras	0	0
totales	1	100

Fuente: información obtenida del en cargado centro de salud de Zacapa julio de 2018..

Gráfica 19: Enfermedades que frecuentan los habitantes de la Colonia Empleado Municipal



Fuente: información obtenida del en cargado centro de salud de Zacapa julio de 2018.

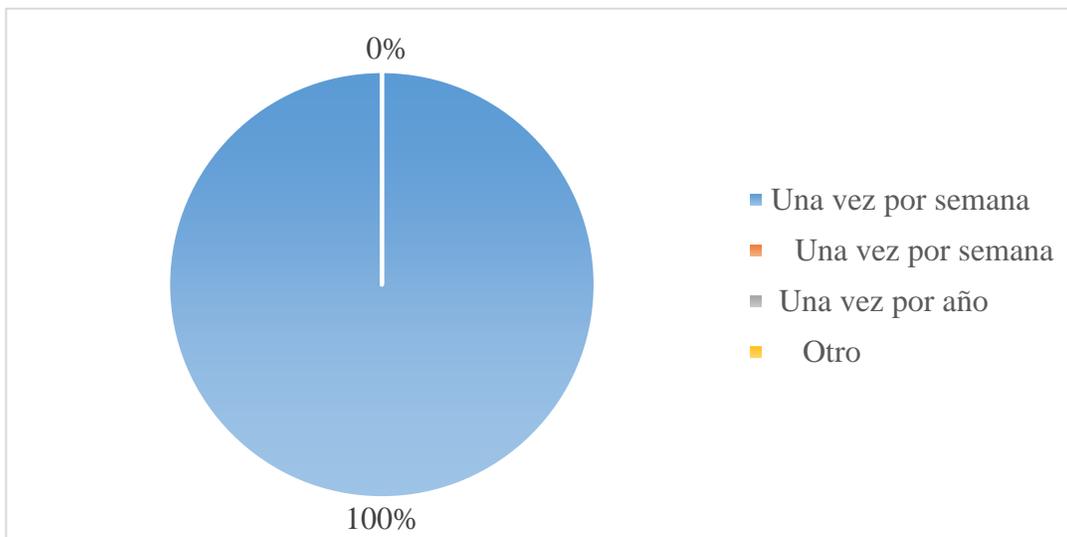
Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anteriores, la totalidad de los entrevistados manifiesta que las enfermedades gastrointestinales son las que mayor frecuentan los habitantes de la Colonia empleados Municipal, Zacapa.

Cuadro 29. Frecuencia con que acuden a servicio de salud los habitantes de la Colonia Empleado Municipal.

Respuesta	Unidad absoluta	Unidad relativa (%)
Una vez por semana	1	100
Una vez por semana	0	0
Una vez por año	0	0
Otro	0	0
totales	1	100

Fuente: información obtenida del en cargado centro de salud de Zacapa julio de 2018.

Gráfica 20. Frecuencia con que acuden a servicio de salud los habitantes de la Colonia Empleado Municipal.



Fuente: información obtenida del en cargado centro de salud de Zacapa julio de 2018.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anteriores, la totalidad de los entrevistados manifiestan que la frecuencia con que acuden a servicio de salud es de 1 vez por semana.

Hansel Estuardo Archila
TOMO II

Propuesta de diseño y planificación de red de alcantarillado sanitario en Colonia
Empleado Municipal, municipio de Zacapa, Zacapa



Asesor general: Ing. Ambiental Francisco Javier Chacón Durán

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, Marzo 2022

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

Prologo

La colonia del Empleado Municipal Zacapa, Zacapa es una colonia constituida por 35 familias que la conforman 110 habitantes actualmente cuyo incremento se ha reflejado durante los últimos 5 años, lo que con lleva a la demanda de servicios básicos en los que sale destacado el servicio de la recolección de aguas residuales, este un problema con mayor incidencia actualmente su mala disposición se convierte en un vector de proliferación de plagas que afectan directamente e indirectamente todos los habitantes el cual es un problema para el desarrollo económico tato como social.

De acuerdo a la información obtenida a la problemática, se observó que el inconveniente tiene un efecto negativo, ya que no cuenta con un sistema de drenajes el cual afecta en el área de la misma; por tal razón el documento que constituye la tesis: Propuesta de diseño y planificación de red de alcantarillado sanitario en la Colonia del Empleado Municipal ubicada en el municipio de Zacapa, Zacapa.

La justificación técnica de la investigación es un requisito previo a obtener el título de ingeniero civil, en el grado académico de Licenciado, establecer el cumplimiento a los lineamientos académicos de la Universidad Rural de Guatemala. La propuesta está constituida por 3 resultados, cuya finalidad principal es contribuir en la solución de la problemática identifica.

El propósito de la investigación radica en la solución de la problemática identificada mediante la metodología del Marco Lógico, y el análisis deductivo e inductivo del problema principal.

Presentación

El Presente resumen de la investigación contiene la propuesta: Propuesta de diseño y planificación de red de alcantarillado sanitario en la Colonia del Empleado Municipal ubicada en el municipio de Zacapa, Zacapa. producto de la investigación como requisito previo a optar al título de ingeniería civil en el grado de Licenciado, conforme a los lineamientos académicos de la Universidad Rural de Guatemala.

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizó la Estructura del Marco Lógico para encontrar la problemática actualmente en la Colonia del Empleado Municipal, Zacapa, Zacapa, proponer que en los últimos 5 años se ha incrementado el número de casos de personas con padecimiento de enfermedades gastrointestinales ligados a la contaminación transmitidos por las plagas domésticas, esto por la inexistencia una red de drenaje sanitario que conecte y conduzca las aguas residuales hacia un punto de descarga autorizado por las autoridades competentes acorde al Acuerdo Gubernativo 236-2006 el que conlleva a limitaciones de desarrollo económico y social de os habitantes del área de influencia.

Como medio de solución para la problemática se propone la Propuesta de diseño y planificación de red de alcantarillado sanitario en la Colonia del Empleado Municipal ubicada en el municipio de Zacapa, Zacapa. que cumpla con las necesidades actuales y futuras, y mejorar al cumplimiento con normas sanitarias y de construcción.

INDICE GENERAL

No.	Contenido	Página
I.	RESUMEN.....	
	¡Error! Marcador no definido.	
II.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	8
	ANEXOS	

I. RESUMEN

El documento contiene el resumen del trabajo de investigación del proyecto de tesis denominado Propuesta de diseño y planificación de red de alcantarillado sanitario en la Colonia del Empleado Municipal ubicada en el municipio de Zacapa, Zacapa. Desarrolladas con finalidad de resolver la problemática ambiental con referencia al incremento de casos de enfermedades gastrointestinales relacionados íntimamente con la inexistencia de una red de drenaje sanitario que permita la colección y transporte de las aguas residuales generadas en el área en estudio.

La Colonia del Empleado Municipal, Zacapa, Zacapa, es un centro poblado en constante crecimiento poblacional, actualmente posee 110 habitantes constituidos en 35 viviendas que generan un volumen considerable de aguas residuales para los distintos usos que requiere cada habitantes; sin embargo a pasar del incremento no se cuentan con servicios básicos para la recolección, conducción y descarga de las aguas residuales generadas, lo que obliga a la población a disponerlas en áreas no adecuadas o a cielo abierto que se convierten en focos de contaminación ambiental y proliferación de plagas y/o enfermedades perjudiciales a la salud.

El trabajo de graduación denominado Propuesta de diseño y planificación de red de alcantarillado sanitario en la Colonia del Empleado Municipal ubicada en el municipio de Zacapa, Zacapa. en respuesta a las diferentes circunstancias expuestas a los párrafos anteriores, seleccionados que satisfacer al centro poblado infraestructura para coleccionar, conducir y descargar las aguas residuales generadas en el área en estudio que actualmente que producen un volumen de 16.50 metros cúbicos/día, con una proyección de 25 años de 27.90 metros cúbicos/día que lo producirán 186 habitantes.

I.1 Planteamiento del Problema.

En los últimos años la población en estudio ha disminuido su calidad de vida, debido a la alta incidencia de enfermedades relacionadas a factores de saneamiento ambiental, esto conlleva a que los más susceptibles a esta problemática son niños y personas de tercera edad.

El problema se agudiza proporcionalmente al crecimiento poblacional pues las aguas residuales son dispuestas a cielo abierto y áreas inadecuadas que además de la emisión de olores fétidos, son vectores de plagas y/o enfermedades que afectan a la población.

Para solucionar a la problemática es necesario poner en marcha un proyecto para el diseño del sistema de evacuación de aguas residuales del área en estudio. La necesidad se identificó en la investigación la problemática que actual de los habitantes por la falta de este elemental servicio. La red a diseñar presenta una longitud de 855.32 metros lineales, para los cuales se propone 35 cajas iniciales y 30 pozos de visita, los cuales se deberán construir de acuerdo a las especificaciones del reglamento de construcción del municipio, tales como las alturas mínimas, cotas invertidas, etc. Con tubería PVC norma ASTM F949 y tendrá un diámetro de 4 y 6 pulgadas. Las pendientes de la tubería se tomaron de acuerdo a las pendientes del terreno, no rebasar las velocidades y caudales permitidos.

