

Victor Arnoldo Chioc Yucuté

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RED DE DRENAJE SANITARIO
EN SECTOR 2, ALDEA PACHALÍ, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ,
SACATEPÉQUEZ.



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

Universidad Rural De Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero de 2022

Informe Final de Graduación

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RED DE DRENAJE SANITARIO
EN SECTOR 2, ALDEA PACHALÍ, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ,
SACATEPÉQUEZ.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Victor Arnoldo Chioch Yucuté

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

Universidad Rural De Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero de 2022

Informe Final de Graduación

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RED DE DRENAJE SANITARIO
EN SECTOR 2, ALDEA PACHALÍ, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ,
SACATEPÉQUEZ.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural De Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero de 2022

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

Prólogo

Se presenta el trabajo de investigación por parte de un estudiante de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rural de Guatemala, como consecuencia de la participación en el Programa de Graduación, el que establece el desarrollo de una investigación y posteriormente el ofrecimiento de una estrategia integral para la resolución de la problemática identificada, para obtener al título de Ingeniero Civil con Énfasis en Construcciones Rurales, conforme a lo cual se diseñó “Proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”.

Pudo identificarse la hipótesis de trabajo, posterior al análisis de la problemática, donde se identificó el problema central ante el inadecuado sistema de recolección de aguas residuales en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, como respaldo para la resolución del problema se cuenta con la unidad ejecutora, la cual es el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de la aldea, como unidad ejecutora y se propuso la elaboración de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitaria.

Presentación

Según lo establecido en los lineamientos que enmarcan el Programa de Graduación de la Universidad Rural de Guatemala, se elaboró el presente informe de acuerdo a la investigación efectuada por el autor como requisito previo para la obtención del título de Ingeniero Civil con Énfasis en Construcciones Rurales.

Fue elaborado el “Proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”, con el objetivo de ofrecer una solución al problema identificado por el inadecuado sistema de recolección de aguas residuales en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, para disminuir enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Índice general

No.	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN	1
	I.2. Hipótesis	5
	I.3. Objetivos.....	5
	I.3.1. Objetivo General	5
	I.3.2. Objetivo Específico	5
	I.4. Justificación	6
	I.5. Metodología.....	8
	I.5.1. Métodos	8
	I.5.1.1. Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis.....	8
	I.5.2. Técnicas	11
II.	MARCO TEÓRICO.....	12
	II.1. Aspectos conceptuales.....	12
	II.1.1. Enfermedades gastrointestinales.	12
	II.1.1.1. Síntomas	16
	II.1.1.2. Tipos de enfermedades gastrointestinales	17
	II.1.2. Enfermedades gastrointestinales en menores de edad.....	20
	II.1.3. Indicios del incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad.	22
	II.1.3.1. Morbilidad de acuerdo a estadísticas hospitalarias de atención interna 2015-2018	24
	II.1.3.2. Mortalidad de acuerdo a estadísticas del MSPAS.....	28
	II.1.4. Uso del recurso hídrico.....	31
	II.1.4.1. Características que definen la calidad del agua.....	34
	II.1.5. Aguas residuales.....	37
	II.1.5.1. Tipos de aguas residuales	38
	II.1.5.2. Tipos de contaminantes	39

II.1.5.3. Efectos o consecuencias de los contaminantes.....	41
II.1.6. Sistemas de recolección de aguas residuales.....	43
II.1.6.1. Tipos de sistema de alcantarillado.....	44
II.1.7. Características del inadecuado sistema	45
II.1.7.1. Sistema debe ser sustentable y sostenible	46
II.1.7.2. Sistema inadecuado a la topografía del lugar	46
II.1.7.3. Sin planta de tratamiento.....	46
II.1.8. Manejo de aguas residuales.....	47
II.1.9. Red de drenajes	48
II.1.10. Drenajes Sanitarios.....	48
II.1.10.1. Diseño de la red de drenaje sanitario.....	48
II.1.11. Plan para la construcción de red de drenajes.....	49
II.1.11.1. Tipo de drenaje a implementar.....	49
II.1.11.2. Selección de ruta	49
II.1.11.2 Área tributaria.....	50
II.1.11.3. Localización de la descarga.....	50
II.1.11.4 Período de diseño	50
II.1.11.5. Cálculo de la población futura.....	51
II.1.10. Incremento de la población	51
II.1.11. Población tributaria	51
II.1.12. Caudal.....	52
II.1.12.1. Caudal hídrico	52
II.1.12.2. Fórmulas para el cálculo hidráulico	53
II.1.12.3. Ecuaciones para flujo en canales.....	54
II.1.12.4. Ecuación a sección llena.....	57
II.1.12.5. Ecuación a sección parcialmente llena.....	59
II.1.12.6. Tirantes.....	60
II.1.12.7. Velocidades de escurrimiento límites.....	60

II.1.12.8. Pendientes.....	60
II.1.12.9. Diámetros	61
II.1.12.10. Profundidad y ancho de zanja	62
II.1.12.11. Conexiones	64
II.1.12.12. Volumen de excavación	66
II.1.12.13. Volumen de relleno	67
II.1.12.14. Volumen de retiro.....	67
II.1.12.15. Cálculo e integración de caudales	68
II.1.12.16. Caudal.....	68
II.1.13. Base legal, marco normativo para la ejecución de la propuesta.....	69
II.1.13.1. Constitución Política de la República de Guatemala	69
II.1.13.2. Código de Salud	70
II.1.13.3. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86.....	72
II.1.13.4. Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)	72
II.1.13.5. Objetivos De Desarrollo Sostenible	72
II.1.13.6. Proceso político, desde la toma de decisiones a la implementación ..	73
III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	76
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
IV.1. Conclusiones.....	87
IV.2. Recomendaciones	89

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Índice de cuadros

No.	Contenido	Página
1	Casos de enfermedades transmitidas por alimentos y agua a nivel nacional en Guatemala del 2011 al 2015	23
2	Casos de enfermedades transmitidas por alimentos y agua en Sacatepéquez.....	23
3	Estadísticas hospitalarias de atención interna 2015	25
4	Estadísticas hospitalarias de atención interna 2016	25
5	Estadísticas hospitalarias de atención interna 2017	26
6	Estadísticas hospitalarias de atención interna 2018	27
7	Tasa de mortalidad de la niñez (de 1 a 5 años) por departamento del 2011 al 2015.....	28
8	Uso del agua en Guatemala por grandes grupos de actividades económicas y consumo (millones de m ³ del 2006 al 2010).....	31
9	Coeficiente de rugosidad (n)	56
10	Profundidades mínimas para tubería, según el transito vehicular	63
11	Ancho libre de zanja, según profundidad y diámetro de la tubería.....	64
12	Encuestados que opinan que existe incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí	77
13	Incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, en los últimos años	78
14	Opinión del incremento de menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí con enfermedades gastrointestinales, en los últimos 5 años	79
15	Opinión de encuestados al respecto de la causa del incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad del sector 2, aldea Pachalí	80
16	Encuestados que opinan que puede evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí.....	81

17	Existencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.....	82
18	Opinión de encuestados al respecto de la necesidad de realizar construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí.....	83
19	Encuestados opinan que la falta de construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez afecta la salud de la población	84
20	Encuestados opinan de acciones a considerar al momento de realizar la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí.....	85
21	Encuestados opinan que la institución que representan podría gestionar financiamiento para construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí	86

Índice de gráficas

No.	Contenido	Página
1	Cobertura del servicio de agua potable a nivel nacional, área urbana y área rural. Años 2000, 2006 y 2011	32
2	Cobertura del servicio de saneamiento a nivel nacional, área urbana y área rural. Años 2000, 2006 y 2011	33
3	Encuestados que opinan que existe incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí	77
4	Incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, en los últimos años	78
5	Opinión del incremento de menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí con enfermedades gastrointestinales, en los últimos 5 años	79
6	Opinión de encuestados al respecto de la causa del incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad del sector 2, aldea Pachalí	80
7	Encuestados que opinan que puede evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí	81
8	Existencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez	82
9	Opinión de encuestados al respecto de la necesidad de realizar construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí	83
10	Encuestados opinan que la falta de construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez afecta la salud de la población	84
11	Encuestados opinan de acciones a considerar al momento de realizar la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí	85

12 Encuestados opinan que la institución que representan podría gestionar financiamiento para construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí	86
---	----

Índice de figuras

No.	Contenido	Página
1	Flujograma de funcionamiento del Sistema VETA	14
2	Tipos de contaminantes	40
3	Generación de contaminantes (Sistema de producción-consumo)	43
4	Sección de canal abierta o cerrada	54
5	Area de sección llena	58
6	Área de sección parcialmente llena.....	59
7	Profundidad de tubería.....	63
8	Volúmen de excavación.....	67
9	Modelo político lineal	74
10	Modelo político no lineal	75

Índice de tablas

No.	Contenido	Página
1	Tipos y descripción de enfermedades gastrointestinales	18

I. INTRODUCCIÓN

Se presenta la investigación realizada para la consolidación del “Proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”, como parte del Programa de Graduación de la Universidad Rural de Guatemala, para obtener el título de Ingeniero Civil con Énfasis en Construcciones Rurales.

Fue contextualizado y observado el problema central que se identificó, posterior a lo que fue diseñada la hipótesis de trabajo “El incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado sistema de recolección de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario”, esta acción pudo concretarse con el apoyo del método del marco lógico.

Por medio de visitas de campo realizadas al Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, se observó de cerca el problema central en torno al inadecuado sistema de recolección de aguas residuales en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, por lo que se identificó la necesidad de diseñar un proyecto para la construcción de drenaje sanitario en el área.

Para disminuir enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez es necesario adecuar sistema de recolección de aguas residuales en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez y evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad por su inadecuado sistema de recolección de aguas residuales.

Se incluye a continuación una breve descripción del contenido de cada capítulo del documento principal de investigación:

El Capítulo I, presenta el planteamiento del problema, hipótesis, objetivos, justificación, metodología de trabajo, lo que orientó el desarrollo de la investigación, recopilación y procesamiento de la información.

Capítulo II, despliega el marco teórico que presenta aspectos conceptuales relacionados con enfermedades gastrointestinales en menores de edad, indicios de su incremento, aguas residuales, sistemas de recolección de aguas residuales, características del inadecuado sistema, manejo de aguas residuales, red de drenajes, drenajes sanitarios, plan para la construcción de red de drenajes y la base legal que lo enmarca.

Capítulo III, incluye cuadros y gráficas que presenta los resultados de la aplicación de los instrumentos aplicados a profesionales del Centro de Salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez y Directivos del COCODE; Técnicos y Supervisores de la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Capítulo IV, refleja conclusiones y recomendaciones, formuladas con base en el análisis de la información obtenida y la observación directa de la problemática identificada, presenta también la bibliografía que cita los documentos consultados para la redacción del marco teórico del documento; así también, los anexos diseñados donde se tuvo como apoyo el método del marco lógico

La propuesta incluye la descripción breve para el desarrollo de dos resultados que consolidan la propuesta que se realiza y que se describen a continuación de manera resumida:

Resultado 1. Se cuenta con la unidad ejecutora, la cual es el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de la aldea, que incluye espacio físico, dotación de material y equipo, personal técnico y recursos financieros.

Resultado 2. Se dispone de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario, que incluye el diseño y ejecución del proyecto.

Resultado 3. Se cuenta con el programa de divulgación y sensibilización para la ejecución de la propuesta.

I.1. Planteamiento del problema

En el Sector 2 aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, en los últimos 5 años fue identificado el incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad, por el inadecuado sistema de recolección de aguas residuales, situación que ha afectado la salud de la población ante la inexistencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario.

La falta de drenajes ha generado el depósito de aguas provenientes de los hogares de la localidad, los desagües a flor de tierra en terrenos con cierto grado de pendiente provocan erosión del suelo por arrastre, lo que incrementa el deterioro de sus propiedades, situación que con el paso del tiempo genera olores no deseados que contaminan el medio ambiente, causa enlodamiento del área, limita la locomoción de personas sobre todo en época de invierno, para el desarrollo de sus actividades cotidianas como estudio, trabajo y comercialización de su producción agrícola, esto ante la falta de intervención del gobierno local.

La contaminación del ambiente no solo genera enfermedades gastrointestinales, sino, dermatológicas y oftalmológicas, de manera aguda y algunas veces crónicas que pueden llevar a las personas que sufren hasta la muerte incluso en casos muy extremos, ante la falta de un tratamiento adecuado y oportuno. El deterioro de la salud afecta a todos los grupos etarios de la población que incluye a los ancianos, pero

principalmente a los menores de edad que son los grupos más vulnerables ante afecciones de este tipo.

La falta de concienciación de las autoridades ante el desconocimiento de la realidad que se vive en la localidad por la falta de drenajes incrementa la incidencia, por lo que se identifica como necesario promover la capacitación de las personas que desconocen del tema y sensibilizar a los tomadores de decisiones para la implementación de estrategias que mitiguen la problemática.

Las áreas rurales han sido las más olvidadas por las autoridades, las que ante la falta de visión, poco conocimiento y falta de sensibilización hacen que se agudice la problemática descrita, pues no realizan esfuerzos para incluir en su planificación el desarrollo de estrategias para la implementación de proyectos para la construcción de red de drenaje sanitario para disminuir enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, lo que pone en riesgo la red de salud pues se invierten más recursos ante la falta de medidas de prevención para mitigar la problemática.

Se identifican también deficiencias presupuestarias para la ejecución de propuestas que mejoren la urbanización de las áreas más vulnerables, pues no se incluye en el anteproyecto de presupuesto el financiamiento para la ejecución de propuestas sanitarias para el mejoramiento de la red de drenajes en la localidad.

La falta de la capacidad técnica instalada a lo interno de la municipalidad se traduce en la falta de propuestas técnicas para la implementación de la red de drenaje sanitario, lo que se evidencia la falta de empoderamiento del poder local, la ausencia de recursos evidencia la débil gestión por parte de los gobiernos locales, que ocupan el poder durante periodos cortos que no les permiten ejecutar proyectos a largo plazo, que logren su auto sostenibilidad en beneficio de la población.

I.2. Hipótesis

Fueron diseñados instrumentos, con base en el marco lógico, los que desarrollados en consecuencia, permitieron el desarrollo de herramientas que guiaron la investigación, con base en la hipótesis formulada:

Hipótesis causal

“El incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado sistema de recolección de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario”

Hipótesis interrogativa

¿Será la inexistencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario, la causante del incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, en los últimos 5 años, por inadecuado sistema de recolección de aguas residuales?

I.3. Objetivos

Fue propuesto el objetivo general y objetivo específico de tal manera que pudieron servir de guía para la ejecución del proceso de investigación:

I.3.1. Objetivo General

Disminuir enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

I.3.2. Objetivo Específico

Adecuar sistema de recolección de aguas residuales en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

I.4. Justificación

Es necesario garantizar la prestación de servicios básicos a la población, pues es una obligación del poder local ejercido por el Alcalde y su Consejo Municipal en representación del Estado, establecido en la Carta Magna, para el efecto deben diseñarse y ejecutarse programas asistenciales orientados al otorgamiento de agua potable y alcantarillado, entre otros servicios.

La propuesta de establecimiento de drenajes en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, debe considerar la topografía del lugar y adecuarse a esta de tal manera que se facilite el manejo de las aguas residuales; así también, la infraestructura domiciliar establecida y desarrollar el proyecto en el menor tiempo posible, de manera que se minimice el impacto que la ejecución de la obra pueda generar, para evitar inconvenientes en la locomoción y el diario vivir de la población.

El diseño del drenaje sanitario debe considerar el transporte de aguas negras, grises y pluviales; de tal manera que se eviten los desagües a flor de tierra, para evitar los malos olores emanados de las aguas expuestas, la generación de plagas tales como zancudos y más aún la incidencia de enfermedades gastrointestinales y cutáneas al evitar la contaminación ambiental.

Es necesario informar a la población de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez las consecuencias de la falta de drenajes en detrimento de su calidad de vida, los riesgos para su salud y bienestar, la importancia del manejo de aguas residuales y control de la contaminación ambiental; por lo que, es importante informar sobre la implementación de la red de drenaje sanitario, por medio de la ejecución de un evento de socialización y concienciación.

Se debe evitar la existencia de basureros clandestinos y concientizar a la población en favor del manejo adecuado de desechos sólidos; y evitar que cuando los drenajes sean

establecidos la población deposite su basura en las calles, que pudieran colapsar por tal razón en la temporada de lluvia, pues los suelos se sobresaturan, situación que podría generar obstrucción de los drenajes, lo que podrían llegar a depositarse en los cuerpos de agua como destino final de las aguas residuales.

Se deben mejorar los servicios de salud en Santiago Sacatepéquez y realizar campañas de salud en favor de la población que ha padecido enfermedades ante la falta de una red de drenaje sanitario, donde se garantice tanto la formación, como la atención a pacientes que presenten enfermedades cutáneas y gastrointestinales, para dar a conocer cómo prevenirlos.

Se debe incluir en la planificación y anteproyecto de presupuesto de la municipalidad Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, el financiamiento necesario para ejecutar la propuesta de establecimiento de la red de drenaje sanitario que incluya un fondo para los imprevistos que puedan surgir, de tal manera que la obra pueda desarrollarse sin inconvenientes.

La ausencia de un plan municipal que atienda la falta de drenajes magnifica el problema ante el impacto negativo que influye en el bajo nivel de vida de la población, por lo que de no ejecutarse la propuesta se mantendría los desagües a flor de tierra, situación que podría incrementar contaminación, plagas y enfermedades.

Es urgente ejecutar el “Proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”, pues mientras los servicios básicos sean dotados en calidad y en tiempo, se evitarán las enfermedades gastrointestinales y podría mejorar la salud y bienestar de la población; así como, su desarrollo y calidad de vida serán garantizados.

I.5. Metodología

Para la realización de la investigación fueron utilizados métodos y técnicas que cambiaron, desde la formulación de la hipótesis de trabajo hasta su comprobación, los que se presentan en lo sucesivo.

I.5 Metodología

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

I.5.1. Métodos

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

Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

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

I.5.1.1. Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales del incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, en los últimos cinco años, por inadecuado sistema de recolección de aguas residuales, a este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- Observación directa. Esta técnica se utilizó directamente por el inadecuado sistema de recolección de aguas residuales en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, a cuyo efecto, se observó el incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector, durante los últimos 5 años.

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

- **Entrevista.** Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a profesionales del Centro de Salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

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

La hipótesis formulada se encuentra en el anexo 1 y reza de la siguiente manera: “El incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5

años, por inadecuado sistema de recolección de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario”.

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

I.5.1.2. Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

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

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

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

- **Determinación de la población a investigar.** En atención a este tema y para efectos de investigación se decidió efectuar un censo para comprobar el efecto, la población está constituida por 5 profesionales del Centro de Salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez y 5 Directivos del COCODE y Técnicos y Supervisores de la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez para la población causa; el nivel de confianza es del 100% y 0% de error de muestreo.

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

Una vez interpretada la información, se utilizó el **método de síntesis**, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

I.5.2. Técnicas

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

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

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

II. MARCO TEÓRICO

II.1. Aspectos conceptuales

Este apartado del documento se caracteriza por ofrecer aspectos conceptuales que permiten contextualizar y comprender información técnica que teoriza y respalda la investigación, de tal manera que el lector se interne en ésta y que se le facilite su interpretación, por lo que es uno de los apartados más importantes del presente instrumento, incluye información de enfermedades gastrointestinales en menores de edad, aguas residuales, sistemas de recolección de aguas residuales, características del inadecuado sistema, manejo de aguas residuales, red de drenajes, drenajes sanitarios, plan para la construcción de red de drenajes y la base legal que lo enmarca.

II.1.1. Enfermedades gastrointestinales.

Las enfermedades gastrointestinales son juntamente con las enfermedades respiratorias las que más afectan a la población infantil y específicamente a los niños menores de 5 años. Son transmitidas principalmente por el consumo de alimentos y agua contaminados, estas enfermedades son un reto para salud pública, pues implica un mayor esfuerzo para la red pública de vigilancia epidemiológica, estas enfermedades se convierten en un indicador de que la calidad de que los alimentos y el agua que se ingiere no es la mejor, los patógenos que contaminantes afectan al individuo y también afectan de manera colectiva a la población. (Fiusa, s.f.)

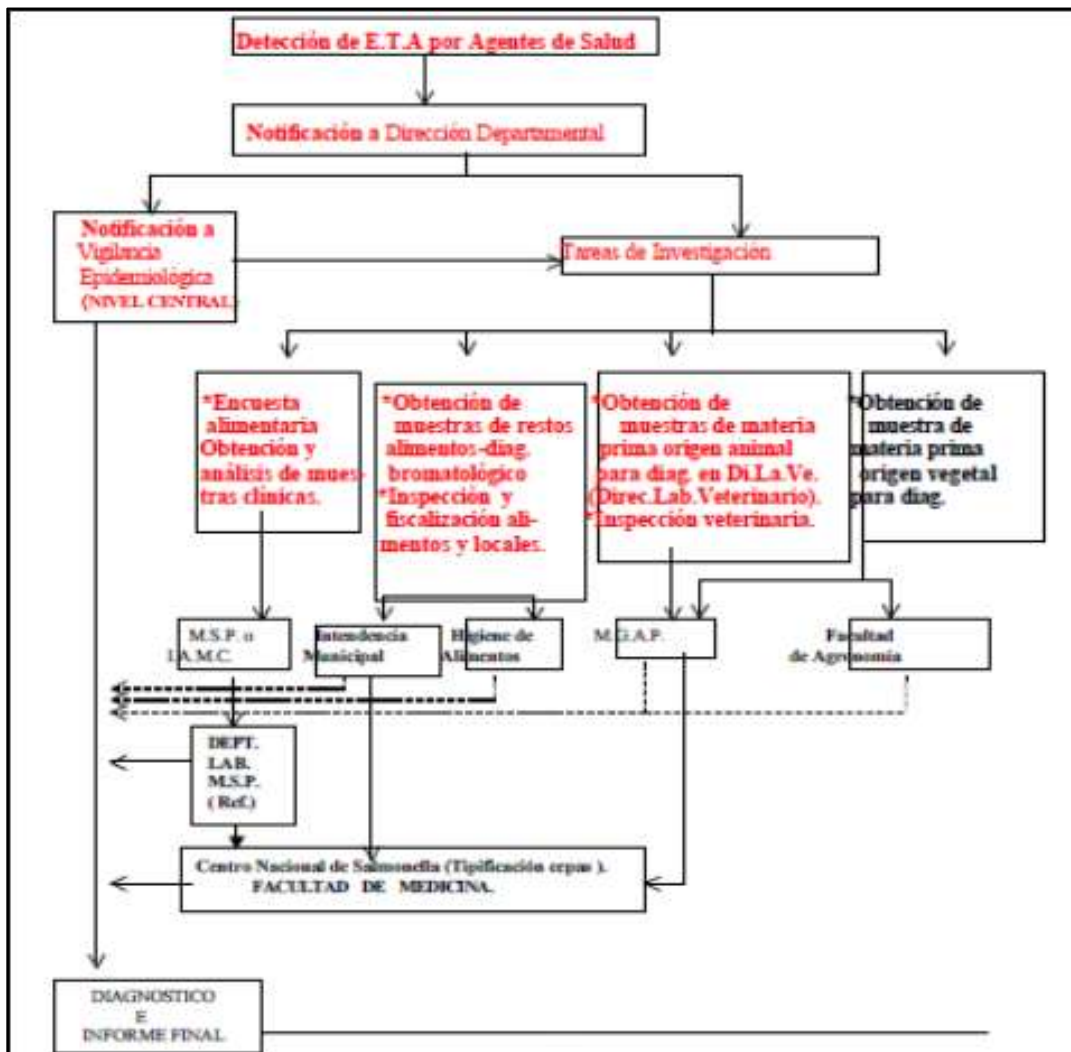
Las ETAS son enfermedades transmitidas por la ingestión de alimentos y agua contaminada, algunas se dan de manera aislada y contaminan a un solo individuo y otras contaminan a un grupo de personas por lo que la afección es colectiva y se presentan debido a que; tanto en los alimentos, como en el agua

está la presencia de alguno o varios de los elementos que se mencionan a continuación: (Fiussa, s.f.)

- Microorganismos.
- Toxinas de microorganismos
- Agentes químicos: plaguicidas, metales, aditivos
- Alimentos que naturalmente pueden contener sustancias tóxicas: moluscos, vegetales, hongos.

“Para el diagnóstico de enfermedades de transmisión por alimentos fue diseñado el denominado sistema VETA que es considerado como simple, oportuno y continuo, determina las causas, diagnóstico y orienta el tratamiento de prevención y control” (Fiussa, s.f.).

Figura 1. Flujograma del funcionamiento del Sistema VETA



Fuente: Fiussa, s.f.

Desde la época de los años noventa la Organización Panamericana de la Salud –OPS- apoyó la implementación del Sistema VETA o Sistemas Nacionales de Vigilancia Epidemiológica de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos, incluido como parte del Plan de Acción del Programa Regional de Cooperación Técnica en Protección de Alimentos para lo cual se designó al Instituto Panamericano para la Protección de Alimentos y Zoonosis –

INPPAZ-, ubicado en Argentina, para la captación de datos de la región. Cuando el sistema ha recibido información de algún brote de ETA se da inicio a una investigación epidemiológica. (Fiussa, s.f.)

“Los componentes para la recolección de información al respecto del brote de la Enfermedad Transmitida por Alimentos ETA, son los siguientes” (Fiussa, s.f.):

1. Verificación de la correlación entre la comunicación y la existencia de un brote de E.T.A, esto requiere el traslado de investigadores epidemiológicos hasta el lugar del brote y también al lugar de preparación de los alimentos, donde se incluye la investigación del agua, e implica la relación del tiempo, lugar y la persona.
2. Aplicación de instrumento de encuesta alimentaria, donde se utiliza el formulario VETA correspondiente, se hace la recolección de muestras humanas y son enviadas al laboratorio para su diagnóstico.
3. Recolección de muestras de alimentos y/o agua que son enviados para análisis a cargo del poder local y la inspección sanitaria del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de cada país.
4. Recolección de muestras de los insumos utilizados en la preparación de los alimentos para su análisis, en el caso de Guatemala este aspecto le correspondería al Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación.
5. Posterior a la obtención de los resultados de la investigación debe ser el Departamento de Vigilancia Epidemiológica y la Dirección de Área de Salud correspondiente la que brinde seguimiento al caso por ser de su competencia y la disposición de las acciones que corresponden.

Las áreas más afectadas por Enfermedades de Transmisión por Alimentos – ETAS- y por consiguiente enfermedades gastrointestinales son las ubicadas en áreas fronterizas donde se evaden los puntos de control; zonas cercanas a cuerpos de agua, así como, aquellas zonas precarias donde la población por su

condición de pobreza radica en zonas más pobladas, con mayor demanda de servicios insatisfechos, donde no se tiene acceso al agua entubada y potable para consumo humano y se carece de sistema de alcantarillado sanitario y agua potable, por lo que su población es más vulnerable. (Fiussa, s.f.)

De las enfermedades transmitidas por alimentos y agua, se originan las enfermedades gastrointestinales, afectan tanto el estómago, como los intestinos, este tipo de enfermedades puede afectar principalmente a personas mayores de edad, mujeres embarazadas, niños y en este segmento de población se ven aún más afectados los menores de 5 años y personas con un sistema inmune suprimido, por lo que tienen mayor riesgo de contraer enfermedades que comúnmente son agudas y los puede llevar incluso hasta la muerte. (Fiussa, s.f.)

Uno de los síntomas de las enfermedades gastrointestinales es la diarrea aguda, esta es una de las principales causas de muerte a nivel mundial; así también, una de las causas principales de las ausencias en el sector escolar y laboral, situación que se ve más acentuada en localidades muy industrializadas. Otro de los síntomas es la fiebre que da a conocer que el agente causante de la enfermedad gastrointestinal generó una infección en su hospedero. (Quiancaín, 2010)

“Los patógenos bacterianos son los responsables de entre el 50% y el 80% de las enfermedades gastrointestinales cuyo síntoma es la diarrea aguda” (Quiancaín, 2010).

II.1.1.1. Síntomas

Se mencionan algunos de los síntomas del padecimiento de enfermedades gastrointestinales, entre estos los siguientes: (Kern Pharma, 2019)

- Diarrea
- Fiebre
- Dolor abdominal
- Sangre en heces
- Anemia
- Pérdida de peso
- Tenesmo (sensación de evacuación incompleta)

II.1.1.2. Tipos de enfermedades gastrointestinales

Las enfermedades gastrointestinales son infecciones causadas por virus, bacterias o parásitos, las más frecuentes, se puede mencionar que no son las de mayor gravedad y tienen una pronta solución, cada año mueren entre 3 a 6 millones de niños por año alrededor del mundo debido a la gastroenteritis infecciosa. Estas enfermedades causan inflamación del aparato digestivo y afectan; tanto el estómago, como el intestino delgado, entre los síntomas más recurrentes están la diarrea, vómitos y dolor a nivel abdominal, afección que ha sido generada principalmente por el entorno en el que vive la población. (Tovar, 2018)

Con el objetivo de realizar el diagnóstico del origen o causa de una diarrea, es importante contextualizar el brote de la enfermedad, el tipo de lugar de donde provino esta incidencia que pudo haber sido transmitida por la situación del ambiente, la ingestión de alimentos o agua contaminados cada uno en su entorno, por lo que se describen a continuación las principales causas de las enfermedades gastrointestinales. (Tovar 2018)

Tabla 1. Tipos y descripción de enfermedades gastrointestinales

Nombre	Descripción
Adenovirus	El síntoma más frecuente es el problema respiratorio, después del rotavirus es la principal causa de diarrea infantil. Síntomas, diarrea, fiebre, conjuntivitis, erupciones cutáneas y cistitis.
<i>Campylobacter</i>	Afecta con frecuencia a niños menores de dos años y es la causa bacteriana más común de gastroenteritis a nivel mundial, se transmite por alimentos crudos o pocos cocinados. Síntomas, diarrea a veces hemorrágica, vómitos, cólicos y fiebre.
<i>Clostridium difficile</i>	Causa por lo menos el 25 % de casos de diarrea asociada con antibióticos, es contraída en hospitales o centros de atención sanitaria. Afecta a personas de la tercera edad y personas con el sistema inmuno suprimido. La toxicidad de la cepa la hace resistente e incrementa los casos y gravedad de los brotes.
<i>Escherichia coli</i>	Se contagia por ingerir agua contaminada con heces fecales de origen humano y animal. Es la principal causa de la diarrea del viajero y una de las causas más importantes de diarreas en niños en países en vías de desarrollo. Alguna variante fuerte puede provocar insuficiencia renal si no es tratada.
<i>Helicobacter pylori</i>	Es la causa de gastritis, asociado con la aparición de úlceras de tipo gástrico y duodenal. Llega a producir dolor de estómago y náuseas, aunque puede ser asintomática. Entre el 10% y 20% de los infectados corren riesgo de desarrollar úlceras pépticas durante su vida y riesgo sufrir cáncer de estómago.

