

Abiezer Miguel Antonio Lázaro Salazar

PROPUESTA DE PLAN PARA LA MEJORA DEL DISEÑO Y
CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA
LOTIFICACIÓN LOS LAURELES, CASERÍO EL TERRERO, MUNICIPIO DE
JALAPA.



Asesor General Metodológico:

M.A. Pablo Ismael Carbajal Estévez

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, julio 2023.

Informe Final de Graduación

PROPUESTA DE PLAN PARA LA MEJORA DEL DISEÑO Y
CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA
LOTIFICACIÓN LOS LAURELES, CASERÍO EL TERRERO, MUNICIPIO DE
JALAPA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Abiezer Miguel Antonio Lázaro Salazar

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, julio 2023.

Informe Final de Graduación

PROPUESTA DE PLAN PARA LA MEJORA DEL DISEÑO Y
CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA
LOTIFICACIÓN LOS LAURELES, CASERÍO EL TERRERO, MUNICIPIO DE
JALAPA.



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, julio 2023.

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

Prólogo

De conformidad con el programa de graduación y en secuencia con lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, se realizó una propuesta sobre “Plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa”.

Previo a optar al título universitario de Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales, en el grado académico de Licenciatura, la investigación se realizó en Lotificación los Laureles, con la participación de jefes de hogar, e instituciones tales como la municipalidad de Jalapa y director de D.M.P.

Existen razones prácticas para llevar a cabo la investigación: Servir como medio de mejora de la calidad de vida de los vecinos de Lotificación los Laureles.

Ser aplicable como alternativa de solución para otras comunidades en condiciones semejantes.

Diseñar una solución funcional apoyado por los conocimientos adquiridos en las clases universitarias.

Dicho propósito de investigación del estudio mencionado se extendió de suma importancia para analizar el problema y así mismo darle una solución entregándole la propuesta final a la unidad ejecutora Municipalidad de Jalapa la cual es involucrada directamente con el tema de la construcción y desempeña un papel crucial al facilitar las gestiones necesarias para obtener los recursos necesarios para la ejecución del proyecto con su Dirección Municipal de Planificación y además asegura la calidad, durabilidad y correcta funcionalidad, y por lo tanto dar un mejor servicio a la población Jalapaneca quien en muchos años ha sufrido de desatención por falta de propuestas adecuadas para la solución a los diferentes problemas que asedian a la población en general.

Presentación

El presente estudio obtiene datos de investigación realizado por el alumno Abiezer Miguel Antonio Lázaro Salazar estudiante de la Facultad de Ingeniería en cumplimiento con lo estipulado con la Universidad Rural de Guatemala, previo a obtener el título de Ingeniero Civil en grado académico de licenciatura, se realizó el estudio “Plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa”. El cual aborda la situación investigando la problemática del colapso de la red de alcantarillado sanitario existente en la lotificación.

El propósito del presente estudio es contribuir técnicamente manifestando soluciones viables para la población de calidad, durabilidad y funcionalidad debido a que en los últimos años el aumento de la población en la lotificación Los Laureles han generado un colapso en la red de alcantarillado sanitario existente puesto que el diseño actual ya no cumple con las necesidades básicas de la población.

Como medio para solventar el problema se presentan soluciones estratégicas que puedan orientar a las autoridades municipales en específico a la Dirección Municipal de Planificación, en función de la implementación de un plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario.

El presente estudio investigativo, tiene como fin mitigar y evitar que nuevamente salgan a luz en lo posible cada uno de los problemas que la actual red de alcantarillado sanitario en el área afectada genera a la población, evitando así las constantes obstrucciones de la tubería como el reemplazo de secciones por el deterioro de la misma ya que la hipótesis planteada genero resultados positivos tomando en cuenta a los jefes de hogar, personal de la municipalidad y director de planificación municipal.

ÍNDICE GENERAL

No.	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN	1
I.1	Planteamiento del problema.....	2
I.2	Hipótesis	3
I.3	Objetivos.....	3
I.3.1	Objetivo general.....	3
I.3.2	Objetivo específico	3
I.4	Justificación	4
I.5	Metodología.....	5
I.5.1	Métodos	5
I.5.1.1	Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis.....	6
I.5.2.	Técnicas	8
I.5.2.1.	Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis	8
I.5.2.2.	Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.....	10
II.	MARCO TEÓRICO	13
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	89
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
	BIBLIOGRAFIA	
	ANEXO	

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Contenido	Página
1	Cobertura de saneamiento ambiental en drenajes al año 2002.....	20
2	Jefes de hogar indican incremento en los costos de mantenimiento de la red de alcantarillado sanitario.....	91
3	Frecuencia con la que se realiza mantenimiento a la red de alcantarillado sanitario.....	92
4	Se tienen pérdidas económicas.....	93
5	Pérdida de tiempo por mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario.....	94
6	Época del año en que se presentan daños a la red de alcantarillado sanitario.....	95
7	Autoridades municipales indican sobre la existencia de un plan para el mejoramiento de la red de alcantarillado sanitario en Lotificación Los Laureles, Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa.	96
8	Disponibilidad de presupuesto para obras de alcantarillado sanitario en Jalapa.....	97
9	Frecuencia con la que se realiza monitoreo en la red de alcantarillado sanitario en Lotificación Los Laureles, Caserío el Terrero, municipio de Jalapa.....	98
10	Correcto funcionamiento de la red de alcantarillado sanitario en lotificación los Laureles, Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa.	99
11	Personal capacitado en el área de la cuantificación de datos sobre producción de aguas servidas en Lotificación los Laureles, Caserío el Terrero municipio de Jalapa.....	100

ÍNDICE DE GRÁFICAS

No.	Contenido	Página
1	Cobertura de saneamiento ambiental en drenajes al año 2002.....	91
2	Jefes de hogar indican incremento en los costos de mantenimiento de la red de alcantarillado sanitario.....	91
3	Frecuencia con la que se realiza mantenimiento a la red de alcantarillado sanitario.....	92
4	Se tienen pérdidas económicas.....	93
5	Pérdida de tiempo por mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario.....	94
6	Época del año en que se presentan daños a la red de alcantarillado sanitario.....	95
7	Autoridades municipales indican sobre la existencia de un plan para el mejoramiento de la red de alcantarillado sanitario en Lotificación Los Laureles, Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa.	96
8	Disponibilidad de presupuesto para obras de alcantarillado sanitario en Jalapa.....	97
9	Frecuencia con la que se realiza monitoreo en la red de alcantarillado sanitario en Lotificación Los Laureles, Caserío el Terrero, municipio de Jalapa.....	98
10	Correcto funcionamiento de la red de alcantarillado sanitario en lotificación los Laureles, Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa.	99

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Contenido	Página
1	Esquema típico de un sistema de alcantarillado sanitario.....	24
2	Diseño de alcantarillado sanitario.....	31
3	Aporte de infiltración por longitud de tubería.....	34
4	Velocidades mínimas a sección llena para residuos industriales....	35
5	Relación de Q/Q_0 máxima para la selección del diámetro.....	36
6	Sistema de alcantarillado pluvial.....	38
7	Sistema de alcantarillado pluvial.....	39
8	Alcantarillado Pluvial Municipal.....	40
9	Alcantarillado combinado.....	41
10	Tramo inicial de conductos.....	47
11	Tramo secundario de conductos.....	48
12	Tramos iniciales de conductos.....	49
13	Interceptores.....	50
14	Emisión Final.....	51
15	Tubería de concreto reforzado con junta Hermética.....	53
16	Tubería de concreto reforzado con junta normal.....	54
17	Tubería PVC liso.....	56
18	Tubería PVC corrugado.....	57
19	Sección de Pozo de visita.....	58