I.2 Hipótesis

“Incremento de índice de enfermedades gastrointestinales y en colonia Empleado Municipal, Zacapa, Zacapa en los últimos 5 años es debido a: Inexistencia de sistema de alcantarillado sanitario”.

¿Es la inexistencia de proyecto para el diseño y construcción de red de drenaje sanitario la causa del incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en la Colonia del Empleado Municipal?

I.3 Objetivo.

Para el desarrollo de la investigación se planteó el objetivo general que es el fin que debe perseguir el proyecto en el tiempo y los objetivos específicos, que se verifican al comprobar la hipótesis y la forma de solucionar la problemática encontrada.

I.3.1 General.

Reducir el índice de enfermedades gastrointestinales y en colonia Empleado Municipal, Zacapa.

I.3.2 Específicos.

Reducir la exposición de aguas residuales de forma inadecuada.

I.4 Justificación.

En la colonia empleado municipal Zacapa, Zacapa no cuenta con un sistema de alcantarillado que permita a los habitantes recolectar las aguas residuales y poder conducirlos a un lugar adecuado donde estas no puedan convertirse en un vector contaminante de todos los componentes biológicos, hídricos, geológicos, antropológicos que se encuentren en el área de influencia siempre dándole cumplimiento a la normativa ambiental vigente en Guatemala, en base a lo expuesto anteriormente es atribución de la municipalidad el desarrollo de la estructura de alcantarillado sanitario que conduzca las aguas residuales a un lugar adecuado para su descarga, según el Código Municipal de la República de Guatemala reza el artículo 68 inciso a del Decreto 12-2002, adicionalmente la ejecución de políticas de desarrollo urbano orientadas al bien colectivo y mejoramiento de la calidad de vida humana, incluir en desarrollo de servicios. Los gobiernos locales son responsables de su planificación, el mantenimiento el funcionamiento de las redes de distribución de aguas, alcantarillado y aguas pluviales. Y en función de los parámetros y lineamientos establecidos en la gaceta, se logró adicionalmente analizar el funcionamiento futuro de sistemas de drenajes sanitarios.

Al construir el sistema de alcantarillado sanitario, que se ejecutara en la infraestructura será importante e indispensable a los habitantes de la colonia en estudio actual y futuro, para que sus aguas residuales puedan ser colectadas, conducidas y tratadas a un sistema de tratamiento que cumpla con la norma sanitaria y de infraestructura, será una importante disminución de los efectos negativos hacia los habitantes, recurso hídrico y suelo del área de influencia.

I.5 Metodología.

Se utilizan los métodos deductivo, analítico, estadístico y de observación directa para aprobar la hipótesis de trabajo planteada en esta investigación, el aumento de casos de enfermedades gastrointestinales en los últimos cinco años en la Colonia del Empleado Municipal Zacapa, Zacapa, es debido a la inexistencia de un proyecto para la construcción de una red de drenaje sanitario.

I.5.1 Métodos

Los métodos utilizados estuvieron acorde 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, auxiliado por el método del marco lógico, diagramados en los árboles.

I.5.2 Técnicas.

La técnica que se utilizó en la investigación, fue la observación directa con las áreas de la Colonia del Empleado Municipal Zacapa, Zacapa, verificar cuales son las plagas que han afectado a los habitantes en los últimos cinco años, evitar que las aguas residuales drenan a flor de tierra, las visitas fue directas con los habitantes del área, Se utilizó instrumentos como el censo y cuestionario para comprobar las variables de la hipótesis planteada y se utilizó fichas bibliográficas para recopilar la información.

La Propuesta de un proyecto para la construcción de una red de drenajes, sería la solución para la problemática que asecha a las personas del área en estudio

I.6. Propuesta para solucionar la problemática:

La propuesta de solución planteada y que tiene como objetivo reducir la exposición de las aguas residuales de forma inadecuada, está constituida de la siguiente manera:

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

- Resultado 1.

Actividad 1

- Presentación de proyecto al Concejo Municipal de la Municipalidad de Zacapa.
- Verificación y acuerdo de aprobación por el Concejo Municipal.

Actividad 2:

- Fortalecimiento con documentos, maquinaria y equipo necesario.

Actividad 3

- Equipamiento de oficina, con mobiliario adecuado.

Actividad 4

- Contratación de un profesional en planificación y construcción de proyecto de alcantarillado sanitario.

- Resultado 2. Propuesta de un proyecto de saneamiento básico para la Colonia del Empleado Municipal ubicada en el municipio de, Zacapa, Zacapa.

- Actividad 1

- Estudio de impacto ambiental.

- Actividad 2

- Gestión de riesgo.

- Actividad 3.

- Levantamiento preliminar.

- Levantamiento para el proyecto.
- Actividad 4.
- Cálculos hidráulicos y análisis del agua.
- Actividad 5
- Diseño geométrico.
- Actividad 6

Diseño estructural de sistema de alcantarillado sanitario.

- Actividad 7
- Mantenimiento y reparación.

- Resultado 3: Planificación de proyecto física y financiera.

Actividad 1: Planificación financiera.

Actividad 2: Planificación física.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

II.1 Conclusiones

1. Se comprueba la hipótesis planteada: El incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en la Colonia del Empleado Municipal, municipio de Zacapa, Zacapa en los últimos cinco años es debido a: la inexistencia de proyecto para el diseño y construcción de red de drenajes sanitario.

II.1 Recomendaciones.

1. Propuesta de diseño y planificación de red de alcantarillado sanitario en Colonia Empleado Municipal, municipio de Zacapa, Zacapa.

ANEXOS

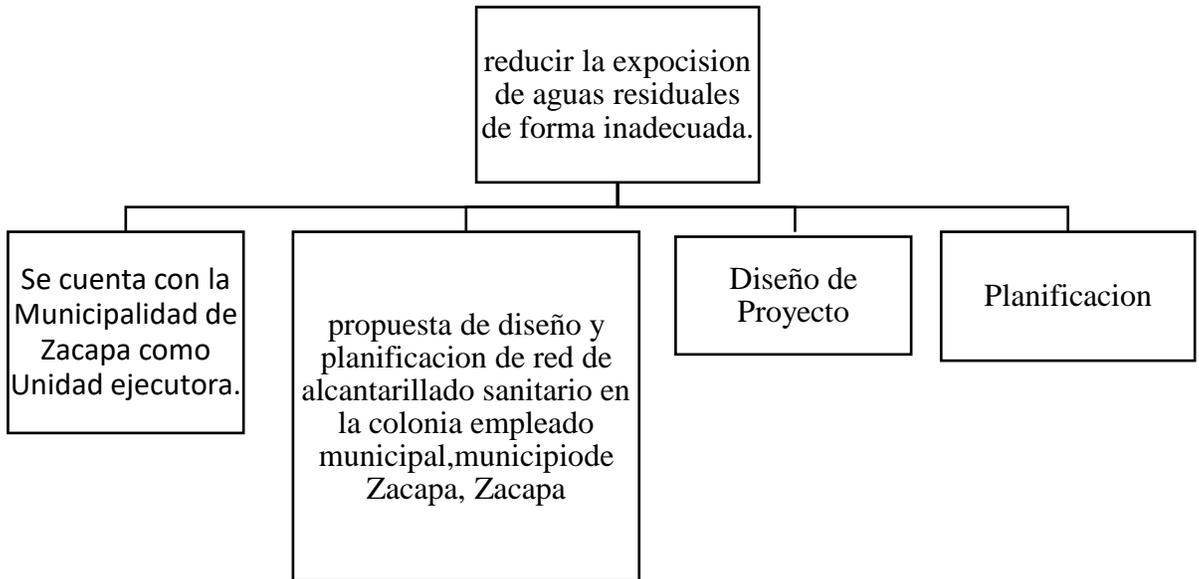
Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática:

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizó la Estructura del Marco Lógico para determinar la problemática que actualmente en la Colonia del Empleado Municipal, municipio de Zacapa, Zacapa, que se establece que en los últimos 5 años se ha incrementado el número de casos de personas con padecimiento de enfermedades gastrointestinales ligados a la contaminación transmitidas por plagas domésticas, esto por la inexistencia de una red de drenaje sanitario que colecte y conduzca las aguas residuales hacia un punto de descarga autorizado por las autoridades competentes acorde al Acuerdo Gubernativo 236-2006 lo que conlleva a limitaciones en el desarrollo económico y social de los habitantes del área de influencia.

Como medio de solución para esta problemática se propone Propuesta de diseño y planificación de red de alcantarillado sanitario en la Colonia del Empleado Municipal ubicada en el municipio de, Zacapa, Zacapa. Que cumpla con las necesidades actuales y futuras, ayudar al cumplimiento con normas sanitarias y de construcción, como se describe a continuación:

Diagrama del medio de solución de la problemática

Propuesta de diseño y planificación de red de alcantarillado sanitario en Colonia Empleado Municipal, municipio de Zacapa, Zacapa.