Nombre	Descripción
Rotavirus	Es la causa de muerte de medio millón de niños menores de 5 años a nivel mundial, genera diarrea en niños pequeños y lactantes y la causa de casos más graves. Fue creada una vacuna para su control.
<i>Salmonella</i> y <i>Shigella</i>	Enfermedad gastrointestinal transmitida por alimentos. Sus son comunes y se hallan en carnes crudas de aves de corral, pescado, marisco y huevos, leche y subproductos lácteos. Entre sus síntomas agudos están náuseas, vómitos, cólicos, diarrea, fiebre y dolor de cabeza. La <i>Shigella</i> está en aguas contaminadas con heces de tipo humano, la disentería bacilar es uno de sus síntomas, está incluye dolor abdominal, cólico, diarrea, fiebre, vómitos y sangre, pus o moco en las heces.
<i>Staphylococcus aureus</i>	Causa de intoxicación alimentaria más frecuente. Se caracteriza por un inicio abrupto y violento, fuertes náuseas, dolor, diarrea, cólico, vómitos dura de 1 a 2 días. Su patógeno puede encontrarse en la piel, heridas infectadas, nariz y garganta de seres humanos tiene relación con gran variedad de alimentos, como la carne y subproductos, carne de ave de corral y huevos, ensaladas, productos de panadería y lácteos.
<i>Yersinia enterocolitica</i> (<i>Y. enterocolitica</i>)	Causa poco frecuente de diarrea y dolor abdominal. Se padece por ingestión de alimentos contaminados, en especial por ingestión de productos porcinos crudos o poco cocinados, helados y leche. Entre sus síntomas están fiebre, dolor abdominal y diarrea, que puede ser hemorrágica.

Fuente: Tovar, 2018.

II.1.2. Enfermedades gastrointestinales en menores de edad.

El Centro de Investigaciones Económicas Nacionales –CIEN-, Guatemala presenta una brecha o rezado con relación al promedio de la región cuando se habla de América Latina y el Caribe para el alcance de indicadores de buena salud. Para mejorar estos indicadores debe tomarse en cuenta el contexto demográfico, epidemiológico y nutricional. Sugieren que en lugar de solucionar de manera aislada un problema de salud, este sea abordado de manera sistemática para lograr mejores resultados; así también, que no es suficiente hacer énfasis en el diseño de la estrategia, sino en su ejecución. (CIEN C. d., 2018)

Para acortar las brechas y mejorar el sistema de salud en Guatemala es necesario 1. Fortalecer la gestión del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala, 2. Potenciar la capacidad rectora del Ministerio de Salud, 3. Desarrollar una propuesta de la red de servicios del Ministerio de Salud, 4. Iniciar un proceso de reclutamiento, capacitación y asignación del recurso humano que presta los servicios de salud, 5. Implementar las acciones más costo-efectivas para atender la morbilidad del país y 6. Invertir en agua y saneamiento ambiental en las zonas rurales del país. (CIEN C. d., 2018)

En seguimiento a lo planteado en el numeral 6 del párrafo anterior, se identifica que la población debe tener satisfechas sus necesidades de acceso al agua potable en casa y la implementación de un sistema de drenajes para la eliminación de excretas, de tal manera que el Sistema de Salud logre sus objetivos, por lo que debe brindarse atención especialmente a la población radicada en el área rural, de tal manera que se logre un atención en salud más equitativa, la satisfacción de los servicios públicos corresponde al poder local,

que debe diseñar la estrategias que considere pertinentes, a efecto de que se satisfagan las necesidades de la población. (CIEN C. d., 2018)

La Ley de Protección Integral de la Niñez y Adolescencia en su Artículo 2 define el término de niñez y adolescencia, instrumento que considera que es un niño o niña la persona a partir de su concepción hasta que cumple trece años de edad; así también, se considera un adolescente a la aquella a partir de los trece años, hasta que cumple dieciocho años de edad. Por lo tanto, se considera una persona menor de edad hasta antes de cumplir los dieciocho años. (Congreso de la República de Guatemala, 2003)

Tres organismos internacionales dedicados a la atención de la salud y la niñez a nivel mundial; entre estos, la Organización Mundial de la Salud –OMS-, Organización Panamericana de la Salud –OPS- y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia –UNICEF- diseñaron una estrategia denominada Atención Integrada a las Enfermedades Prevalentes de la Infancia –AIEPI-, orientada a evaluar, valorar y combatir enfermedades en el segmento de población infantil y principalmente en menores de 5 años, que sufren de infecciones respiratorias agudas (IRA), las enfermedades diarreicas agudas (EDA). (OPS-OMS, s.f.)

De acuerdo a Tamayo y Carrión, las IRAs y las EDAs son la causa de la tercera parte de muertes a nivel regional y por lo menos la mitad de las causas de muerte en niños menores de 5 años en algunos países. Después de las Infecciones Respiratorias Agudas -IRAS- que son a nivel mundial la primera causa de morbilidad a nivel mundial, no queda exento el continente americano en donde estas representan por lo menos la mitad de las consultas médicas; así también, las enfermedades diarreicas son causa de morbilidad en menores de

edad, estas causan desnutrición, ausentismos escolares y hasta hospitalizaciones. (Tamayo, 2015)

Según el Plan de Desarrollo Municipal de Santiago Sacatepéquez, para el municipio se establece el 14% de morbilidad causado por Infecciones de Respiración Aguda –IRAs; así también, el 21% corresponde a otras enfermedades, entre las que se cuentan enfermedades de la piel y parasitismo intestinal, la tasa de mortalidad asciende a 0.68% para niños menores de 5 años; mientras que para menores de 1 año se registra en 5.19%, por lo que se debe promover la descentralización de los servicios en salud, hasta que tengan presencia en los centros poblados a pesar de estar ubicados en el área urbana. (SEGEPLAN S. G., 2010)

Entre los Objetivos de Desarrollo del Milenio el No. 4 referente a la reducción de la incidencia de la mortalidad de los niños menores de 5 años, en el municipio de Santiago Sacatepéquez se propuso la meta de disminuir en un 30% la mortalidad en menores de edad, con base en los que se realizaron campañas de salud a nivel nacional para mejorar el estado de salubridad de los menores de edad. (SEGEPLAN S. G., 2010)

II.1.3. Indicios del incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad.

De acuerdo al Diagnóstico Nacional de Salud publicado por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala –MSPAS-, durante el periodo comprendido de 2011 a 2015 se registró un incremento gradual del número de casos de Enfermedades Transmitidas por Alimentos y Agua –ETAS- en Guatemala, según se indica a continuación: (MSPAS, 2016)

Cuadro 1. Casos de enfermedades transmitidas por alimentos y agua a nivel nacional en Guatemala del 2011 al 2015

No.	Año	Casos
1	2011	708,416
2	2012	853,377
3	2013	954,298
4	2014	942,395
5	2015	991,553
Total		4,450,039

Fuente: MSPAS, 2016

Cuadro 2. Casos de enfermedades transmitidas por alimentos y agua en Sacatepéquez.

No.	Año	Datos de Sacatepéquez
1	2011	11,289
2	2012	17,104
3	2013	17,255
4	2014	17,797
5	2015	22,339
Total		85,784

Fuente: MSPAS, 2016

De acuerdo a los datos presentados se evidencia un incremento anual más enmarcado del año 2011 al 2012 y del año 2014 al año 2015 de enfermedades transmitidas por alimentos y agua en el departamento de Sacatepéquez. Este tipo de enfermedades son causadas debido a la contaminación por parásitos u otros microorganismos patógenos; así como, sustancias tóxicas. (MSPAS, 2016)

II.1.3.1. Morbilidad de acuerdo a estadísticas hospitalarias de atención interna 2015-2018

Se presentan a continuación algunas estadísticas de tipo hospitalario, al respecto de la atención interna brindada a pacientes a nivel nacional durante el periodo comprendido del año 2015 al año 2018, para los rangos de edades de 0 a 4, 5 a 9, 10 a 14 y 15 a 19 años, son referencias al respecto de la morbilidad, datos que son necesarios para el diseño de estrategias de atención en salud en Guatemala. Entre las enfermedades identificadas están diarreas y gastroenteritis por presunto origen infeccioso, infecciones intestinales bacterianas, por virus y otros organismos no identificados, intoxicaciones alimentarias bacterianas, entre otros. (Instituto Nacional de Estadística, 2015-2018)

Cuadro 3. Estadísticas hospitalarias de atención interna 2015

Edad	Causa de atención	Hombres	Mujeres	Ignorado	Total
0 - 4 años	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	1,065	867	5	1,937
0 - 4 años	Infecciones intestinales debidas a virus y otros organismos especificados	135	118	2	255
0 - 4 años	Otras infecciones intestinales bacterianas	95	72	-	167
0 - 4 años	Otros trastornos funcionales del intestino	76	51	-	127
5 - 9 años	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	296	253	1	550
5 - 9 años	Otras infecciones intestinales bacterianas	33	43	1	77
5 - 9 años	Otras intoxicaciones alimentarias bacterianas, no clasificadas en otra parte	47	22	-	69
5 - 9 años	Otros trastornos funcionales del intestino	31	31	-	62
10-14 años	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	153	123	1	277
15-19 años	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	153	174	-	327
15-19 años	Otras enfermedades del estómago y del duodeno	47	80	-	127

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2015-2018

Cuadro 4. Estadísticas hospitalarias de atención interna 2016

Edad	Causa de atención	Hombres	Mujeres	Ignorado	Total
0 - 4 años	Otras gastroenteritis y colitis de origen infeccioso y no especificado	1,400	1,241	8	2,649
0 - 4 años	Infecciones intestinales debidas a virus y otros organismos especificados	158	129	5	292
0 - 4 años	Otras infecciones intestinales bacterianas	112	96	-	208

Edad	Causa de atención	Hombres	Mujeres	Ignorado	Total
0 - 4 años	Otros trastornos funcionales del intestino	67	68	-	135
5 - 9 años	Otras gastroenteritis y colitis de origen infeccioso y no especificado	363	324	3	690
5 - 9 años	Otras infecciones intestinales bacterianas	41	31	-	72
10-14 años	Otras gastroenteritis y colitis de origen infeccioso y no especificado	189	210	-	399
15-19 años	Otras gastroenteritis y colitis de origen infeccioso y no especificado	184	213	1	398
15-19 años	Otras enfermedades del estómago y del duodeno	32	78	-	110

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2015-2018

Cuadro 5. Estadísticas hospitalarias de atención interna 2017

Edad	Causa de atención	Hombres	Mujeres	Ignorado	Total
0 - 4 años	Otras gastroenteritis y colitis de origen infeccioso y no especificado	1,102	945	7	2,054
0 - 4 años	Infecciones intestinales debidas a virus y otros organismos especificados	129	110	-	239
0 - 4 años	Otras infecciones intestinales bacterianas	130	107	-	237
5 - 9 años	Otras gastroenteritis y colitis de origen infeccioso y no especificado	357	328	3	688
5 - 9 años	Otras infecciones intestinales bacterianas	40	37	-	77
10-14 años	Otras gastroenteritis y colitis de origen infeccioso y no especificado	201	194	1	396
10-14 años	Otras infecciones intestinales bacterianas	30	20	-	50
15-19 años	Otras gastroenteritis y colitis de origen infeccioso y no especificado	166	218	-	384

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2015-2018

Cuadro 6. Estadísticas hospitalarias de atención interna 2018

Edad	Causa de atención	Hombres	Mujeres	Ignorado	Total
0 - 4 años	Otras gastroenteritis y colitis de origen infeccioso y no especificado	1,124	961	4	2,089
0 - 4 años	Infecciones intestinales debidas a virus y otros organismos especificados	145	130	-	275
0 - 4 años	Otras infecciones intestinales bacterianas	151	107	-	258
0 - 4 años	Otros trastornos de los líquidos, de los electrolitos y del equilibrio ácido-básico	62	48	-	110
5 - 9 años	Otras gastroenteritis y colitis de origen infeccioso y no especificado	373	290	1	664
5 - 9 años	Otras infecciones intestinales bacterianas	48	31	-	79
5 - 9 años	Otras intoxicaciones alimentarias bacterianas, no clasificadas en otra parte	39	27	-	66
10-14 años	Otras gastroenteritis y colitis de origen infeccioso y no especificado	199	154	-	353
15-19 años	Otras gastroenteritis y colitis de origen infeccioso y no especificado	141	244	-	385
15-19 años	Otras enfermedades del estómago y del duodeno	30	63	-	93
15-19 años	Gastritis y duodenitis	28	51	-	79

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2015-2018

La mayor incidencia se registra para las edades de 0 a 4 años donde se han presentado casos de diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso; así como, gastroenteritis y colitis de origen infeccioso y no especificado, estos casos se dan de manera más enmarcada en zonas costeras, en lugares donde el servicio de agua potable para consumo humano aún es limitado y no ha llegado a la totalidad de la población, también en comunidades donde no se han

implementado sistemas de alcantarillado. (Instituto Nacional de Estadística, 2015-2018)

II.1.3.2. Mortalidad de acuerdo a estadísticas del MSPAS

“De acuerdo con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala – MSPAS-, en su publicación del Diagnóstico Nacional de Salud se incluyen datos estadísticos al respecto de la mortalidad infantil” (–MSPAS-, 2016).

Cuadro 7. Tasa de mortalidad de la niñez (de 1 a 5 años) por departamento del 2011 al 2015

Departamento	2011	2012	2013	2014	2015*
Guatemala	31.4	30.1	24.9	22.4	21.1
El Progreso	17.1	18.8	11.7	7.8	7.1
Sacatepéquez	8.9	25.2	10.0	6.7	7.3
Chimaltenango	18.2	29.7	13.6	15.0	14.7
Escuintla	10.8	27.7	18.8	11.4	15.4
Santa Rosa	8.6	23.2	14.2	12.0	13.8
Sololá	15.3	27.9	10.5	10.5	9.1
Totonicapán	15.0	30.8	12.3	10.2	10.8
Quetzaltenango	10.8	26.1	10.3	10.0	10.8
Suchitepéquez	10.4	26.5	10.4	9.2	9.2
Retalhuleu	8.0	18.2	16.3	12.4	14.5
San Marcos	6.5	22.3	6.2	6.5	6.3
Huehuetenango	10.2	17.2	9.1	8.9	8.4
Quiché	16.0	26.0	12.9	12.3	11.7
Baja Verapaz	15.3	25.4	18.0	12.5	13.8
Alta Verapaz	17.0	30.1	20.4	21.7	21.4
Petén	8.0	12.2	9.1	9.7	9.2
Izabal	11.8	17.2	13.2	14.5	14.2
Zacapa	9.5	21.2	11.7	9.4	9.5
Chiquimula	14.7	20.3	19.6	12.2	14.6
Jalapa	18.0	19.4	14.4	16.1	14.3
Jutiapa	3.9	17.0	8.1	6.9	8.0
Tasa de País	26.7	24.7	25.6	25.3	24.8

Fuente: -MSPAS-, 2016

Para el año 2015 los departamentos con mayor incidencia son Alta Verapaz, Guatemala, seguido de Escuintla, Chimaltenango y Chiquimula, entre los cuales el departamento de Guatemala es donde ha prevalecido la alta incidencia en la mortalidad para niños de entre 1 a 5 años. (–MSPAS-, 2016)

Enfermedades infecciosas

Entre los retos para el bienestar y el desarrollo está el hecho de equilibrar el uso del agua por parte de los diferentes actores y para los propósitos de riego, municipios, industria, caudales ecológicos, desde un punto de vista territorial a nivel cuenca, lo que da luces para que la planificación que se realice se haga a ese nivel. Este nivel de planificación y visión debe tenerse por parte de las autoridades para reducir las enfermedades infecciosas que representan a nivel mundial el 26% de muertes prematuras. (UNESCO, 2008, pág. 38)

Se reconoce a la diarrea como la principal causa de muerte infantil a nivel mundial en países considerados en vías de desarrollo y se pueden mencionar en el siguiente orden, entre las cinco enfermedades contagiosas más graves alrededor del mundo en el año 2002, que influenciaron un mayor número de muertes tempranas aunque no todas están relacionadas, pero si tienen un vínculo a causa del agua, estas son las siguientes: (UNESCO, 2008, pág. 38)

- Infecciones respiratorias, que causaron unos 4 millones de muertes;
- VIH/SIDA, con 2,8 millones de muertes,
- Diarrea, que causó 1,8 millones de muertes,
- Tuberculosis, que causó 1,6 millones de muertes,
- Malaria, con 1,3 millones de muertes.

Estos indicadores podrían controlarse en el ámbito nivel local si se mejora el acceso al agua potable segura y al saneamiento, pues se menciona que

aproximadamente el 40% del total de la población a nivel mundial corre el riesgo de infección, principalmente mujeres embarazadas, fetos y población infantil donde se cuentan los niños menores de 5 años, de éste último grupo 10.8 millones de niños aproximadamente mueren antes de cumplir esa edad, esto se puede evitar con prácticas de salubridad e higiene. (UNESCO, 2008, pág. 38)

Entre las prácticas que pueden realizarse para evitar los decesos en niños en la infancia, se cuentan la rehidratación oral que contrarresta la diarrea, uso de antibióticos para evitar infecciones, uso de mosquiteras y medicamentos para el control de la malaria, mejorar el suministro de agua para la población, y sensibilización para promover el saneamiento e higiene a nivel doméstico. Se puede concluir que la relación entre la morbilidad y mortandad infantil, con la falta de acceso al agua potable, saneamiento inadecuado, malas prácticas de higiene y débiles prácticas de gestión del agua son innegables. (UNESCO, 2008, pág. 38)

En las últimas cinco décadas se ha hecho más grande el reto de alimentar a la población a nivel mundial que ha crecido y se ha duplicado, situación que ha incrementado la demanda de agua para el sector agrícola y que supera la demanda de otros sectores, a pesar de estos esfuerzos y las estrategias implementadas por lo menos el 13% de la población a nivel mundial padece de desnutrición, la mayor parte de esta población está concentrada en el área rural, donde se hace más evidente los índices de pobreza y viven en sectores con ausencia de servicios básicos. (UNESCO, 2008, pág. 38)

II.1.4. Uso del recurso hídrico

“En Guatemala se cuenta con aproximadamente 90,000 millones de m³, el agua es utilizada para muchos usos, entre los que están 20,000 millones de m³ para el funcionamiento del ecosistema” (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Manual de Educación Ambiental sobre el recurso hídrico en Guatemala , 2016).

“El resto de actividades que demanda el uso de agua es principalmente para consumo y uso en actividades humanas, para riego en actividades agrícolas, en la producción de energía eléctrica, crianza de animales, procesos industriales, actividades turísticas y recreación” (MARN, 2010).

Cuadro 8. Uso del agua en Guatemala por grandes grupos de actividades económicas y consumo (millones de m³ del 2006 al 2010)

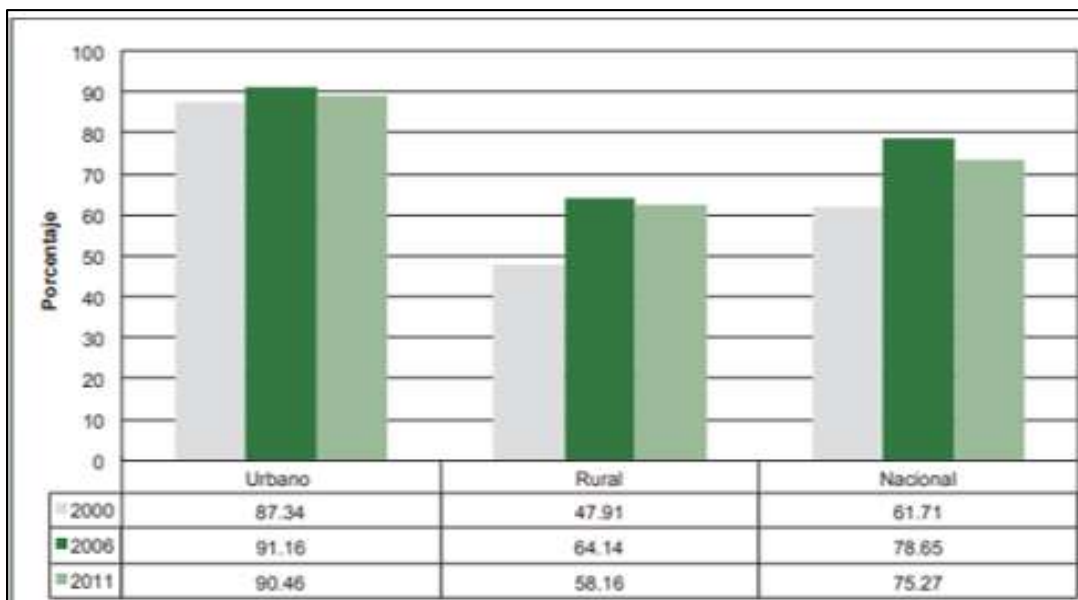
Actividades económicas y de consumo	Año				
	2006	2007	2008	2009	2010
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	5,042.00	5,490.10	6,003.62	6,252.08	6,496.56
Pesca	427.06	535.24	527.52	511.90	514.62
Explotación de minas y canteras	6.13	6.93	6.22	6.34	6.19
Industrias manufactureras (incluye agroindustria)	7,473.39	8,185.24	8,296.74	7,604.04	7,643.17
Suministro de electricidad, gas y agua	4,765.13	5,184.56	5,516.04	5,110.16	5,057.33
Construcción	93.17	104.36	102.94	87.29	76.26
Comercio al por mayor y al por menor	51.33	44.36	44.94	47.27	48.22
Servicios	52.33	51.71	59.30	68.16	69.85
Hogares	422.93	433.51	444.35	455.45	461.68
Total	18,333.48	20,036.00	21,001.66	20,142.69	20,373.88

Fuente: IARNA-URL, 2012

El Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente –IARNA- en su documento Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012, refiere que el agua es un bien de dominio público cuyo aprovechamiento, uso y goce, es otorgado de acuerdo a la necesidad social, estas necesidades mencionadas previamente representan el aprovechamiento de únicamente la cuarta parte de la oferta hídrica. Estos servicios deben ser otorgados por la municipalidad, a pesar de ello existen evidencias que hay deficiencias en la calidad del agua para consumo humano en algunos puntos a nivel nacional. (IARNA-URL, 2012)

Según el Programa de Vigilancia del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala –MSPAS-, con base en los 18,800 sistemas que fueron objeto de muestreo, por lo menos la mitad no contenía los niveles adecuados de cloro y la cuarta parte evidenció problemas por contaminación bacteriológica. (IARNA-URL, 2012)

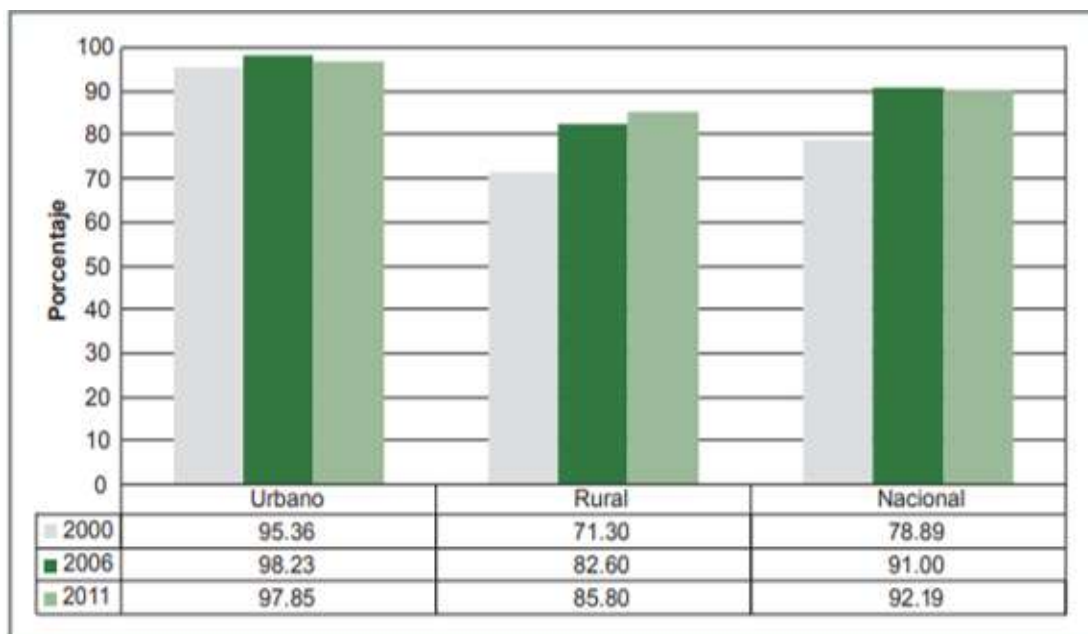
Gráfica 1. Cobertura del servicio de agua potable a nivel nacional, área urbana y área rural. Años 2000, 2006 y 2011



Fuente: IARNA-URL, 2012

Se han hecho estudios con respecto al uso de sistemas de saneamiento de diversos tipos que se poseen en los hogares; tanto en el área rural como en el área urbana, estos van desde un inodoro conectado a red de drenajes o a una fosa séptica, sanitario lavable, letrina o pozo ciego, se identifican avances en la cobertura en el área rural y un leve retroceso en el área urbana, lo colectado ha sido decantado sin tratamiento en cuerpos de agua entre estos ríos y lagos que han presentado contaminación por materia orgánica, contaminantes tóxicos y bacterias que han deteriorado estos cuerpos de agua, sobre todo porque son afluentes que se reutilizan. (IARNA-URL, 2012)

Gráfica 2. Cobertura del servicio de saneamiento a nivel nacional, área urbana y área rural. Años 2000, 2006 y 2011



Fuente: IARNA-URL, 2012

Refiere el Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente –IARNA– que los Objetivos de Desarrollo del Milenio no consideraron la letrina y el pozo ciego como un método adecuado para la disposición de excretas,

mientras que el Instituto Nacional de Estadística –INE- de Guatemala refirió que a nivel nacional para el año 2011 el 39.5% de los hogares utilizaban este sistema. (IARNA-URL, 2012)

La brecha en la cobertura a nivel nacional de sistemas de alcantarillado público y falta de tratamiento de agua para su reutilización, la contaminación de cuerpos de agua y la falta de tratamiento del agua para consumo humano ponen en riesgo la salud de la población, por lo que es importante garantizar la calidad del agua con la que se cuenta a nivel local. (IARNA-URL, 2012)

II.1.4.1. Características que definen la calidad del agua

Al respecto de la salud humana, los elementos orgánicos presentes en el agua son los que causan la mayoría de enfermedades gastrointestinales. Debido a la contaminación directa o a la causada por filtración, llegan a los cuerpos de agua diferentes patógenos que afectan a la población, pues es utilizada para consumo humano, entre los microbios destacan los coliformes fecales (*Escherichiacolli*) y los enterococos intestinales. (Organización Mundial de la Salud, 2020)

a. Propiedades microbiológicas del agua

Se dice que el agua es el solvente universal y que debido a esta propiedad es que puede contener disueltas casi cualquier clase de componentes orgánicos o químicos, algunos benéficos y otros contaminantes. El agua contaminada sirve como medio transporte y permite la propagación de algunas especies de parásitos que afectan la salud de la población. Sus huevecillos se trasladan al tracto digestivo por medio del agua contaminada. (Organización Mundial de la Salud, 2020)

b. Propiedades físico-químicas del agua

“La fórmula del agua refiere que está compuesta por dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno, misma que se manifiesta de forma líquida, el agua puede disolver un cuerpo u otra sustancia” (Marín, s.f.).

Propiedades físicas del agua

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura reconoció el agua como un “derecho humano” básico y elemental, momento en el cual definió estándares de calidad. Hace referencia a que la opinión pública promueve que gobierno y población reduzcan los contaminantes y mejoren la calidad del agua, también se menciona que en algunos casos la calidad puede ser aceptable, pero su acceso pudiera estar restringido. (UNESCO, 2008, pág. 78)

En el Foro sobre Derecho Humano al Agua, organizado por la Facultad de Medicina de la Universidad de Costa Rica en conmemoración del Día Mundial del Ambiente y en representación de la Asociación Regional Centroamericana para el Agua y el Ambiente, en cuanto a calidad Mora (Mora, 2014), afirma:

El agua requerida para cada persona o uso doméstico debe ser segura, libre de microorganismos, sustancias químicas o radiológicas que constituyan una amenaza a la salud de las personas. El agua debe ser de un color, olor y sabor aceptables para cada uso personal y doméstico. (Mora, 2014, p.5)

Temperatura

Este aspecto depende de la cantidad de radiación recibida por el recurso agua, por lo tanto se encuentran aguas más cálidas en la superficie y más frías en el fondo, los cambios de temperatura facilitan o evitan la solubilidad de sales y presencia gases en agua y en general a todas sus propiedades. Esta temperatura se ve modificada por el terreno donde se encuentra depositada,

por el tipo de rocas presentes y la presencia de magma ocasionalmente. (Marín, s.f.)

Color

Esta característica del agua se debe a la presencia de sustancias disueltas o en suspensión en un cuerpo de agua, entre estas puede identificarse materia orgánica como resultado de la descomposición de material vegetal, lo que en la mayoría de veces le otorga un color verde amarillento. Así también, puede haber presencia de sales como Hierro (Fe) y Manganese (Mn), esto en aguas de corrientes subterráneas y superficiales con poca presencia de oxígeno. Se considera que hay una estrecha relación de color y pH en el agua, los que aumentan o disminuyen paralelamente y de manera conjunta. (Marín, s.f.)

Olor y sabor

Por lo regular las sustancias que generan olor y sabor están interrelacionadas cuando están presentes en el agua, Solamente existen cuatro sabores básicos: ácido, salado, dulce y amargo. En algunos casos se puede identificar de manera aislada alguna sustancia, la que de acuerdo a su concentración podría modificar la condición de olor y color del agua. El origen del sabor y olor en el agua puede ser natural como compuestos orgánicos, gases, sales y actividad de organismos presentes en el agua o artificial, entre los que se mencionan orgánicos e inorgánicos originados por una fuente específica. (Marín, s.f.)

Turbidez

Se refiere a la cantidad de elementos orgánicos o químicos presentes en suspensión en el agua, estos pueden disminuir su transparencia y limitar el paso de la luz, entre estos, materia orgánica, plancton, arcilla, limo, microorganismos. Sus dimensiones oscilan entre 10 nm hasta 0,1 mm, de tal manera que pueden clasificarse en tres grupos: minerales que provienen de la

erosión del suelo, partículas o restos orgánicos y partículas filamentosas. La turbidez aumenta conforme aumenta la cantidad de lluvia por escorrentía o por erosión, mientras que se reduce ante la sedimentación o floculación natural. (Marín, s.f.)

Propiedades químicas del agua

El agua posee diferentes cantidades de sustancias disueltas y en suspensión, en función de la capacidad de la sustancia de ser soluble, estas se ven modificadas por la influencia del desarrollo de actividades realizadas por el ser humano, entre las que se pueden mencionar las agrícolas, ganaderas e industriales, sin recibir tratamiento lo que contamina los cuerpos de agua donde se decantan, lo que provoca cambios en las propiedades y calidad del agua, con efectos negativos en ecosistemas acuáticos, destrucción de recursos hídricos, riesgos para la salud e incremento del costo del tratamiento del agua para su uso. (Marín, s.f.)

II.1.5. Aguas residuales.

Es el agua que ha sido utilizada para actividades productivas, industriales o humanas, que su calidad ha sido cambiada y que luego son desechadas a un cuerpo de agua, en ocasiones son tratadas; sin embargo, en otras oportunidades pueden ser decantadas sin que previamente hayan sido tratadas, esta acción genera contaminación por la presencia de diversas cantidades de elementos orgánicos o químicos, por lo que su reutilización puede considerarse dañina para la salud, humana o animal. Finalmente, la deposición de desechos sólidos genera contaminación e en consecuencia impactos negativos en los cuerpos de agua. (MARN, 2010)

II.1.5.1. Tipos de aguas residuales

“Entre los tipos de aguas residuales, se identifican las de origen doméstico, aguas residuales especiales o industriales, adicionalmente se unen a estas las aguas pluviales que también son drenadas juntamente con las anteriores” (MARN, 2010).