20	Construcción de pozo de visita.....	59
21	Construcción de pozo de visita.....	60
22	Construcción de brocal de pozo de visita.....	61
23	Tapadera de pozo de visita.....	62
24	Pozo de inspección o bocas de acceso.....	63
25	Sistema de mantenimiento de alcantarillado.....	64
26	Detalle de instalación de fosa séptica	66
27	Fosa séptica prefabricada de 3 compartimientos.....	67
28	Pozo de absorción.....	69
29	Detalle de fabricación de pozo de absorción.....	70
30	Detalle de tapadera de pozo de absorción.....	71
31	Diagrama de tratamientos en una PTAR.....	72
32	Diagrama de tratamiento primario y tratamiento biológico.....	73
33	Portada de Reglamento de Las Descargas Y Reúso De Aguas Residuales Y De Lodos.....	72
34	Marco legal y normativo.....	79
35	Recurso hídrico.....	81

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo investigativo de Ingeniería Civil en el grado académico de Licenciatura, se elaboró para dar solución a la problemática identificada en la Lotificación Los Laureles, Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa, sobre la falta de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario, por lo que fue preciso realizar el estudio del problema, su causa y efectos, con la finalidad de proponer la implementación de un diseño acorde a las necesidades actuales de la población.

El acceso a servicios básicos de saneamiento es importante y esencial para garantizar la salud y el bienestar de una comunidad, en muchas áreas urbanas en desarrollo, la falta de infraestructuras adecuadas de alcantarillado sanitario puede llevar a serios problemas de salud pública y de calidad ambiental. En este contexto, el estudio y la mejora de los sistemas de alcantarillado sanitario se vuelven imperativos para asegurar un ambiente habitable y saludable para los residentes.

La lotificación Los Laureles, representa un caso relevante en este contexto. A pesar de su crecimiento poblacional y su importancia dentro del tejido urbano de la región, el sistema de alcantarillado sanitario enfrenta desafíos significativos en términos de eficiencia, mantenimiento y capacidad para satisfacer las necesidades de sus habitantes.

Al abordar estos aspectos, esta investigación busca contribuir al conocimiento existente sobre la gestión de sistemas de alcantarillado sanitario en áreas urbanas en desarrollo, así como proporcionar recomendaciones prácticas para mejorar la calidad de vida de los residentes de la lotificación Los Laureles y promover un ambiente más saludable y sostenible en la región

I.1 Planteamiento del problema

Se presenta la problemática del alto costo por mantenimiento de alcantarillado sanitario en Lotificación los Laureles, caserío el Terrero, Municipio de Jalapa, que se ha generado por los últimos 5 años, debido a que la red de alcantarillado sanitario actual ya no es de un diámetro adecuado para satisfacer las necesidades de la población presentando colapsos, lo que provoca malestar en los vecinos.

Es en la época de invierno cuando más inciden los colapsos de la red actual, debido a que el diseño del alcantarillado no está capacitado para recibir aguas pluviales y aguas residuales lo que conlleva a tener una red deficiente dado que la tubería actual presenta fugas, corrosión y taponamientos la mayor parte del tiempo.

Se considera que la falta de plan para la mejora del diseño de la red de alcantarillado sanitario es indispensable para la población ya que día con día se generan gastos mayores por mantenimiento de las tuberías, al tomar conciencia sobre la problemática podemos comenzar con una solución viable para evitar y reducir los eventos de colapso en la red.

La realización del proyecto denominado plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa se pretende mejorar la calidad de vida de los vecinos de Lotificación los Laureles, evitando incurrir en gastos innecesarios por mantenimiento de tuberías por el colapso de las mismas ya que una tubería de mejor calidad al utilizar PVC y mayor diámetro evita fugas y su deterioro es menor, dejando una brecha abierta a la posible pavimentación futura de las calles de la Lotificación.

I.2 Hipótesis

“El incremento de los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años; por colapso, es debido a la inexistencia de plan para la mejora de su diseño y construcción.”

¿Es la inexistencia de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario, la causante del incremento de los costos de mantenimiento, por su colapso, en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años?

I.3 Objetivos

Estos se determinaron a partir del árbol de problemas el cual estaba en negativo y se generó el árbol de objetivos los cuales se encuentran en positivo y serán las metas o resultados que se esperan obtener para la correcta funcionalidad y ejecución del proyecto.

I.3.1 Objetivo general

Contribuir a disminuir los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.

I.3.2 Objetivo específico

Mejorar la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.

I.4 Justificación

La decisión importante sobre Inexistencia de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa se realizaron diferentes análisis los cuales nos mostraron el deterioro de la tubería existente y su colapso, por medio de la observación directa y la inspección de pozos de visita permitió verificar la presencia del problema.

El plan de mejoramiento se prioriza para proteger a los 1200 habitantes de la Lotificación, recursos naturales y medio ambiente principalmente a los ríos en relación a suelos y descargas residuales puesto que se genera el desarrollo urbano del departamento demandado por la población para evitar así el incremento en las pérdidas económicas por gastos de mantenimiento en las tuberías.

Con la finalidad de atender la necesidad, se lleva a cabo la presentación del diseño y construcción de un sistema de alcantarillado eficiente para así lograr la disminución de la problemática de degradación de suelos, malos olores visitas frecuentes al médico y brindar a la población una mejor calidad de vida.

Con la implementación del plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, se espera reducir los costos por mantenimiento de la red de alcantarillado sanitario en un 10% (diez por ciento) al quinto año de la ejecución del proyecto, y evitar el incremento de pérdidas económicas así como pérdida de tiempo y recursos en la reparación constante de la misma, entregando a la población de la Lotificación los Laureles un proyecto de calidad, capaz de satisfacer las necesidades actuales de la población que está actualmente siendo afectada.

I.5 Metodología

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

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

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 utilizados para la formulación de la hipótesis

Método deductivo

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales de Lotificación Los Laureles Caserío el Terrero, municipio de Jalapa.

Método analítico

A través de este método, fue posible observar e interpretar los datos obtenidos después de que se presentara la hipótesis, para estudiar las causas del colapso de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.

Método marco lógico

Con una comprensión más clara del problema, se realizó la formulación de la hipótesis, en la que se utilizó el marco lógico para influir, además de definir el área de trabajo, también permitió encontrar la variable hipotética dependiente y la variable independiente para especificar el tiempo de investigación.

El marco lógico también permitió descubrir los objetivos generales y específicos de la investigación y fue a través del mismo que se pudo establecer el nombre del trabajo.

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

I.5.1.2 Métodos empleados 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 los métodos: estadístico, análisis y síntesis en forma de apoyo al método inductivo.

Método inductivo

La inducción fue utilizada, para obtener resultados específicos o exclusivos de los problemas identificados, a fin de extraer conclusiones y recomendaciones generales de dichos resultados.

Método estadístico y analítico

Estos permitieron determinar parámetros de las encuestas, los cuales ayudaron a comprobar la hipótesis, en que, el incremento de los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años; por colapso, es debido a la inexistencia de plan para la mejora de su diseño y construcción.

Método sintético

Una vez que se obtuvo la información, la síntesis fue utilizada, para sacar conclusiones y recomendaciones de este trabajo, esto también hizo que la generalidad de la información sea coherente con los resultados de la investigación de campo.

I.5.2. Técnicas

I.5.2.1. Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis

Observación directa. Esta técnica se utilizó directamente en el área urbana, a cuyo efecto, se observó la forma en que actuaban los habitantes de tal población; así como a terceras personas que poseían relación directa e indirecta con la misma, como concejo municipal, consejo de desarrollo, dirección municipal de proyectos, entre otros.