Resultado 1: Se cuenta con la Municipalidad de Zacapa como Unidad ejecutora.

Actividad 1. Presentación del proyecto.

- Se presentará el proyecto al Concejo Municipal de la Municipalidad de Zacapa y solicitud de apertura de la oficina bajo los fundamentos establecidos en el Código Municipal, por los miembros del COCODE de la Colonia del Empleado Municipal.
- Se propone la verificación y acuerdo de aprobación por el Concejo Municipal de la Municipalidad de Zacapa, Zacapa para la apertura de la oficina.

Actividad 2: Se propone el fortalecimiento del departamento planificación.

- Fortalecimiento con documentos, maquinaria y equipo necesario a la Unidad de Planificación Municipal de Zacapa, para el ejercicio de la planificación, diseño y construcción del proyecto.

Actividad 3. Se propone el equipar la oficina de la planificación municipal.

- Equipamiento de oficina, con mobiliario adecuado (escritorio, silla, archivos, computadora, impresora, entre otros).

Actividad 4. Se Propone fortalecimiento en recurso humano.

- Contratación de un profesional en planificación y construcción de proyecto de alcantarillado sanitario.

Resultado 2. Propuesta de diseño y planificación de red de alcantarillado sanitario en Colonia Empleado Municipal, municipio de Zacapa, Zacapa.

Actividad 1. Estudio de impacto ambiental:

Se propone la categorización y dimensión del proyecto y tamaño, y verificar en que categoría se ubicaba según el Listado Taxativo 199-2016 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), se verifico que corresponde a categoría B2, con el cual se requiere un profesional certificado por el -MARN- para realizarlo y establecer las fases de pre inversión, ejecución y operación y se procedió a elaborar las medidas de mitigación necesarias para el impacto que esta obra iba a causar.

Actividad 2. Gestión de riesgo:

Para este estudio se Propone implementar la boleta de Análisis de Gestión de Riesgo en Proyectos –AGRIP- establecido en los requerimientos de aprobación de proyectos de SEGEPLAN.

Actividad 3. Levantamiento preliminar:

Se propone un levantamiento topográfico en el lugar donde se va a realizar el proyecto, donde se verificará la dimensión de la estructura, por la magnitud de del sistema se determinó que se debía desarrollar un levantamiento topográfico geodésico y aéreo, donde estuvo representada el sistema de alcantarillado.

Levantamiento para el proyecto:

Una vez ubicada la estructura es imprescindible reunir los datos topográficos exactos para utilizar los detalles del proyecto, es decir de la ubicación exacta de los componentes del proyecto que incluyen, los pozos de visita, conexiones domiciliarias, conexión al sistema principal e instalación de tubería, en caso de ser de varias luces

con la selección tomar en cuenta el factor económico en general los trabajos para este tipo de proyectos tiene que ser exacto y cuidadosamente comprobados.

Actividad 4. Cálculos hidráulicos y análisis del agua:

Este análisis nos permite hacer la proyección de los caudales para todos los periodos de retorno considerado la población actual y futura, para considerar las características físicas del área en estudio, es decir su superficie, pendiente y longitud, así como determinar sus coeficientes de escorrentía y tiempo de concentración, los métodos que se utilizaran para este estudio normas internacionales de construcción, capacidad de diseño, manual de operaciones y mantenimiento.

Actividad 5. Diseño geométrico.

Se realizará con las referencias del levantamiento topográfico y de los estudios de estudio de suelos, esto en referencia para conocer los aspectos de diseño, de igual manera en el diseño geométrico a través del programa AutoCAD se procedió a la cuantificación de materiales y costos para la ejecución del sistema, trasladar estos datos a una hoja de Excel para proceder a elaborar el presupuesto desglosado por renglones y su resumen y verificar en cuanto tiempo se ejecutaría el proyecto.

Actividad 6. Diseño estructural de sistema de alcantarillado sanitario:

Fase de la estructuración: Se proyectará la optimización del resultado final del diseño donde dependerá en gran medida en el diseño geométrico, escorrentía de tubería y capacidad de la recolección del diseño. Se determinarán la selección de los materiales que van a conformar la estructura y se definirá la estructura principal y el arreglo de dimensiones preliminares de los elementos estructurales a utilizar en el sistema de alcantarillado sanitario.

Actividad 7. Mantenimiento y reparación:

Se propone para el mantenimiento periódico del sistema de alcantarillado cada año se efectuará una verificación periódica, específicamente los pozos de visita, sistema de conducción de tubería.

Resultado 3. Diseño de Proyecto.

En esta actividad se Elaboró todo el Diseño del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario el cual esta plasmado en los anexos con sus respectivos planos, se desarrollaron las actividades:

Actividad 1. Levantamiento topográfico más Libreta topográfica.

Se realizo una visita de campo para poder elaborar el levantamiento topográfico y las conexiones domiciliars mas los pozos de visita y las alturas del terreno en base a la conducción del sistema de alcantarillado y la ubicación de colocación de baipás.

Actividad 2. Elaboración del diseño en un software Sé realizo la introducción de información obtenida por medio de una estación total el cual se hizo en el programa asistido por computadora denominado AutoCAD.

Actividad 2. Memoria de Calculo.

Se elaboro en un sistema asistido por computadora denominado Excel el cual nos permitió saber todos los parámetros necesarios para el diseño y ejecución del mismo para un buen funcionamiento y las profundidades a las que deberían de ir todos los pozos de visitas y la red de conducción de tubería y excavación para la profundidad adecuada de la misma.

Actividad 3. Presupuesto de Proyecto

En esta actividad se hizo el cálculo de todos los materiales a utilizar maquinaria y equipo mas mano de obra conforme este proceso se le asigno el valor que tendrá el sistema de alcantarillado sanitario.

Actividad 4. Cronograma físico y financiero.

Esta actividad igual manera se realizó por un programa asistido por computadora denominado Excel el cual nos permitió fraccionar el proyecto en tiempos de ejecuciones y así mismo en porcentajes de desembolsos del presupuesto para poder ir ejecutando el proyecto.

Resultado 4. Planificación de proyecto física y financiera.

Actividad 1. Planificación financiera

En esta actividad el proyecto de planificación y construcción de sistema de alcantarillado sanitario, se trabajará de la manera siguiente:

- Un anticipo equivalente al 20.00% del 100.00% del costo total del proyecto adjuntar fianza.
- Pagos parciales contra estimaciones periódicas por parte del contratista aprobada y firmada por el intendente de obra, supervisor de obra y entidad ejecutora.
- Pago final del 20.00 luego de la recepción de proyecto y haber entregado fianzas de conservación de obra y saldos deudores por parte del contratista a favor de la entidad ejecutora.

Actividad 2. Planificación física

(Especificaciones técnicas). Los índices numerales utilizados en estas especificaciones técnicas corresponden a los renglones de trabajo de trabajos de alcantarillado sanitario.

Anexo 2. Matriz de la estructura lógica

COMPONENTES DEL PLAN	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
OBJETIVO GENERAL Incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en la Colonia del Empleado Municipal Zacapa, Zacapa. En los últimos cinco años.	A partir del primer año de operación del proyecto se reduce el 50% del número de casos de enfermedades gastrointestinales relacionadas a la exposición del agua residual en el barrio.	Sistema de alcantarillado construido	Se mejora la calidad de vida de los habitantes locales, garantizar una armonía y bienestar.
OBJETIVO ESPECIFICO Reducir la exposición de aguas residuales de forma inadecuada.	El 100 de las viviendas poseen conexión al sistema de alcantarillado sanitario.	Listado de conexiones domiciliarias con nombre de propietario y dirección.	Con la reducción de la exposición de las aguas residuales, se reducen los vectores de plagas trasmisoras de enfermedades.
Resultado 1 Fortalecimiento de la unidad ejecutora	Fortalecer 1 unidad ejecutora para la administración de la construcción y operación de sistema de alcantarillado sanitario	1 unidad ejecutora fortalecida.	
Resultado 2 “Propuesta de diseño y planificación de red de alcantarillado sanitario en la Colonia del Empleado Municipal ubicada en	A partir del primer año de ejecución del proyecto se tiene planificado y presupuestado la construcción del 100% del sistema	Proyecto presupuestado.	

el municipio de Zacapa, Zacapa.”	de alcantarillado sanitario		
Resultado 3 Planificación de proyecto física y financiera.	Se ha presupuestado en la ejecución física y financiera la construcción del 100% del sistema	1 proyecto presupuestados ejercicio fiscal 2019	

Anexos 3: Otros anexos.