Aguas residuales de tipo doméstico

La mayoría de actividades del ser humano en el hogar demanda el uso diario de agua, para la preparación de alimentos, higiene personal, limpieza del hogar, todas estas acciones generan aguas residuales domésticas llamadas también aguas negras. Por lo tanto, al atravesar todos estos procesos se adhieren residuos como materia fecal, restos de alimentos, grasas y aceites, jabones, sales, materia orgánica, sedimentos y elementos patógenos, parte de estos residuos son alimentos de microorganismos. Estas son una de las principales fuentes de contaminación, más evidenciado en las áreas urbanas con mayor población. (MARN, 2010)

Aguas residuales de tipo industrial o especial

Estas varían en función de la magnitud del caudal y el tipo de agua residual de acuerdo a su origen industrial a pesar de ello su nivel de contaminación es mayor que las domésticas, pero también varían a pesar de provenir de una misma fuente. Las residuales industriales son decantadas en algunos horarios donde su caudal es mayor, adicionalmente también se incrementa de acuerdo a la época, esto depende de la producción y los procesos que se realizan; por lo que su caudal y contaminación puede variar en el transcurso del día, por lo que su tratamiento es complicado pues depende del tipo de contaminación generada. (MARN, 2010)

II.1.5.2. Tipos de contaminantes

De acuerdo a lo referido previamente los contaminantes de las aguas provienen de la actividad humana que genera aguas residuales domésticas, de la actividad industrial que produce aguas residuales industriales y adicionalmente a este tipo de agua se unen las aguas pluviales que se drenan de toda la superficie y se unen a las aguas residuales de otros tipos, por lo que los contaminantes pueden ser de tipo orgánico y de tipo inorgánico. (MARN, 2010)

Contaminantes orgánicos

Están conformados por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno –CHON- que es su principal estructura química, que provienen por lo regular de la producción agrícola, que necesitan el apoyo de químicos para mejorar sus cultivos y acelerar el ciclo de vida de plantas y como coadyuvante en el control de malezas, plagas, hongos, estas sustancias se unen por medio de infiltración a las corrientes subterráneas que contaminan las fuentes de agua. La producción pecuaria demanda el uso de agua para manejo del ganado entre alimentación e higiene, ambos tipos generan contaminación de los mantos de agua por lixiviación. (MARN, 2010)

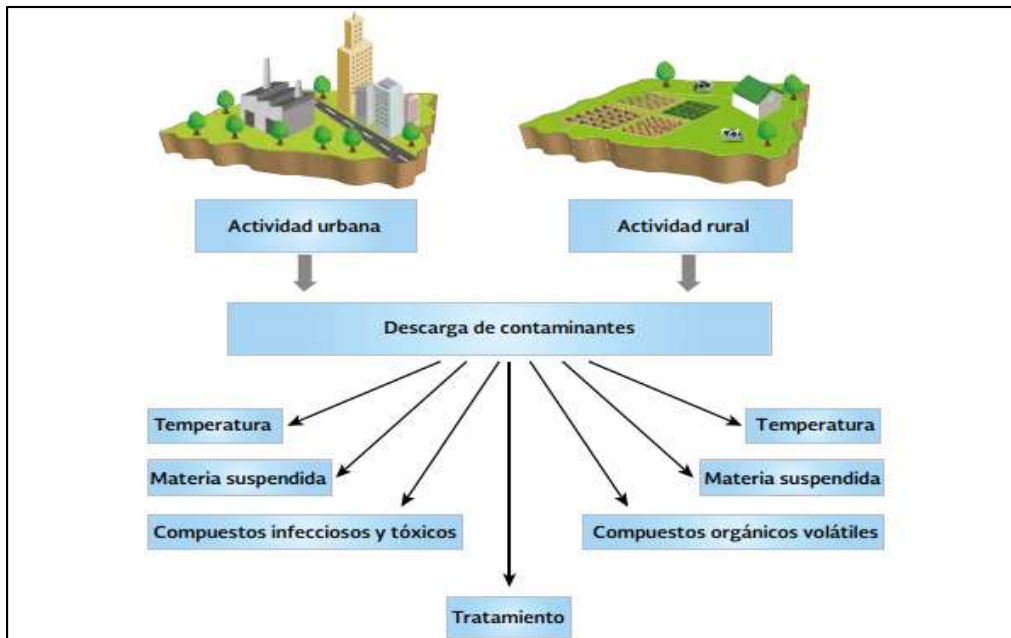
Por falta de saneamiento y actividades humanas se ha evidenciado la contaminación de los cuerpos de agua, situación que se hace más evidente con el crecimiento exponencial y la densidad de la población; otro factor de contaminación es el hacinamiento, más en áreas urbanas que en las rurales, pues no se ha alcanzado la totalidad de la cobertura del servicio de alcantarillado en las comunas, a pesar de ser un compromiso de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. La decantación de las aguas residuales sin

tratamiento genera cambios de color y olor fétido de las aguas, presencia de materia orgánica e incluso la eutroficación. (MARN, 2010)

Contaminantes inorgánicos

Estos provienen del depósito de minerales y efectos del medio ambiente en el agua, entre estos se mencionan, minerales, metales, sales, óxidos, grasas, aceites, arenas y ácidos, entre otros y contaminan cualquier tipo de agua residual, se encuentran más comúnmente en descargas provenientes de actividades de tipo industrial. La cantidad depende del tipo de actividad industrial, de su intensidad y magnitud de las actividades industriales. Algunos de estos contaminantes como el fósforo y el nitrógeno demandan el uso de oxígeno; así como, combustibles, fenoles, pesticidas, plaguicidas y fungicidas. (MARN, 2010)

Figura 2. Tipos de contaminantes



Fuente: Solares, 2012

II.1.5.3. Efectos o consecuencias de los contaminantes.

Entre las consecuencias de la contaminación del agua se identifican cambios de color y olor del agua, aparición y depósito de lodos; así como de materia flotante, agotamiento de la disponibilidad de oxígeno, deterioro de la salud de la población y eutroficación de los cuerpos de agua donde se depositan los contaminantes sin ser tratados. (MARN, 2010)

a. Aparición y depósito de lodos y materia flotante

Se identifican sólidos en suspensión en las aguas residuales, estos pueden sedimentarse y depositarse en el fondo de los cuerpos de agua; mientras mayor es su tamaño, más evidente es el nivel de contaminación, estos limitan la dinámica del oxígeno, terminan por acabarlo y limitan la vida animal en estos cuerpos de agua, lo que afecta su condición, por lo que llevan a sufrir eutroficación. (MARN, 2010)

b. Agotamiento del contenido en oxígeno

El oxígeno se consume conforme se incrementa el depósito de residuos o contaminantes de tipo orgánico e inorgánico en los cuerpos de agua, la presencia del oxígeno se acaba porque su demanda se incrementa, hay dos tipos de necesidad de uso la denominada demanda química de oxígeno “DQO” mide la cantidad de oxígeno que puede ser oxidada por elementos disueltos en agua y demanda bioquímica de oxígeno “DBO” que es la cantidad de oxígeno necesaria para degradar la materia orgánica presente en el agua. (MARN, 2010)

c. Daño a la salud

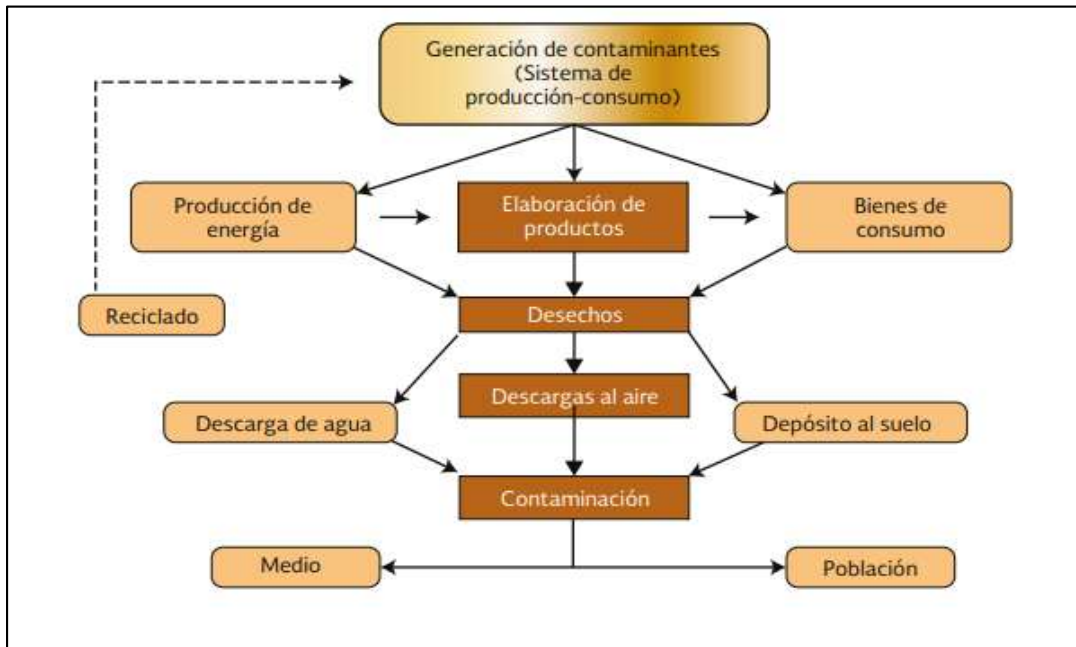
El depósito de elementos contaminantes por decantamiento de aguas residuales o lixiviación genera la pérdida de su calidad, pues en la mayoría de

las ocasiones no se tiene la capacidad de brindar un tratamiento previo o peor aún ni siquiera se le brinda tratamiento. En algunas ocasiones el agua sin recibir el tratamiento adecuado es reutilizada para riego en actividades agrícolas y otros usos, por lo que el ciclo se repite y contamina la salud de la población que consume esos alimentos, lo que genera enfermedades principalmente gastrointestinales, menores generan únicamente atención médica externa, enfermedades crónicas o hasta la muerte. (MARN, 2010)

d. Eutrofización

Los cuerpos de agua sufren el proceso de eutrofización debido a que se deposita en ellos una gran cantidad de elementos contaminantes sin ser tratados, lo que incrementa la proliferación de algas y se disminuye la presencia de oxígeno, de manera gradual la profundidad del cuerpo de agua decrece debido al proceso de sedimentación de arena, limo, aceites, grasas, sales, materia orgánica y detergentes, entre otros, una de sus consecuencias es la muerte de la vida acuática, seguido de los cuerpos de agua que en un largo tiempo se deterioran por eutrofización materia la materia orgánica. (MARN, 2010)

Figura 3. Generación de contaminantes (Sistema de producción-consumo)



Fuente: Solares, 2012

II.1.6. Sistemas de recolección de aguas residuales

Son redes de tuberías y obras adicionales necesarias para recibir, conducir y evacuar las aguas residuales y escurrimientos superficiales producidos por efecto de las lluvias. En función de las necesidades de cada localidad y de los lineamientos existentes, se realiza la separación de los sistemas de alcantarillado, tales sistemas pueden funcionar de manera combinada por situaciones económicas y técnicas. Hay situaciones técnicas comunes a considerar para determinar el sistema que se utilizará de los diferentes tipos de alcantarillado, como son el diseño hidráulico, profundidades, especificaciones de construcción, entre otros. (Estrada, 2003)

II.1.6.1. Tipos de sistema de alcantarillado

De acuerdo a Estrada, L. en función de la finalidad, necesidad de atención u objetivo se identifican 3 tipos de alcantarillado, el alcantarillado sanitario, pluvial o separativo y combinado; el tipo que se determine utilizar depende de que se evalúen las condiciones y necesidades locales; así como, realizar un análisis de los recursos con los que se cuentan; es importante contar con el levantamiento topográfico para identificar el diseño del alcantarillado más adecuado, a pesar de esto el factor más importante es la disponibilidad del financiamiento con el que se cuenta. (Estrada, 2003)

Los sistemas de alcantarillado conducen aguas que llevan los residuos provenientes de las casas o aguas residuales domésticas; pueden recolectar algunos desechos de tipo industrial por lo que en el diseño debe considerarse su cobertura y en algunos casos se incorporan que es lo más adecuado, para que los gastos en la construcción de la infraestructura del alcantarillado sean como una inversión que evite gastos posteriores al Estado en salud, de tal manera que la inversión sea en la línea preventiva y no en la línea correctiva, de tal manera que la planificación estratégica del poder local es importante en estos casos. (Estrada, 2003)

a. Sistema de alcantarillado sanitario

Transporta aguas con residuos domiciliarios de actividades humanas, y aguas residuales que provienen de establecimientos comerciales; también pueden conducir aguas residuales industriales, depende del tipo de industria el nivel de contaminación de las aguas residuales, su concentración, horario en el que sean producidas e impacto, es importante aclarar que no ésta destinado para las aguas que provienen de las lluvias. (Estrada, 2003)

b. Sistema de alcantarillado pluvial o separativo

En este tipo de sistema se establecen dos redes separadas para que puedan transportarse, en la primera se transportan aguas negras y la segunda drena las aguas resultantes de las lluvias; por lo que es necesario que para cada tipo de agua se cuente a nivel domiciliario también con tuberías separadas para la recolección de las aguas. La conducción de estas aguas puede ser por infiltración, almacenamiento o depósitos y cauces naturales. (Estrada, 2003)

c. Sistema de alcantarillado combinado

En este tipo de sistema se transportan tanto las aguas negras como las aguas de lluvia por lo que se dificulta su posterior tratamiento pues no puede brindarse un tratamiento especial a cada tipo de agua; de no ser tratadas generan problemas de contaminación al verterse en corrientes de agua natural. (Estrada, 2003)

d. Sistema de alcantarillado Semi-Combinado:

Es el que transporta la totalidad de las aguas negras generada en un área ó conjunto de áreas, también transporta un porcentaje menor al 100% de aguas pluviales generadas en la misma área, estas son consideradas excedentes y son transportadas de manera ocasional por este sistema en auxilio al sistema pluvial y/o de infiltración para evitar inundaciones en vías y zonas habitacionales. (Estrada, 2003)

II.1.7. Características del inadecuado sistema

Entre las características que pueden indicar que un sistema de alcantarillado es inadecuado se puede mencionar la falta de atención de todos los aspectos técnicos que deben considerarse, de tal manera que el sistema no se adecua a la topografía del lugar, puede que sea suficiente para la población actual pero

no para la futura, los materiales utilizados pueden ser inadecuados y no siguen los lineamientos establecidos para el efecto, el hecho de no contar con una planta de tratamiento para las aguas que sean recolectadas puede ser un indicador de que el sistema es inadecuado. (Solares, 2012)

II.1.7.1. Sistema debe ser sustentable y sostenible

Debe considerar la población presente y futura, de manera que el proyecto pueda atender a la demanda, es decir que sea sustentable y que la población pague una tasa impositiva por el servicio local brindado, de manera que este pueda ser sostenible, de no cumplirse con estas condiciones el sistema estaría en desventaja. (Solares, 2012)

II.1.7.2. Sistema inadecuado a la topografía del lugar

La infraestructura del sistema debe construirse de manera que pueda atender la planificación a nivel de cuenca y que se respete el curso de la pendiente natural del terreno, de manera que las aguas drenen sin esfuerzo, por lo que de no respetar la orientación de la pendiente puede necesitar que se implemente un sistema de bombeo lo que encarecería la implementación del proyecto. (Solares, 2012)

II.1.7.3. Sin planta de tratamiento

En el momento del diseño de un proyecto de alcantarillado debe considerarse la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, de manera que se solucione el problema de la recolección de las aguas, pero que también se brinde el tratamiento adecuado y se evite la contaminación del cuerpo receptor del agua colectada. (Solares, 2012)

II.1.8. Manejo de aguas residuales

De acuerdo con Doreen Brown en su documento “Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales” respaldado por USAID y PROARCA/SIGMA el manejo de aguas residuales da inicio con la planificación no solo a nivel local, sino a nivel de cuencas, pues las actividades que se desarrollen tierras arriba tendrán consecuencias tierras abajo, pues las aguas drenadas desembocarán en un mismo punto de salida. Es importante aprovechar y manejar adecuadamente el agua, por lo que se puede aprovechar sus nutrientes y carga orgánica, tan importante es su primer consumo como su reutilización. (Brown, 2004)

Para el manejo del agua y entre sus variantes las aguas residuales, deben interrelacionarse todos los sectores productivos que realizan aprovechamiento del recurso a nivel local para la producción de energía, riego en el sector de producción agrícola y poder local, entre otros. Un núcleo familiar que considera que el agua a disposición es segura, tiende a aumentar el uso del recurso, para higiene personal, preparación de alimentos, higiene del hogar, jardinería y actividades fisiológicas., entre otros, por lo que también tiende a aumentar la disposición de aguas residuales en estos núcleos familiares. (Brown, 2004)

En el caso de que la dotación del recurso agua para consumo y uso humano esté asegurada para la satisfacción de la necesidad, esta situación tiende a colocar a la familia en una zona de confort y a mejorar la calidad de vida de la población; sin embargo, debe considerarse al mismo tiempo el tratamiento de las aguas utilizadas, pues de otra manera se puede generar un estancamiento de estas aguas en los patios de las casas o calles de una localidad, situación que puede producir por lo consiguiente malos olores, contaminación y pérdida de la calidad de vida de la población. (Brown, 2004)

II.1.9. Red de drenajes

La red de drenajes es el sistema conformado por acometidas, colectores, red de tuberías pozos de visita, destinado al traslado de aguas de distintos tipos estos pueden ser drenajes sanitarios, drenajes pluviales o drenajes combinados, estas aguas deben ser tratadas en una planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que esta última también forma parte de la red de drenajes y posteriormente puedan ser reutilizadas o decantadas en un cuerpo de agua. (Alcor, 2008)

II.1.10. Drenajes Sanitarios

II.1.10.1. Diseño de la red de drenaje sanitario

Para el diseño de una red de drenajes sanitarios, debe realizarse un análisis de la población actual y proyectada de la localidad y considerar los elementos que intervienen el diseño del mismo. Es necesario realizar un reconocimiento de campo y conocer de primera mano el problema de la falta de drenajes, también es importante conocer la topografía del lugar, debe realizarse un levantamiento topográfico para establecer la longitud del perímetro para el canal principal de tal manera que se puedan identificar los puntos de descarga, también es importante identificar el material más adecuado de acuerdo a las normas locales. (PROARCA, 2004)

Debe identificarse el tipo de diseño más adecuado, así también, debe determinarse el presupuesto necesario para la ejecución de la propuesta, que incluye el diseño para la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales. Este depende del tamaño del proyecto que se pretende establecer, así como del tiempo de material a utilizar para el efecto. Muchos estudios han demostrado que se pueden disminuir los porcentajes de niños con eventos de

diarrea de un 15 a 20% si se mejora la calidad del agua, hasta 35% si se mejoran los sistemas de higiene y hasta el 40% si se implementan sistemas de manejo de excretas adecuados. (PROARCA, 2004)

II.1.11. Plan para la construcción de red de drenajes

Entre los aspectos que se deben considerar para la elaboración de un plan para la construcción de red de drenajes están, el tipo de drenaje a implementar, selección de ruta, la distancia o área de conducción que se halla entre los pozos de visita, localización de la descarga, periodo de diseño, población actual y futura y caudal que se manejará. (Estrada, 2003)

II.1.11.1. Tipo de drenaje a implementar

Con respecto a las normas de diseño de instancias públicas dedicadas a diseñar drenajes, es preferente que sea construido un sistema de alcantarillado sanitario, de acuerdo a la situación socio-económica del lugar o región, para facilitar el tratamiento de las aguas servidas y en función del área donde se considera la construcción, este sistema de alcantarillado debe complementarse con la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales para que al verterlas a ríos o corrientes naturales no causen contaminación. (Estrada, 2003)

II.1.11.2. Selección de ruta

Para la selección de la ruta donde se implementará el drenaje es necesario considerar los siguientes aspectos: (Estrada, 2003)

- Iniciar el recorrido en los puntos que tengan las cotas más altas y orientar el flujo hacia las cotas más bajas.

- Se recomienda seguir el sentido de la pendiente del terreno para evitar hacer excavaciones profundas de tal manera que se disminuyan los costos
- Almacenar los caudales mayores en los tramos en los que la pendiente del terreno es pequeña, de tal manera que se pueda evitar que a la tubería se le dé otra pendiente, ya que se tendría que colocar la tubería más profunda.
- Evitar conducir el agua en contra de la pendiente del terreno.

II.1.11.2 Área tributaria

Se denomina así a la distancia o área de conducción que se encuentra entre los pozos de visita, que aporta al caudal que pasa por ese sector hasta unirse con otro tramo; el área acumulada se obtendrá al sumar cada tramo, de acuerdo al desarrollo del diseño de cada uno de éstos al seguir la ruta elegida para cada sector o tramo del alcantarillado identificado. (Estrada, 2003)

II.1.11.3. Localización de la descarga

Cuando se toma en cuenta la pendiente natural del terreno para el diseño del drenaje se pueden identificar de manera más fácil los puntos de desfogue. Entre las ventajas se puede mencionar que se evita la conducción de tubería en contra del curso de la pendiente y que puede incrementarse el área de servicio; mientras que, entre las desventajas se identifica la necesidad de plantas de tratamiento para cada punto de descarga. (Estrada, 2003)

II.1.11.4 Período de diseño

Los sistemas de drenaje y alcantarillado son diseñados para un período de entre 30 y 40 años para colectores principales y las redes secundarias entre 20 y 30 años, para plantas de tratamiento entre de 10 y 15 años para las líneas de

descarga sumergida y entre 8 y 10 años para el equipo mecánico y electrónico; todo a partir de la fecha de su construcción e implementación. (Estrada, 2003)

II.1.11.5. Cálculo de la población futura

Para realizar el diseño de un adecuado sistema de drenajes que trabaje bien en todo su periodo de vida, debe considerarse la población inicial y futura, en este caso a 30 años vista. Por lo que también debe utilizarse tecnología sustentable, según la Comisión Mundial Sobre Ambiente y Desarrollo, lo anterior para satisfacer las necesidades de presentes y de las futuras generaciones, así como evitar impactos que deterioren la calidad de vida que generen pérdidas de tipo económico. (SEMARNAT, s.f.)

II.1.10. Incremento de la población

Para el efecto se debe considerar la población del Sector 2 de aldea Pachalí al año previo de la implementación del proyecto y determinar la tasa de crecimiento anual de acuerdo a lo que establece y utiliza el Instituto Nacional de Estadística –INE- de Guatemala; se debe considerar la población proyectada a 30 años vista a partir del año de inicio del proyecto. Se puede utilizar también la proyección elaborada por el INE con base en el último censo de población realizado en el año 2018 y la proyección de estimación de la población que corresponde a cada año para los 30 años subsiguientes. (- INE-, 2018)

II.1.11. Población tributaria

Para la estimación de la población tributaria en la red de drenajes para la aldea Pachalí, se debe tomar en cuenta el número de casas identificadas en la aldea, y la población reportada para el Sector 2 de aldea Pachalí. Para estimar la

densidad de habitantes por casa de acuerdo a lo siguiente: Habitantes por casa = número de habitantes/número de casas. Como ejemplo: Habitantes por casa = 1048 habitantes/183 casas = 6 habitantes/casa. (-INE-, 2018)

II.1.12. Caudal

Es la cantidad de fluido que transita por medio de una sección de las tuberías del sistema de alcantarillado que podría ser tubería, cañería, oleoducto, medido por unidad de tiempo. La cantidad de agua que se genera también depende de la disponibilidad que tenga la población; así como, de los hábitos de uso y desperdicio de agua que tenga. Por lo menos el 30% del caudal proviene de las regaderas, 30% del agua de inodoros, el 35% del lavado de ropa y solo el 5% de filtraciones de agua. Para Centroamérica se utiliza como referencia el uso de entre 100 y 200 litros de agua por día por persona. (PROARCA, 2004)

II.1.12.1. Caudal hídrico

Es el volumen o caudal de agua que deviene de una unidad de tratamiento del sistema de tratamiento, el que transita por el cauce de un río en un lugar y tiempo determinado. Los caudales sea cual fuere el volumen de agua de transporte contar con un tratamiento previo a ser depositada en un cuerpo de agua, por lo que debe ser estimado o medido, este caudal no es constante, varía de acuerdo a la hora en la que es decantada; sin embargo, debe implementarse algún artefacto que propicie la regularización del caudal que transita de manera constante. (PROARCA, 2004)

Mientras un caudal sea más pequeño, se pueden encontrar más opciones de manejo, es decir se vuelve más manejable, por lo que al implementar un

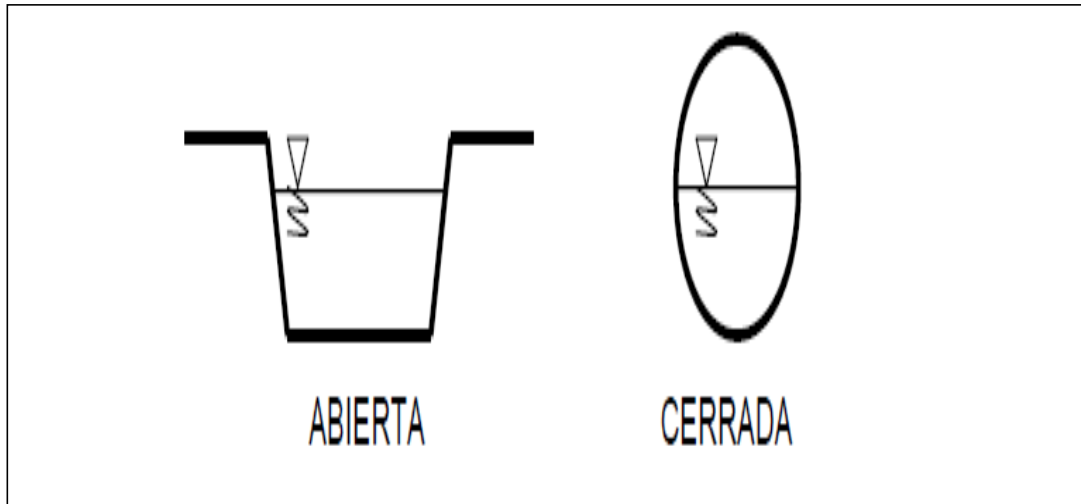
sistema de alcantarillado, se pueden dividir las áreas en muchas secciones, las tuberías pueden ser de un diámetro menor e instalarlas a menor profundidad. En cambio si fuera un área y un caudal mayor podría llegar a ser necesario el contar con un equipo o personal técnico numeroso para la operación y mantenimiento del sistema implementado, la tubería necesaria debería de ser de un mayor diámetro, igualmente debería estar localizado a mayor profundidad. (SEMARNAT, s.f.)

II.1.12.2. Fórmulas para el cálculo hidráulico

Para el funcionamiento de los drenajes se debe tomar en cuenta que transportan aguas residuales en donde se conducen aguas pluviales, grises y negras en conductos libres por lo que el diámetro de la tubería debe ser estimado al considerar el caudal que va a transportar, en la estimación del flujo se debe considerar también la pendiente del terreno, la cantidad de efluentes y el material del cual está construido. Es importante hacer una buena estimación del flujo de agua que se colecta, especialmente cuando el caudal va a ser objeto de tratamiento para recuperar en alguna medida la calidad del agua. (SEMARNAT, s.f.)

Algunas secciones de los canales pueden ser abiertas o cerradas; pero en el caso de los sistemas de drenajes se emplean canales cerrados circulares, donde la superficie está sometida por la presión atmosférica y en algunas oportunidades se ve influenciada o afecta por presiones generadas por los gases que se forman en el canal. (SEMARNAT, s.f.)

Figura 4. Sección del canal abierta o cerrada.



Fuente: Estrada, 2003

II.1.12.3. Ecuaciones para flujo en canales

La estimación de la velocidad y el caudal de un canal o drenaje pueden ser estimadas por medio de fórmulas que han sido desarrolladas de manera experimental, en estas fórmulas se consideran los factores que más afectan al flujo de las aguas en el canal como el tipo de agua a manejar, pendiente, diámetro de la tubería; existen varias fórmulas que son las más utilizadas para canales, establecida para flujos uniformes y permanentes. (Ingeniería, s.f.)

“Entre las fórmulas más utilizadas para la estimación de caudales están la de Chezy, formula de Manning, Bazin, Kutter y Ganguillet Simplificada, Manning y Strikler y Darcy-Prandtl-Colebrook” (Ingeniería, s.f.).

La velocidad media se calculará por la fórmula de Chezy: (Ingeniería, s.f.)

Chezy:

$$V = Cx\sqrt{R \times S}$$

Donde:

V = Velocidad media en m/segundo

R = Radio hidráulico

S = Pendiente hidráulica en m/m

C = Coeficiente de velocidad

El valor de C o coeficiente de velocidad se determinado por una sucesión de elementos que establecen las características físicas e hidráulicas del canal o drenaje; varios investigadores han elaborado fórmulas, en las cuales se determina el valor de esta constante; entre las más utilizadas están: (Ingeniería, s.f.)

Bazin

$$C = \frac{87}{1 + \sqrt{\frac{y}{R}}}$$

Donde:

R = Radio hidráulico

y = Coeficiente de rugosidad de Bazin

Kutter y Ganguillet Simplificada

$$C = \frac{100X\sqrt{R}}{M + \sqrt{R}}$$

Donde:

R = Radio hidráulico

M = Coeficiente de rugosidad de Kutter y Ganguillet

Manning

$$C = \frac{R^{\frac{1}{6}}}{n}$$

Donde:

R = Radio hidráulico

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

Cuadro 9. Coeficiente de rugosidad (n)

Material	n
Canales cubiertos de piedra	0.030
Tubos de metal corrugado	0.021
Canales de mampostería de ladrillo sin revestimiento	0.015
Tubos de concreto	0.013
Tubos de asbesto cemento	0.011
Tubos de P.V.C.	0.007 – 0.011

Fuente: Estrada, 2003

Manning-Strickler:

$$C = K \times R^{\frac{1}{6}}$$

Donde:

R = Radio hidráulico

K = Coeficiente de rugosidad de Manning-Strickler

Darcy-Prandtl-Colebrook:

$$Q = A \times \left[-2 \times \text{Log} \left(\frac{2.51 \times \nu}{D \times \sqrt{2 \times g \times \frac{h}{L} \times D}} + \frac{K}{3.71 \times D} \right) \right] \times \sqrt{2 \times g \times \frac{h}{L} \times D},$$

Donde:

Q = Caudal en m³/segundo.

A = Área de la sección transversal de la tubería.

ν = Viscosidad cinemática en m²/Segundo.

D = Diámetro en metros.

g = Aceleración debida a la gravedad en m/segundo²

h = Pérdida debida a la fricción en metros.

L = Longitud de la conducción en metros.

K = Altura de rugosidad en metros.

“Se recomienda usar $K=0.25$ para tuberías rectas y sin acometida, y $K=0.40$ para tuberías con acometidas y pozos de registro. Todos los colectores, no importa cualquiera que sea la forma de su sección, se deben calcular llenos pero sin presión” (Ingeniería, s.f.).

La totalidad de fórmulas pueden dar resultados aceptables, razón por la que pueden utilizarse; así también, de todas se tienen calculados los valores de los coeficientes de acuerdo al tipo de material a utilizar. Estrada resalta que la fórmula de Manning-Strickler (sistema métrico) es la que se recomienda de manera prioritaria para tuberías de concreto y Darcy Prandtl-Colebrook para tuberías de asbesto, cemento y pvc, a pesar de todo la que se utiliza con más frecuencia en nuestro medio es la de Manning para ambos tipos de material, por la simplicidad. (Estrada, 2003)

Sustitución de Manning en Chezy, se tiene:

$$V = \left[\frac{R}{n} \right]^{1/6} \sqrt{R \times S}, \text{ simplificada se tiene } V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

Ésta fórmula es reconocida como la fórmula de Manning para canales abiertos y cerrados.