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 los habitantes de la lotificación citada, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Al poseer una visión más clara sobre la problemática de la Lotificación los Laureles citada, 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 graficación de la hipótesis se encuentra en el anexo No. 2.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “El incremento de los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años; por colapso, es debido a la inexistencia de plan para la mejora de su diseño y construcción.” ¿Es la inexistencia de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario, la causante del incremento de los costos de mantenimiento, por su colapso, en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años?

Lluvia de ideas

El uso de esta técnica fue esencial para la recopilación de ideas, lo que permitió determinar cuáles son los mayores problemas que afrontan los habitantes de la Lotificación los Laureles, Caserío el Terrero, municipio de Jalapa.

Observación directa

Esta técnica se utilizó, directamente en el área de impacto del estudio y para este propósito, se observó el colapso de las tuberías que satisfacen las necesidades de las familias de la Lotificación los Laureles, Caserío el Terrero, municipio de Jalapa.

Investigación documental

Esta técnica se utilizó, para determinar si hay documentos similares o documentos relacionados con el problema a estudiar, para evitar la duplicación del trabajo académico, además de obtener las contribuciones de otros investigadores y otras opiniones sobre los temas citados. Los documentos consultados se especifican en el párrafo de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

Entrevista

Una vez que se formó una comprensión general del problema, se procedió a entrevistar a jefes de hogar la Lotificación los Laureles, Caserío el Terrero, municipio de Jalapa y al consejo municipal de Jalapa, así como al director de la dirección municipal de planificación, para obtener información más precisa sobre los problemas encontrados.

Después de realizar las entrevistas, con una comprensión más clara del problema, se utilizó el método deductivo, y a través de las técnicas descritas anteriormente, fue presentada la hipótesis. Para este propósito, se apoyó con el método de marco lógico el cual permitió encontrar las variables dependientes e independientes.

I.5.2.2. Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

Cálculo del tamaño de la muestra

En atención a este tema, el grupo de investigación decidió efectuar un muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 600 personas jefes de hogar debiendo hacer el cálculo de muestra arrojando un total de 67 boletas con un nivel de confianza de 90% y un error de muestreo de 9.5% y 14 empleados de la municipalidad de Jalapa; por lo que, para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad del consejo municipal y al director de la D.M.P.; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

Encuestas

Se elaboraron dos tipos de encuesta; la primera fue dirigida a los jefes de hogar de la lotificación para comprobar la variable dependiente y la segunda al consejo municipal de Jalapa y al director de la D.M.P. para la comprobación de la causa.

Censo

Con el objetivo de comprobar la variable independiente de incremento Inexistencia de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, se realizó un censo al consejo municipal de Jalapa y al director de la dirección municipal de planificación de Jalapa.

Técnica de análisis

El análisis incluyó, la interpretación de los valores absolutos y relativos de los datos tabulados, los que se obtuvieron después de la aplicación de las boletas de investigación, que tuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Coefficiente de correlación

Al calcular el coeficiente de correlación, proporcionó un indicador estadístico, que en consecuencia permitió conocer la correlación lineal entre dos variables cuantitativas (X, Y), en otras palabras, medir el comportamiento de la curva durante el año de estudio. Según la fórmula establecida por la universidad, el coeficiente de correlación es 0.91

Proyección de línea recta

Se elaboró la gráfica comparativa con y sin proyecto para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada a futuro, sobre costos en quetzales por mantenimiento de red de alcantarillado sanitario en Lotificación los Laureles, Caserío el Terrero Municipio de Jalapa.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes de alcantarillados sanitarios

Los primeros sistemas de alcantarillado fueron creados principalmente para conducir de manera correcta las aguas pluviales. Desde los primeros asentamientos, donde se empezaron a construir las pequeñas ciudades, surgió la necesidad de drenar el agua de la lluvia de modo que no se estancara. En un primer lugar esta fue la primera función de los alcantarillados, sin embargo, junto con el crecimiento de la población, surgieron otras necesidades.

Deshacerse de los residuos se convirtió en una necesidad principal debido al alto número de casos de enfermedades y al mal manejo de estos residuos.

Ruano Téllez, (Ruano Téllez, 2022) comenta: actualmente se cree que las civilizaciones griegas y romana eran las más avanzadas de la época, pero ninguna de ellas fue capaz de crear un sistema de alcantarillado sanitario como los que tenemos actualmente esto hace referencia a la red de tubos subterráneos que están destinados a evacuar las aguas pluviales, así como las aguas residuales domésticas en las civilizaciones antiguas.

Historia del alcantarillado

Los sistemas de alcantarillado de las ciudades se remontan a la antigüedad y se han encontrado instalaciones de alcantarillado en lugares prehistóricos de Creta y en las antiguas ciudades asirias. Aunque su función original era el drenaje, es decir la recogida del agua de lluvia y las corrientes del terreno para reducir el nivel freático. (Rosell Campos, 2009, p. 1).

Rosell Campos (2009) afirma “En la antigua Grecia hay catalogados restos de letrinas agrupadas en habitaciones subterráneas, de planta cuadrada o circular, con unos orificios en el techo para conseguir ventilación e iluminación; que desaguaban sobre las cloacas principales, situadas a mayor profundidad” (p. 1).

Estas habitaciones se situaban en palacios y otros edificios públicos. La costumbre del resto de ciudadanos de arrojar los desperdicios a las calles, ¡el agua va! que en algunos lugares se ha mantenido casi hasta nuestros días; causó que por los originales canales de pluviales viajasen grandes cantidades de materia orgánica; lo que a la postre hizo que este sistema fuese abandonado con el tiempo, debido a los malos olores que producía y al foco de infecciones que esta práctica constituía. (Rosell Campos, 2009, p. 1).

Utilizar sistemas de saneamiento precarios ayudo a que se proliferaran muchas enfermedades y malos olores.

Hacia finales de la edad media empezaron a usarse en Europa los pozos negros, cuyo contenido se empleaba como fertilizante, o era vertido en los cursos de agua y tierras no explotadas. El sistema no ofrecía buenos resultados en zonas de elevadas precipitaciones o con acuíferos superficiales; y las epidemias de peste y otras enfermedades continuaban siendo frecuentes y devastadoras. (Rosell Campos, 2009, p. 8).

Los problemas de enfermedades continuaron durante estas épocas, debido a que no eran correctamente evacuadas las aguas negras, lo que provocaba el incremento de la necesidad de sistemas mejor diseñados.

“cuando las zonas con necesidad de evacuar sus aguas residuales se encontraban en áreas altas y con pendientes pronunciadas se tenía la necesidad de excavar zanjas más profundas, dependiendo de la cantidad de personas que vivían en la zona, para evitar que las aguas se salieran de su cause” (Ruano Téllez, 2022).

Otra solución adoptada cuando la población se asentaba en la confluencia de varias cuencas pluviales era la desviación de los cauces de agua naturales de menor tamaño en varios ramales o esguevas que recogían todos los aportes de inmundicias de la ciudad, vertiendo luego al cauce principal en distintas desembocaduras. Este sistema fue el utilizado en ciudades como Burgos o precisamente Valladolid. (Rosell Campos, 2009, p. 8).

Mientras crece la necesidad de el correcto evacuó de las aguas negras, tambien va creciendo la inovacion de los sistemas de alcantarillado en las epocas de la antigüedad, y se van creando nuevos y mejores sistemas.

Existen muchas Alcantarillas primitivas, siendo las más interesantes las del Antiguo Roma, por ser una de las grandes obras de arquitectura civil urbana. Las aguas negras se depositaban en los ríos o en el mar a través de una red de cloacas, galerías subterráneas construidas en forma de bóvedas de medio cañón. Destaca la cloaca máxima de Roma construida por los etruscos del siglo VI. A.C que recorre una distancia de 800 metros desde el Foro hasta el Tíber. (Ministerio de Educación y ciencia, 2006, p. S/P).