Anexo 1: Libreta de campo. (Coordenadas con Estación Total)

NOMBRE	X	Y	Z	DESCRIPCION
E01		1000	10000	500
P01	1021.691	10039.722	498.161	
E02	1023.921	10040.966	498.244	
P02	1022.041	10041.507	498.179	
P03	1019.304	10041.683	498.028	
P04	1020.235	10032.141	498.102	
P05	1018.666	10032.772	498.114	
P06	1017.04	10033.57	498.094	
P07	1015.174	10022.578	498.303	
P08	1013.902	10023.508	498.302	
P09	1012.372	10024.357	498.23	
P10	1011.758	10016.978	498.479	
P11	1010.448	10017.942	498.508	
P12	1009.004	10018.843	498.449	
P13	1008.325	10008.95	499.252	
P14	1006.361	10009.529	499.267	
P15	1004.866	10010.1	499.151	
P16	1007.362	10004.796	499.721	
P17	1005.274	10005.314	499.729	
P18	1003.447	10005.91	499.592	
P19	1004.151	10001.684	500.047	POZO
P20	1006.135	10003.903	499.807	
P21	1004.469	10004.301	499.776	
P22	1002.784	10004.805	499.696	
P23	1006.363	10002.085	499.984	
P24	1006.712	9999.092	500.429	
P25	1003.235	9999.62	500.252	
P26	1002.939	9993.581	500.795	
P27	1000.734	9993.824	500.808	
P28	998.947	9994.587	500.821	
P29	1024.085	10009.281	500.279	
P30	1024.461	10008.007	500.167	

P31	1025.18	10006.488	500.205	
P32	1033.822	10012.884	500.39	
P33	1034.545	10011.272	500.348	
P34	1035.109	10009.898	500.349	
P35	1033.727	10010.529	500.318	POZO
P36	1062.015	10021.701	501.124	
P37	1062.503	10020.216	501.123	
P38	1063.255	10018.787	501.128	
P39	1062.487	10020.248	501.123	POZO
P40	1076.285	10026.28	501.774	
P41	1076.74	10024.868	501.829	
P42	1077.533	10023.241	501.8	
P43	1084.538	10028.847	502.298	
P44	1084.959	10027.566	502.314	
P45	1084.983	10027.636	502.307	POZO
P46	1085.574	10025.974	502.284	
P47	1091.903	10031.75	502.938	
P48	1093.017	10028.593	502.914	
P49	1092.33	10030.174	502.86	
P50	1099.827	10034.544	503.595	
P51	1100.254	10033.123	503.571	
P52	1100.917	10031.387	503.601	
P53	1101.304	10033.451	503.695	POZO
P54	1108.549	10037.887	504.415	
P55	1109.131	10036.222	504.328	
P56	1109.659	10034.644	504.474	
P57	1114.808	10039.722	504.98	
P58	1115.4	10038.251	505.032	
P59	1115.911	10036.746	505.108	
P60	1123.126	10039.442	506.169	
P61	1129.919	10043.289	507.15	
P62	1138.399	10045.656	508.031	
P63	1132.125	10043.772	507.417	CO
P64	1130.337	10045.627	507.15	
P65	1127.026	10044.212	506.8	CO
P66	1122.423	10042.309	506.048	
P67	1117.982	10040.774	505.383	CO
P68	1114.978	10039.777	504.962	CO
P69	1101.295	10034.672	503.731	CO

P70	1081.596	10027.853	502.083	CO
P71	1058.204	10019.791	500.976	CO
P72	1051.833	10017.914	500.825	CO
P73	1051.249	10014.713	500.799	CO
P74	1042.15	10014.775	500.607	CO
P75	1032.305	10009.168	500.286	CO
P76	1030.993	10011.664	500.364	CO
P77	1024.46	10009.328	500.297	CO
P78	1024.907	10006.452	500.164	CO
P79	1017.473	10004.245	500.093	CO
P80	1018.483	10039.046	497.968	
P81	1017.621	10036.35	498.06	
P82	1012.859	10036.344	497.076	
P83	1013.824	10038.528	497.106	
P84	1014.605	10041.081	497.141	
P85	1005.519	10039.638	496.46	
P86	1005.678	10037.553	496.438	
P87	1005.02	10040.148	496.428	
P88	1005.68	10035.662	496.502	
P89	998.289	10038.28	496.123	
P90	998.438	10036.405	496.131	
P91	998.299	10034.249	496.198	
P92	983.968	10036.265	495.677	
P93	984.717	10034.487	495.757	
P94	985.505	10033.128	495.857	
P95	982.348	10032.571	495.739	
P96	978.156	10031.364	495.43	
P97	977.915	10032.939	495.45	
P98	977.326	10035.111	495.441	
P99	982.308	10034.291	495.75	POZO
P100	981.342	10052.721	496.48	
P101	979.554	10052.622	496.553	
P102	977.074	10052.853	496.744	
P103	976.255	10061.527	497.836	
P104	979.017	10061.643	497.748	
P105	981.015	10061.847	497.761	
P106	979.952	10076.037	499.71	
P107	978.307	10076.226	499.842	
P108	976.402	10076.361	499.859	

P109	976.703	10077.095	499.974	CO
P110	980.112	10076.221	499.689	CO
P111	977.163	10064.997	498.242	CO
P112	978.246	10055.538	496.852	CO
P113	979	10072.741	499.362	POZO
P114	1000.001	10000.001	500.01	AMARRE
P115	1012.376	10020.929	498.364	POZO
P116	1002.532	10037.931	496.291	POZO
P117ET3	1020.895	10078.812	498.738	ET
P117ET4	1020.103	10107.448	499.128	ET
P118	1019.907	10050.213	498.132	
P119	1019.793	10046.827	498.054	
P120	1025.798	10049.967	498.244	
P121	1022.543	10049.688	498.181	POZO
P122	1025.821	10046.652	498.378	
P123	1027.231	10042.542	498.374	
P124	1035.65	10050.027	499.227	
P125	1036.154	10047.988	499.042	
P126	1036.885	10045.85	499.225	
P127	1050.557	10054.352	501.475	
P128	1051.086	10052.722	501.289	
P129	1051.542	10051.296	501.333	
P130	1050.082	10052.165	501.176	POZO
P131	1069.097	10060.63	503.497	
P132	1070.04	10058.592	503.273	
P133	1070.938	10056.844	503.543	
P134	1079.818	10062.607	504.447	POZO
P135	1090.006	10064.02	505.448	
P136	1089.238	10066.205	505.165	
P137	1088.647	10067.725	505.334	
P138	1097.017	10066.529	506.065	
P139	1096.434	10068.527	505.956	
P140	1095.913	10070.633	506.091	
P141	1106.136	10073.966	506.456	
P142	1106.933	10072.358	506.512	
P143	1107.515	10070.183	506.493	
P144	1102.823	10070.955	506.293	POZO
P145	1097.765	10070.359	506.1	CO
P146	1095.967	10066.203	506.029	CO

P147	1089.819	10067.762	505.408	CO
P148	1075.3	10062.146	504.104	CO
P149	1054.712	10054.352	501.645	CO
P150	1039.142	10047.804	499.378	CO
P151	1028.894	10048.389	498.433	CO
P152	1023.921	10040.964	498.256	AMARRE
P153	1024.795	10060.643	498.288	
P154	1022.773	10060.915	498.267	
P155	1020.568	10061.087	498.252	
P156	1021.167	10063.637	498.279	CO
P157	1024.927	10077.913	498.685	
P158	1022.67	10077.802	498.56	
P159	1026.122	10082.215	498.823	
P160	1023.359	10082.917	498.742	POZO
P161	1041.427	10087.96	499.978	
P162	1042.028	10086.23	499.885	
P163	1042.699	10084.773	499.986	
P164	1047.597	10088.561	500.516	POZO
P165	1051.132	10087.673	500.925	CO
P166	1074.764	10100.761	502.723	
P167	1075.712	10099.329	502.79	
P168	1077.116	10097.029	502.912	
P169	1074.636	10098.67	502.734	POZO
P170	1020.995	10091.06	499.037	CO
P171	1018.816	10101.452	499.291	
P172	1021.983	10101.372	499.126	
P173	1025.247	10101.795	499.165	
P174	1022.308	10105.039	499.097	POZO
P175	1018.472	10104.96	499.269	
P176	1019.163	10120.161	498.834	
P177	1022.048	10120.377	498.747	
P178	1024.61	10120.308	498.776	
P179	1023.095	10135.743	498.088	
P180	1020.839	10135.494	497.942	
P181	1018.115	10135.565	498.225	
P182	1018.805	10133.371	498.18	CO
P183	1022.873	10133.695	498.177	CO
P184	1023.921	10040.965	498.243	AMARRE
P185ET05	977.578	10099.877	500.519	ET