II.1.12.4. Ecuación a sección llena

Para diseñar drenaje o alcantarillado sanitario, es necesario contar con la información referente a los valores de la velocidad y caudal de la sección llena de la tubería que se utiliza. Para calcular la velocidad, se emplea la fórmula siguiente:

$$V = \frac{R}{n} \times S^{\frac{1}{2}}, \text{ el caudal que transportará: } Q = A \times V$$

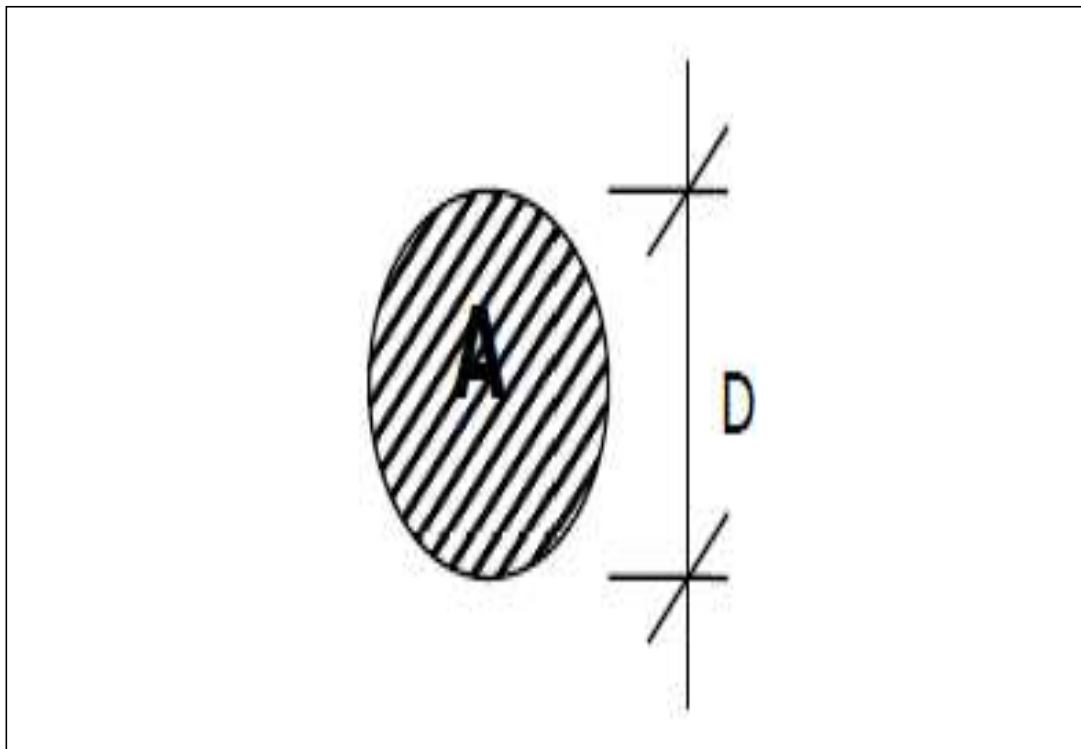
Donde

Q Caudal a tubo lleno (litros/segundo)

A = Área de la tubería (m²)

V = Velocidad a sección llena (m/segundo)

Figura 5. Área de sección llena.

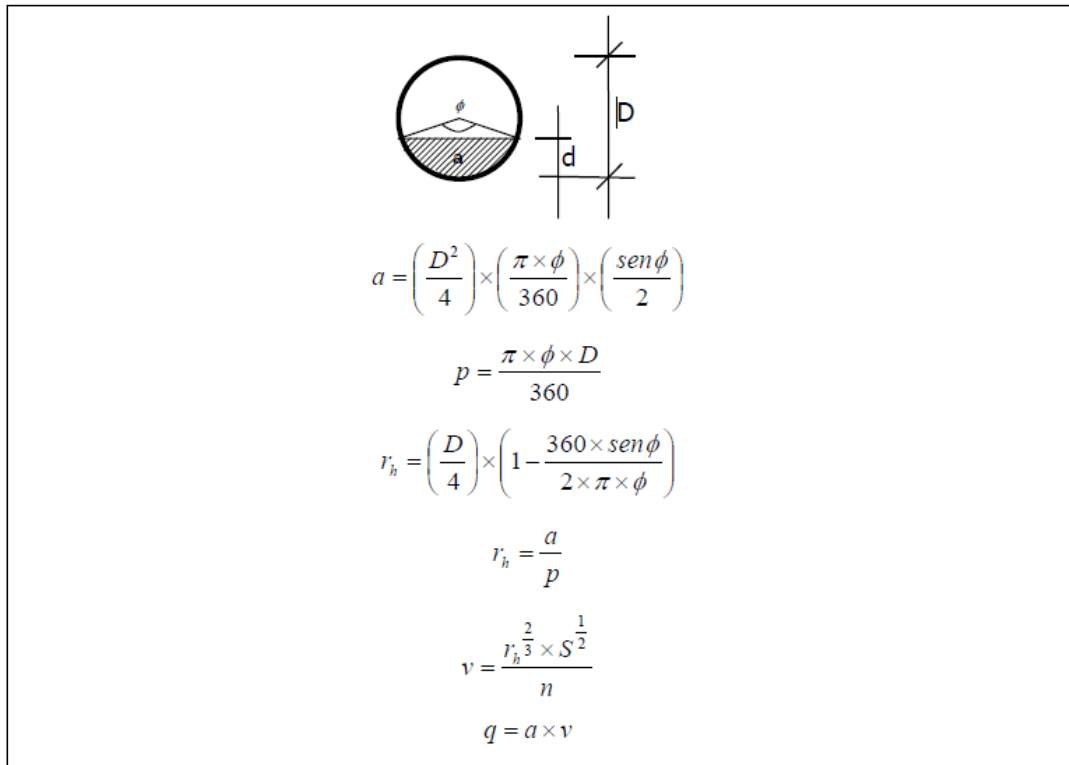


Fuente: Estrada, 2003

II.1.12.5. Ecuación a sección parcialmente llena

“Se presentan a continuación las ecuaciones para calcular las características hidráulicas de la sección parcialmente llena del flujo de una tubería circular” (Estrada, 2003):

Figura 6. Área de sección parcialmente llena.



Fuente: Estrada, 2003

$$d = \frac{D}{2} \times 1 - \cos \frac{D}{2}$$

D = Diámetro del tubo

d = Tirante de la sección

v = Velocidad a sección parcial

q = Caudal a sección parcial

II.1.12.6. Tirantes

El drenaje trabaja como un canal abierto, se aclara que no funciona a presión; el tirante máximo de corriente por transportar lo otorga la relación d/D , en donde “d” es la profundidad o altura de la corriente o flujo y D es el diámetro interior de la tubería; la relación tiene que ser mayor de 0.10 con el objetivo de que exista transporte o arrastre de las excretas y menor de 0.80; con el objetivo de que funcione como un canal abierto, a entender, el tirante del flujo debe ser mayor de 10% del diámetro de la tubería y menor del 80% de esta, para asegurar su movimiento como un canal abierto. (Ingeniería, s.f.)

II.1.12.7. Velocidades de escurrimiento límites

Está determinada de acuerdo a la pendiente del terreno, diámetro de la tubería y tipo de tubería que se utiliza. La velocidad del flujo se puede calcular por medio de la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas debe ser v/V , cuando v se refiere a la velocidad del flujo y donde V es la velocidad a sección llena, la velocidad debe ser mayor de 0.40 metros/segundo, para que no haya sedimentación en la tubería y por lo tanto algún taponamiento, y menor o igual que 5.00 metros/segundo, para que no exista erosión o desgaste; estos datos son aplicables para tubería de P.V.C. (Ingeniería, s.f.)

II.1.12.8. Pendientes

Las pendientes de tuberías deben continuar hasta donde sea posible tener una buena inclinación del terreno para tener excavaciones mínimas. Es importante evitar las disminuciones violentas de la pendiente. En los casos en los que no puedan evitarse variaciones del flujo uniforme, deben tomarse las consideraciones necesarias para evitar disturbios en los conductos. Las

pendientes mínimas podrán utilizarse en casos en los que a pesar de tener claro sacrificar la eficiencia hidráulica del tramo del alcantarillado, para evitar la construcción de una planta de bombeo de aguas negras, se incluye a continuación definición del tipo de pendientes: (Ingeniería, s.f.)

a. Pendiente mínima

Es aquella en la que produce una velocidad de 0.30 metros/segundo al hacer escurrir el gasto mínimo.

b. Pendiente máxima

Aquella que produce una velocidad máxima de 5 metros por segundo al caudal, que escurra al tubo lleno.

La razón por la cual es necesario contar en el diseño con varios niveles de pendientes, es para evitar la construcción de estructuras de caída libre, que además de hacer mucho más caro el establecimiento de la obra de infraestructura, genera producción de sustancias que destruyen el concreto de los conductos y aumenta la molestia de los malos olores de las aguas negras. (Estrada, 2003)

II.1.12.9. Diámetros

Es necesario utilizar los diámetros y medidas adecuadas y suficientes para que los drenajes fluyan sin dificultad, es importante gastar en la tubería adecuada para no afectar la calidad de la obra al comprar diámetros más pequeños, cuando la capacidad de transporte pueda ser mayor en pendientes más pronunciadas o coeficientes de fricción más bajos), para evitar posibles obstrucciones en la entrada de la tubería con un diámetro menor. (Estrada, 2003)

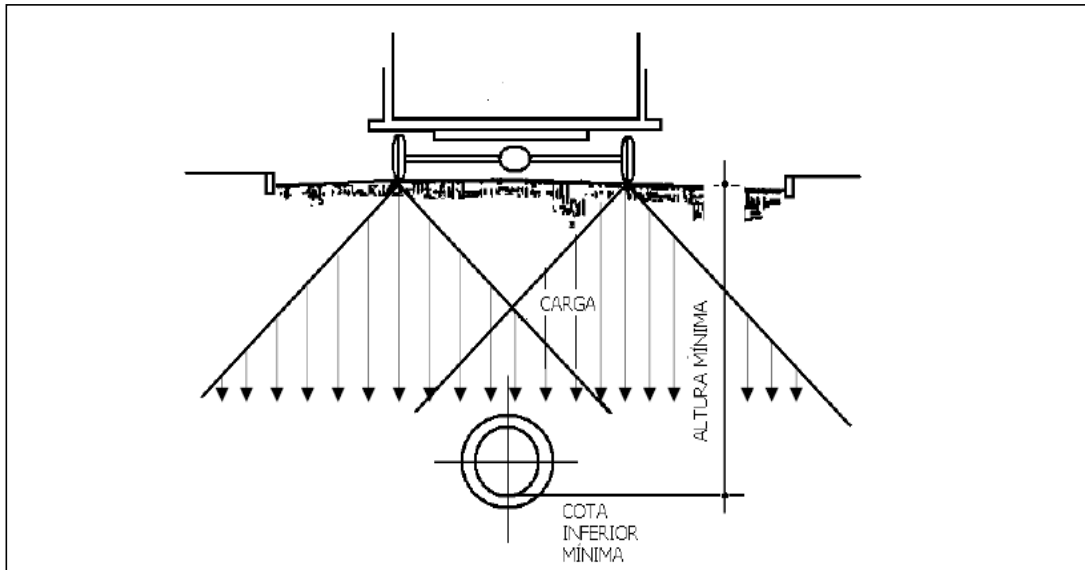
El diámetro mínimo a utilizar es de 8 pulgadas, excepto para el uso de tubería de P.V.C y asbesto-cemento, donde podrá utilizarse el diámetro de 6 pulgadas, siempre y cuando esta tubería tenga la capacidad de transportar el caudal deseado bajo las condiciones de velocidad permitida. El diámetro máximo está determinado por la capacidad necesaria del conducto y por las condiciones topográficas del terreno en que se pretenda instalar la tubería. (Estrada, 2003)

II.1.12.10. Profundidad y ancho de zanja

El peso máximo de la tierra que resiste la tubería de pvc, depende del prisma de tierra directamente encima de ella. Si la carga de diseño sobre la tubería se calcula con base en este criterio, el ancho de la zanja se determina por una excavación que sea práctica y económica. (Estrada, 2003)

La profundidad de la tubería debe estar determinada en función del diseño hidráulico del sistema, mismo que considera como una profundidad mínima 1.20 metros desde la cota del terreno, hasta la cota de la tubería. Se debe considerar la protección contra las inclemencias del tiempo cuando se determine la profundidad, especialmente debe considerarse las cargas del tráfico, para evitar las rupturas en los tubos. La tubería debe tener una capa mínima sobre la corona de 0.90 metros para el colector principal y de 0.80 metros para conexiones domiciliarias. Se incluye una tabla con referencias de profundidades mínimas referentes a la cota inferior de la tubería. (Estrada, 2003)

Figura 7. Profundidad de tubería



Fuente: Estrada, 2003

Cuadro 10. Profundidades mínimas para tubería, según el tránsito vehicular.

Diámetro de tubería (pulgadas)	Profundidad para tránsito normal (m)	Profundidad para tránsito pesado (m)
8	1.22	1.42
10	1.28	1.48
12	1.33	1.53
15	1.41	1.61
18	1.50	1.70

Fuente: AMANCO-TUBOVINIL, Norma ASTM 3034 tuberías PVC para alcantarillado sanitario, 2015

En cuanto a la zanja, el ancho mínimo está establecido por el espacio que necesita una persona para instalar la tubería, que se establece en 45 centímetros para una tubería de 4” y 6” de diámetro y no más de 15 a 23 centímetros de espacio libre por cada lado de la tubería de 8” de diámetro, o mayor. Se incluye a continuación una tabla que refleja el ancho que debe tener una zanja de acuerdo a su profundidad y el diámetro de la tubería que se va a utilizar.

(AMANCO-TUBOVINIL, Norma ASTM 3034 tuberías PVC para alcantarillado sanitario, 2015)

Cuadro 11. Ancho libre de zanja, según profundidad y diámetro de la tubería

Prof. De la zanja Ø nominal (Pl.)	De 0.0 a 1.30 m.	De 1.31 a 1.85 m.	De 1.86 a 2.35 m.	De 2.36 a 2.85 m.	De 2.86 a 3.35 m.	De 3.36 a 3.85 m.	De 3.86 a 4.35 m.	De 4.38 a 4.85 m.	De 4.86 a 5.35 m.	De 5.36 a 5.85 m.	De 5.86 a 6.35 m.
6	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
8	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
10		70	70	70	70	70	75	75	75	80	80
12		75	75	75	75	75	75	75	75	80	80
15		90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
18		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110

Fuente: AMANCO-TUBOVINIL, Norma ASTM 3034 tuberías PVC para alcantarillado sanitario, 2015

Permitir la adecuada conexión de las descargas domiciliarias al drenaje municipal es otro elemento que debe considerarse para estimar la profundidad mínima de instalación de tubería. En cuanto a la profundidad máxima que puede dársele a una zanja depende del espacio necesario para permitir la construcción y evitar dificultades, esta va de acuerdo entre el terreno y el sistema de construcción, inclusive una altura de 4 metros podría ser un valor máximo recomendable de colocación de tubería en una zanja abierta a mano. (SEMARNAT S. d., 2012)

II.1.12.11. Conexiones

Con excepción de los drenajes domiciliarios, las conexiones entre los canales o conductos, se deben construir al utilizar pozos de visita o cajas de caída. Así,

en los empalmes de tuberías o conductos, la elevación de la corona de la tubería entrante debe ser mayor o igual a la de la corona de la tubería saliente. En el caso de las Conexiones domiciliarias se construyen para drenar las aguas originadas de las viviendas o edificios y acarrearlas al drenaje central, esta se compone de las siguientes partes: (SEMARNAT S. d., 2012)

a. Caja de registro (candela domiciliar o acometida domiciliar)

La conexión se hace por medio de una caja de registro que se construye de mampostería o con tubería de concreto colocada de manera vertical; el lado más pequeño de la caja debe tener 45 centímetros; en el caso de que fuera circular no debe tener un diámetro menor a 12 pulgadas, deben estar impermeabilizados en su interior y tener una tapadera removible para realizar supervisiones. En el fondo deben estar fundidos con concreto, lo que permite que la pendiente haga que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al drenaje central; la altura mínima de la candela será de 1 metro. (SEMARNAT S. d., 2012)

b. Tubería secundaria

El drenaje domiciliar debe estar conectado con la tubería central por medio de la tubería secundaria, debe tener un diámetro mínimo de 6 pulgadas en una tubería si es de concreto y de 4 pulgadas si la tubería es de pvc, para esto debe tener una pendiente mínima del 2% y no mayor del 6%, para que las aguas confluyan apropiadamente. Se deberá tomar en cuenta la altura de las casas en función del drenaje central, para no hacer tan profunda la conexión domiciliar. (SEMARNAT S. d., 2012)

c. Pozos de vista

“Estos deben estar presentes en el sistema de drenajes, por medio de estos se pueden realizar trabajos de inspección y limpieza, se construyen de concreto y mampostería; y, se recomienda implementarlos en los siguientes casos” (SEMARNAT S. d., 2012):

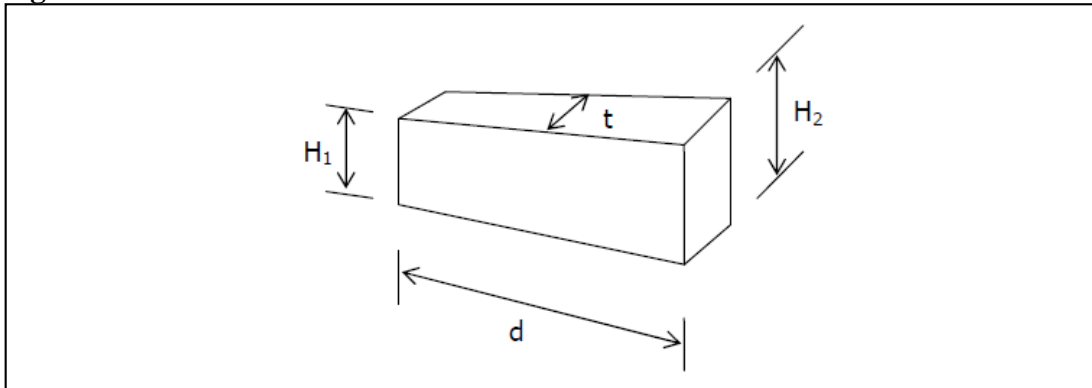
- Cambios de diámetro,
- Cambio de pendiente,
- Cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24”,
- Intersecciones de dos o más tuberías,
- Extremos superiores de ramales iniciales,
- A distancias no mayores de 100 mts en línea recta en diámetros, hasta de 24”
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores de 24”.

II.1.12.12. Volumen de excavación

La cantidad de tierra que habrá que removerse para colocar la tubería del drenaje se calcula con base en el volumen de la tubería a colocar, que es equivalente a la profundidad de dos pozos de visita, la distancia entre estos y el ancho de la zanja, de acuerdo a la altura y el diámetro de la tubería. Este cálculo se puede obtener mediante la relación siguiente: (SEMARNAT S. d., 2012)

$$\text{Volumen de excavación} = \left[\frac{H_1 + H_2}{2} \right] \times d \times t$$

Figura 8. Volumen de excavación



Fuente: Estrada, 2003

Volumen de excavación = Volumen de excavación (m)

H 1 = Profundidad del primer pozo de visita (m)

H 2= Profundidad del segundo pozo de visita (m)

d = Distancia entre los dos pozos de visita considerados (m)

t = Ancho de la zanja (m)

II.1.12.13. Volumen de relleno

“Se refiere a la diferencia entre el volumen de excavación, menos el volumen de la tubería que va a utilizarse en la instalación” (SEMARNAT S. d., 2012).

II.1.12.14. Volumen de retiro

Cuando ya fue realizada la excavación y rellenado el suelo resultará un excedente de tierra que tendrá que ser reubicado. A pesar de ello puede que se necesite material de relleno o pavimento por lo que debe considerarse a la hora de realizar el presupuesto. (SEMARNAT S. d., 2012)

Volumen retiro = Volumen Excavación \times Factor Expansión -Volumen relleno \times Factor Expansión

El factor de expansión se establece entre 1.4 a 1.5, y se define como la relación que existe cuando las partículas del suelo se separan por razones de la excavación.

II.1.12.15. Cálculo e integración de caudales

Para calcular las aguas que atraviesan los drenajes se toman en cuenta varios factores, tales como la población, en donde existe el interés de conocer la dotación de agua potable por habitante por día en la localidad, uso del agua en las residencias, uso de tipo industrial y su dotación, uso en el sector industrial y su dotación, uso del agua en el sector comercial y su dotación, intensidad de lluvia, estimación de las conexiones ilícitas, cantidad de agua infiltrada en el drenaje y la condición social y económica de la población tributaria. (Estrada, 2003)

II.1.12.16. Caudal

La capacidad que tiene el drenaje de transportar un caudal está determinada por varios factores, tales como el diámetro, la pendiente y la velocidad de la corriente a lo interno de la tubería. Es de suponer que el alcantarillado funciona de la misma manera que un canal abierto, sin presión; la capacidad máxima de la corriente que puede transportarse se determina por la relación d/D . (Estrada, 2003)

Donde

d es la profundidad o altura del flujo y

D es el diámetro interior de la tubería;

La relación debe ser mayor de 0.10, para que permita arrastre de las excretas y menor de 0.80, de tal manera que funcione como un canal abierto.

II.1.13. Base legal, marco normativo para la ejecución de la propuesta

II.1.13.1. Constitución Política de la República de Guatemala

En el marco institucional y normativo del agua y saneamiento en Guatemala, se menciona a nivel nacional la Constitución Política de la República de Guatemala, en la Sección Séptima Salud, Seguridad y Asistencia Social, la cual por medio de su Artículo 93. Derecho a la salud, refiere que el goce de la salud es derecho fundamental del ser humano, sin discriminación alguna. (Asamblea Nacional Constituyente, 1985)

Así también en su Artículo 97 al respecto del medio ambiente y equilibrio ecológico menciona al Estado, municipalidades y habitantes del territorio nacional como entes obligados para propiciar el desarrollo de tipo social, económico y tecnológico con el objetivo de prevenir la contaminación del ambiente de tal manera que se mantenga el equilibrio ecológico, por lo que debe crearse y atenderse normativa específica para el uso y aprovechamiento racional de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente. (Asamblea Nacional Constituyente, 1985)

En la Sección Décima Régimen Económico y Social, por medio del Artículo 127, referente al régimen de aguas, menciona que todas las aguas son bienes de dominio público; así también, que su aprovechamiento, uso y goce, deben ser apegados a la ley y para el beneficio e interés del bien común, por lo que

debe diseñarse una ley específica a su respecto. (Asamblea Nacional Constituyente, 1985)

En el Artículo 128 con relación al aprovechamiento de aguas, lagos y ríos, con fines agrícolas, agropecuarios, turísticos y de otra naturaleza, para el desarrollo de la economía nacional, está al servicio de la comunidad y no de personas particulares por lo que este recurso será objeto de uso y conservación, por lo que se debe evitar el aprovechamiento desmedido y contaminación. (Asamblea Nacional Constituyente, 1985)

II.1.13.2. Código de Salud

El Código de Salud en la Sección II Agua Potable y Artículo 86 con relación al establecimiento de Normas refiere que el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social –MSPAS-, debe establecer las normas para la administración, construcción y mantenimiento de los servicios de agua potable para consumo humano; actividad que debe realizar de manera coordinada con las municipalidades y la comunidad organizada para velar por la calidad del servicio y del agua para uso humano, aunque estos servicios sean públicos o privados. (Congreso de la República de Guatemala, 1997)

“De este deviene el “Reglamento de normas sanitarias para la administración, construcción, operación y mantenimiento de los servicios de abastecimiento de agua para consumo humano”, Acuerdo Gubernativo 113-2009, Artículo 15” (Congreso de la República de Guatemala, 1997)”

El Artículo 87 al respecto de la purificación del agua, menciona que el poder local y otras dependencias de tipo público o privado a cargo del manejo y abastecimiento de agua potable deben realizar acciones para garantizar que el

agua sea purificada y adecuada para consumo humano, en función de lo que dicte el Ministerio de Salud, por lo que éste último debe otorgar la asistencia técnica a las municipalidades para el efecto de donde emana el Manual de Normas Sanitarias que establecen los procesos de purificación y métodos de purificación de agua para consumo humano. Acuerdo Ministerial 1148-2009, artículos 4, 12, 21 y 22. (Congreso de la República de Guatemala, 1997)

“El Artículo 90 del agua contaminada establece que se prohíbe el uso de agua contaminada, para su aplicación en el cultivo de vegetales para consumo humano, en cuyo reglamento serán establecidos los mecanismos de control” (Congreso de la República de Guatemala, 1997).

En la Sección III de la eliminación y disposición de excretas y aguas residuales, en su Artículo 97 de la descarga de aguas residuales, refiere que se prohíbe la descarga de contaminantes de origen industrial, agroindustrial y uso de aguas residuales sin haber sido tratadas de acuerdo con autorización del Ministerio de Salud y otras instancias de acuerdo a la jurisdicción en un periodo aceptable, se prohíbe descargar aguas residuales no tratadas en ríos, lagos, riachuelos y lagunas o cuerpos de agua, de tipo superficial o subterráneo. (Congreso de la República de Guatemala, 1997)

El Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos Acuerdo 236-2006, operativiza lo referido en el Artículo 90 y 97 referidos previamente. Este acuerdo refiere que una red de alcantarillado de tipo público es un conjunto de tuberías y obras conexas producidas por el poder local, para la recolección de aguas residuales de tipo ordinario o especial que deben ser objeto de tratamiento antes de ser depositadas en un cuerpo de agua como destino final. (Congreso de la República de Guatemala, 1997)

II.1.13.3. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86

Considera que el Estado debe diseñar la normativa específica para permitir el control, aprovechamiento y uso de las aguas residuales; así como, para la prevención y control de la contaminación en ríos, lagos y mares o de otro tipo de fuentes que contaminen los cuerpos de agua. Para tal efecto se deben realizar acciones para garantizar el equilibrio ecológico y el cuidado de la calidad del medio ambiente de tal manera que se mejore la calidad de vida de la población. (Congreso de la República de Guatemala, 1986)

II.1.13.4. Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)

El Sistema de Naciones Unidas asumió el reto de promover el uso equitativo de los recursos naturales a nivel mundial, entre estos se cuenta el recurso agua. Los objetivos bien establecidos sirven para el desarrollo de acciones orientadas a su alcance, estos ocho objetivos fueron establecidos por la Asamblea de las Naciones Unidas en el año 2000, con una revisión de alcances en el año 2005 para su cumplimiento con miras a 2015. (UNESCO, 2008)

II.1.13.5. Objetivos De Desarrollo Sostenible

Posterior al periodo de vigencia de los Objetivos de Desarrollo del Milenio fueron formulados los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en el año 2015, formulados y adoptados por el Sistema de Naciones Unidas 17 objetivos que funcionan integralmente, para ser cumplidos entre el año 2015 y 2030, también conocidos como Objetivos Mundiales; su proyecto es propiciar el fin a la pobreza, brindar protección al planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad al finalizar este periodo. (PNUD, 2015)

La integración de los objetivos atiende a que se pretende dar un equilibrio a los aspectos ambientales, económicos y sociales, entre algunos propósitos está terminar con el hambre, la pobreza y la enfermedad del SIDA; así como, poner fin a la discriminación en contra de las mujeres. Para su alcance es necesario unir recursos técnicos, científicos y financieros, en todos los sectores a nivel mundial. (PNUD, 2015)

El objetivo número 6 está relacionado con agua y saneamiento, se dice que aproximadamente el 40% de la población a nivel mundial es afectada por la escasez de agua, porcentaje que puede incrementarse ante el crecimiento exponencial de la población y la deficiente calidad del agua. En el futuro, para el año 2050 se considera que por lo menos una de cada cuatro personas sufrirá los escasos de agua. Para el alcance de metas en función de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles, es necesario que las naciones realicen inversiones en el sector de infraestructura para la implementación de instalaciones sanitarias y fomento de prácticas de salubridad e higiene. (PNUD, 2015)

II.1.13.6. Proceso político, desde la toma de decisiones a la implementación

El diseño de políticas en torno al recurso hídrico implica la confluencia de varios sectores, actores y decisiones; también el diseño de procesos y procedimientos, para la formulación de estas políticas se ha utilizado un procedimiento lineal u ordenado de entradas de información al sistema que se diseña que se presenta a continuación: (UNESCO, 2008)

Figura 9. Modelo político lineal



Fuente: UNESCO, 2008

El otro modelo de diseño de políticas en el sector hídrico es un proceso más apegado a la realidad y un poco más complicado para ser realistas, pues se involucra en este proceso una gran cantidad de actores con diversos intereses que pretender incidir en los resultados de la implementación de las políticas, los actores locales tienen una gran responsabilidad e importancia, pues las políticas deben girar en torno de los contextos locales; por lo tanto, más reales, ya sean urbanos o rurales. (UNESCO, 2008)

Figura 10. Modelo político no lineal



Fuente: UNESCO, 2008

“La implementación de nuevas políticas va siempre acompañada de resistencia al cambio, por lo que los gobiernos deben identificar y asegurar la existencia de capacidad técnica y de la respectiva fuente de financiamiento para su puesta en marcha” (UNESCO, 2008).

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “El incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado sistema de recolección de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario”, se identificaron 2 poblaciones a encuestar; para lo cual se utilizó el método deductivo, de las cuales una población (profesionales del Centro de Salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez) se direccionó a obtener información sobre el efecto. Se trabajó la técnica censal, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

La segunda población de estudio (Directivos del COCODE y técnicos y supervisores de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez) se direccionó a obtener información sobre la causa de la problemática. Se trabajó la técnica censal, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

Para responder efecto se trabajó con 5 profesionales de la salud en el área de estudio, para responder causa se identificaron a 5 Directivos del COCODE y profesionales de la Dirección Municipal de Planificación.

De la gráfica tres a la siete se comprueba la variable Y o efecto principal; mientras que de la gráfica ocho a la doce, se comprueba la variable X o causa.

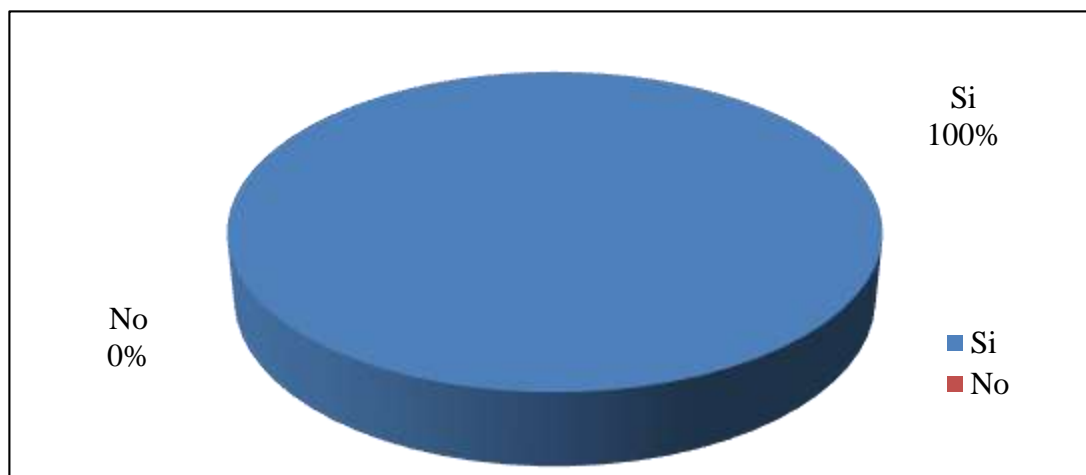
III.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente Y (efecto)

Cuadro 12: Encuestados que opinan que existe incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí

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

Fuente: Profesionales de la salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, enero 2021.

Gráfica 3: Encuestados que opinan que existe incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí



Fuente: Profesionales de la salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, enero 2021.