Las canalizaciones secundarias se ejecutaron con tuberías de gres entre 1908 y 1913; la desviación del Esgueva en 1910 y el relleno de sus ramales entre 1909 y 1914. Casi inmediatamente finalizadas estas obras, las presiones de algunos barrios en continuo crecimiento obligan a ampliar estas redes, primero el de Delicias y el de Tranque, cuyo primer proyecto es de 1917, aunque su construcción se demora hasta 1933. A lo largo de estos años se desarrollaron también los proyectos y obras necesarias para dotar del alcantarillado a los enclaves más alejados de la Victoria, Vadillos, Pajarillos, Pilarica, la Rubia y Esperanza, finalizados en 1934.

El colector de la Victoria discurría paralelo al río Pisuerga, llevando sus vertidos hasta los alrededores del Puente Colgante. Las aguas residuales de los Vadillos, Pajarillos y Pilarica, se conducían hasta un único colector que desaguaba en la Plaza de San Juan.

Los colectores de La Rubia y de la Esperanza vertían directamente al río a la altura del antiguo matadero.

(Alvarez Arboleda, 2014) afirma: “El alcantarillado de la ciudad de Medellín era bastante precario al iniciarse el siglo XX, permitiendo que las aguas negras se mezclaran con las aguas potables. Con el tiempo la cantidad de aguas residuales fue aumentando debido al lavado de ropas, a la industrialización y el aumento de la población entre otros. Todo este proceso de contaminación de las aguas trajo consigo una afectación a las quebradas y ríos de la ciudad, ocasionando transformaciones en el paisaje como la canalización y cobertura de varias fuentes hídricas. La investigación se enmarca entre 1920–1955 período de la municipalización de los servicios públicos y la creación de las Empresas Públicas Municipales” (p. 72).

Posteriormente, durante la guerra civil y a pesar del esfuerzo que supuso ésta, y debido a las necesidades de higiene, al incremento de intensidad de uso del agua por la población, y a la cercanía del punto de vertido al centro de la ciudad, se decide la construcción de un nuevo colector para sacar las aguas residuales concentradas en el Poniente, transportándolas hasta aguas abajo del Puente Colgante, entrando en servicio en 1938. Nace así el entonces emisario y ahora colector de Magallanes, dimensionado exclusivamente para el transporte de las aguas fecales, puesto que para las aguas de lluvia se construyó el actual aliviadero de pluviales.

Tras la guerra y en las dos décadas siguientes se reemplazó la utilización del gres por el hormigón, las obras que imponían las nuevas urbanizaciones periféricas se resolvían con una calidad notablemente inferior a la utilizada en la época anterior, paralizándose la inversión continuada en el campo del saneamiento. A esta pérdida de sensibilidad se añadió la carestía económica de esos años y el bloqueo internacional, agravando el problema.

Será en los años 60, cuando el crecimiento y de la ciudad es imparable, fundamentalmente hacia el sur y el este, produciéndose nuevos asentamientos residenciales e industriales, que se reflejaron en la construcción de redes de alcantarillado, desconectadas de la anterior, con nuevos puntos de vertido. A ellos confluyen los colectores de Pedro Bidagor, que desagua la nueva zona industrial del Polígono de Argales, Arca Real y parte del barrio de las Delicias, cuyos colectores estaban ya saturados; así como los carreteros de Rueda y del Camino Viejo de Simancas, cuyos vertidos se producen en un mismo punto.

Construcciones también de esta época son las ampliaciones realizadas siguiendo el Pisuerga, desde el barrio España hasta Moreras y enlazando con el antiguo, con un colector de 800 x 1.200. Igualmente sucede con el colector de Claudio Moyano, que se amplía con dos colectores, el de Don Sancho que colecta las zonas desde San Juan hasta Circunvalación, desarrollando la zona de Pilarica y Belén y el de Cervantes que llega hasta el final de Casasola, renovando los alcantarillados de Circular y Vadillos. La sección de estos colectores era ovoide, con unas dimensiones de 1.650 x 1.100 mm. para el primero y de 1.000 x 1.500 mm. para el de Circular-Vadillos.

En esta década se producen también los primeros asentamientos residenciales en la margen derecha, primero en la victoria y luego, fruto de un proceso de urbanización completo, por lo que cuentan desde su origen con las infraestructuras adecuadas para los usos previstos, en Huerta del Rey y a continuación Arturo Eyries. Por ello, la red de colectores en esta parte oeste de la ciudad es más moderna, desarrollada a partir de un emisario interceptor que discurre paralelo al cauce del Pisuerga, en dirección nortesur, sobre el que se apoyan colectores de segundo orden, a los que evacuan las aguas que les llegan procedentes de las redes terciarias de recolección.

Su extremo aguas arriba se adentra en la Avenida de Burgos, más o menos hasta el límite norte del suelo urbano, mientras que el punto en el que se realizaba el vertido al cauce se encontraba frente al punto donde evacuaba el de la margen contraria, muy

próximo al Puente Colgante, junto al nuevo Puente Juan de Austria. El polígono de Arturo Eyries poseía un punto de vertido al cauce independiente.

Los vestigios más antiguos de los que se tiene conocimiento se remontan hasta hace más de 7000 años específicamente a los años 5000 a.C. en Sumeria en las ruinas de Nippur, hay vestigios de un drenaje formado por arcos. “El sistema era bastante extenso y recolectaba los residuos líquidos de los palacios y zonas residenciales de la ciudad” (Segura, 2001, p. 19). Más tarde se conoce del alcantarillado babilónico en el cual se evacuaban las aguas negras por medio de tuberías, así mismo se tiene conocimiento de cloacas de dimensiones considerables en Nínive remontadas al siglo V a.C.

En Jerusalén se tiene conocimiento que ya se utilizaban procesos para el tratamiento de aguas y se conducían las aguas residuales de la ciudad y del templo hacia estanques en los que se procesaba y se utilizaba el sedimento como abono y el agua restante para los riegos. Los jardines del Valle de Cedrón. Shick y Warren han desenterrado considerable información acerca de las alcantarillas de Jemsalén. En la isla de Creta, mientras se buscaba la tumba del Rey Midos, se hallaron construcciones dotadas de verdaderas instalaciones domiciliarias de desagüe que datan de 2000 años a. C.

Historia del alcantarillado en Guatemala

Los sistemas de alcantarillados sanitarios ya llevan varios siglos de existencia; se sabe que las primeras fueron construidas superficialmente como una especie de canales. “Fueron los romanos que construyeron las primeras alcantarillas subterráneas formales conocidas como cloacas” (Bastús, 1833, p. 501). Es por eso que a las aguas residuales se les conocen también como aguas cloacales. El primer Reglamento publicado relacionado con el saneamiento de una ciudad fue escrito en el año 1350 en París Francia y Hamburgo en 1843 fue la primera ciudad en construir un acueducto moderno.

“La ciudad de Guatemala construyó sus primeras alcantarillas a finales del siglo XIX, pero eran sectorizadas en tramos cortos y producían malos olores” (Gellert, 1995, p. 2). La Organización Panamericana de la Salud cree que Guatemala puede llegar a cumplir con los objetivos del milenio en agua y saneamiento ambiental, debido a que cuenta con el 83% de cobertura, drenajes, fosas sépticas y letrina. Por otro lado, el Instituto Nacional de Estadística, para el año 2002, refleja los siguientes datos en él (López Cualla, 1995).

Cuadro 1: Cobertura de saneamiento ambiental en drenajes al año 2002.

Área Urbana	Área Rural
65.29%	5.72%

Fuente: Inventario de planta de tratamiento de aguas residuales municipales en Guatemala, Adan Pocasangre, Guatemala 1995.