P185ET06	1024.436	10125.884	498.472	ET
P185ET07	1021.916	10143.921	497.38	ET
P185ET08	1016.588	10156.42	495.814	ET
P185ET09	1017.916	10188.841	493.445	ET
P186	1015.961	10188.629	493.443	
P187	1014.319	10188.076	493.411	
P188	1015.217	10191.912	493.305	POZO
P189	1016.564	10195.505	493.179	
P190	1013.972	10196.379	493.172	
P191	1016.172	10175.452	493.973	CO
P192	1019.398	10167.448	494.784	
P193	1017.526	10167.034	494.543	
P194	1015.801	10166.874	494.797	
P195	1016.22	10159.662	495.602	
P196	1018.201	10159.817	495.43	
P197	1020.136	10160.09	495.819	
P198	1020.064	10158.015	496.019	
P199	1020	10155.58	496.325	
P200	1018.128	10157.352	495.844	POZO
P201	1019.971	10152.399	496.441	CO
P202	1021.916	10147.738	497.067	
P203	1022.035	10145.425	497.296	
P204	1021.931	10143.397	497.439	
P205	1019.808	10144.852	497.083	POZO
P206	1017.952	10142.72	497.572	
P207	1005.41	10105.238	500.606	
P208	1005.47	10104.122	500.485	
P209	1005.076	10102.584	500.662	
P210	1013.311	10103.162	499.725	CO
P211	1020.101	10107.443	499.131	AMARRE
P212	1036.618	10130.675	497.504	
P213	1037.085	10129.05	497.461	
P214	1037.726	10127.523	497.581	
P215	1039.543	10128.463	497.441	CO
P216	1042.971	10132.177	497.212	CO
P217	1048.51	10130.998	497.169	CO
P218	1057.159	10134.759	497.271	CO
P219	1064.061	10133.805	497.736	CO
P220	1063.356	10135.778	497.753	

P221	1061.722	10138.681	496.944	
P222	1057.493	10133.707	497.311	POZO
P223	1047.017	10134.368	496.983	CO
P224	1046.259	10131.811	497.149	
E01	250.3829	182.5044		
P225	1020.103	10107.447	499.128	AMARRE
P226	1041.737	10148.671	495.637	
P227	1041.042	10150.279	495.579	
P228	1038.544	10152.222	495.488	
P229	1053.893	10156.375	495.54	
P230	1054.234	10154.713	495.585	
P231	1054.958	10152.697	495.64	
P232	1051.048	10154.075	495.415	POZO
P233	1050.639	10151.392	495.465	CO
E01	213.4618	175.5341		
P234	1020.102	10107.446	499.132	AMARE
P235	1031.8	10163.086	494.835	
P236	1032.217	10161.406	494.85	
P237	1032.837	10158.918	495.02	
P238	1048.097	10167.686	494.873	
P239	1048.697	10165.558	495.039	
P240	1048.812	10163.286	494.869	
P241	1044.378	10162.976	494.91	CO
P242	1042.553	10164.221	494.74	POZO
P243	1020.103	10107.447	499.118	AMARE
P244	1003.846	10200.567	493.038	CO
P245	982.803	10213.637	493.784	
P246	980.764	10212.13	493.845	
P247	980.265	10210.209	493.744	
P248	980.107	10212.439	493.893	POZO
P249	1020.102	10107.448	499.129	AMARE
P250	1001.059	10103.652	500.708	POZO
P251	982.595	10099.481	500.684	
P252	982.803	10101.729	500.559	
P253	983.366	10103.657	500.636	
P254	980.115	10102.269	500.492	POZO
P255	977.721	10093.95	500.618	CO
P256	980.758	10085.709	500.288	CO
P257	979.276	10080.074	500.108	POZO

P258	976.705	10076.828	499.983	CO
P259	976.584	10108.173	500.431	CO
P260	981.153	10110.032	500.389	CO
P261	980.038	10116.751	499.438	CO
P262	978.768	10116.655	499.427	
P263	976.352	10116.529	499.373	
P264	975.603	10132.321	497.403	
P265	978.295	10132.706	497.451	
P266	981.367	10132.705	497.723	
P267	978.686	10135.082	497.048	POZO
P268	975.57	10134.853	497.124	CO
P269	980.42	10151.987	495.039	CO
P270	978.318	10151.795	494.709	
P271	976.461	10151.632	494.786	
P272	975.872	10156.769	493.915	CO
P273	977.966	10160.243	493.759	POZO
P274	975.274	10170.669	492.951	
P275	977.448	10170.739	492.844	
P276	978.573	10170.704	492.917	
P277	976.342	10188.667	492.086	POZO
P278	977.774	10195.525	492.17	
P279	976.152	10195.685	492.235	
P280	974.843	10195.943	492.273	
P281	974.33	10211.419	493.796	
P282	976.759	10211.683	493.76	
P283	975.815	10216.986	494.364	
P284	973.535	10218.812	494.695	
P285	972.857	10216.87	494.466	

NOMBRE	X	Y	Z	DESCRIPCION
E01	1000	10000	500	
P01	1021.691	10039.722	498.161	
E02	1023.921	10040.966	498.244	
P02	1022.041	10041.507	498.179	
P03	1019.304	10041.683	498.028	
P04	1020.235	10032.141	498.102	
P05	1018.666	10032.772	498.114	
P06	1017.04	10033.57	498.094	
P07	1015.174	10022.578	498.303	
P08	1013.902	10023.508	498.302	
P09	1012.372	10024.357	498.23	
P10	1011.758	10016.978	498.479	
P11	1010.448	10017.942	498.508	
P12	1009.004	10018.843	498.449	
P13	1008.325	10008.95	499.252	
P14	1006.361	10009.529	499.267	
P15	1004.866	10010.1	499.151	
P16	1007.362	10004.796	499.721	
P17	1005.274	10005.314	499.729	
P18	1003.447	10005.91	499.592	
P19	1004.151	10001.684	500.047	POZO
P20	1006.135	10003.903	499.807	
P21	1004.469	10004.301	499.776	
P22	1002.784	10004.805	499.696	
P23	1006.363	10002.085	499.984	
P24	1006.712	9999.092	500.429	
P25	1003.235	9999.62	500.252	
P26	1002.939	9993.581	500.795	
P27	1000.734	9993.824	500.808	
P28	998.947	9994.587	500.821	
P29	1024.085	10009.281	500.279	
P30	1024.461	10008.007	500.167	
P31	1025.18	10006.488	500.205	
P32	1033.822	10012.884	500.39	
P33	1034.545	10011.272	500.348	
P34	1035.109	10009.898	500.349	
P35	1033.727	10010.529	500.318	POZO
P36	1062.015	10021.701	501.124	

P37	1062.503	10020.216	501.123	
P38	1063.255	10018.787	501.128	
P39	1062.487	10020.248	501.123	POZO
P40	1076.285	10026.28	501.774	
P41	1076.74	10024.868	501.829	
P42	1077.533	10023.241	501.8	
P43	1084.538	10028.847	502.298	
P44	1084.959	10027.566	502.314	
P45	1084.983	10027.636	502.307	POZO
P46	1085.574	10025.974	502.284	
P47	1091.903	10031.75	502.938	
P48	1093.017	10028.593	502.914	
P49	1092.33	10030.174	502.86	
P50	1099.827	10034.544	503.595	
P51	1100.254	10033.123	503.571	
P52	1100.917	10031.387	503.601	
P53	1101.304	10033.451	503.695	POZO
P54	1108.549	10037.887	504.415	
P55	1109.131	10036.222	504.328	
P56	1109.659	10034.644	504.474	
P57	1114.808	10039.722	504.98	
P58	1115.4	10038.251	505.032	
P59	1115.911	10036.746	505.108	
P60	1123.126	10039.442	506.169	
P61	1129.919	10043.289	507.15	
P62	1138.399	10045.656	508.031	
P63	1132.125	10043.772	507.417	CO
P64	1130.337	10045.627	507.15	
P65	1127.026	10044.212	506.8	CO
P66	1122.423	10042.309	506.048	
P67	1117.982	10040.774	505.383	CO
P68	1114.978	10039.777	504.962	CO
P69	1101.295	10034.672	503.731	CO
P70	1081.596	10027.853	502.083	CO
P71	1058.204	10019.791	500.976	CO
P72	1051.833	10017.914	500.825	CO
P73	1051.249	10014.713	500.799	CO
P74	1042.15	10014.775	500.607	CO
P75	1032.305	10009.168	500.286	CO

P76	1030.993	10011.664	500.364	CO
P77	1024.46	10009.328	500.297	CO
P78	1024.907	10006.452	500.164	CO
P79	1017.473	10004.245	500.093	CO
P80	1018.483	10039.046	497.968	
P81	1017.621	10036.35	498.06	
P82	1012.859	10036.344	497.076	
P83	1013.824	10038.528	497.106	
P84	1014.605	10041.081	497.141	
P85	1005.519	10039.638	496.46	
P86	1005.678	10037.553	496.438	
P87	1005.02	10040.148	496.428	
P88	1005.68	10035.662	496.502	
P89	998.289	10038.28	496.123	
P90	998.438	10036.405	496.131	
P91	998.299	10034.249	496.198	
P92	983.968	10036.265	495.677	
P93	984.717	10034.487	495.757	
P94	985.505	10033.128	495.857	
P95	982.348	10032.571	495.739	
P96	978.156	10031.364	495.43	
P97	977.915	10032.939	495.45	
P98	977.326	10035.111	495.441	
P99	982.308	10034.291	495.75	POZO
P100	981.342	10052.721	496.48	
P101	979.554	10052.622	496.553	
P102	977.074	10052.853	496.744	
P103	976.255	10061.527	497.836	
P104	979.017	10061.643	497.748	
P105	981.015	10061.847	497.761	
P106	979.952	10076.037	499.71	
P107	978.307	10076.226	499.842	
P108	976.402	10076.361	499.859	
P109	976.703	10077.095	499.974	CO
P110	980.112	10076.221	499.689	CO
P111	977.163	10064.997	498.242	CO
P112	978.246	10055.538	496.852	CO
P113	979	10072.741	499.362	POZO
P114	1000.001	10000.001	500.01	AMARRE