Análisis

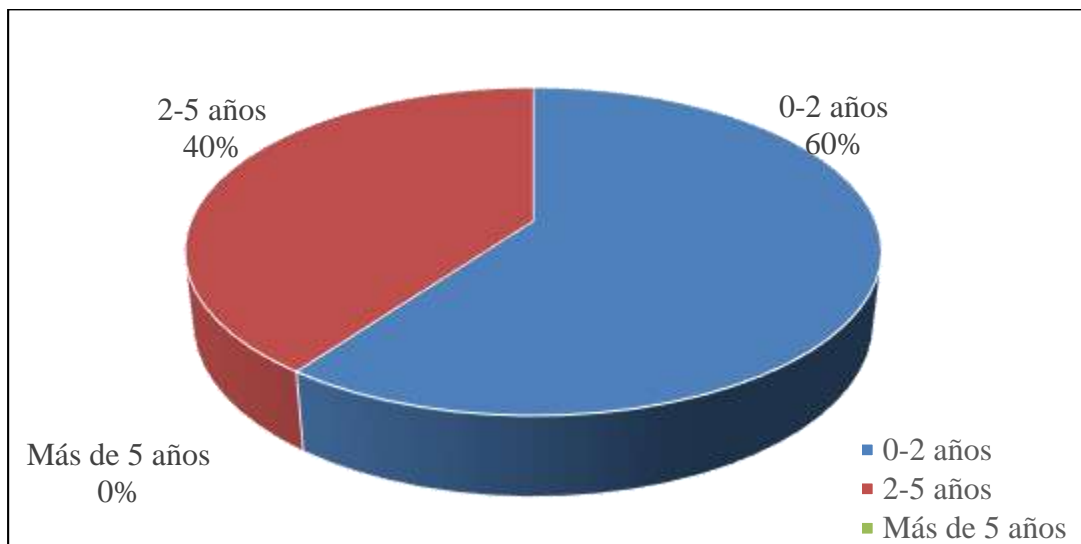
El efecto se confirma mediante la opinión de la totalidad de los encuestados al indicar que existe incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad del Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, mientras que ninguno opina lo contrario.

Cuadro 13: Incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, en los últimos años

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
0-2 años	3	60
2-5 años	2	40
Más de 5 años	0	0
Totales	5	100

Fuente: Profesionales de la salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, enero 2021.

Gráfica 4: Incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, en los últimos años



Fuente: Profesionales de la salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, enero 2021.

Análisis

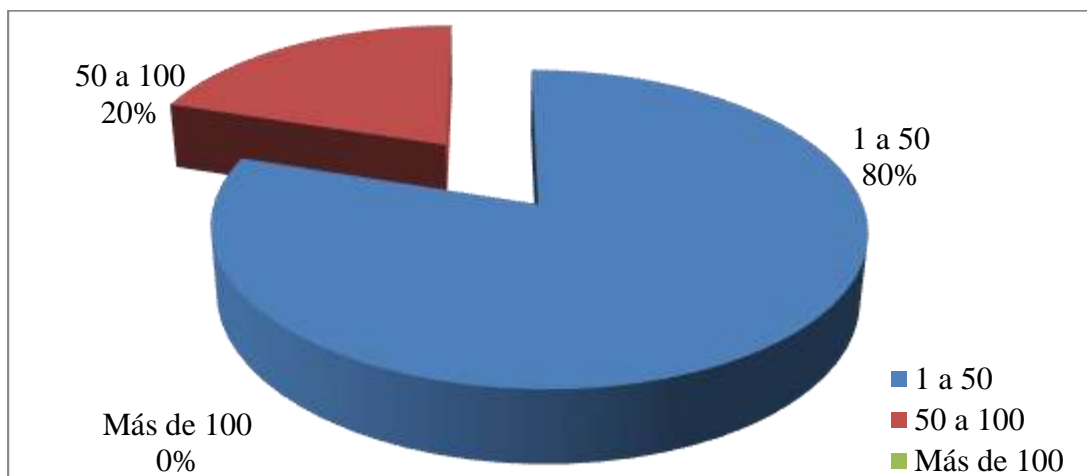
El efecto se confirma mediante la opinión de seis décimas de los encuestados, al indicar que existe mayor incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, en los últimos 2 años; mientras que cuatro décimas indican que hubo incremento entre los 2 y 5 últimos años; finalmente, ninguno evidenció el incremento de casos más allá de los 5 años.

Cuadro 14: Opinión del incremento de menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí con enfermedades gastrointestinales, en los últimos 5 años

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
1-50	4	80
50-100	1	20
Más de 100	0	0
Totales	5	100

Fuente Profesionales de la salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, enero 2021.

Gráfica 5: Opinión del incremento de menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí con enfermedades gastrointestinales, en los últimos 5 años



Fuente: Profesionales de la salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, enero 2021.

Análisis

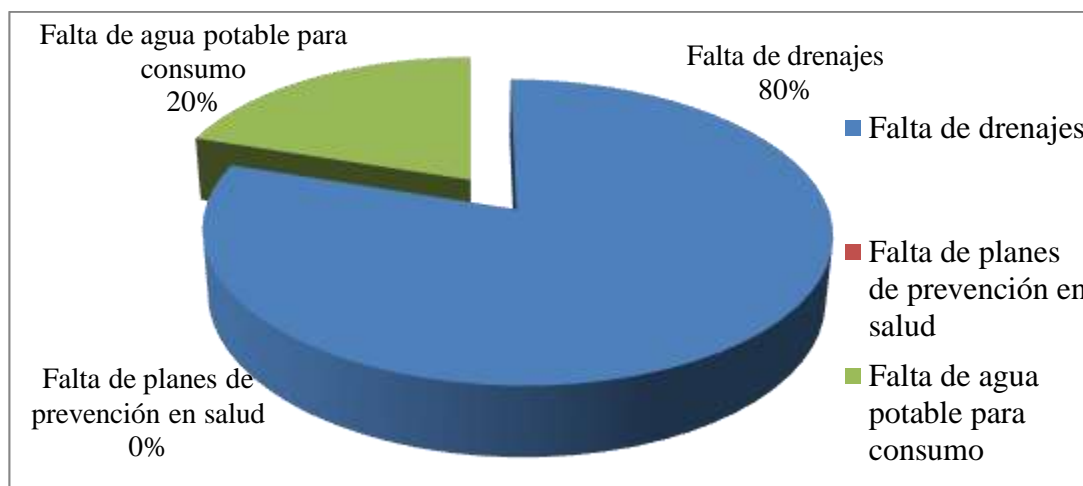
El efecto se confirma mediante la opinión de ocho décimas de los encuestados, que manifiestan que hubo un incremento entre 1 a 50 casos de menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí con enfermedades gastrointestinales en los últimos 5 años, por el contrario dos décimas opinan que fueron incrementados entre 50 a 100 casos, finalmente, ninguno considera que el incremento se haya registrado en más de 100 casos.

Cuadro 15: Opinión de encuestados al respecto de la causa del incremento de enfermedades gastrointestinales menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Falta de drenajes	4	80
Falta de planes de prevención en salud	0	0
Falta de agua potable para consumo	1	20
Totales	5	100

Fuente: Profesionales de la salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, enero 2021.

Gráfica 6: Opinión de encuestados al respecto de la causa del incremento de enfermedades gastrointestinales menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí



Fuente: Profesionales de la salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, enero 2021.

Análisis

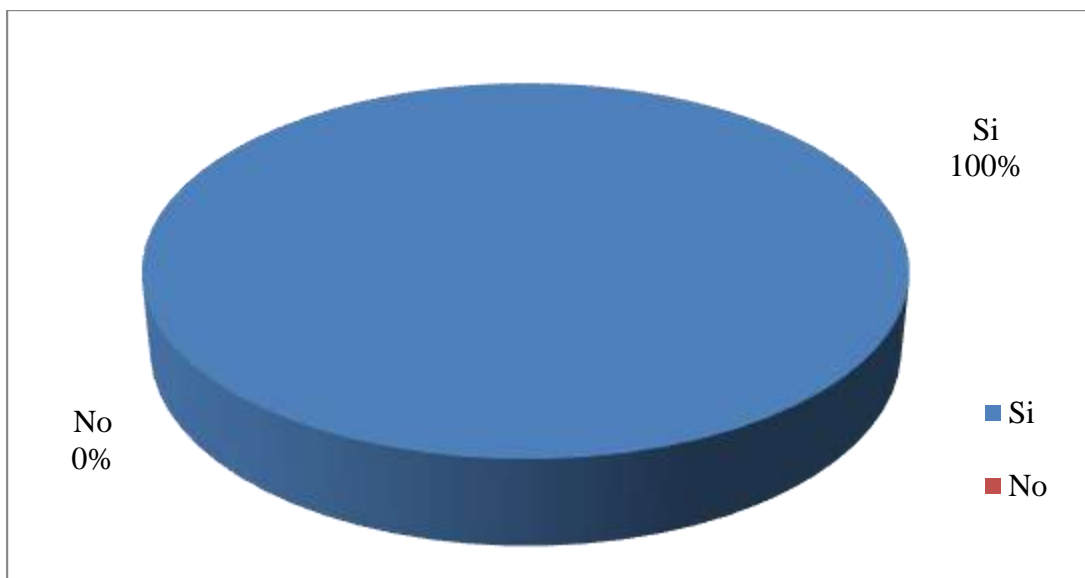
El efecto se confirma mediante la opinión de ocho décimas de los encuestados manifiestan que la principal causa del incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, es la falta de drenajes, por el contrario, dos décimas reconocen a la falta de agua potable para consumo como principal causa, mientras que ninguno lo atribuye a la falta de planes de prevención en salud.

Cuadro 16: Encuestados que opinan que puede evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí

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

Fuente: Profesionales de la salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, enero 2021.

Gráfica 7: Encuestados que opinan que puede evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí



Fuente: Profesionales de la salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, enero 2021.

Análisis

El efecto se confirma mediante la opinión de la totalidad de los encuestados que manifiestan que se puede evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, mientras que ninguno opina lo contrario.

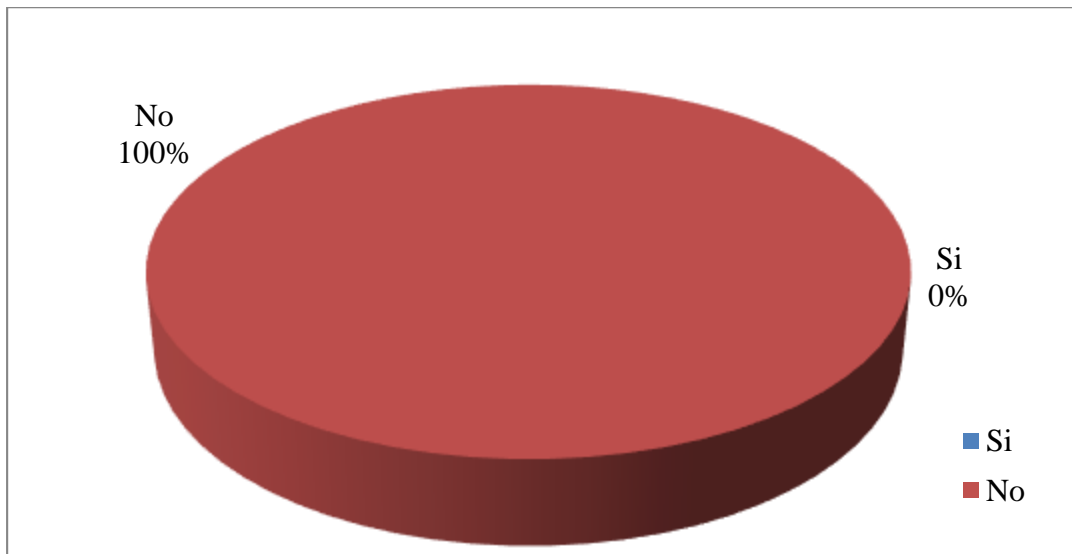
III.2 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente X (causa).

Cuadro 17: Existencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez

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

Fuente: Directivos del COCODE y Técnicos y Supervisores DMP de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, enero 2021.

Gráfica 8: Existencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez



Fuente: Directivos del COCODE y Técnicos y Supervisores DMP de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, enero 2021.

Análisis

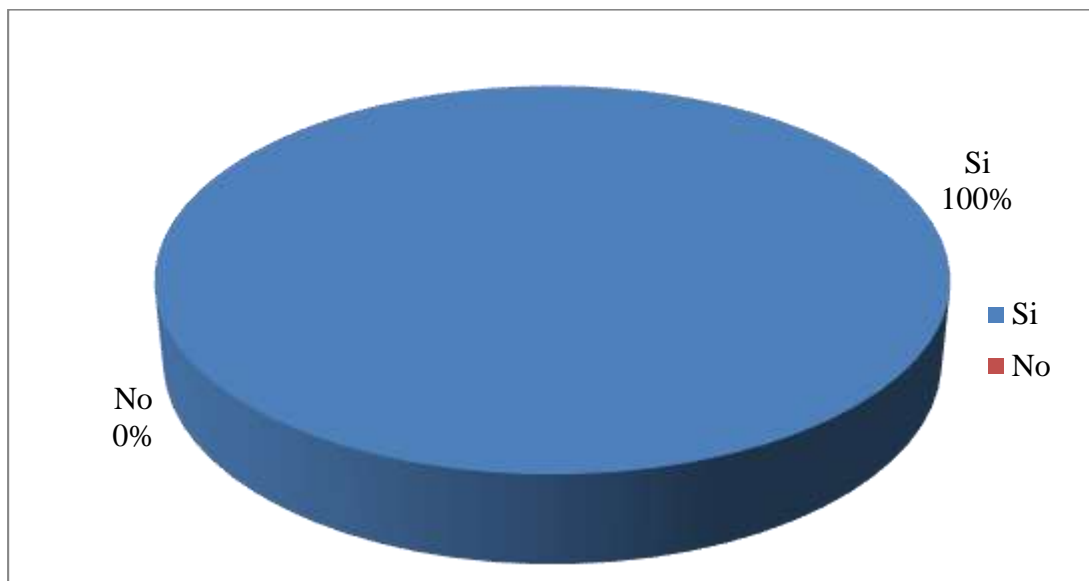
Se confirma la causa mediante la opinión de la totalidad de los encuestados al indicar que no existe proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, mientras que ninguno opina lo contrario.

Cuadro 18: Opinión de encuestados al respecto de la necesidad de realizar construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí

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

Fuente: Directivos del COCODE y Técnicos y Supervisores DMP de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, enero 2021.

Gráfica 9: Opinión de encuestados al respecto de la necesidad de realizar construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí



Fuente: Directivos del COCODE y Técnicos y Supervisores DMP de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, enero 2021.

Análisis

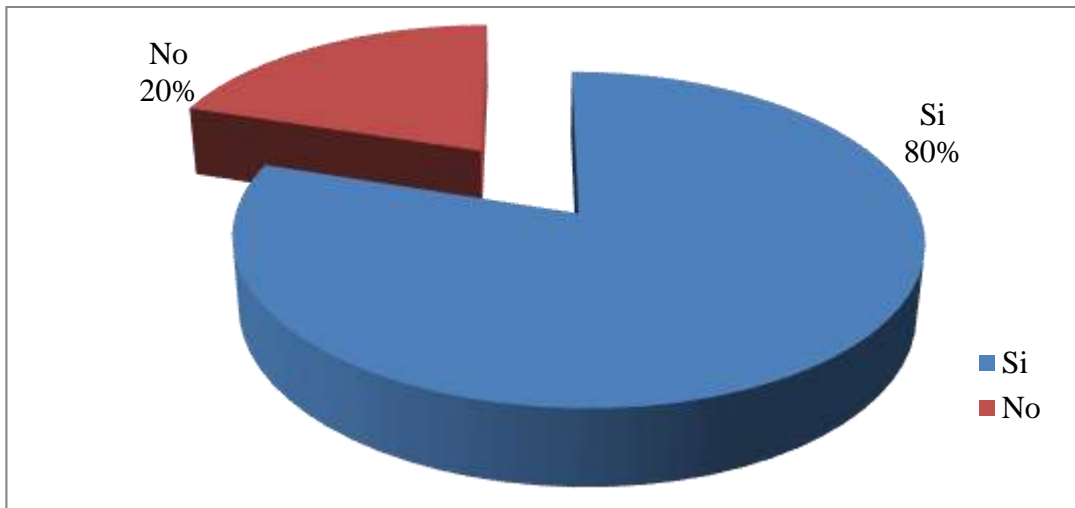
Se confirma la causa mediante la opinión de la totalidad de los encuestados al indicar que es necesario implementar el proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, mientras que ninguno opina lo contrario.

Cuadro 19: Encuestados opinan que la falta de construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, afecta la salud de la población

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

Fuente: Directivos del COCODE y Técnicos y Supervisores DMP de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, enero 2021.

Gráfica 10: Encuestados opinan que la falta de construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, afecta la salud de la población



Fuente: Directivos del COCODE y Técnicos y Supervisores DMP de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, enero 2021.

Análisis

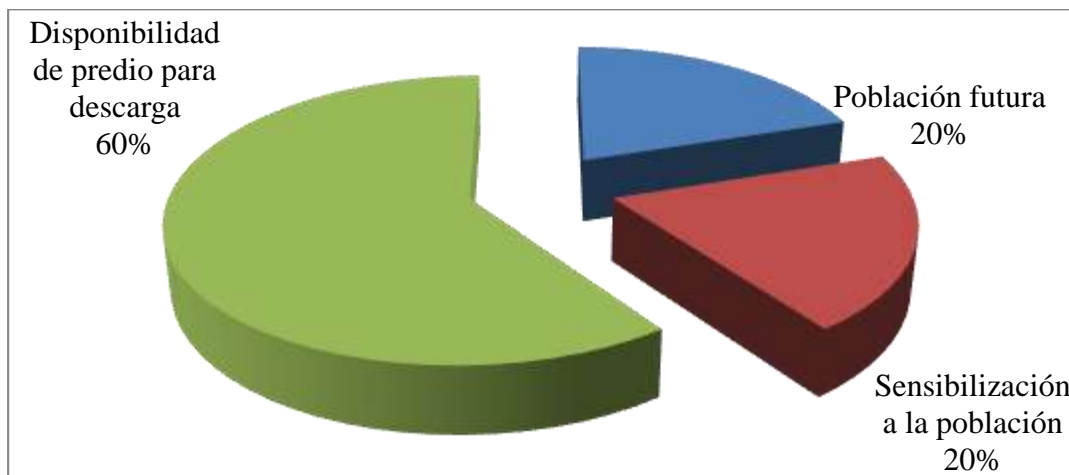
Se confirma la causa mediante la opinión de ocho décimas de los encuestados al indicar que la falta de construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez afecta la salud de la población, mientras que dos décimas opinan lo contrario.

Cuadro 20: Encuestados opinan de acciones a considerar al momento de realizar la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Población futura	3	60
Sensibilización a la población	1	20
Disponibilidad de predio para descarga	1	20
Totales	5	100

Fuente: Directivos del COCODE y Técnicos y Supervisores DMP de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, enero 2021.

Gráfica 11: Encuestados opinan de acciones a considerar al momento de realizar la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí



Fuente: Directivos del COCODE y Técnicos y Supervisores DMP de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, enero 2021.

Análisis

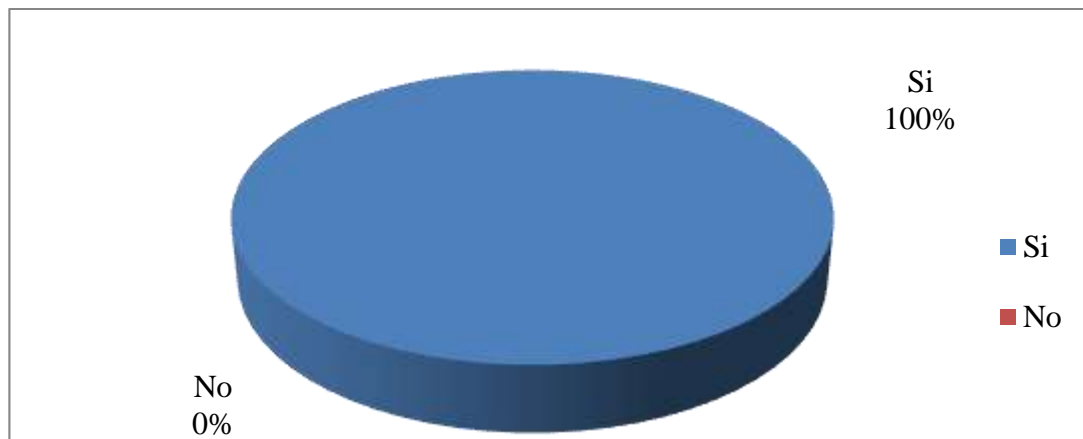
El efecto se confirma mediante la opinión de seis décimas de los encuestados, los que consideran que debe tenerse a disposición el predio para construcción de red de alcantarillado en Sector 2, aldea Pachalí e identificado el punto para descarga; por el contrario, dos décimas consideran que debe considerarse la población futura; mientras que dos décimas opinan que es importante la sensibilización de la población.

Cuadro 21: Encuestados opinan que la institución que representan podría gestionar financiamiento para construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí

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

Fuente: Directivos del COCODE y Técnicos y Supervisores DMP de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, enero 2021

Gráfica 12: Encuestados opinan que la institución que representan podría gestionar financiamiento para construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí



Fuente: Directivos del COCODE y Técnicos y Supervisores DMP de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, enero 2021.

Análisis

Se confirma la causa mediante la opinión de la totalidad de los encuestados al indicar que la institución que representan, podría gestionar financiamiento para ejecutar el proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, mientras que ninguno opina lo contrario.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de haber concluido con la investigación y de haber realizado la presentación y análisis de los resultados, se detectaron aspectos importantes de revelar por lo que se plantean las conclusiones y recomendaciones que se vierten a continuación.

IV.1. Conclusiones.

1. Se comprueba la hipótesis: “El incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado sistema de recolección de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario”, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error para todas las variables involucradas.
2. La falta de drenajes para aguas pluviales, grises y servidas genera contaminación ambiental, enfermedades gastrointestinales y cutáneas que afectan a menores de edad más enmarcados en los últimos 2 años.
3. Los encuestados manifestaron que hubo un incremento entre 1 a 50 casos de menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí con enfermedades gastrointestinales en los últimos 5 años.
4. Se debe brindar tratamiento a las aguas domiciliarias, industriales y pluviales que sean colectadas en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

5. La falta de conciencia y visión de las autoridades municipales que ejercen el poder local es una de las principales razones de la falta de la implementación de una red de drenajes sanitarios.
6. No existe proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.
7. El diseño de la red de drenaje sanitario debe realizarse de acuerdo a la topografía del Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.
8. En el diseño del sistema de alcantarillado para el Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez debe considerarse la población actual y población futura, para garantizar la sustentabilidad del proyecto.
9. No se cuenta con presupuesto disponible para ejecutar el proyecto, por lo que, se debe identificar alguna fuente de financiamiento complementaria a la municipalidad para su ejecución e incluirlo en el siguiente ejercicio presupuestario.
10. Se debe contratar personal calificado, para la ejecución y operación del sistema de alcantarillado en el Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

IV.2. Recomendaciones

1. Ejecutar el proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.
2. Considerar en el diseño de una red de drenaje sanitario para la colección de aguas pluviales, grises y servidas para evitar la contaminación ambiental, enfermedades gastrointestinales y cutáneas afecten a menores de edad.
3. Promover acciones en salud para evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en niños menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.
4. Promover el establecimiento de una planta de tratamiento de aguas residuales para el Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.
5. Crear conciencia en las autoridades municipales para viabilizar la ejecución del proyecto para construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.
6. Ejecutar el proyecto de construcción de drenaje sanitario y capacitar al personal que operativice la red de drenaje sanitario para garantizar la sostenibilidad del proyecto.
7. Diseñar la red de drenaje sanitario de acuerdo a la topografía del Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

8. Diseñar una red de drenaje sanitario para el Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez donde se considere la población actual y población futura, para garantizar su sustentabilidad.

9. Planificar y gestionar el presupuesto disponible para ejecutar el proyecto e identificar alguna fuente de financiamiento complementaria a la municipalidad para su ejecución e incluirlo en el siguiente ejercicio presupuestario.

10. Contratar personal calificado, para la ejecución y operación del sistema de alcantarillado en el Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

BIBLIOGRAFÍA

- AMANCO-TUBOVINIL. (2015). *Norma ASTM 3034 tuberías P.V.C. para alcantarillado sanitario*. Recuperado el 20 de junio de 2020, de <https://multitubo.com.gt/tuberia-para-alcantarillado-sanitario-norma-3034/>
- AMANCO-TUBOVINIL. (2015). *Norma ASTM 3034 tuberías PVC para alcantarillado sanitario*. Guatemala. Recuperado el 2020 de junio de 20, de <https://multitubo.com.gt/tuberia-para-alcantarillado-sanitario-norma-3034/>
- Asamblea Nacional Constituyente de Guatemala. (31 de mayo de 1985). *Constitución Política de la República de Guatemala*. (A. N. Constituyente, Ed.) Guatemala.
- Brown, D. (2004). *Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales*. Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional USAID y PROARCA/SIGMA.
- Carrazana Gómez, R. y. (s.f.). *ECURED*. Recuperado el 18 de enero de 2020, de https://www.ecured.cu/Pavimento_r%C3%ADgido
- CIEN. (2015). *Proyecto de Lineamientos de Política Económica, Social y de Seguridad 2011-202*. Guatemala.
- CIEN, C. d. (2018). Sistema de Salud de Guatemala: Fortaleciendo el Ministerio de Salud. *Boletín de Salud*, 3. Recuperado el 3 de junio de 2020
- Congreso de la República de Guatemala. (1986). Decreto 68-86 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Guatemala.
- Congreso de la República de Guatemala. (1997). *Decreto 90-97 Código de Salud*. Guatemala.
- Congreso de la República de Guatemala. (2002). Código Municipal. *Decreto 12-2002*. Guatemala.
- Diario El Periódico. (22 de diciembre de 2015). *Hugo Maúl*. Recuperado el 16 de enero de 2020, de Camino a la pobreza: <https://elperiodico.com.gt/opinion/2015/12/22/camino-a-la-pobreza/>

- Estrada, L. (2003). *Planificación y diseño de la red de drenaje sanitario del Cantón Pueblo Nuevo, del Municipio de Palencia, Departamento de Guatemala*. Tesis de Grado, Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- FAO, s.f. . (s.f.). *Planos y mapas topográficos*. Recuperado el 16 de Octubre de 2018, de http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6707s/x6707s07.htm
- Fiussa, J. (s.f.). *Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAs)*. Seminario, OPS/OMS, Uruguay. Recuperado el 1 de junio de 2020, de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38499540/etas.pdf?1439847948=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DENfermedades_Transmitidas_por_Alimentos.pdf&Expires=1592538523&Signature=Z36PnmG8LFeGtFHVYgWwaM1dfAsTNNXE6mDjET4tyAa2NmmGm0f4upH2fIGojtE7
- IARNA-URL, I. d. (2012). *Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012*. Informe de País, Universidad Rafael Landívar.
- INE-, I. N. (2018). *Indicadores. Proyecciones de población por departamento*. Censo de Población Nacional, Guatemala. Obtenido de <https://www.censopoblacion.gt/>
- Ingeniería, U. N. (s.f.). *Flujo Uniforme. Flujo en superficie libre*. Facultad de Ingeniería Civil, Departamento de Hidráulica e Hidrología . Recuperado el 20 de junio de 2020, de http://www.imefen.uni.edu.pe/Temas_interes/FSL/07_Flujo_uniforme.pdf
- Instituto Nacional de Estadística, I. (2015-2018). *Estadísticas Continuas*. Recuperado el 10 de junio de 2020, de Estadísticas Hospitalarias: <https://www.ine.gob.gt/ine/estadisticas/bases-de-datos/estadisticas-hospitalarias/>
- Kern Pharma. (14 de mayo de 2019). *Enfermedades Inflammatorias Intestinales (EII), qué saber y cuándo consultar*. Recuperado el 2020 de junio de 2, de <https://www.kernpharma.com/es/blog/enfermedades-inflamatorias-intestinales>

- Marín, R. (s.f.). *Características físicas, químicas y biológicas de las aguas*. Empresa Municipal de Aguas de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- MARN, M. d. (2010). *Manual de Educación Ambiental sobre el Recurso Hídrico en Guatemala*. 80. Guatemala.
- Mora, J. (2014). *El Agua Como Derecho Humano Fundamental*. Facultad de Medicina. Universidad de Costa Rica y Asociación Regional Centroamericana para el Agua y el Ambiente. Recuperado el 10 de noviembre de 2020 de <https://es.slideshare.net/JorgeMoraPortuguez/e-derecho-humano-al-agua-y-al-saneamiento-en-costa-rica>
- MSPAS–, M. d. (2016). *Diagnóstico Nacional de Salud*. Diagnóstico de Salud, Departamento de Seguimiento y Evaluación, Unidad de Planificación Estratégica, Guatemala.
- MSPAS, M. d. (2016). *Sistema de Información Gerencial de Salud*. Obtenido de Datos de Salud, Morbilidad por IRAS y ETAS: <https://sigsa.mspas.gob.gt/datos-de-salud/morbilidad/morbilidad-por-iras-y-etas>
- Organización Mundial de la Salud, O. (2020). *Agua, saneamiento e higiene*. Recuperado el 11 de Junio de 2020, de Enfermedades relacionadas con el agua: https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/es/
- PROARCA, P. A. (2004). Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales. *Programa Ambiental Regional para Centroamerica, PROARCA*.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2015) *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 10 de noviembre de 2020 de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Quiancaín, S. (2010). *Acciones preventivas para enfrentar enfermedades gastrointestinales en la niñez del municipio de San Pedro la Laguna, Departamento de Sololá*. Tesis de Grado, Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado el 2 de junio de 2020, de http://www.repositorio.usac.edu.gt/2298/1/07_2039.pdf

- SEGEPLAN. (2010). *Plan de Desarrollo Departamental*. Consejo Departamental de Desarrollo del Departamento de Sacatepéquez. Secretaria General de Planificación y Programación de la Presidencia. Dirección de Planificación Territorial., Sacatepéquez.
- SEGEPLAN, S. G. (2010). *Plan de Desarrollo Municipal de Santiago Sacatepéquez 2011-2025*. Sacatepéquez, Guatemala.
- SEMARNAT, S. d. (2012). *Manual de Instalación de Tubería Para Drenaje Sanitario*. Comisión Nacional de Agua , México. Recuperado el 2020 de junio de 20, de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAPDS-44-12.pdf>
- SEMARNAT, S. d. (s.f.). *Manual de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento*. Manual, Comisión Nacional del Agua -CONAGUA-, México.
- Solares, A. E. (2012). *Utilización con fines de riego del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad universitaria, USAC*. Tesis de Grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos -ERIS-, Guatemala.
- Tamayo, C. M. (junio de 2015). Enfermedades prevalentes en niños guatemaltecos menores de 5 años. *Medisan ISSN 1029-3019*, 19 (6). Recuperado el 4 de junio de 2020
- Tovar, M. (2018). *Biomerieux*. Recuperado el 2 de junio de 2020, de Infecciones gastrointestinales: <https://www.biomerieux.es/recursos/informacion-de-la-salud/infecciones-gastrointestinales>
- UNESCO, O. d. (2006). *El Agua, Una responsabilidad compartida, 2o. Informe de las Naciones Unidas Sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*. UNESCO. Sociedad Estatal Expoagua Zaragoza. Obtenido de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000149519>

ANEXOS

Anexo 1: Modelo de investigación dominó.