Se ve como la cobertura al año 2002 en el área urbana era diez veces mayor que en el área rural y para empeorar la situación la mayoría de estos sistemas no cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales apropiada o simplemente no tienen. Pocasangre (1995) afirma que “Guatemala tenía una cobertura del 8% de tratamiento de las aguas residuales a escala municipal” (p. 17).

En 1996 el gobierno de Guatemala y la Unidad Revolucionaria Nacional guatemalteca, el movimiento guerrillero, firmó un acuerdo de paz que puso fin a 36 años de una guerra civil de guerrillas. Este conflicto dejó más de 100,000 guatemaltecos muertos y creó más de 1 millón de refugiados internamente desplazados. Esta historia tumultuosa reciente, junto a una constitución bastante nueva escrita en 1985 y entonces enmendada otra vez en 1993, pueden explicar tanto una carencia de la información sobre agua y saneamiento, como disponibilidad de servicio bajo.

Otra situación a considerar es que cuando se construyen los sistemas de alcantarillado, se hacen en función del costo y las facilidades que presenta un proyecto de alcantarillado combinado; esto quiere decir que las alcantarillas se diseñan para soportar tanto aguas residuales como aguas pluviales.

El problema que tiene un sistema combinado es que sus caudales en horas pico de lluvia pueden ser tan altos que ninguna planta de las diseñadas en Guatemala puede soportar tal volumen de agua, por lo que la contaminación del recurso hídrico es inminente. Desde este punto de vista se ve que el tratamiento de las aguas residuales municipales no es una opción, sino una obligación.

Alcantarillados sanitarios

Según Marroquín (Marroquín, 2022) Los sistemas de drenaje o sistemas de alcantarillados sanitarios son redes de tuberías enlazadas entre si con la función de evacuar las aguas residuales o aguas pluviales de una determinada zona.

Es un sistema de recolección diseñado para la evaluación de aguas residuales residenciales e industriales. Mientras surgen nuevas necesidades en las ciudades los reglamentos y estatutos ambientales optan por construir sistemas de alcantarillado sanitario y pluviales de manera separada para una mejor eficiencia, y hacerlos combinados o juntos para ahorrar costos y tiempo.

Se diseña para recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas domésticas, de establecimientos comerciales y pequeñas plantas industriales; por lo general, las aguas negras sin fermentación son ligeramente alcalinas o neutras, y bastante diluidas. Por lo tanto, en un sistema sanitario bien proyectado, construido y conservado, el problema de la corrosión queda reducido al mínimo, siempre que la velocidad de la

corriente sea suficiente para arrastrar los desperdicios hasta el punto de descarga, antes que se inicie el proceso de putrefacción. (Pérez Carmona , 2013, p. 3).

Según comenta Orellana Urrutia (Orellana Urrutia, 2022) Existen distintos tipos de alcantarillados y se construyen de acuerdo a la necesidad de la zona, los drenajes sanitarios son utilizados para conducir las aguas negras o aguas grises, los sistemas pluviales como su nombre lo indica, son utilizados para evacuar y conducir adecuadamente el agua de lluvia, mientras que las redes de alcantarillados combinados son utilizados para ambas cosas, estos tres tipos de sistemas de evacuación de aguas grises, negras, y pluviales son los mas utilizados en la actualidad en las áreas rurales y áreas urbanas de Guatemala.

De todas las cuestiones que se relacionan con la higiene pública es indudable que las alcantarillas dominan; y tanto estas, que hace más de medio siglo todas las naciones del mundo rivalizan por dotar sus ciudades de un alcantarillado perfecto, que, arrastrando rápidamente el detritus las coloque en buenas condiciones higiénicas la situación topográfica de Guatemala, simplifica notablemente las obras de saneamiento que tarde temprano deben llevarse cabo. Por todos lados Guatemala tiene profundos barrancos cubiertos de espesos bosques que forman otros tantos colectores naturales de primer orden. (Tipografía Nacional, 2021).

Es necesaria una serie de normas técnicas y adecuadas para el correcto encauzamiento de las aguas residuales, que contribuyan a la realización de proyectos de alcantarillados sanitarios económicos, eficientes y seguros, tomando en cuenta que deben ser herméticos y de fácil limpieza. La norma técnica ecológica establece (1996)

Los límites máximos permisibles de los parámetros de los contaminantes para las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado. La industria, el comercio y el usuario en general deberán cumplir con dicha norma, no vertiendo

substancias que son peligrosas en un alcantarillado, por lo que se debe tener especial cuidado en eliminar este tipo de sustancia. (p. 32).

Los desechos líquidos regularmente están conformados por sólidos en suspensión, así como sólidos que son altamente sedimentables, esto se refiere a materia orgánica y contaminantes químicos como fósforo y nitrógeno entre otros patógenos.

En Guatemala, existen comunidades que pagan menos de Q25 al año por el servicio de agua potable, y no quieren pagar más; ¿qué podría esperarse con el pago por el tratamiento de sus aguas residuales? Hasta el año 2014, no hay una sola municipalidad que tenga la capacidad de auto sostenerse en el saneamiento ambiental y agua potable.

La falta de tratamiento de las aguas residuales a escala municipal, así como la poca aplicación de la reglamentación ambiental, está generando que cada vez más se contaminen los recursos naturales, a tal grado que desde el año 2003 más del 90% de los ríos y lagos tenían algún grado de contaminación. (Guzmán Sáenz, 2010, p. 7).

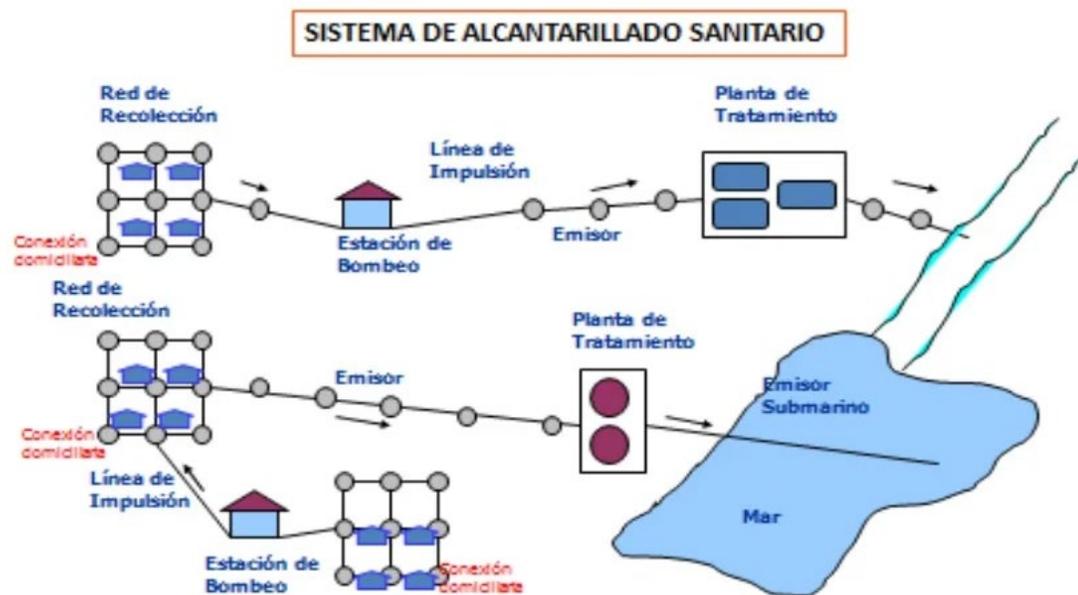
El objetivo de Guatemala, a los sistemas de agua potable y drenajes es aún incierto; sin importar que sea una zona de naturaleza abundante y con suficiente recurso hídrico para mantener abastecida a la población, sigue teniendo problemas por el mal uso de los recursos en materia de agua y saneamiento.