P115	1012.376	10020.929	498.364	POZO
P116	1002.532	10037.931	496.291	POZO
P117ET3	1020.895	10078.812	498.738	ET
P117ET4	1020.103	10107.448	499.128	ET
P118	1019.907	10050.213	498.132	
P119	1019.793	10046.827	498.054	
P120	1025.798	10049.967	498.244	
P121	1022.543	10049.688	498.181	POZO
P122	1025.821	10046.652	498.378	
P123	1027.231	10042.542	498.374	
P124	1035.65	10050.027	499.227	
P125	1036.154	10047.988	499.042	
P126	1036.885	10045.85	499.225	
P127	1050.557	10054.352	501.475	
P128	1051.086	10052.722	501.289	
P129	1051.542	10051.296	501.333	
P130	1050.082	10052.165	501.176	POZO
P131	1069.097	10060.63	503.497	
P132	1070.04	10058.592	503.273	
P133	1070.938	10056.844	503.543	
P134	1079.818	10062.607	504.447	POZO
P135	1090.006	10064.02	505.448	
P136	1089.238	10066.205	505.165	
P137	1088.647	10067.725	505.334	
P138	1097.017	10066.529	506.065	
P139	1096.434	10068.527	505.956	
P140	1095.913	10070.633	506.091	
P141	1106.136	10073.966	506.456	
P142	1106.933	10072.358	506.512	
P143	1107.515	10070.183	506.493	
P144	1102.823	10070.955	506.293	POZO
P145	1097.765	10070.359	506.1	CO
P146	1095.967	10066.203	506.029	CO
P147	1089.819	10067.762	505.408	CO
P148	1075.3	10062.146	504.104	CO
P149	1054.712	10054.352	501.645	CO
P150	1039.142	10047.804	499.378	CO
P151	1028.894	10048.389	498.433	CO
P152	1023.921	10040.964	498.256	AMARRE

P153	1024.795	10060.643	498.288	
P154	1022.773	10060.915	498.267	
P155	1020.568	10061.087	498.252	
P156	1021.167	10063.637	498.279	CO
P157	1024.927	10077.913	498.685	
P158	1022.67	10077.802	498.56	
P159	1026.122	10082.215	498.823	
P160	1023.359	10082.917	498.742	POZO
P161	1041.427	10087.96	499.978	
P162	1042.028	10086.23	499.885	
P163	1042.699	10084.773	499.986	
P164	1047.597	10088.561	500.516	POZO
P165	1051.132	10087.673	500.925	CO
P166	1074.764	10100.761	502.723	
P167	1075.712	10099.329	502.79	
P168	1077.116	10097.029	502.912	
P169	1074.636	10098.67	502.734	POZO
P170	1020.995	10091.06	499.037	CO
P171	1018.816	10101.452	499.291	
P172	1021.983	10101.372	499.126	
P173	1025.247	10101.795	499.165	
P174	1022.308	10105.039	499.097	POZO
P175	1018.472	10104.96	499.269	
P176	1019.163	10120.161	498.834	
P177	1022.048	10120.377	498.747	
P178	1024.61	10120.308	498.776	
P179	1023.095	10135.743	498.088	
P180	1020.839	10135.494	497.942	
P181	1018.115	10135.565	498.225	
P182	1018.805	10133.371	498.18	CO
P183	1022.873	10133.695	498.177	CO
P184	1023.921	10040.965	498.243	AMARRE
P185ET05	977.578	10099.877	500.519	ET
P185ET06	1024.436	10125.884	498.472	ET
P185ET07	1021.916	10143.921	497.38	ET
P185ET08	1016.588	10156.42	495.814	ET
P185ET09	1017.916	10188.841	493.445	ET
P186	1015.961	10188.629	493.443	
P187	1014.319	10188.076	493.411	

P188	1015.217	10191.912	493.305	POZO
P189	1016.564	10195.505	493.179	
P190	1013.972	10196.379	493.172	
P191	1016.172	10175.452	493.973	CO
P192	1019.398	10167.448	494.784	
P193	1017.526	10167.034	494.543	
P194	1015.801	10166.874	494.797	
P195	1016.22	10159.662	495.602	
P196	1018.201	10159.817	495.43	
P197	1020.136	10160.09	495.819	
P198	1020.064	10158.015	496.019	
P199	1020	10155.58	496.325	
P200	1018.128	10157.352	495.844	POZO
P201	1019.971	10152.399	496.441	CO
P202	1021.916	10147.738	497.067	
P203	1022.035	10145.425	497.296	
P204	1021.931	10143.397	497.439	
P205	1019.808	10144.852	497.083	POZO
P206	1017.952	10142.72	497.572	
P207	1005.41	10105.238	500.606	
P208	1005.47	10104.122	500.485	
P209	1005.076	10102.584	500.662	
P210	1013.311	10103.162	499.725	CO
P211	1020.101	10107.443	499.131	AMARRE
P212	1036.618	10130.675	497.504	
P213	1037.085	10129.05	497.461	
P214	1037.726	10127.523	497.581	
P215	1039.543	10128.463	497.441	CO
P216	1042.971	10132.177	497.212	CO
P217	1048.51	10130.998	497.169	CO
P218	1057.159	10134.759	497.271	CO
P219	1064.061	10133.805	497.736	CO
P220	1063.356	10135.778	497.753	
P221	1061.722	10138.681	496.944	
P222	1057.493	10133.707	497.311	POZO
P223	1047.017	10134.368	496.983	CO
P224	1046.259	10131.811	497.149	
E01	250.3829	182.5044		
P225	1020.103	10107.447	499.128	AMARRE

P226	1041.737	10148.671	495.637	
P227	1041.042	10150.279	495.579	
P228	1038.544	10152.222	495.488	
P229	1053.893	10156.375	495.54	
P230	1054.234	10154.713	495.585	
P231	1054.958	10152.697	495.64	
P232	1051.048	10154.075	495.415	POZO
P233	1050.639	10151.392	495.465	CO
E01	213.4618	175.5341		
P234	1020.102	10107.446	499.132	AMARE
P235	1031.8	10163.086	494.835	
P236	1032.217	10161.406	494.85	
P237	1032.837	10158.918	495.02	
P238	1048.097	10167.686	494.873	
P239	1048.697	10165.558	495.039	
P240	1048.812	10163.286	494.869	
P241	1044.378	10162.976	494.91	CO
P242	1042.553	10164.221	494.74	POZO
P243	1020.103	10107.447	499.118	AMARE
P244	1003.846	10200.567	493.038	CO
P245	982.803	10213.637	493.784	
P246	980.764	10212.13	493.845	
P247	980.265	10210.209	493.744	
P248	980.107	10212.439	493.893	POZO
P249	1020.102	10107.448	499.129	AMARE
P250	1001.059	10103.652	500.708	POZO
P251	982.595	10099.481	500.684	
P252	982.803	10101.729	500.559	
P253	983.366	10103.657	500.636	
P254	980.115	10102.269	500.492	POZO
P255	977.721	10093.95	500.618	CO
P256	980.758	10085.709	500.288	CO
P257	979.276	10080.074	500.108	POZO
P258	976.705	10076.828	499.983	CO
P259	976.584	10108.173	500.431	CO
P260	981.153	10110.032	500.389	CO
P261	980.038	10116.751	499.438	CO
P262	978.768	10116.655	499.427	
P263	976.352	10116.529	499.373	

P264	975.603	10132.321	497.403	
P265	978.295	10132.706	497.451	
P266	981.367	10132.705	497.723	
P267	978.686	10135.082	497.048	POZO
P268	975.57	10134.853	497.124	CO
P269	980.42	10151.987	495.039	CO
P270	978.318	10151.795	494.709	
P271	976.461	10151.632	494.786	
P272	975.872	10156.769	493.915	CO
P273	977.966	10160.243	493.759	POZO
P274	975.274	10170.669	492.951	
P275	977.448	10170.739	492.844	
P276	978.573	10170.704	492.917	
P277	976.342	10188.667	492.086	POZO
P278	977.774	10195.525	492.17	
P279	976.152	10195.685	492.235	
P280	974.843	10195.943	492.273	
P281	974.33	10211.419	493.796	
P282	976.759	10211.683	493.76	
P283	975.815	10216.986	494.364	
P284	973.535	10218.812	494.695	
P285	972.857	10216.87	494.466	