F-30-07-2019-01

Modelo de investigación: Dominó

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

Elaborado por: Victor Arnoldo Chioc Yucuté Para: Programa de Graduación Universidad Rural de Guatemala Fecha: 24 de febrero de 2020

Problema	Propuesta	Evaluación
<p>1) Efecto o variable dependiente</p> <p>Incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años.</p>	<p>4) Objetivo general</p> <p>Disminuir enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.</p>	<p>15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general</p> <p>Indicadores: Finalizados los dos años de ejecutada la propuesta, se disminuye las enfermedades gastrointestinales en 75% con lo que se soluciona la problemática.</p> <p>Verificadores: Encuestas a profesionales del Centro de Salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.</p> <p>Supuestos: La unidad ejecutora enlaza esfuerzos con la Municipalidad para garantizar abundancia de agua potable y apta para consumo humano.</p> <p>Cooperantes: La Municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.</p>

<p>2) Problema central</p> <p>Inadecuado sistema de recolección de aguas residuales en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.</p>	<p>5) Objetivo específico</p> <p>Adecuar sistema de recolección de aguas residuales en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.</p>	<p>16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico</p> <p>Indicadores: Finalizado el primer año de ejecutada la propuesta, se cuenta con adecuado sistema de recolección de aguas residuales, lo que soluciona en 90% la problemática identificada en el problema central.</p>
<p>3) Causa principal o variable independiente</p> <p>Inexistencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.</p>	<p>6) Nombre</p> <p>Proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.</p>	<p>Verificadores: Fotografías; Reportes mensuales de la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez.</p>
<p>7) Hipótesis</p> <p>El incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado sistema de recolección de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario.</p>	<p>12) Resultados o productos</p> <ul style="list-style-type: none"> * Se cuenta con la unidad ejecutora, la cual es el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de la aldea. * Se dispone de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario. * Se cuenta con el programa de divulgación y sensibilización. 	<p>Supuestos: La unidad ejecutora, adopta conjuntamente con la Municipalidad, el programa de mantenimiento preventivo al nuevo sistema de recolección de aguas residuales. Se implementa la obligatoriedad para incorporar nuevos usuarios.</p> <p>Cooperantes: La Municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.</p>
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>a)¿Considera usted que existe</p>	<p>13) Ajustes de costos y tiempo</p>	<p>N/A</p>

<p>incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, de aldea Pachalí? Si _____ No _____</p> <p>b) ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez? 0-2 años _____ 2-5 años _____ Más de 5 años _____</p> <p>c) ¿En cuánto se han incrementado los casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad del sector 2, de aldea Pachalí, en los últimos 5 años? 1-50 _____ 50-100 _____ Más de 100 _____</p> <p>Dirigidas a profesionales del Centro de Salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.</p> <p>Boletas 5, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p> <p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>a) ¿Conoce si existe proyecto para la</p>	
---	--

construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez? Si___ No_____

b) ¿Considera usted que es necesario realizar la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez? Si___ No_____

c) ¿Cree usted que la falta de construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, afecta la salud de la población? Si___ No_____

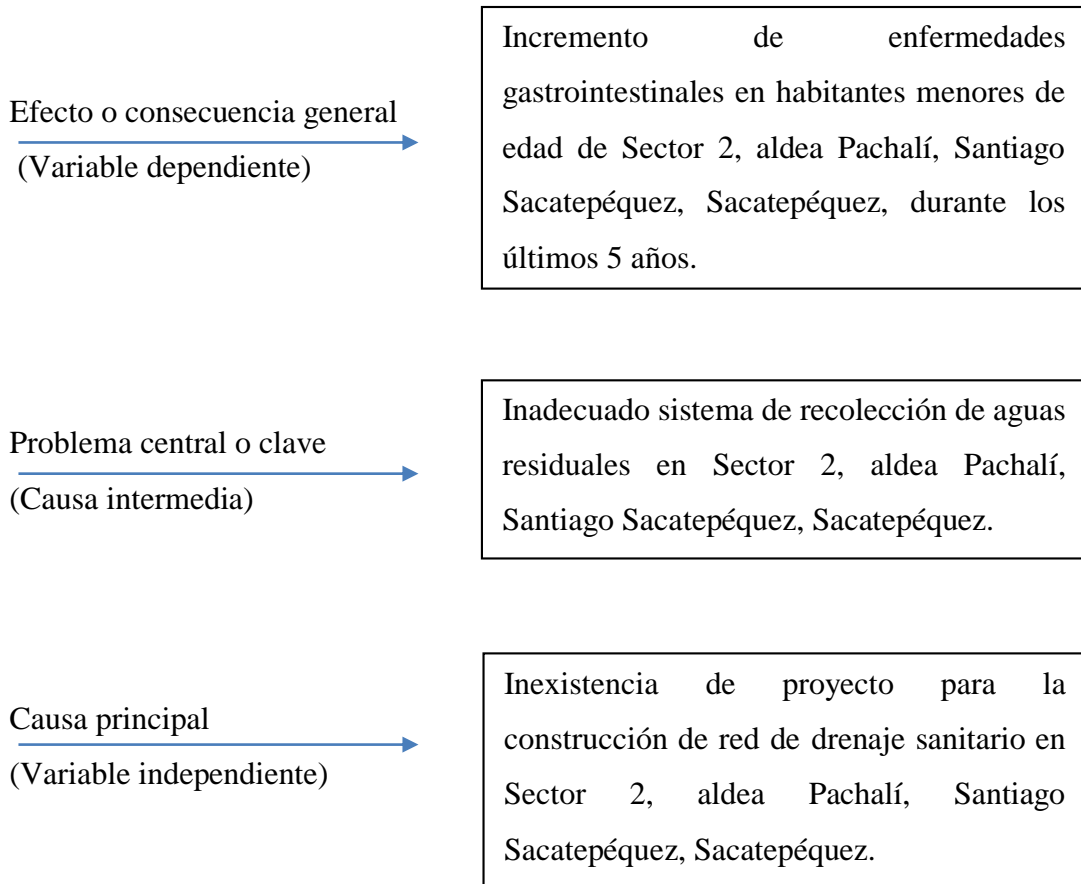
Dirigidas a Directivos del COCODE; Técnicos y Supervisores de la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez.

Boletas 5, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.

<p>10) Temas del Marco Teórico</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Enfermedades gastrointestinales. b. Enfermedades gastrointestinales en menores de edad. c. Indicios del incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad. d. Aguas residuales. e. Sistemas de recolección de aguas residuales. f. Características del inadecuado sistema. g. Manejo de aguas residuales h. Red de drenajes. i. Drenajes sanitarios. j. Plan para la construcción de red de drenajes. k. Base legal. 	<p>14) Anotaciones, aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados:</p> <p>El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1: Se cuenta con la unidad ejecutora, la cual es el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de la aldea.</p> <p>A1 An</p> <p>R2: Se dispone de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario.</p> <p>A1 An</p> <p>R3: Se cuenta con el programa de divulgación y sensibilización.</p> <p>A1 An</p>
<p>11) Justificación</p> <p>El investigador debe evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas.</p>	<p>Nombre: Victor Arnoldo Chioc Yucuté Carné: 13-024-0059</p> <p>Sede: 000 Central Carrera: Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales</p> <p style="text-align: right;">Grupo: 01-123-000-20</p>

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

Tópico: Inadecuado sistema de recolección de aguas residuales



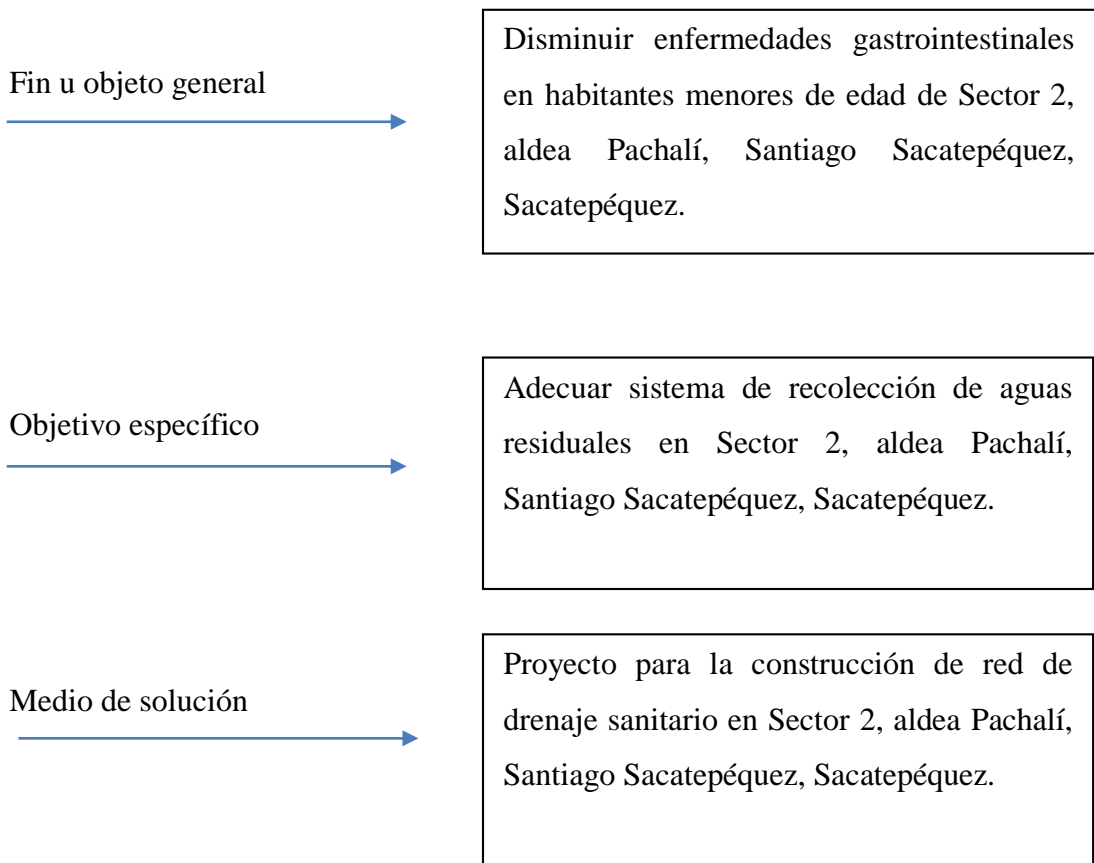
Hipótesis causal:

“El incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado sistema de recolección de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario.”

Hipótesis interrogativa:

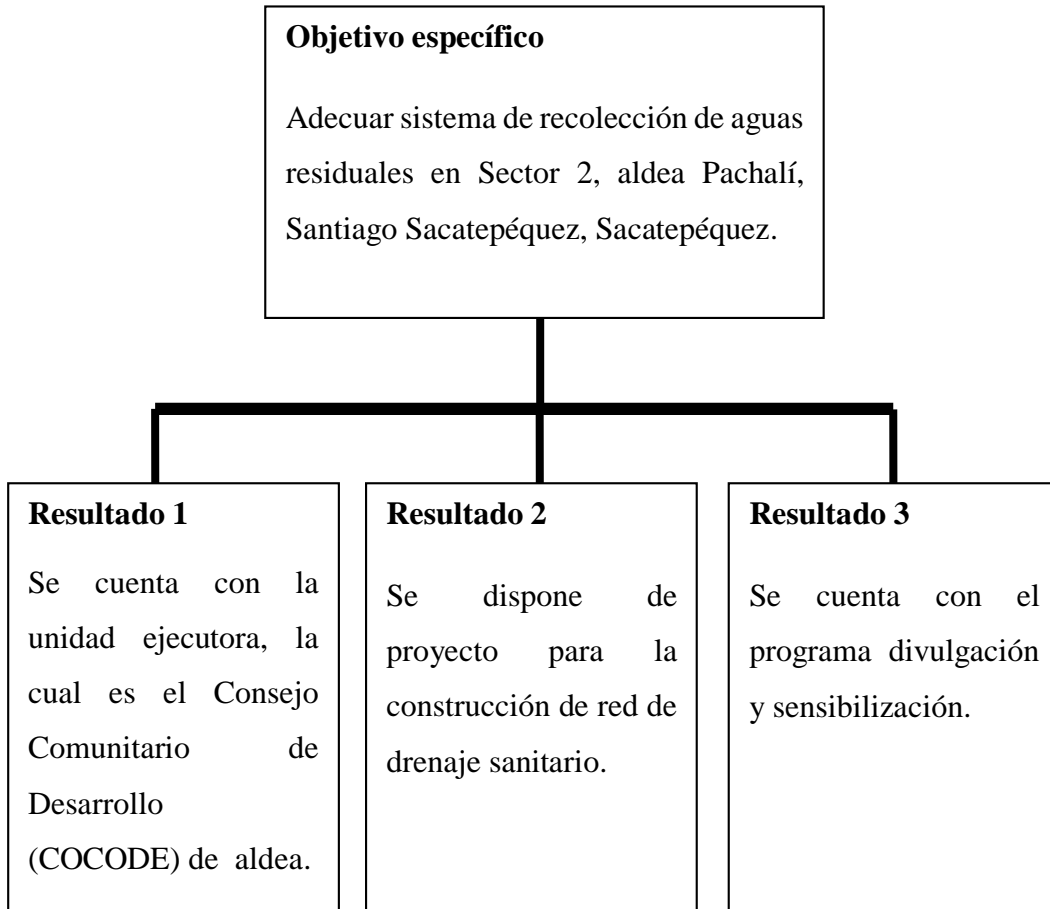
¿Será la inexistencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario, la causante del incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, en los últimos 5 años, por inadecuado sistema de recolección de aguas residuales?

Árbol de objetivos



Título de tesis: Proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Anexo 3. Diagrama del medio de solución de la problemática



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

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: **“El incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años”**

Esta boleta está dirigida a profesionales del Centro de Salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

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

1. ¿Considera usted que existe incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez?

Si_____ No_____

2. ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez?

2.1. 0-2 años___

2.2. 2-5 años___

2.3. Más de 5 años___

3. ¿En cuánto se han incrementado los casos de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad del Sector 2, de aldea Pachalí, en los últimos 5 años?
- 3.1. 1-50___
 - 3.2. 50-100___
 - 3.3. Más de 100___
4. ¿Cuál es la causa del incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez?
- 4.1. Falta de drenajes_____
 - 4.2. Falta de planes de prevención en salud_____
 - 4.3. Falta de agua potable para consumo _____
5. ¿Considera usted que se puede evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez?
- Si_____ No_____

Observaciones:

Lugar y fecha: _____

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

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: **“Inexistencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”**

Esta boleta censal está dirigida a Técnicos y Supervisores de la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

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

1. ¿Conoce si existe proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez?

Si_____ No_____

2. ¿Considera usted que es necesario realizar la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez?

Si_____ No_____

3. ¿Cree usted que la falta de construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, afecta la salud de la población?

Si _____ No _____

4. ¿Qué acciones considera usted que se deben contemplar al momento de realizar la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez?

4.1 Población futura _____

4.2 Sensibilización a la población _____

4.3 Disponibilidad de predio para descarga _____

5. ¿La institución para la que labora, podría gestionar los recursos económicos para construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez?

Si _____ No _____

Observaciones:

Lugar y fecha: _____

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del tamaño de la muestra

Para la población efecto y causa, respectivamente se trabajó la técnica del censo con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error; lo anterior debido a que son poblaciones finitas cualitativas menores a 35 personas; de 5 profesionales del Centro de Salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez y 5 Directivos del COCODE y Técnicos y Supervisores de la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez para la población causa.

Anexo 7: Comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación

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

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2017 a 2021); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece a “Incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”.

Requisito. $+>0.80$ y $+<1$

Año	X (años)	Y (Casos de enfermedades gastrointestinales)	XY	X ²	Y ²
2017	1	88	88.00	1	7744.00
2018	2	103	206.00	4	10609.00
2019	3	119	357.00	9	14161.00
2020	4	131	524.00	16	17161.00
2021	5	146	730.00	25	21316.00
Totales	15	587	1905.00	55	70991.00

n=	5	Fórmula: $r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2 * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$
$\sum X =$	15	
$\sum XY =$	1905	
$\sum X^2 =$	55	
$\sum Y^2 =$	70991.00	
$\sum Y =$	587	
$n\sum XY =$	9525	
$\sum X * \sum Y =$	8805	
Numerador=	720	
$n\sum X^2 =$	275	
$(\sum X)^2 =$	225	
$n\sum Y^2 =$	354955.00	
$(\sum Y)^2 =$	344569.00	
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50	
$n\sum Y^2 - (\sum Y)^2 =$	10386	
$(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2) =$	519300.00	
Denominador:	720.624729	
r=	0.999133073	

Análisis: Debido a que el coeficiente de correlación $r = 0.99$ se encuentra dentro del rango establecido, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática y se procede a la proyección mediante la línea recta.

Anexo 8: Comentario sobre la proyección del comportamiento de la problemática mediante la línea recta

$$y=a +bx$$

Año	X (años)	Y (Casos de enfermedades gastrointestinales)	XY	X ²	Y ²
2017	1	88	88	1	7744.00
2018	2	103	206	4	10609.00
2019	3	119	357	9	14161.00
2020	4	131	524	16	17161.00
2021	5	146	730	25	21316.00
Totales	15	587	1905	55	70991.00

n=	5				
ΣX=	15				
ΣXY=	1905				
ΣX ² =	55				
ΣY ² =	70991.00				
ΣY=	587				
nΣXY=	9525				
ΣX*ΣY=	8805				
Numerador de b	720				
Denominador de b:					
nΣX ² =	275				
(ΣX) ² =	225				
nΣX ² - (ΣX) ² =	50				
b=	14.4				
Numerador de a:		a=			
ΣY=	587				
b * ΣX =	216				
Numerador de					
a:	371				
a=	74.2				

Fórmulas:				
$b = \frac{n \sum XY - \sum X * \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$				
Fórmulas:				
$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$				

Proyección sin proyecto, mediante el cálculo de la línea recta.

Ecuación de la línea recta Y= a+(b*x)				
Y(2022)=	a	+	(b	* X)
Y(2022)=	74.2	+	14.4	X
Y(2022)=	74.2	+	14.4	6
Y(2022)=	161			
Y(2022)=	161 Casos de enfermedades gastrointestinales.			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2023)=	a	+	(b	* X)
Y(2023)=	74.2	+	14.4	X
Y(2023)=	74.2	+	14.4	7
Y(2023)=	175			
Y(2023)=	175 Casos de enfermedades gastrointestinales.			

Y(2024)=	a	+	(b	* X)
Y(2024)=	74.2	+	14.4	X
Y(2024)=	74.2	+	14.4	8
Y(2024)=	189			
Y(2024)=	189 Casos de enfermedades gastrointestinales.			

Y(2025)=	a	+	(b	* X)
Y(2025)=	74.2	+	14.4	X
Y(2025)=	74.2	+	14.4	9
Y(2025)=	204			
Y(2025)=	204 Casos de enfermedades gastrointestinales.			

Y(2026)=	a	+	(b	* X)
Y(2026)=	74.2	+	14.4	X
Y(2026)=	74.2	+	14.4	10
Y(2026)=	218			
Y(2026)=	218 Casos de enfermedades gastrointestinales.			

Proyección con proyecto

Cuadro 1: Cálculo porcentual de la solución por año/resultado.

	Año 6	7	8	9	10		
Resultado	(2022)	(2023)	(2024)	(2025)	(2026)		
Resultado 1 (Se cuenta con la unidad ejecutora, la cual es el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de la aldea)						Solución	
Espacio físico	2.00%	2.00%	2.00%	1.00%	1.00%		
Material y equipo	2.00%	2.00%	1.00%	1.00%	1.00%		
Personal técnico	4.00%	3.00%	2.00%	1.00%	1.00%		
Recursos financieros	4.00%	3.00%	2.00%	1.00%	1.00%		
Resultado 2 (Se dispone de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario.)							
Elaboración de estudios.	4.00%	3.00%	2.00%	2.00%	2.00%		
Diseño del proyecto.	5.00%	5.00%	4.00%	3.00%	2.00%		
Construcción de red de drenajes.	7.00%	5.00%	4.00%	3.00%	2.00%		
Resultado 3 (Se cuenta con el programa de divulgación y sensibilización.)							
Divulgación	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%		
Sensibilización.	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%		
Total	30.00%	25.00%	19.00%	14.00%	12.00%		100.00%

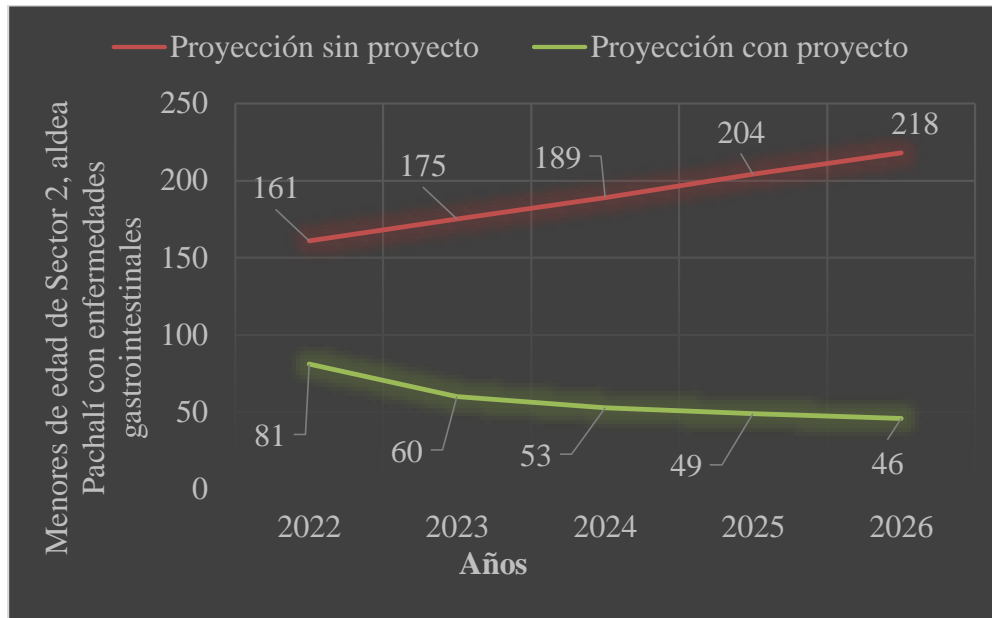
Cuadro 2: Estimación de la proyección con proyecto

Secuencial	Año	Proyección sin proyecto	Porcentaje propuesto	Solución propuesta	Proyección con proyecto
6 (2022)	2022	161	50.00%	80.50	81
7 (2023)	2023	175	25.00%	20.13	60
8 (2024)	2024	189	12.00%	7.25	53
9 (2025)	2025	204	8.00%	4.25	49
10 (2026)	2026	218	5.00%	2.44	46

Cuadro 3: Cuadro comparativo sin y con proyecto

Año	Proyección sin proyecto (Casos de enfermedades gastrointestinales)	Proyección con proyecto (Casos de enfermedades gastrointestinales)
2022	161	81
2023	175	60
2024	189	53
2025	204	49
2026	218	46

Gráfica 1: Comportamiento de la problemática sin y con proyecto



Análisis: Como se puede notar en la información 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 del “Proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”, para solucionar a la brevedad posible la problemática identificada.

Victor Arnoldo Chioc Yucuté

PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RED DE DRENAJE SANITARIO
EN SECTOR 2, ALDEA PACHALÍ, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ,
SACATEPÉQUEZ.



Asesor General Metodológico:

Ing. Amb. Pablo Ismael Carbajal Estevez

Universidad Rural De Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, febrero de 2022.

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

Índice general

No.	Contenido	Página
	Prólogo	
	Presentación	
I.	RESUMEN	1
II.	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN	12
	ANEXOS	

Prólogo

La presente investigación es el resultado del trabajo realizado como resultado de la participación de un estudiante de la Facultad de Ingeniería en el Programa de Graduación de la Universidad Rural de Guatemala, para obtener el título de Ingeniero Civil con Énfasis en Construcciones Rurales, con base en lo que se desarrolló el “Proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”.

Para la resolución de la problemática identificada se cuenta con resultados, entre los que se incluye la unidad ejecutora la cual es el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, se dispone de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario; finalmente, se cuenta con el programa de divulgación y sensibilización de la propuesta realizada para dar resolución al problema identificado, al respecto del inadecuado sistema de recolección de aguas residuales en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Presentación

De acuerdo a lo estipulado en el Programa de Graduación de la Universidad Rural de Guatemala, para obtener el título de Ingeniero Civil con Énfasis en Construcciones Rurales, se muestra el informe final de graduación de acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación realizada por el autor.

Fue diseñado el “Proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”, para hacer factible y viable la resolución de la problemática identificada en torno al inadecuado sistema de recolección de aguas residuales en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, para lograr que se adecúe el sistema de recolección de aguas residuales en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez; y en consecuencia disminuir enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2.

I. RESUMEN

El presente informe fue elaborado por un estudiante de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rural de Guatemala, con sede en Zona 11 Las Charcas de Ciudad de Guatemala, Guatemala y es el resultado de la investigación realizada de acuerdo a lo que establece en el Programa de Graduación, como un requisito instituido para la obtención del título de Ingeniero Civil con Énfasis en Construcciones Rurales, que se denomina “Proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”

Para la elaboración del documento la Universidad Rural de Guatemala, puso a disposición del estudiante la metodología del Modelo de Investigación Dominó y Marco Lógico, con base en la cual pudieron desarrollarse herramientas analíticas que dieron lugar a los anexos elaborados de manera ordenada.

I.1. Planteamiento del problema

En el Sector 2 aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, en los últimos 5 años fue identificado el incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad, por el inadecuado sistema de recolección de aguas residuales, situación que ha afectado la salud de la población ante la inexistencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario.

La falta de drenajes ha generado el depósito de aguas provenientes de los hogares de la localidad, los desagües a flor de tierra en terrenos con cierto grado de pendiente provocan erosión del suelo por arrastre, lo que incrementa el deterioro de sus propiedades, situación que con el paso del tiempo genera olores no deseados que contaminan el medio ambiente, causa enlodamiento del área, limita la locomoción de personas sobre todo en época de invierno, para el desarrollo de sus actividades cotidianas como estudio, trabajo y comercialización de su producción agrícola, esto ante la falta de intervención del gobierno local.

La contaminación del ambiente no solo genera enfermedades gastrointestinales, sino, dermatológicas y oftalmológicas, de manera aguda y algunas veces crónicas que pueden llevar a las personas que sufren hasta la muerte incluso en casos muy extremos, ante la falta de un tratamiento adecuado y oportuno. El deterioro de la salud afecta a todos los grupos etarios de la población que incluye a los ancianos, pero principalmente a los menores de edad que son los grupos más vulnerables ante afecciones de este tipo.

La falta de concienciación de las autoridades ante el desconocimiento de la realidad que se vive en la localidad por la falta de drenajes incrementa la incidencia, por lo que se identifica como necesario promover la capacitación de las personas que desconocen del tema y sensibilizar a los tomadores de decisiones para la implementación de estrategias que mitiguen la problemática.

Las áreas rurales han sido las más olvidadas por las autoridades, las que ante la falta de visión, poco conocimiento y falta de sensibilización hacen que se agudice la problemática descrita, pues no realizan esfuerzos para incluir en su planificación el desarrollo de estrategias para la implementación de proyectos para la construcción de red de drenaje sanitario para disminuir enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, lo que pone en riesgo la red de salud pues se invierten más recursos ante la falta de medidas de prevención para mitigar la problemática.

Se identifican también deficiencias presupuestarias para la ejecución de propuestas que mejoren la urbanización de las áreas más vulnerables, pues no se incluye en el anteproyecto de presupuesto el financiamiento para la ejecución de propuestas sanitarias para el mejoramiento de la red de drenajes en la localidad.

La falta de la capacidad técnica instalada a lo interno de la municipalidad se traduce en la falta de propuestas técnicas para la implementación de la red de drenaje sanitario,

lo que se evidencia la falta de empoderamiento del poder local, la ausencia de recursos evidencia la débil gestión por parte de los gobiernos locales, que ocupan el poder durante periodos cortos que no les permiten ejecutar proyectos a largo plazo, que logren su auto sostenibilidad en beneficio de la población.

I.2. Hipótesis

Fueron diseñados instrumentos, con base en el marco lógico, los que desarrollados en consecuencia, permitieron el desarrollo de herramientas que guiaron la investigación, con base en la hipótesis formulada:

Hipótesis causal

“El incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado sistema de recolección de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario”

Hipótesis interrogativa

¿Será la inexistencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario, la causante del incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, en los últimos 5 años, por inadecuado sistema de recolección de aguas residuales?

I.3. Objetivos

Fue propuesto el objetivo general y objetivo específico de tal manera que pudieron servir de guía para la ejecución del proceso de investigación:

I.3.1. Objetivo General

Disminuir enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

I.3.2. Objetivo Específico

Adecuar sistema de recolección de aguas residuales en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

I.4. Justificación

Es necesario garantizar la prestación de servicios básicos a la población, pues es una obligación del poder local ejercido por el Alcalde y su Consejo Municipal en representación del Estado, establecido en la Carta Magna, para el efecto deben diseñarse y ejecutarse programas asistenciales orientados al otorgamiento de agua potable y alcantarillado, entre otros servicios.

La propuesta de establecimiento de drenajes en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, debe considerar la topografía del lugar y adecuarse a esta de tal manera que se facilite el manejo de las aguas residuales; así también, la infraestructura domiciliar establecida y desarrollar el proyecto en el menor tiempo posible, de manera que se minimice el impacto que la ejecución de la obra pueda generar, para evitar inconvenientes en la locomoción y el diario vivir de la población.

El diseño del drenaje sanitario debe considerar el transporte de aguas negras, grises y pluviales; de tal manera que se eviten los desagües a flor de tierra, para evitar los malos olores emanados de las aguas expuestas, la generación de plagas tales como zancudos y más aún la incidencia de enfermedades gastrointestinales y cutáneas al evitar la contaminación ambiental.

Es necesario informar a la población de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez las consecuencias de la falta de drenajes en detrimento de su calidad de vida, los riesgos para su salud y bienestar, la importancia del manejo de aguas residuales y control de la contaminación ambiental; por lo que, es importante

informar sobre la implementación de la red de drenaje sanitario, por medio de la ejecución de un evento de socialización y concienciación.

Se debe evitar la existencia de basureros clandestinos y concientizar a la población en favor del manejo adecuado de desechos sólidos; y evitar que cuando los drenajes sean establecidos la población deposite su basura en las calles, que pudieran colapsar por tal razón en la temporada de lluvia, pues los suelos se sobresaturan, situación que podría generar obstrucción de los drenajes, lo que podrían llegar a depositarse en los cuerpos de agua como destino final de las aguas residuales.

Se deben mejorar los servicios de salud en Santiago Sacatepéquez y realizar campañas de salud en favor de la población que ha padecido enfermedades ante la falta de una red de drenaje sanitario, donde se garantice tanto la formación, como la atención a pacientes que presenten enfermedades cutáneas y gastrointestinales, para dar a conocer cómo prevenirlos.

Se debe incluir en la planificación y anteproyecto de presupuesto de la municipalidad Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, el financiamiento necesario para ejecutar la propuesta de establecimiento de la red de drenaje sanitario que incluya un fondo para los imprevistos que puedan surgir, de tal manera que la obra pueda desarrollarse sin inconvenientes.

La ausencia de un plan municipal que atienda la falta de drenajes magnifica el problema ante el impacto negativo que influye en el bajo nivel de vida de la población, por lo que de no ejecutarse la propuesta se mantendría los desagües a flor de tierra, situación que podría incrementar contaminación, plagas y enfermedades.