Guzmán en (2010) afirma que “la falta de tratamiento de las aguas residuales a nivel municipal, así como la poca aplicación de la reglamentación ambiental está generando que cada vez más se contaminen los recursos naturales, a tal grado que desde el año 2003 más del 90% de los ríos y lagos tenían algún grado de contaminación” (p. 7).

Los problemas del ente económico para obras de saneamiento debido, así como la creación de sistemas de alcantarillados combinados dificultan la construcción de sistemas de tratamientos eficientes, con respecto al futuro de Guatemala, con relación al saneamiento y agua es muy dudoso.

Figura 1: Esquema típico de un sistema de alcantarillado sanitario.

Esquema típico de un sistema de alcantarillado sanitario



Fuente: Rodríguez, 2016.

Sistemas de Alcantarillado

La función de las redes de alcantarillado se debe a la presión producida por la atmósfera y a la gravedad. Estas se constituyen por conductos circulares, compuestos y ovals.

Se denominan redes de alcantarillado, sanitarias o de drenaje a las estructuras y sistemas de tuberías que se utilizan para recolectar y transportar las aguas residuales, industriales y pluviales provenientes de la población hacia ciertos cuerpos de agua o arroyos.

Para Yanes (Yanes, 2022) El sistema de alcantarillado sirve para evacuar las aguas residuales como lo son las de los baños, cocinas, etc., por medio de una red de tuberías indispensables para cada hogar y que algunas veces son tratadas, en este tipo de método el diámetro va a depender del caudal y población actual y futura. Esta técnica es también llamada desagüe en muchos casos.

Las redes de alcantarillado comunes se vuelven necesarios por respuesta de la necesidad del saneamiento básico de zonas de población en pobreza o extrema pobreza, son en si mucho más rígidos, que requieren un control de calidad un poco más alto así mismo en los parámetros de diseño, esto con referencia al caudal, mantenimiento y, en gran medida, la operación del sistema que se pueda tener en la zona de estudio.

Los sistemas convencionales de alcantarillado se clasifican en:

Alcantarillado separado: este sistema consiste en dos redes separadas independientemente una de otra, esto para separar aguas residuales domesticas comerciales o industriales, de las aguas pluviales o aguas de lluvia.

Alcantarillado sanitario: sistema diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domésticas, comerciales e industriales.

Alcantarillado pluvial: es un sistema de redes de alcantarillado ya sea de material PVC o cemento reforzado que conduce las aguas de lluvia o aguas pluviales, dándole un correcto evacúo, tanto para evitar inundaciones, así como para ser utilizadas en regadíos, esto en áreas rurales.

Alcantarillado combinado: este sistema resulta ser eficiente cuando la población y el caudal de diseño es pequeño, ya que, al evacuar conjuntamente las aguas residuales con las aguas pluviales, tienden a colapsar si no se diseñan adecuadamente, también son los sistemas más económicos en la actualidad.

De los sistemas de alcantarillados denominados convencionales también podemos decir que se clasifican de acuerdo al método utilizado para la elaboración de sus materiales y la tecnología utilizada en el proceso.

Alcantarillado simplificado: los sistemas de alcantarillados llamados simplificados son diseñados de una manera muy parecida a los sistemas tradicionales, con la diferencia que este contempla la posibilidad de ir disminuyendo periódicamente según sea necesario, así como la reducción en la distancia entre los pozos de visita, para facilitar la limpieza de los mismos.

Alcantarillado condominial: estos sistemas de alcantarillados funcionan conduciendo las aguas residuales o aguas pluviales, de un grupo pequeño de viviendas y conducirlo a una red existente convencional.

Alcantarillado no convencional: Entre los alcantarillados no convencionales sobresalen los sistemas que funcionan por vacío, Sistema de alcantarillado por presión, y sistema de alcantarillado sin arrastres de sólidos, estos últimos retienen los sólidos por medio de recamaras o fosas sépticas; el agua es transportada a un alcantarillado convencional o sistema de tratamiento a través de tuberías de diámetro pequeño y son redes que trabajan a presión.

La decisión del tipo de sistema que se elija para nuestro proyecto va a depender de las características del terreno, de la economía y del tamaño de la población a beneficiar. Por ejemplo, en algunas localidades pequeñas, con determinadas condiciones topográficas, se podría pensar en un sistema de alcantarillado sanitario inicial, dejando correr las aguas de lluvia por las calles, lo que permite aplazar la construcción de un sistema de alcantarillado pluvial hasta que sea una necesidad.

Unir las aguas residuales con las aguas de lluvia, mediante alcantarillado combinado “es una solución económica inicial desde el punto de vista de la recolección, pero no lo será tanto cuando se piense en la solución global de saneamiento que incluye la

planta de tratamiento de aguas residuales, por la variación de los caudales, lo que genera perjuicios en el sistema de tratamiento de aguas. (CNA, 1997, p. 3).

Es muy recomendable separar las aguas residuales de las aguas pluviales y cuando se te tenga la posibilidad económica para ejecutar el proyecto utilizando este sistema, siempre será la mejor opción.

A la hora de escoger el sistema de alcantarillado adecuado es importante verificar la mayor cantidad posible de factores que perjudican en el problema que se debe resolver, esto permite justificar su elección de una manera económica y técnica.

Tomando en cuenta las necesidades del saneamiento de las poblaciones, la primera prioridad para atender será la de desalojar las aguas de desechos o aguas negras y, un sistema pluvial, o uno combinado. Otros factores que interviene en la elección son la necesidad y factibilidad de tratamiento de las aguas negras y las posibles exigencias de bombeos a la red.

Si la configuración topográfica de la población permite el desalojo superficial de las aguas de lluvia, es recomendable optar por el sistema separado de aguas negras. (Sánchez Segura, 1995) confirma que:

Por otra parte, si la configuración topográfica no permite el desalojo de las aguas de lluvia en forma superficial y, además, el potencial económico de la población no puede absorber el costo de las obras de un sistema combinado o pluvial, entonces es permitente proyectar primero el desalojo de las aguas negras por medio de un sistema separado que las conduzca hacia un sitio adecuado y fuera de la localidad, dejando para etapas posteriores la solución al problema pluvial. (p. 26).

Debido a que los sistemas de alcantarillados sanitarios y pluviales funcionan por efecto de la gravedad, es debidamente necesario que las tuberías cuenten con cierto desnivel o como técnicamente se conoce la pendiente de la tubería, la cual debe ser

debidamente calculada para garantizar que las aguas grises o negras o pluviales cuenten con una velocidad adecuada la que les permitirá no dejar sedimentación en la tubería que los transporta.

En las zonas demasiado planas o con pendientes mínimas, será necesario la excavación de zanjas hasta de 5 metros lo cual aumenta en el valor del proyecto debido que su construcción será más prolongada en tiempo y costos de movimientos de tierra, así mismo el mantenimiento de esas tuberías se ve afectado en por el aumento en costos.

Las operaciones más importantes que se deben tomar en cuenta a la hora de plantearse un sistema de alcantarillado sanitario para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, son básicamente recolectar información sobre la descripción del proyecto y un buen diagnóstico de la problemática existente.

Además, debe cumplir con los siguientes requisitos:

Adecuada localización: La tubería de la red de alcantarillado sanitario y/o pluvial se deben instalar de acuerdo a los ejes de las calles, buscando en manera de lo posible tener tramos mayormente rectos, que unan los caudales de forma correcta y que se eviten las contra corrientes.

Eliminación segura: La correcta eliminación correcta de las aguas negras se debe realizar de una forma que sea más bien rápida, para no causar ninguna molestia o peligro en la comunidad, algunos aspectos a seguir son:

Se deben utilizar tuberías herméticas unidas entre sí de manera correcta para evitar filtraciones al suelo y la expulsión de malos olores y que salgan a la superficie las aguas negras, garantizando un sistema de alcantarillado eficiente.