Anexo 2: Parámetros de diseño

DATOS		
Densidad de población actual	4	hab/viv
Tasa de crecimiento	2.07	%
Periodo de diseño	25	años
Dotación	150	l/hab/día
Factor de residuos domésticos	0.8	
Dotación comercial	0	L/hab/día
Dotación industrial	0	L/hab/día
Número de comercios	0	Comercios
Numero de industrias	0	Industrias
Longitud de tubería	855.32	m
Factor de infiltración	1250	L/km/día
Conexión domiciliar	35	m/casa
% de conexiones ilícitas	2.5	%
Intensidad de lluvia	110	mm/hora
c patios	0.15	
c techos	0.8	
Viviendas actuales	35	Viviendas

PASO 1. POBLACION FUTURA		
$P_a = V_{iv} * DP$	110	habitantes
$P_f = P_a(1+r)^n$	186	habitantes
Viviendas futuras	47	viviendas

Anexo 3: Diseño De Un Tramo

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PV 1 y PV 2 del ramal I; los datos son los siguientes:

Parámetros de diseño:

Tipo de Sistema	Alcantarillado Sanitario
Período de diseño	25 años
Población actual	110 habitantes
Población futura	186 habitantes
Tasa de crecimiento poblacional	2.07 %
Habitantes por Vivienda	3
Dotación	150 lt/hab/día
Factor de retorno	0.80

Calculo del tramo PV1 a PV2

Cota de terreno inicial (Cti)= 507.28

Cota de terreno final (Ctf)= 503.70

Distancia entre pozos= 31.97 m

Población actual en el tramo= 9

Población futura en el tramo= 15

- Población a futuro

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

P_f = población futura

(hab)

P_o = población actual

(hab)

r = tasa de crecimiento anual

(%)

n = período de diseño

(años)

$$P_f = (9 \text{ Hab}) * (1 + 2.07)^{25}$$

$$P_f = 15 \text{ hab}$$

- Caudal domiciliar

$$Q_{Domiciliar} = \frac{\text{Dot} * P_f * F_r}{86,400}$$

$Q_{Domiciliar}$ = Caudal Domiciliar L/s

Dot = Dotacion (l / hab / dia)

P_f = Poblacion Futura

F_r = Factor de retorno (%)

$$Q_{Domiciliar} = \frac{150 * 15 * 0.80}{86,400}$$

$$Q_{Domiciliar} = 0.021 \frac{l}{s}$$

- Caudal conexiones ilícitas

- $Q_{Conexiones\ Illicitas} = \frac{CiA}{360}$

$$Q_{ci} = (0.5 \text{ a } 2.5\%) * \frac{(C*I*A)}{360}$$

Donde:

$$Q_{ci} = \text{Caudal por conexiones ilicitas } (m^3/seg)$$

$C = \text{coeficiente de escorrentia}$

$i = \text{intensidad de lluvia } \left(\frac{mm}{hora}\right)$

$A = \text{area factible de conectar ilicitamente al sistema (Ha)}$

$$Q_{ci} = (2.5\%) * \frac{(0.70 * 117.53mm/h * 0.8Ha)}{360}$$

$$Q_{ci} = 0.005 m^3/seg$$

- Caudal por infiltración

$$Q_{inf} = \frac{1800 \times L}{86400}$$

En este caso el caudal de infiltración se considera cero, ya que, en el sistema de alcantarillado para la Colonia del Empleado Municipal, se utilizará tubería PCV norma ASTM F949.

- Caudal medio

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{ci}$$

Donde=

Qmed= Caudal domiciliar

Qci= Caudal conexiones ilícitas

$$Q_{med} = 0.024 + 0.005$$

$$Q_{med} = 0.029 \text{ m}^3/\text{seg}$$

- Factor de Caudal Medio

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{ci}$$

$$FQ_{med} = \frac{Q_{med}}{No. Habitantes}$$

$$FQ_{med} = \frac{0.029 \text{ m}^3/\text{seg}}{17}$$

$$FQ_{med} = 0.002$$

- Factor de Harmon

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde:

P = Poblacion en miles de habitantes

$$FH \text{ fututo} = \frac{18 + \sqrt{17/1000}}{4 + \sqrt{17/1000}} = 4.39$$

$$\mathbf{FH\ actual = \frac{18 + \sqrt{17/1000}}{4 + \sqrt{17/1000}} = 4.42}$$

- Caudal de Diseño

$$Q_{\text{Diseño}} = \text{fqm} * \text{FH actual} * \text{No. de Habitantes actual}$$

$$Q_{\text{Diseño}} = \text{fqm} * \text{FH futuro} * \text{No. de Habitantes futuro}$$

Donde:

fqm = Factor de caudal medio

FH futuro = Factor de Harmon

$$Q_{\text{Diseño Actual}} = 0.002 * 4.42 * 9 = 0.079 \text{ l/seg}$$

$$Q_{\text{Diseño Futuro}} = 0.002 * 4.42 * 15 = 0.132 \text{ l/seg}$$

Velocidad a Sección Llena

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

$$V = 0.03429/n * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 0.0005067D^2 * V * 1000$$

Donde

V = velocidad del flujo a seccion llena $\left(\frac{\text{m}}{\text{seg}}\right)$

Q = caudal del flujo a seccion llena $\left(\frac{\text{l}}{\text{seg}}\right)$

D = diametro de la seccion circular (pulg.)

S = pendiente de la gradiente hidraulica $\left(\frac{\text{m}}{\text{m}}\right)$

n = coeficiente de Manning, 0.01 para tubo p. v. c. N – 3034

R = radio hidraulico, que es igual al area del flujo entre el perimetro mojado

$$V = 1/0.009 * (6)^{\frac{2}{3}} * 11.198\%^{\frac{1}{2}} = 3.789 \text{ m/seg}$$

$$Q = 0.0005067(6)^2 * 3.789 * 1000 = 69.116 \text{ lts/seg}$$

- Relación de Caudales
 - Relación de caudales: q/Q deberá ser menor o igual a 0.75.

Donde

q = caudal de la tuberia parcialmente llena

Q = caudal de la tuberia a seccion completamente llena

$$\frac{q}{Q} = \frac{0.126}{69.116} = 0.00182$$

Anexo No. 4: Memoria de calculo

PROYECTO:		PROPUESTA DE DISEÑO Y PLANIFICACION DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA COLONIA DEL EMPLEADO MUNICIPAL UBICADA EN EL MUNICIPIO DE ZACAPA, ZACAPA																	
MUNICIPIO:		ZACAPA																	
DEPARTAMENTO:		ZACAPA																	
TERRENO		CAUDAL L/S										TUBERIA							
DE P.V.	A P.V.	No CASAS LOCAL	No DE ACUM.	No DE HABES.	HABES. AFERRIO	Q C.MC/S	PH	PH	Q DOMEST.	Q INFL.	Q FQM	Q DENSO	Q DIAMETRO P.I.G.	S. UNO %	Q V. UNO	Q V. UNO	RELACION Q/Q	RELACION V/V	VELOCIDAD DE DISEÑO
PV.1	PV.2	3	3	3	15	0.016	4.419	4.396	0.013	0.033	0.003	0.108	6	11.98	71.81	3.94	0.0033	0.4081	2.3810
										VOLUMEN DE BICAVACION					155.30				
TERRENO		CAUDAL L/S										TUBERIA							
DE P.V.	A P.V.	No CASAS LOCAL	No DE ACUM.	No DE HABES.	HABES. AFERRIO	Q C.MC/S	PH	PH	Q DOMEST.	Q INFL.	Q FQM	Q DENSO	Q DIAMETRO P.I.G.	S. UNO %	Q V. UNO	Q V. UNO	RELACION Q/Q	RELACION V/V	VELOCIDAD DE DISEÑO
PV.1	PV.2	3	3	3	15	0.016	4.419	4.396	0.013	0.033	0.003	0.108	6	11.98	71.81	3.94	0.0033	0.4081	2.3810
										VOLUMEN DE BICAVACION					155.30				

Anexo 4: Cuadro 1. Presupuesto resultado

Nombre del proyecto:
PROPUESTA DE DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA COLONIA DEL EMPLEADO MUNICIPAL UBICADA EN EL MUNICIPIO DE ZACAPA, ZACAPA

RESUMEN DE PRESUPUESTO					
No .	REGLON	UNIDA D	CANTIDA D	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Replanteo topográfico en línea de colector	m	805.00	Q 2.49	Q 2,004.45
2	Excavación para alcantarillado y pozos de visita (altura variable)	m3	2551.79	Q 56.41	Q 143,946.47
3	Pozo de visita	Unidad	30.00	Q 9,293.54	Q 278,806.20
4	Brocal de pozo de visita	Unidad	30.00	Q 1,518.75	Q 45,562.50
5	Tubería PVC Ø 6" Corrugada norma ASTM F949	m	685.00	Q 197.10	Q 135,013.50
6	Tubería PVC Ø 8" Corrugada norma ASTM F949	m	52.50	Q 259.20	Q 13,608.00