Es urgente ejecutar el “Proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez”, pues mientras los servicios básicos sean dotados en calidad y en tiempo, se evitarán las enfermedades

gastrointestinales y podría mejorar la salud y bienestar de la población; así como, su desarrollo y calidad de vida serán garantizados.

I.5. Metodología

Para la realización de la investigación fueron utilizados métodos y técnicas que cambiaron, desde la formulación de la hipótesis de trabajo hasta su comprobación, los que se presentan en lo sucesivo.

I.5. Metodología

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

I.5.1. Métodos

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

Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

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

I.5.1.1. Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales del incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, en los últimos cinco años, por inadecuado sistema de

recolección de aguas residuales, a este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- **Observación directa.** Esta técnica se utilizó directamente por el inadecuado sistema de recolección de aguas residuales en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, a cuyo efecto, se observó el incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector, durante los últimos 5 años.

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

- **Entrevista.** Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a profesionales del Centro de Salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

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

La hipótesis formulada se encuentra en el anexo 1 y reza de la siguiente manera: “El incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5

años, por inadecuado sistema de recolección de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario”.

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

I.5.1.2. Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

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

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

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

- **Determinación de la población a investigar.** En atención a este tema y para efectos de investigación se decidió efectuar un censo para comprobar el efecto, la población esta constituida por 5 profesionales del Centro de Salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez y 5 Directivos del COCODE y Técnicos y Supervisores de la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez para la población causa; el nivel de confianza es del 100% y el 0% de error de muestreo.

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

Una vez interpretada la información, se utilizó el **método de síntesis**, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

I.5.2. Técnicas

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

Como se describió en el apartado (I.5.1. Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como, la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

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

Con base en los resultados obtenidos de la investigación realizada, la totalidad de la población entrevistada opina que se han incrementado los casos de enfermedades gastrointestinales en menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, se estima que este

incremento oscila entre 1 y 50 casos en los últimos 5 años, situación que se ha visto enmarcada en los últimos dos años, la razón principal de esta situación es la falta de drenajes sanitarios para la población local y la deficiente calidad de agua potable para consumo, situación que afecta de manera negativa la salud de la población.

De acuerdo a lo referido previamente, se considera que se puede evitar el incremento de enfermedades gastrointestinales en menores de edad por medio de la implementación de estrategias para disminuir la incidencia, pero de acuerdo a opinión del personal de la municipalidad no existe proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, por lo que es importante diseñarlo e implementarlo.

Por lo tanto que es necesario implementar el proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, por lo que un aspecto importante es la gestión del financiamiento para ejecutar el proyecto para la construcción de red de alcantarillado sanitario.

Con el apoyo del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de la aldea Pachalí y la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, deberá coordinar acciones para la identificación y obtención del espacio físico para el desarrollo del proyecto; así como material y equipo, personal técnico necesario y los recursos financieros para su desarrollo.

Para el diseño de la red de drenajes es importante considerar la población futura e identificar la disponibilidad de un predio para descarga, previo al desarrollo del proyecto es necesario ejecutar un programa de divulgación y sensibilización dirigido a la población para que su ejecución se realice sin contratiempos y con el apoyo de los actores involucrados.

Para la construcción del proyecto de red de drenaje sanitario, se deben gestionar los permisos legales; tales como, Licencia Municipal de Construcción en la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, el Estudio Ambiental Inicial -EAI en la Delegación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- que corresponda y en la delegación del Ministerio de Salud de Sacatepéquez, el expediente donde se verificará el cumplimiento de las normas, parámetros y compromisos ambientales para el diseño de una Red de Drenaje Sanitario.

Es necesario también cumplir con la elaboración de estudios Topográfico, hidrológico y estudio poblacional; así también, para el diseño de la red es necesario realizar la descripción fisiográfica del área y la propia elaboración del diseño. Es necesario realizar trabajos preliminares, limpieza, excavación e instalación de tubería, construcción de pozos de visita, relleno y compactación, también trabajos complementarios, entre estos la incorporación de nuevos usuarios a la red principal y la instalación domiciliar.

Para el desarrollo del programa de divulgación y sensibilización, es importante el diseño y reproducción de material de tipo audiovisual como anuncios por radios comunitarias, spots publicitarios, afiches, en el idioma castellano y en el idioma kaqchikel, entre otras herramientas para dar a conocer a la población pormenores de la ejecución del proyecto, importancia de una red de drenaje sanitario, funcionamiento, higiene y para la prevención de enfermedades gastrointestinales.

En el anexo 1, se esboza la propuesta de solución de la problemática investigada y además incluye la Matriz de la Estructura Lógica para evaluar el trabajo después de desarrollar la propuesta.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se comprueba la hipótesis “El incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, durante los últimos 5 años, por inadecuado sistema de recolección de aguas residuales, es debido a la inexistencia de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario” con el 100% de nivel de confianza y 0% de error para la variable Y (efecto); y con el 100% de nivel de confianza y 0% de error, para la variable X (causa).

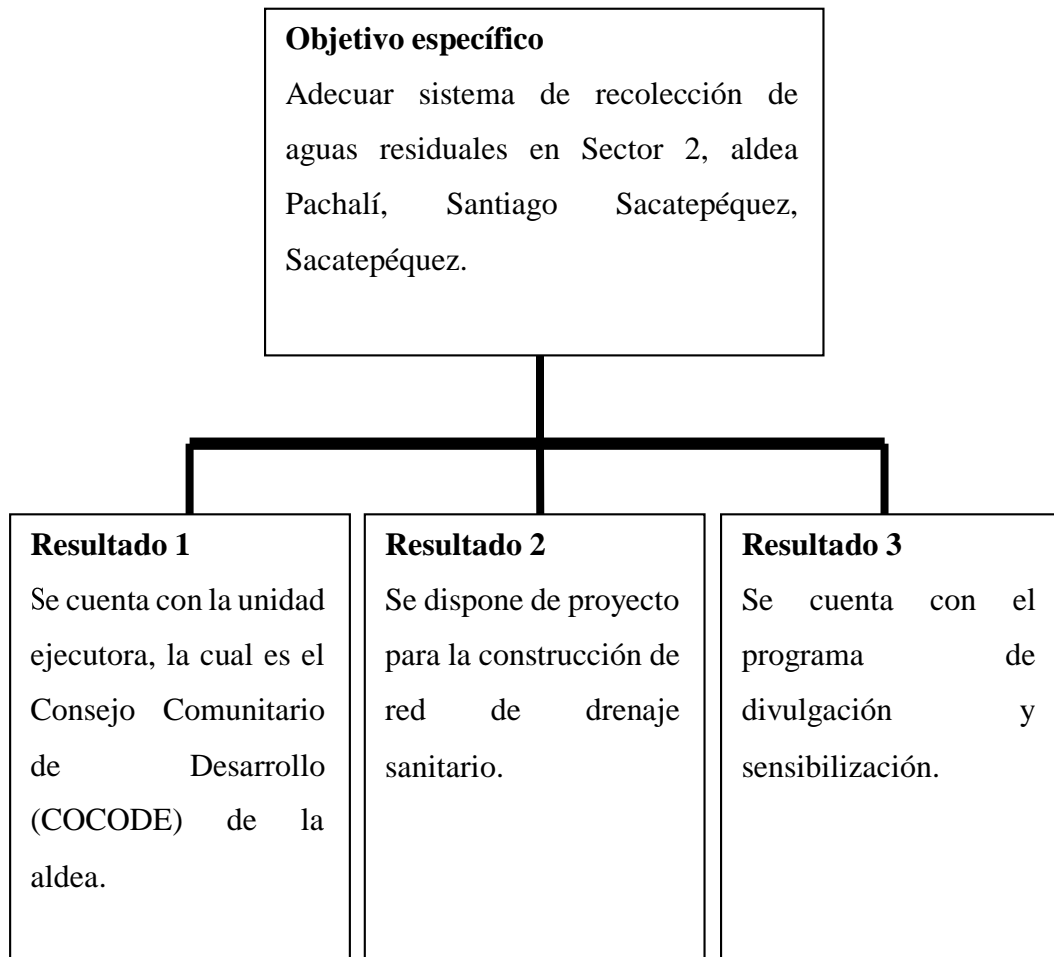
Por lo anterior se recomienda operativizar la solución de la problemática mediante la implementación del proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

ANEXOS

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática.

Para garantizar el adecuado sistema de recolección de aguas residuales en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, se propone el Proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, para minimizar los efectos del inadecuado sistema de recolección de aguas residuales en Sector 2, de tal manera que se limite el incremento de enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad. Por lo que se plantean los siguientes resultados los cuales se obtienen directamente del objetivo planteado en el árbol de objetivos.

Se presenta el diagrama del medio de solución de la problemática:



Resultado 1

Se cuenta con la unidad ejecutora, la cual es el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de la aldea.

Actividad 1.1 Espacio físico

Se necesita una oficina de 25 metros cuadrados, la cual albergará a los profesionales a cargo de la unidad ejecutora.

Actividad 1.2 Material y equipo

2 escritorios tradicionales para oficina color negro de 1.2 metros.

2 sillas para oficina con ruedas.

1 archiveros con 3 gavetas de 60 X 50 cm con llave de color negro.

2 computadoras de escritorio HP All-in-one 20-C205LA (X6A18AA) con las características siguientes: memoria RAM 12 GB, disco duro de 1TB, Windows 10 y office 2010.

Actividad 1.3 Personal técnico

Un gerente con el perfil siguiente: Ingeniero Civil.

Un auxiliar de gerencia con perfil profesional de: Dibujo Técnico.

Una secretaria con perfil profesional de Secretariado Oficinista.

Actividad 1.4 Recursos financieros

La municipalidad de Santiago Sacatepéquez, facilitará los fondos necesarios para el buen funcionamiento de la Unidad Ejecutora, a ello se unen las donaciones de los habitantes del área de estudio.

Resultado 2

Se dispone de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario.

Se incluye a continuación un resumen descriptivo de las actividades que deben desarrollarse de acuerdo a la temporalidad de ejecución del proyecto.

Actividad 1. Permisos legales.

Acción 1: Licencia municipal: Se tramitará la Licencia Municipal de Construcción en la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, para cumplir con los requisitos que brindará la Oficina de Impuesto Único Sobre Inmuebles -IUSI-, para obtener la Licencia correspondiente.

Acción 2: Estudio Ambiental Inicial -EAI-: Se debe presentar el expediente que contiene el formulario de Requisitos Instrumentos Ambientales Categoría “C”, documentación legal del alcalde municipal, presupuesto, planos en formato oficio, fotografías, y dos discos tipo CD en la Delegación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- para obtener resolución favorable para la ejecución del proyecto.

Acción 3: Dictamen del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social: Debe conformarse un expediente el cual contendrá: documentación legal del alcalde municipal, presupuesto, planos en formato A1, fotografías, Resolución Favorable del Ministerio de Ambiente y una copia en CD, en la delegación del Ministerio de Salud de Sacatepéquez, donde se analizará el expediente y se verificará el cumplimiento de las normas, parámetros y compromisos ambientales para el diseño de una Red de Drenaje Sanitario apto para la población beneficiada, donde se obtendrá resolución favorable para la ejecución del proyecto.

Actividad 2: Elaboración de estudios

Acción 1: Topográfico: Se realizará la topografía de terreno del Sector 2 de aldea Pachalí, con una Estación Total, trípode, bastón, brújula, termómetro y prisma para determinar pendientes, alturas y curvas de nivel, el cual será utilizado en el diseño de drenaje sanitario y determinación de los componentes de pozos de visita e inicio y fin de la red de alcantarillado sanitario.

Acción 2: Hidrológico. Se solicitará al INSIVUMEH los pronósticos de tiempo y de lluvia que afecta al Sector 2 de aldea Pachalí, municipio de Santiago Sacatepéquez durante la época lluviosa, para que sea tomado en cuenta para cálculo del diseño de la red de drenaje sanitario.

Acción 3: Estudio poblacional: Se realizará un censo en el Sector 2 de aldea Pachalí, para determinar la cantidad de personas, viviendas y familias que se conectarán en la red de drenaje sanitario, y el cual será de utilidad para el diseño de la red de drenaje sanitario.

Actividad 3: Diseño de la red.

Acción 1: Descripción fisiográfica del área: El Sector 2 de aldea Pachalí, cuenta con una topografía ondulada, suelo estable y apta para la construcción del proyecto de la red de drenaje sanitario para beneficiar a las familias que habitan dicho sector.

Acción 2: Elaboración del diseño: Se realizarán los cálculos necesarios de acuerdo a las normas de diseño de red de drenaje sanitario donde se tome en cuenta los estudios de topografía realizada en el lugar, estudio poblacional y estudio hidrológico, para realizar la memoria de cálculo (ver anexo 5.1 memoria de cálculo), posteriormente será plasmada en los planos de diseño para su interpretación y ejecución del proyecto.

Actividad 4: Ejecución del proyecto.

Acción 1: Trabajos preliminares: Consiste en el trazo, en el cual se realizará la señalización adecuada y con exactitud de las líneas que limitan y definen el área a

intervenir, para el punteado se deberá de realizar con el sistema de cordel fijado sólidamente. El trazo deberá realizarse, con cal hidratada auxiliado con hilo de diámetro 1 mm o similar.

Acción 2: Limpieza. Se deberán realizar labores de limpieza y retiro de los residuos orgánicos e inorgánicos en el área a intervenir para efectos de alineamiento horizontal y vertical.

Acción 3. Excavación: Sera realizada con maquinaria pesada tipo excavadora, para extraer el suelo (tierra), se cortará la zanja hasta la profundidad indicada en planos, el corte del fondo de la zanja deberá ser cortado de manera uniforme para permitir el apoyo de la tubería a instalar.

Acción 3: Instalación de tubería. La tubería a utilizarse de drenaje es de tipo PVC de 8" de diámetro nominal. La instalación debe iniciarse de la parte baja hacia la más alta y las campanas deben de colocarse en dirección hacia aguas arriba. En el caso de este tipo de tubería PVC las campanas se colocan en sentido contrario a la dirección del flujo.

Acción 4: Construcción de pozos de visita: Se señalarán como lo indican los planos y en el trazo de campo. El tipo de pozo es artesanal con ladrillo, el cual será indicado en los planos de pozos de visita de alturas variables, todos los detalles deberán de ajustarse al diseño, la cota de tapadera de los pozos de visita, salvo disposiciones especiales deberán quedar al mismo nivel de la calle.

Acción 5: Relleno y compactación: El relleno alrededor y debajo de la tubería deberá de ser con material libre de rocas para evitar daños a la tubería, el relleno se realizará en capas de 15 cm., y su compactación a mano hasta llegar arriba del coronamiento del tubo; este punto hacia arriba se podrá hacer el relleno en capas de 20 cm., con material fino y que pueda permitir la compactación mecánica con vibrocompactadora (bailarina). La compactación deberá de ser en un 95% de su densidad máxima.

Actividad 5: Trabajos complementarios.

Acción 1: Incorporación de nuevos usuarios a la red principal: La conexión domiciliar se compone de los accesorios necesarios para que cada vivienda cuente con servicio de drenaje por medio de acometida, tales como: candela domiciliar, tubería tipo PVC y un codo de 45°.

Acción 2: Instalación domiciliar: Se utilizará una candela domiciliar la cual tendrá una tapa de concreto, ganchos para que sea fácil su inspección y limpieza, puede utilizarse un tubo de concreto de 12” de diámetro como candela domiciliar y la tubería a utilizar será tipo PVC, esta será necesaria de acuerdo a la distancia entre la candela y colector municipal, el cual de ser necesario se utilizará un codo tipo PVC con un ángulo de 45° para que sea efectiva la conexión domiciliar.

Resultado 3. Se cuenta con el programa de divulgación y sensibilización

Actividad 3.1 Divulgación

El Consejo Comunitario de Desarrollo -COCODE- en coordinación con la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez y El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social -MSPAS- a través del Centro de Salud de Santiago Sacatepéquez y de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, diseñarán y reproducirán material de tipo audiovisual como anuncios por radios comunitarias, spots publicitarios, afiches, en el idioma castellano y en el idioma kaqchikel, entre otras herramientas para dar a conocer la ejecución del proyecto.

Lo anterior con el fin de que las personas que residen en el Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, tengan conocimiento de la importancia de una red de drenaje sanitario, funcionamiento, higiene y para la prevención de enfermedades gastrointestinales en el grupo etario más vulnerable.

Actividad 3.2 Sensibilización.

El Consejo Comunitario de Desarrollo -COCODE- en coordinación con la municipalidad de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social -MSPAS- a través del Centro de Salud de Santiago Sacatepéquez y de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, realizarán actividades como: conferencias por el personal del Centro de Salud de Santiago Sacatepéquez y del delegado del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, reuniones comunitarias y talleres de saneamiento; entre otros.

En estas actividades se debe informar y dar a conocer sobre la importancia de un buen sistema de drenaje sanitario para las aguas residuales; así como, los beneficios que este tipo de proyecto traerá consigo, entre los que se cuenta la prevención de enfermedades gastrointestinales, prevención de contaminación a los mantos freáticos, flora y fauna del lugar, desarrollo para las personas para mejorar la calidad de vida de cada habitante y un desarrollo integral para el Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Anexo 2. Matriz de la estructura lógica

Este es un documento que sirve para evaluar el cumplimiento de los objetivos de la propuesta después de desarrollarla, se denomina también evaluación Ex Post.

Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Objetivo general:	Finalizados los dos años de ejecutada la propuesta, se disminuye las enfermedades gastrointestinales en habitantes menores de edad de Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.	Encuestas a profesionales del Centro de Salud de aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.	La unidad ejecutora enlaza esfuerzos con la municipalidad para garantizar abundancia de agua potable y apta para consumo humano.
Objetivo específico:	Finalizado el primer año de ejecutada la propuesta, se cuenta con adecuado sistema de recolección de aguas residuales, lo que soluciona en 90% la problemática identificada en el problema central.	Fotografías; Reportes mensuales de la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Santiago Sacatepéquez.	La unidad ejecutora, adopta conjuntamente con la municipalidad, el programa de mantenimiento preventivo al nuevo sistema de recolección de aguas residuales. Se implementa la obligatoriedad para incorporar nuevos usuarios.
	Adecuar sistema de recolección de aguas residuales en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.		

Resultado 1:			
Se cuenta con la unidad ejecutora, la cual es el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de la aldea.			
Resultado 2:			
Se dispone de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario.			
Resultado 3:			
Se cuenta con el programa de divulgación y sensibilización.			

Fuente: Chioc, V., enero 2022.

Anexo 3. Plan de trabajo.

No.	Actividades	Año 1				Año 2				Año 3			
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	Proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.												
2	Resultado 1 Se cuenta con la unidad ejecutora, la cual es el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de la aldea.												
3	Resultado 2 Se dispone de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitaria.												
4	Resultado 3 Se cuenta con el programa de divulgación y sensibilización.												

Anexo 4. Presupuesto consolidado para el proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Resultados	Monto
Resultado 1.- Se cuenta con la unidad ejecutora, la cual es el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de la aldea	Q.250,624.00
Resultado 2.- Se dispone de proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario	Q.326,355.63
Resultado 3.- Se cuenta con el programa de divulgación y sensibilización	Q. 10,340.00
Total resultados	Q.587,319.63

Anexo 5 Otros anexos

Anexo 5.1. Memoria de cálculo.

Diseño del proyecto

El diseño del proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. Se debe contar con los siguientes datos para la realización del diseño de la red de drenaje sanitario.

a. Población actual	450 Habitantes
b. Número de viviendas	75 Viviendas
c. Densidad poblacional	6 Habitantes por viviendas
d. Tasa de crecimiento	1.06%
e. Periodo de diseño	20 años – 21 años

Por ser un proyecto social se proyecta 20 años de vida útil, se agrega un año por los inconvenientes que pueda presentarse antes de la ejecución, por lo que el periodo de diseño es de 21 años.

f. Dotación	125/lts./habitantes/día
g. Factor de retorno (70%-90%)	80%
h. Área de techos	30 m ² considerado
i. Área de casa	240 m ² considerado
j. Área de patios	210 m ² considerado
k. Intensidad de lluvia	165mm/hora
l. Cálculo de población futura	562 Habitantes

$$P_f = P_o(1+\%)^n$$

$$P_f = 450 (1+0.0106)^{21}$$

$$P_f = 562 \text{ Habitantes}$$

m. Caudal Domiciliar	0.52 Lts./seg.
----------------------	----------------

$$Q_{\text{dom}} = (\text{Dotación} * \text{No. Habitantes} * \text{Factor de Retorno})/86400$$

$$Q_{\text{dom}} = (125 * 450 * 0.80)/86400$$

$$Q_{\text{dom}} = 0.52 \text{ Lts./seg.}$$

- n. Caudal de Conexiones Ilícitas 9.8 Lts/seg.

$$Q_{\text{ci}} = (2.5\% - 0.5\%) * (c * i * a) / 360$$

$$(\text{Área de Patios considerada} * \text{No. Viviendas}) / 10,000$$

$$(210 \text{ m}^2 * 75) / 10,000 = 1.58 \text{ Ha.}$$

$$(\text{Área de Techos considerada} * \text{No. Viviendas}) / 10,000$$

$$(30 \text{ m}^2 * 75) / 10,000 = 0.023 \text{ Ha.}$$

$$\text{Coeficiente de Escorrentía (0.85-0.15)} = (\Sigma c * A) / \Sigma A$$

$$(0.85 * 0.23 \text{ ha}) * (0.15 * 1.58 \text{ ha}) / (0.23 \text{ ha} + 1.58 \text{ ha}) = 0.24$$

Caudal de conexiones ilícitas

$$(0.05 (0.24 * 165 \text{ mm/h} * 1.81 \text{ ha}) / 360) * 1000 = 9.8 \text{ Lts/seg.}$$

- o. Factor de Caudal Medio (FQM) 0.005

$$Q_{\text{med}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{ci}} = 0.52 + 9.8 = 10.32 \text{ Lts./seg}$$

$$\text{FQM} = Q_{\text{med}} / \text{No. habitantes} = 10.32 / 450 = 0.0229$$

Sobre pasa el rango de $0.002 \leq \text{FQM} \leq 0.005$, por lo que el $\text{FQM} = 0.005$

- p. Caudal de Diseño de acuerdo al tramo de diseño

$$Q_{\text{dis}} = \text{FH} * \text{FQM} * \text{No. Habitantes}$$

Diseño del tramo No. 12-14 de la Red de drenaje sanitario del Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Datos del tramo a calcular.

- Cota de inicio	64.820
- Cota final	63.918
- Población total hasta el tramo	338 Habitantes
- Densidad poblacional	6 Habitantes por viviendas
- Período de diseño	21 Años
- Distancia horizontal	42 Metros
- Factor de caudal medio (FQM)	0.005
- Tubería tipo P.V.C	8 Pulgadas
- Coeficiente de Rugosidad	0.009

Porcentaje de pendiente

$$\%P = \text{Cota de inicio} - (\text{Cota Final} / \text{Diss. Horizontal}) * 100$$

$$\%P = (64.820 - 63.918 / 42) * 100$$

$$\% P = 2.1\%$$

Población futura de tramo

$$P_f = P_o(1+\%)^n$$

$$P_f = 38 (1+0.0106)^{21}$$

$$P_f = 48 \text{ Habitantes}$$

Factor de flujo. Habitantes totales hasta el tramo.

$$FH = (18+P/1000)^{1/2} / (4+P/1000)^{1/2}$$

$$FH = (18+338/1000)^{1/2} / (4+338/1000)^{1/2}$$

$$FH = 4.056$$

Caudal de diseño. Habitantes totales hasta el tramo.

$$Q_{\text{dis}} = FQM * \text{No. Habitantes} * FH$$

$$Q_{\text{dis}} = 0.0053 * 338 * 4.056$$

$$Q_{\text{dis}} = 7.3 \text{ Lts/seg}$$

Velocidad a sección llena

$$V = 1/n (D * 0.0254 / 4)^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V = 1/0.009 (8 * 0.0254 / 4)^{2/3} * 0.021$$

$$V = 2.209$$

Caudal sección llena

$$Q = V * A$$

$$Q = (\pi/4 (8 * 0.0254)^2 * 2.209) * 1000$$

$$Q = 71.62 \text{ Lts/seg}$$

Relación de caudales

$$q_{\text{dis}}/Q_{\text{Sec. llena}} = 7.3 / 71.62 = 0.102$$

Relación de velocidades

$$v/V = 0.643$$

Relación de tirantes

$$d/D = 0.216$$

Chequeos

Caudales

$$Q_{\text{dis}} < Q_{\text{Sec. llena}} = 7.3 \text{ Lts/seg} < 71.62 \text{ Lts/seg}$$

Velocidad dentro del parámetro $0.40 < V * (v/V) < 5$

$$V * (v/V) = 2.209 * 0.643$$

$$V * (v/V) = 1.42$$

Cota Invert final

Cota Final – H mínima

$$63.918 - 1.20 = 62.718$$

Cota Invert inicial

%P * Distancia + Cota Invert Final

$$(2.10\%) * (42) + 62.718 = 63.6$$

Altura de pozo

Cota inicio – Cota invert inicial + 0.10

$$(64.820 - 63.6) + 0.10 = 1.32$$

Excavación

$(H_1 + H_2/2) * \text{Dist.} * Z$

$$(1.30 + 1.32 / 2) * 42 * 0.75 = 41.3 \text{ m}^3$$

El diseño de los demás tramos se realiza igual que el diseño del tramo 12-14, del proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Se debe utilizar el procedimiento del anterior tramo calculado, se presenta la tabla de resumen del diseño hidráulico de la Red de Drenaje Sanitario del Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. Anexo 4.

El diseño de tubería para la red de drenaje sanitario será de tipo P.V.C. para el diseño se cuenta con como diámetro mínimo de acuerdo a lo que indica la Dirección General de Obras Públicas, el colector general será de 8", cualquier cambio de diámetro que considere el ingeniero ejecutor tendrá atribución directa de la pendiente, del caudal o de la velocidad del flujo.

En las conexiones domiciliarias, el diámetro a utilizar será menor que el colector general, con esto se podrá evitar que residuos u objetos de gran tamaño obstruyan el paso en el colector general, el diámetro será como mínimo de 6", para conexiones domiciliarias con una pendiente mínima de 0.8% y una máxima de 6%, y con un ángulo horizontal respecto a la línea central del colector general de 45 grados, con dirección al sentido de la corriente. Se debe considerar una buena realización de zanjas para que sea fácil de maniobrar la instalación de tubería para la red de drenaje sanitario.

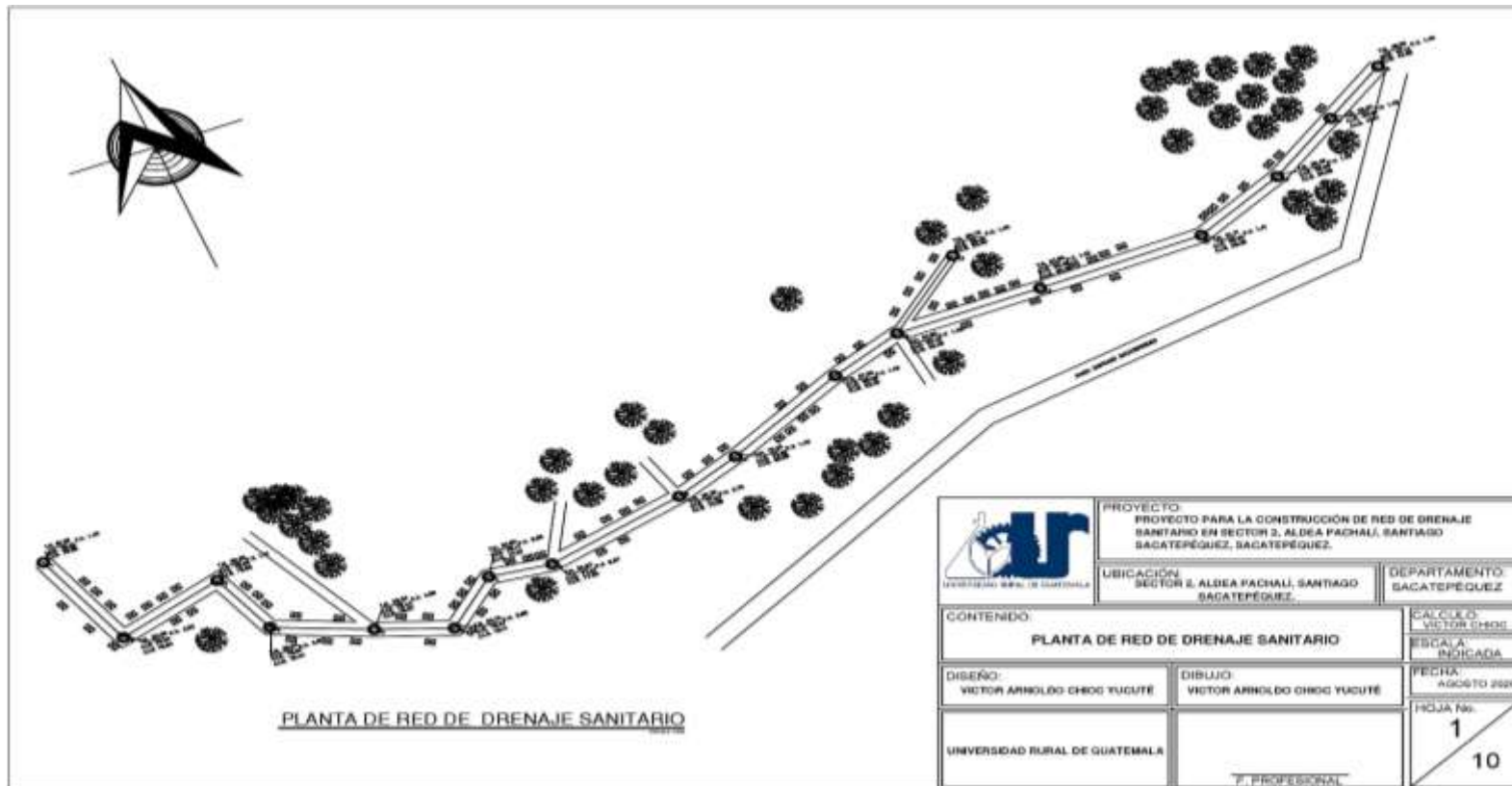
Anexo 5.2. Tabla de resumen del diseño hidráulico del proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en Sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

TRAMO	LONGITUD(m)			POBLACION	COEF. HARMON	Q de Diseño	COTAS TERRENO(m)		PENDIENTE %		DIAMETRO		Coef. Rug. Manning	TUBO LLENO		RELACIONES			CHEQUEO		COTA INVERT		PROFUNDIDAD (m)		VOLUMENES (m ³)
	Tramo	Tributaria	Total				Inicial	Final	Propuesta	Comercial (cm)		Caudal de Diseño (l/s)		Velocidad de Diseño (m/s)	q/Q	v/V	d/D	VELOCIDAD (m/s)	ENTRADA	SALIDA	POZO	ZANJA	Excavación		
											Pulg.														
1-2	34	0	34	31	4.353	7.836	81.225	83.085	0.8	20	8"	0.009	44.206	1.363	0.177	0.754	0.285	1.028	79.822	79.551	1.303	0.750	60.087		
2-3	32	34	66	60	4.298	7.737	83.085	80.257	2.2	20	8"	0.009	73.308	2.261	0.106	0.650	0.219	1.468	79.551	78.842	3.434	0.750	57.398		
3-4	22	66	88	80	4.269	7.686	80.257	82.644	0.8	20	8"	0.009	44.206	1.363	0.174	0.750	0.282	1.023	78.842	78.669	1.315	0.750	42.049		
4-5	28	88	116	105	4.237	7.628	82.644	83.329	0.8	20	8"	0.009	44.206	1.363	0.173	0.749	0.281	1.021	78.669	78.442	3.875	0.750	92.073		
5-6	22	116	138	125	4.215	7.589	83.329	84.123	0.8	20	8"	0.009	44.206	1.363	0.172	0.748	0.280	1.019	78.442	78.267	4.787	0.750	86.660		
6-7	20	138	158	143	4.197	7.557	84.123	84.803	0.8	20	8"	0.009	44.206	1.363	0.171	0.747	0.280	1.018	78.267	78.108	5.756	0.750	92.304		
7-8	18	158	176	160	4.182	7.530	84.803	84.632	0.8	20	8"	0.009	44.206	1.363	0.170	0.746	0.279	1.017	78.108	77.965	6.595	0.750	87.821		
8-9	42	176	217	197	4.150	7.472	84.632	80.377	0.8	20	8"	0.009	44.206	1.363	0.169	0.744	0.278	1.015	77.965	77.632	6.567	0.750	143.940		
9-10	21	217	238	216	4.135	7.446	80.377	75.297	18.1	20	8"	0.009	210.270	6.484	0.035	0.470	0.129	3.049	77.624	73.894	2.652	0.750	30.568		
10-11	39	238	277	252	4.110	7.401	75.297	66.996	21.4	20	8"	0.009	228.636	7.050	0.032	0.458	0.123	3.227	73.894	65.578	1.303	0.750	38.192		
11-12	22	277	299	272	4.096	7.376	66.996	64.820	9.7	20	8"	0.009	153.930	4.747	0.048	0.515	0.149	2.443	65.578	63.415	1.318	0.750	21.940		
13-12	31	0	31	28	4.360	7.847	66.727	64.820	6.2	20	8"	0.009	123.065	3.795	0.064	0.560	0.171	2.126	65.324	63.416	1.303	0.750	30.105		
12-14	42	330	372	338	4.056	7.304	64.820	63.918	2.1	20	8"	0.009	71.622	2.209	0.102	0.643	0.216	1.420	63.395	62.514	1.325	0.750	41.341		
14-15	48	372	419	381	4.032	7.262	63.918	61.711	4.6	20	8"	0.009	106.003	3.269	0.069	0.572	0.177	1.870	62.495	60.307	1.323	0.750	46.826		
15-16	29	419	448	407	4.018	7.237	61.711	56.481	18.1	20	8"	0.009	210.270	6.484	0.034	0.466	0.127	3.023	60.303	55.077	1.308	0.750	28.266		
16-17	25	448	473	430	4.007	7.217	56.481	52.274	17	20	8"	0.009	203.780	6.284	0.035	0.470	0.129	2.955	55.077	50.862	1.303	0.750	24.321		
17-18	22	473	495	450	3.997	7.200	52.274	48.522	16.9	20	8"	0.009	203.180	6.265	0.035	0.470	0.129	2.946	50.857	47.119	1.317	0.750	21.737		

Fuente: Chioc, V., enero 2022.