Se deben instalar las tuberías del alcantarillado sanitario de una forma en la que la pendiente sea adecuada, la pendiente mínima y velocidad mínima debe ser la adecuada para que el caudal de aguas negras no se estanque y genere sedimentación de materias

en el fondo de las mismas, caso contrario en la pendiente y velocidad máxima no debe ser demasiado para que no se erosionen las mismas o causen daños en las juntas.

Las tuberías deben escogerse de manera correcta, debido a que los diferentes materiales con las que están contruidos tienen diferentes propiedades y deben ser compatibles con las necesidades económicas de la población a beneficiar, los materiales deben ser resistentes e impermeables para evitar la proliferación de enfermedades y malos olores.

Ventilación adecuada: Las redes de tuberías para alcantarillados sanitarios, deben contar con adecuada ventilación para evitar la acumulación de gases nocivos para la salud, así como gases explosivos como lo es el metano.

Caudal de diseño adecuado: Se debe de proyectar una red de alcantarillado sanitario con capacidad suficiente de transportar el caudal máximo de aguas residuales esto con la necesidad que la descarga de las mismas se efectué de una manera rápida y eficiente evitando el colapso de las mismas en horarios pico.

Según Reyes Donis (Reyes Donis, 2022) las tuberías para alcantarillados sanitarios deben tener una resistencia adecuada, para soportar las fuerzas ejercidas sobre las mismas, tanto como la presión interna ejercida por el caudal de las aguas conducidas así como exteriores, esto último por la presión de la tierra o la compresión del suelo sobre ella, se deben instalar las tuberías a una profundidad adecuada para evitar el agrietamiento debido a la presión ejercida por las cargas superiores, el peso del suelo y los vehículos, y se debe garantizar la correcta conexión domiciliar para evitar fugas de agua y malos olores.

Fácil Inspección: debido a la sedimentación de partículas las tuberías tienden a taponarse, por lo que deben estar diseñadas de una manera tal que se facilite la inspección para la limpieza de esos sedimentos, por lo que es necesario que sean inspeccionadas de manera frecuente para evitar cualquier tipo de inconveniente, aun cuando la velocidad del caudal sea superior a los límites mínimos.

Para diseñar un sistema de alcantarillado sanitario adecuado se debe considerar las velocidades mínimas de diseño las cuales son para aguas negras 0.45m/s y 0.75m/s para aguas pluviales esto para garantizar la autolimpieza de las mismas.

Para alcantarillados sanitarios, se establece como mínimo una velocidad de 0.4 m/s en un sistema único, y se utiliza una velocidad mayor cuando se utilizan sistemas combinados o sistemas que evacuan aguas industriales esto depende de la demanda de oxígeno para evitar la formación de materiales sulfurosos.

Mas aspectos relativamente importantes lo son las profundidades permitidas para la colocación de las tuberías sanitarias, los cuales varían dependiendo la zona de construcción del mismo, en áreas de bajo transito se considera una profundidad de 0.75m asi como para vías de pasos peatonales, y para áreas con mayor flujo de tránsito se considera una profundidad hidráulica mínima permitida de 1.20m.

Hablando sobre la profundidad máxima permitida esto depende mucho del área de donde se esté trabajando y de la pendiente del terreno, se debe garantizar los requerimientos geotécnicos de la zona ya que se puede encontrar líneas de drenajes existentes asi como líneas de electricidad o telefonía.

Analizando todos los aspectos anteriores, debemos tomar en cuenta asi mismo la importancia de los elementos de los que está constituido un sistema de alcantarillado sanitario como lo son los pozos de visita, los cuales son estructuras mayormente construidas de ladrillo tayuyo los cuales permiten una inspección de acceso fácil a las tuberías, asi como la unión de tuberías de diferentes diámetros o de varias secciones al mismo tiempo, y sirven de unión en las redes de alcantarillados. ya que estos cumplen un propósito determinado y deben garantizar su capacidad y calidad hidráulica.

Diseños de alcantarillado sanitarios

Un sistema de alcantarillado es una red de tuberías ya sea de concreto o PVC y que estas estructuras que tienen la función de evacuar las aguas residuales o pluviales por a dicho método, provenientes de una colonia o ciudad y que es indispensable dentro de ella la determinación del caudal.

A la hora de ejecutar un proyecto de sistema de alcantarillado sanitario, una de las determinantes más importantes para un correcto diseño del mismo es el caudal de diseño que va a ser evacuado por el mismo las aguas residuales o aguas pluviales son desechadas y conducidas por la red de alcantarillado, con un caudal directamente relacionado con la dotación y suministro de agua potable. “Se define como el conjunto de conductos y estructuras destinados a recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas servidas; fruto de las actividades humanas, o las que provienen como fruto de la precipitación pluvial” (Pérez Carmona , 2013, p. 3).

Figura 2: Diseño de alcantarillado sanitario.



Fuente: Obando Rivera, Mayorga, & Silva Zamora, 2012.

El caudal de diseño debe estar compuesto por los siguientes datos:

Aguas residuales domesticas: son las aguas residuales proveniente de casas, escuelas o centros comerciales pequeños.

El punto de partida para la cuantificación de este aporte es el caudal medio diario, el cual se define como la contribución durante un período de 24 horas, obtenida como el promedio durante un año. Cuando no se dispone de datos de aportes de aguas residuales, lo cual es usual en la mayoría de los casos, se debe cuantificar este aporte

con base en el consumo de agua potable obtenido del diseño del acueducto” (López Cualla, 1995, p. 293).

El caudal esta dado por la siguiente ecuación:

$$Q = (CR \times C \times D \times A) / 86,400$$

Donde: Q= caudal de aguas residuales domésticas y está dado en litros sobre segundos (L/s)

CR= Coeficiente de retorno

“este coeficiente tiene en cuenta el hecho de que no toda el agua consumida dentro del domicilio es devuelta al alcantarillado, El factor de retorno es un número que oscila entre 70% al 90%. Sirve para determinar el consumo de agua que retornará al alcantarillado (Berger Perdomo, Dary Fuentes, & Arroyave Reyes, 2006, p. 75)”

C= Consumo de agua potable (L/hab.d)

D= Densidad de población Hab/Ha

A= Área de drenaje Ha.

Agua residual industrial: es el agua residual compuesta mayormente por desechos industriales, este tipo de aporte a las aguas residuales debe ser examinado para cada caso en particular ya que fluctúa de acuerdo con el tipo de industria y su tamaño por ejemplo para pequeñas industrias puede tomarse un aporte al caudal de 1.5 L/s.Ha.

Aguas de infiltración: es el agua que penetra en la red de alcantarillado procedente del subsuelo, el cual es un aporte adicional que se estima con base en las características de permeabilidad del suelo en el que se ha de construir el alcantarillado sanitario, y puede expresarse por metro de tubería o por su equivalente en hectáreas de área drenada. A continuación, se presentan algunos valores de infiltración.

Figura 3: Aporte de infiltración por longitud de tubería.

Condiciones	Infiltración (L/s.Km)		
	Alta	Media	Baja
Tuberías existentes	4.0	3.0	2.0
Tuberías nuevas con unión de:			
- Cemento	3.0	2.0	1.0
- Caucho	1.5	1.0	0.5

Fuente: López Cualla, 1995, p. 296.

Conexiones ilícitas: es el caudal de escorrentía superficial descargada en la red de alcantarillado, producido principalmente por bajantes de los techos de las viviendas, así como las conexiones clandestinas que son las que no se toman en cuenta a la hora de determinar el caudal. Toma un porcentaje del 0.5% al 2.5% y se establece con la siguiente ecuación:

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

Donde:

Q_{ci} = donde: (0.5 a 2.5%) * (C * i * A) / 360 Q_{ci} = caudal por conexiones ilícitas (m³/seg)

C = coeficiente de escorrentía i = intensidad de lluvia (mm/hora)

A = área factible de conectar ilícitamente al sistema (Ha).