7	Tubería PVC Ø 10"	m	92.50	Q 383.20	Q 35,446.00
8	Conexión domiciliar	Unidad	35.00	Q 2,973.18	Q 104,061.30
9	Relleno y compactado de zanjas	m3	2268.56	Q 64.64	Q 146,639.72
10	Limpieza final y acarreo de material sobrante	Global	1.00	Q 2,500.00	Q 2,500.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 907,588.14

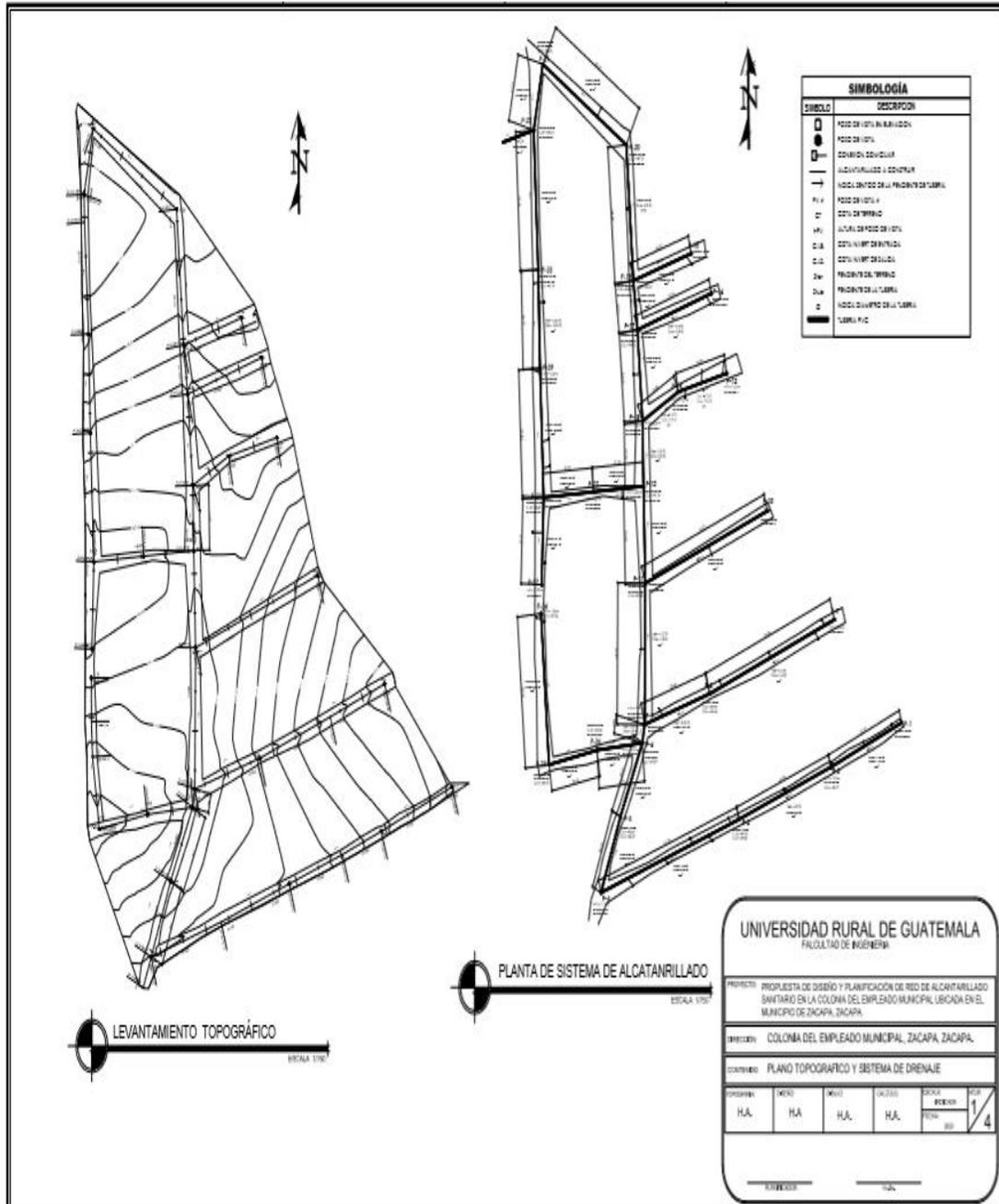
Anexo 5. Plan de trabajo

Cuadro 2. Plan de trabajo

CRONOGRAMA FISICO Y FINANCIERO

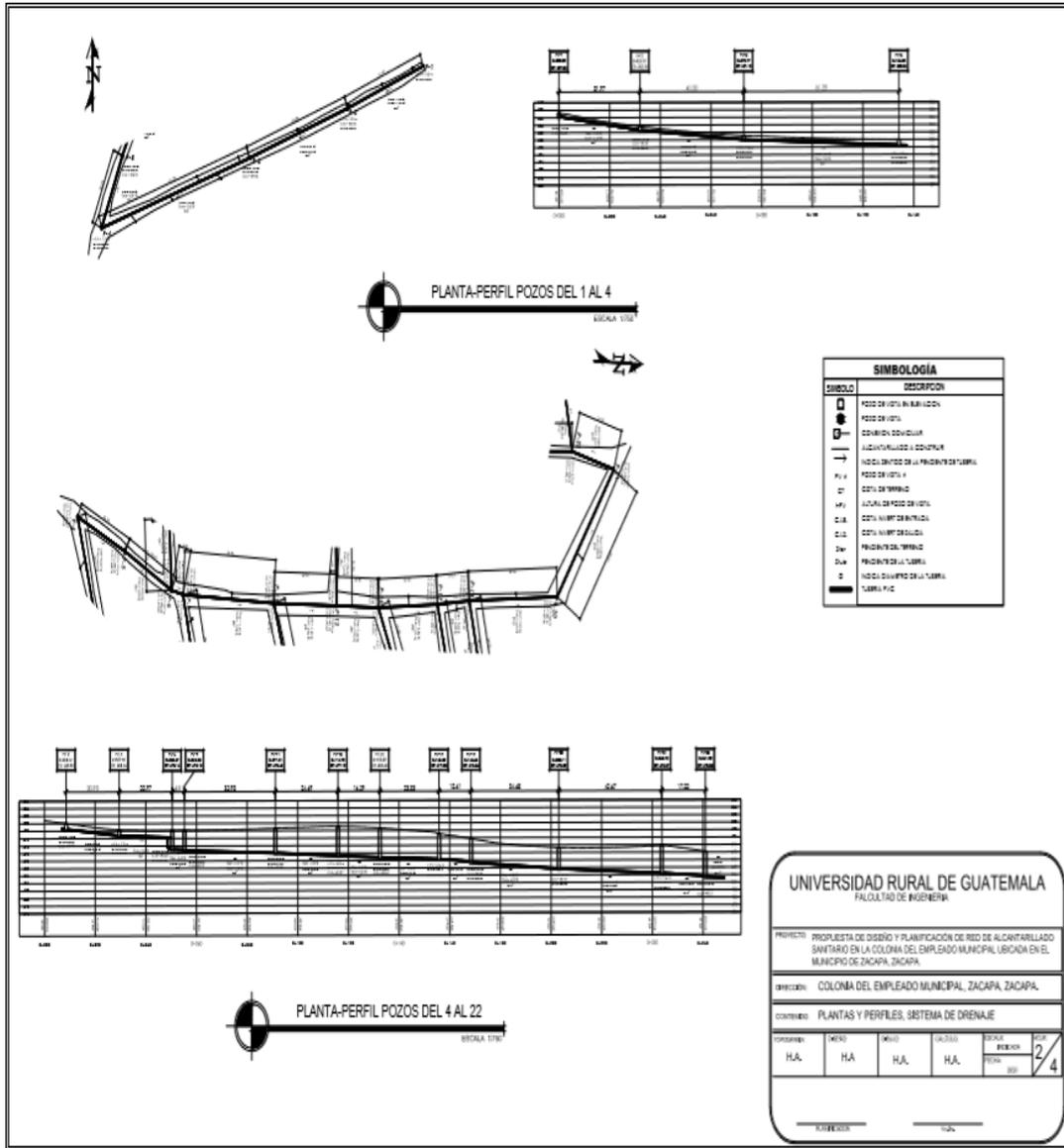
N o .	REN GLO N	CAN TIDA D	UNI DA D	PERIODO DE ACTIVIDADES (Semanas)											
				MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6						
1	Replanteo topográfico en línea de colector	805.00	m	[Barra naranja]											
2	Excavación para alcantarillado y pozos de visita (altura variable)	2551.79	m3	[Barra naranja]											
3	Pozo de visita	30.00	Unidad	[Barra naranja]											
4	Broca l de pozo	30.00	Unidad	[Barra naranja]											

Anexo 6: Plano 1. Levantamiento topográfico y Planta de sistema de alcantarillado.



Fuente: elaboración propia en AutoCAD

Plano 2. Planta perfil del pozo 1 al 4 y del pozo 4 al 22.



Fuente: elaboración propia en AutoCAD.