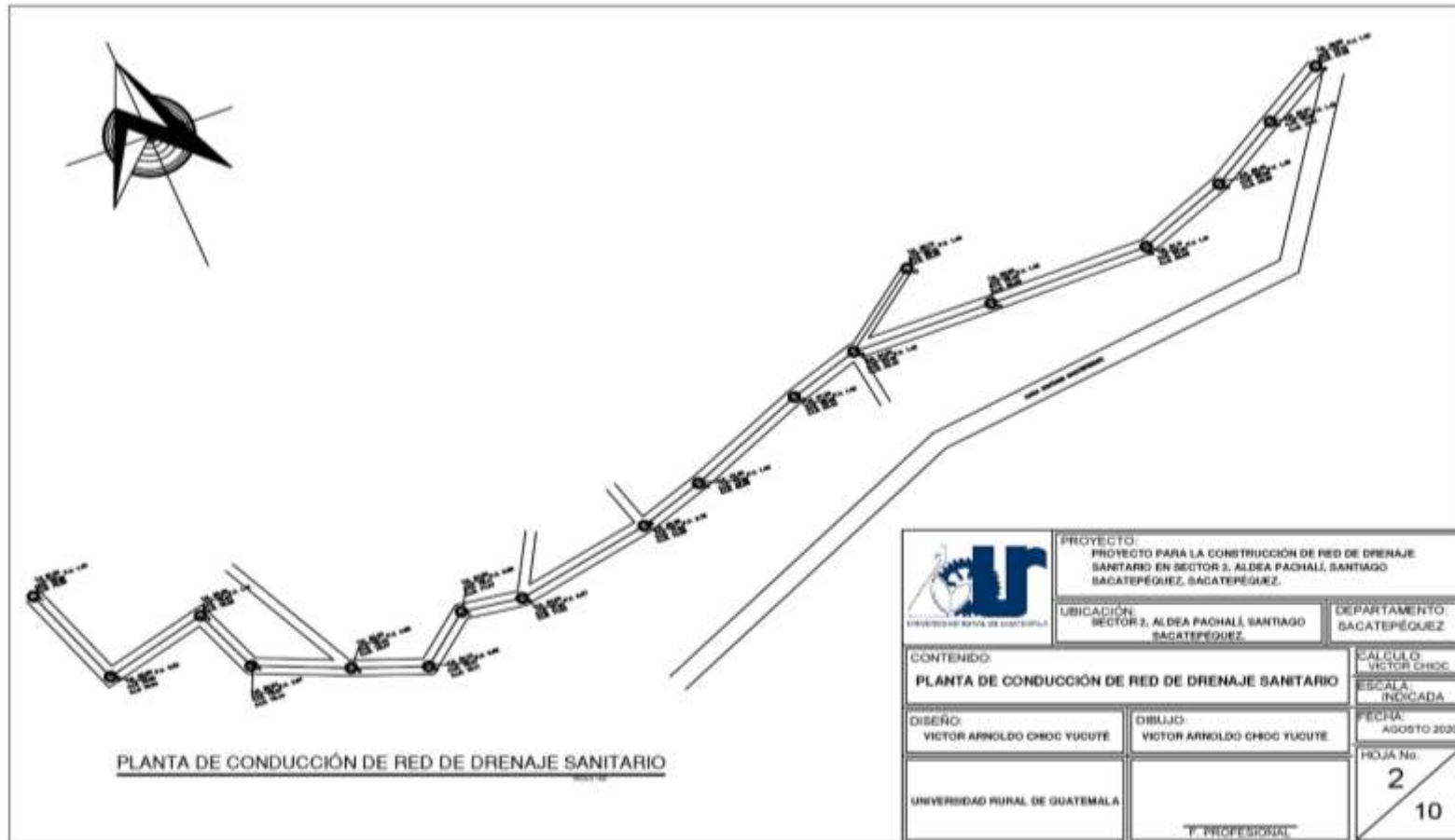
Anexo 5.3. Planos del proyecto para la construcción de red de drenaje sanitario en sector 2, aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez.

Plano 1. Planta de red de drenaje sanitario.



Fuente: Chioc, V., enero 2022.

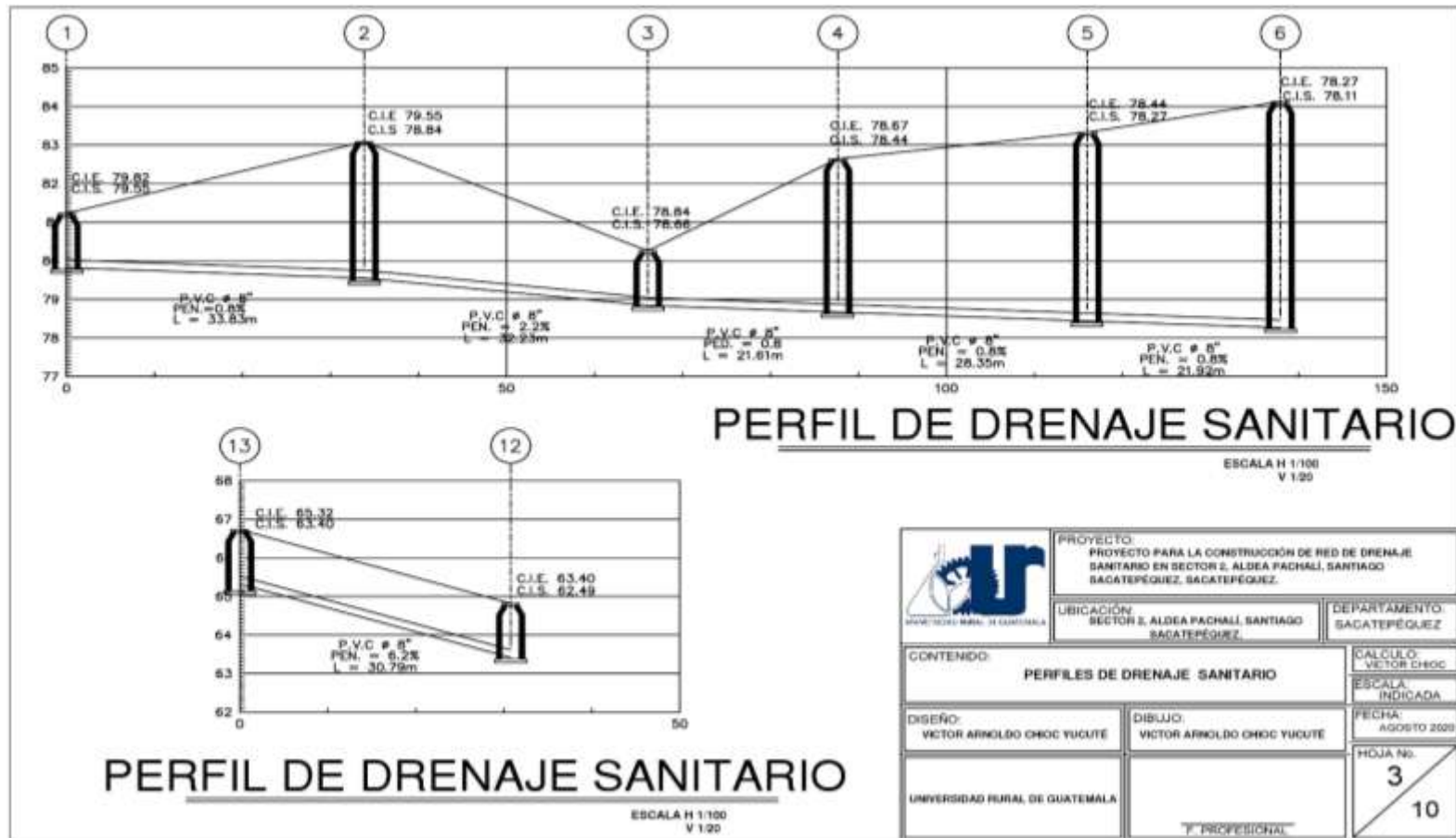
Plano 2. Planta de conducción de red de drenaje sanitario.



 UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA	PROYECTO: PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RED DE DRENAJE SANITARIO EN SECTOR 3, ALDEA PACHAL, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ.	DEPARTAMENTO: SACATEPÉQUEZ
	UBICACIÓN: SECTOR 3, ALDEA PACHAL, SANTIAGO SACATEPÉQUEZ.	CALCULO: VICTOR CHOC
CONTENIDO: PLANTA DE CONDUCCIÓN DE RED DE DRENAJE SANITARIO	ESCALA: INDICADA	FECHA: AGOSTO 2020
DISEÑO: VICTOR ARNOLDO CHOC YUCUTE	DIBUJO: VICTOR ARNOLDO CHOC YUCUTE	HOJA No. 2
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA	T. PROFESIONAL	10

Fuente: Chioc, V., enero 2022.

Plano 3. Perfiles de drenaje sanitario.



Fuente: Chioc, V., enero 2022.

Plano 4. Perfiles de drenaje sanitario.



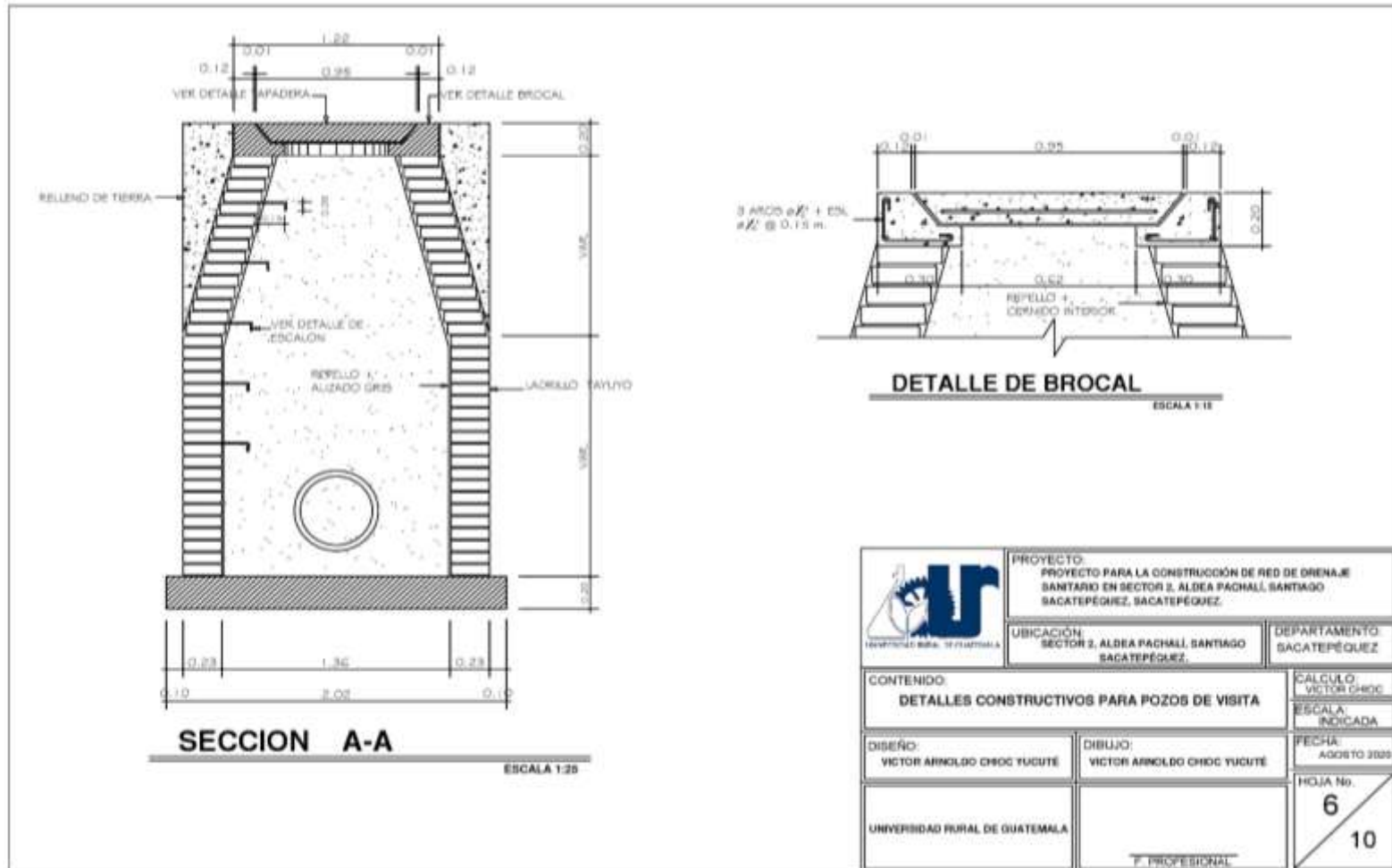
Fuente: Chioc, V., enero 2022.

Plano 5. Perfiles de drenaje sanitario.



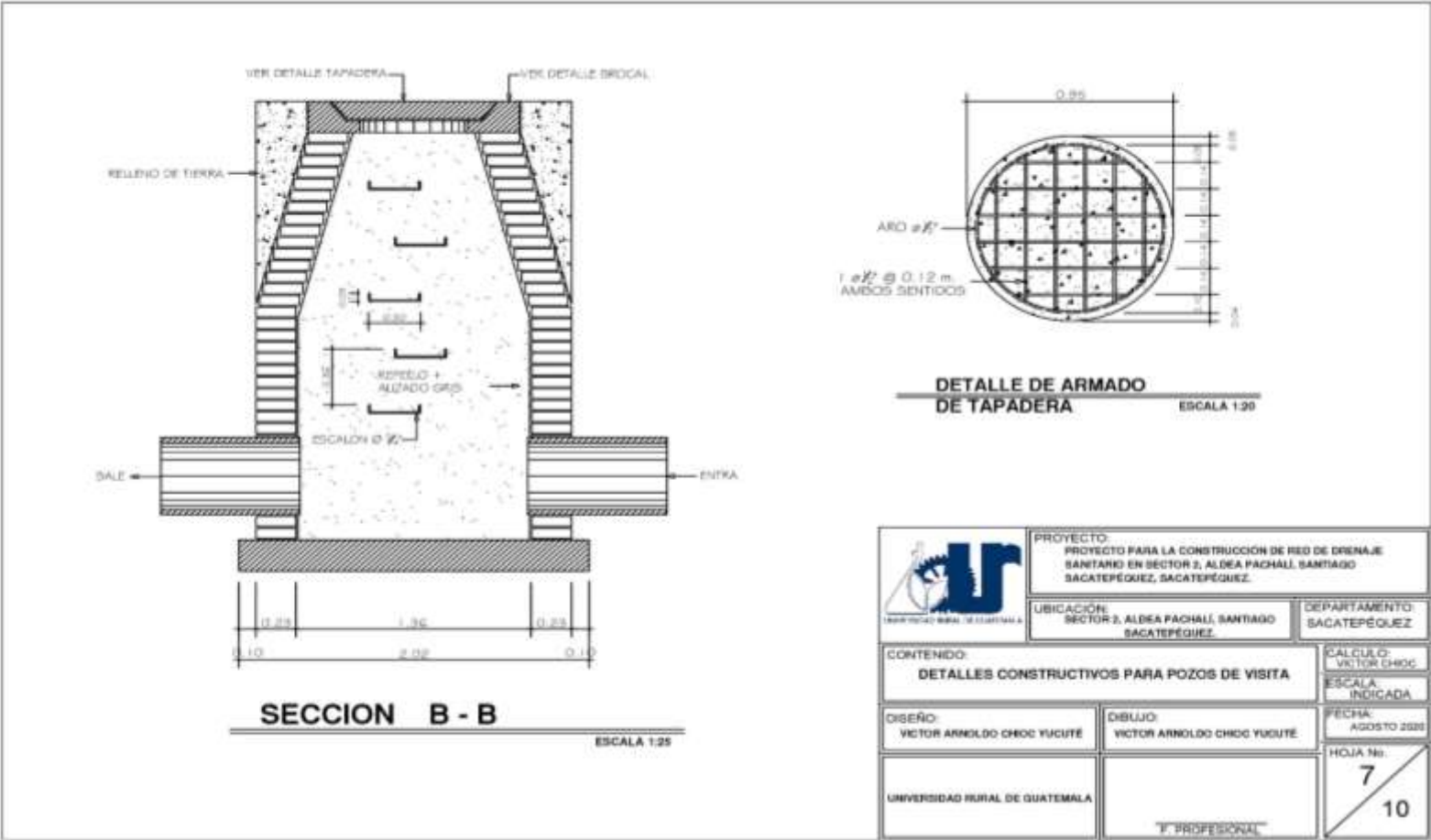
Fuente: Chioc, V., enero 2022.

Plano 6. Detalles constructivos para pozos de visita.



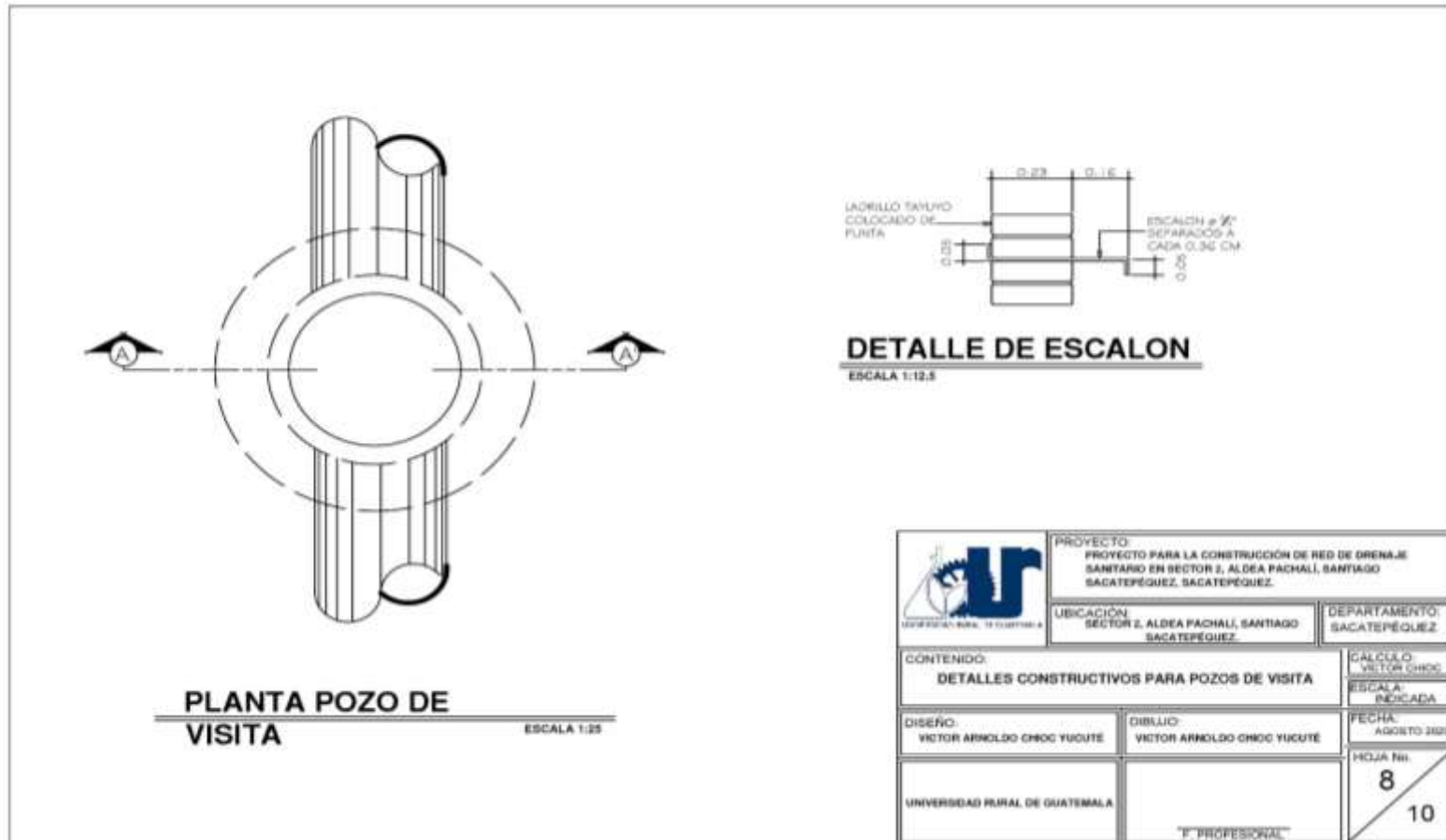
Fuente: Chioc, V., enero 2022.

Plano 7. Detalles constructivos para pozos de visita.



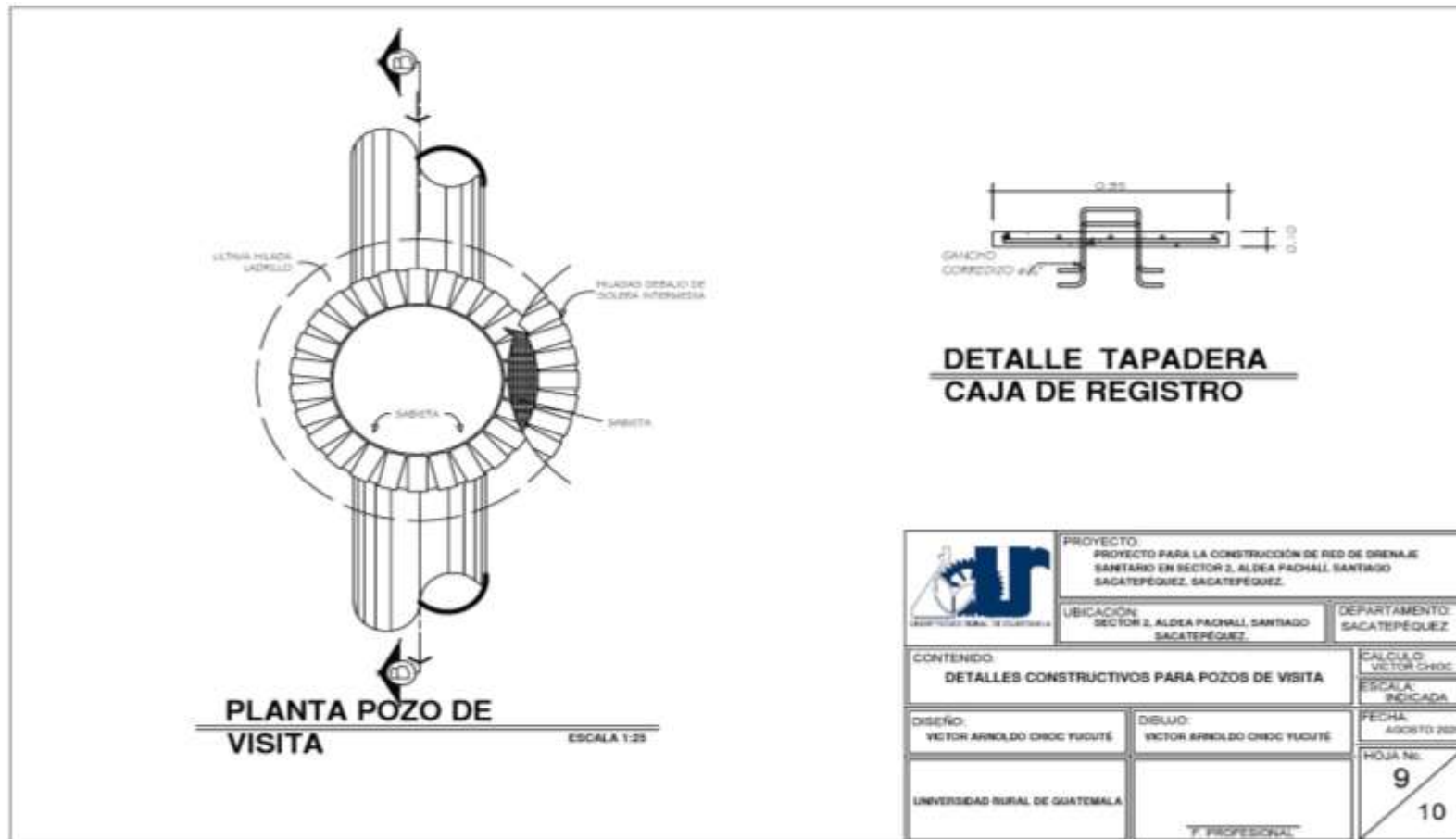
Fuente: Chioc, V., enero 2022.

Plano 8. Detalles constructivos para pozos de visita.



Fuente: Chioc, V., enero 2022.

Plano 9. Detalles constructivos para pozos de visita.



Fuente: Chioc, V., enero 2022.

Plano 10. Detalles constructivos para pozos de visita.

SECCIÓN TRANSVERSAL DE ZANJA PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍA ADS N-12

Altura	Capo	Material empleado	Grado de compactación
variable	Relleno Final	Piedra sin material producido de la excavación, o terraplen, si no existe especificación, podrá ser sustituido en espesor de 20 cm.	85% o 90% según indicaciones de especificación, o lo establecido en proyecto de estabilidad
Da/2+Hc	Relleno inicial	Compactada en capas de 20 cm, hasta la altura mínima de cubilón (Da) señaladas, L. S. S. Clasificación ASTM D2001	85% PGM Proctor estándar
Da/2	Anillo de arena	Compactada en capas de 20 cm, hasta el la parte del tubo (proporción arena, cemento y estabilidad al tubo), señaladas L. S. S. Clasificación ASTM D2001	85% PGM Proctor estándar
P	Encofrado	Formado y alisado, señaladas L. S. S. Clasificación ASTM D2001	85% PGM Proctor estándar
variable		Dimensiones: interior material instalado y sustituir por material clase L. S. S. piedra hasta 2".	

Ver clasificación de materiales de acuerdo a la ASTM D2001 (SI), en el manual de Instalación de tubería ADS

ANCHOS DE ZANJA MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA TUBERÍAS DE PFAO CORRUGADO ADS N-12

Diámetro de tubería (mm)	Diámetro interno (mm)	Diámetro externo (mm)	Espesor de arena (mm)	Ancho de cubilón (mm)	Ancho de zanja (mm)	Calado de cubilón (mm)	Profundidad de cubilón (mm)	Profundidad de zanja (mm)
8"	152	178	1.25	20.25	360	1.25	207.5	152
8"	202	227	1.25	18.25	432	1.25	245.2	152
8"	252	277	1.25	21.25	712	1.25	485.7	152
12"	202	227	2.25	21.75	762	2.25	576.7	152
12"	252	277	2.25	20.25	832	2.25	646.7	152
12"	302	327	2.25	22.75	832	2.25	622.2	152
16"	252	277	3.25	25.25	1222	3.25	972.2	152
16"	302	327	3.25	23.75	1222	3.25	947.2	152
20"	252	277	4.25	27.25	1482	4.25	1122.2	152
20"	302	327	4.25	25.75	1482	4.25	1097.2	152
24"	302	327	5.25	29.25	1742	5.25	1272.2	152
24"	352	377	5.25	27.75	1742	5.25	1247.2	152
28"	352	377	6.25	31.25	2002	6.25	1422.2	152
28"	402	427	6.25	29.75	2002	6.25	1397.2	152
32"	402	427	7.25	33.25	2262	7.25	1602.2	152
32"	452	477	7.25	31.75	2262	7.25	1577.2	152
36"	452	477	8.25	35.25	2522	8.25	1782.2	152
36"	502	527	8.25	33.75	2522	8.25	1757.2	152

L. LOS ANCHOS MÍNIMOS RECOMENDADOS DEBERÁN MANTENERSE DEBIDO A LA MANEJO DE LA EXCAVACIÓN PARA EL CASO DEBIDO AL LARGO DE LA TUBERÍA.

NOTAS:

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN REFUERZO $f_c=210\text{kg/cm}^2$ PROPORCIÓN 1:2:5.
3. EL MORTERO A UTILIZAR EN EL LEVANTADO DE LADRILLO SERÁ SABIETA DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCIÓN 1:3.
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN CURARSE SEGUN LAS ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACION.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ $f_y=2810\text{kg/cm}^2$ (GRADO 40).
6. TODAS LAS TAPADERAS DEBERÁN SER NUMERADAS EN BAJO RELIEVE.
7. EL INTERIOR DE LOS POZOS SE ALIZARÁN CON SABIETA DE CEMENTO Y ARENA DE RIO PROPORCIÓN 1:3 HASTA LA ALTURA DE 0.30 cms. SOBRE LA COTA DE CORONA DE LA TUBERÍA DE ENTRADA.
8. TODA LA TUBERÍA ES PVC DE LOS DIAMETROS INDICADOS EN LOS PLANOS.

PROYECTO:
PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE RED DE DRENAJE SANITARIO EN SECTOR 2, ALDEA PACHALL SANTIAGO SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ.

UBICACIÓN:
SECTOR 2, ALDEA PACHALL SANTIAGO SACATEPÉQUEZ.

DEPARTAMENTO:
SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
DETALLES CONSTRUCTIVOS PARA POZOS DE VISITA

DISEÑO:
VICTOR ARNOLDO CHIOC YUCUTE

DISUJO:
VICTOR ARNOLDO CHIOC YUCUTE

FECHA:
AGOSTO 2020

UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA

HOJA No.
10
10

Fuente: Chioc, V., enero 2022.