Velocidad:

Velocidad mínima: Para un correcto diseño de los sistemas de alcantarillados sanitarios se debe contar con una velocidad de diseño mínima establecida por normas.

Los alcantarillados sanitarios que transportan aguas residuales domesticas deben tener una velocidad mínima de 0.6 m/s a sección llena, cuando las aguas residuales sean típicamente industriales, se debe aumentar la velocidad mínima para evitar la formación de sulfuros y la consiguiente corrosión de la tubería, según la figura siguiente. (López Cualla, 1995, p. 297).

Figura 4: Velocidades mínimas a sección llena para residuos industriales.

DBO ₅ (mg/L)	Velocidad mínima (m/s)
< 255	0.60
225 - 350	0.75
351 - 500	0.90
501 - 690	1.05
691 - 900	1.20

Fuente: López Cualla, 1995, p. 298.

Velocidad máxima: Independientemente del material con el que se fabricó la tubería para el alcantarillado sanitario, no debe sobrepasar una velocidad máxima de 5m/s, esto para evitar que la tubería se erosione.

Diámetro mínimo: el diámetro mínimo para la red de colectores debe ser de 8 pulgadas o 20 centímetros, el diámetro mínimo para las conexiones domiciliars es de 6 pulgadas, aunque puede ser reducido a 4" en casos en que la conexión domiciliar se realice de tubería PVC. (López Cualla, 1995, p. 296)

Diámetro de diseño: según (López Cualla, 1995),

Bajo la hipótesis de un flujo uniforme, para la selección del diámetro se acostumbra a utilizar la ecuación de Manning, se debe asegurar un borde libre que permita la adecuada ventilación de la tubería, por razón de la alta peligrosidad de los gases que en ella se forman” el diámetro se selecciona tomando como máximo la relación entre caudal de diseño y caudal a sección llena (Q/Q_0). (p. 296).

Figura 5: relación de Q/Q_0 máxima para la selección del diámetro

Q/Q_0	Diámetro de la tubería
0.60	8" a 21"
0.70	24" a 1.20 m
0.90	> 1.25 m

Fuente: López Cualla, 1995, p. 298.

Alcantarillado pluvial

Una definición de un sistema de alcantarillado pluvial (Pérez Carmona , 2013) afirma que: “Se diseña y construye para recibir, conducir y disponer las aguas lluvias producto de la precipitación, puede caer en forma líquida, granizo o de nieve” (p. 6). Estos sistemas deben estar separados de los sistemas de alcantarillados sanitarios.

Métodos de medición: Se debe tener un registro promedio continuo y una lectura de manera directa, haciendo los cálculos de la lluvia que se precipita diaria, mensual y anualmente, tomando los datos en milímetros.

Registro continuo: Se emplea este método utilizando un instrumento de medición llamado pluviógrafo el cual permite tener un registro gráfico de la precipitación pluvial al mismo tiempo se utiliza un reloj como método de medición del tiempo.

Lectura diaria o directa: Para la realización de esta lectura se utiliza un instrumento llamado pluviómetro, el cual es un recipiente calibrado con una reja especializadas para conocer la altura de la precipitación.

La cantidad de lluvia se expresa por la altura de agua que cubre el suelo, supuestamente, horizontal sin evaporación e infiltración. Esta altura se mide en milímetros (mm). Una capa de un milímetro de altura y un metro cuadrado de base, contiene un volumen de un decímetro cúbico (1.0 dm³) igual a un litro (1.0 l). (Pérez Carmona , 2013, p. 7).

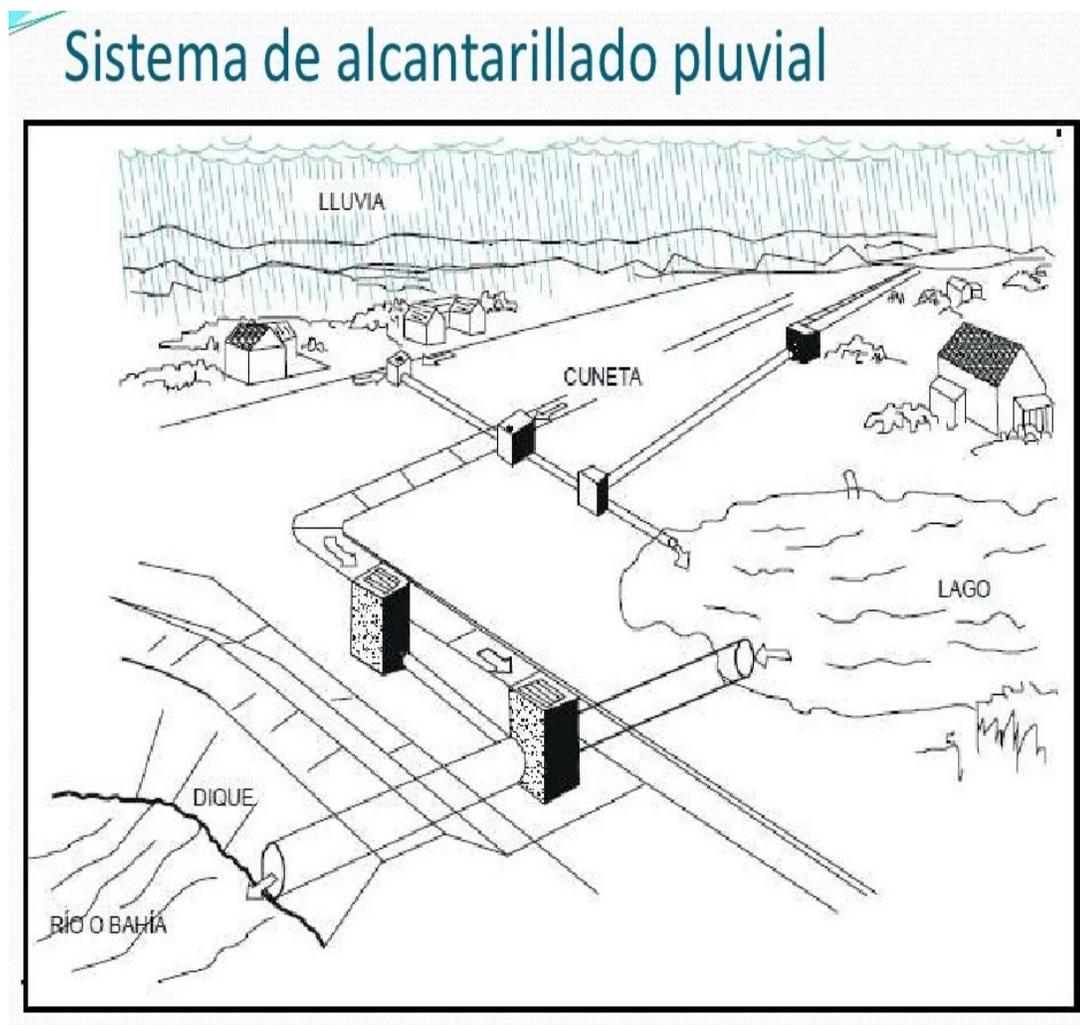
Precipitaciones pluviales o intensidad: las precipitaciones son causadas por fenómenos atmosféricos. Como se dijo anteriormente, se mide por la altura en milímetros de agua caída durante una lluvia, durante un período de tiempo determinado o bien por la intensidad en milímetros por hora durante un aguacero. (Pérez Carmona , 2013, p. 7).

En proyectos de infraestructura vial se necesita saber con exactitud la intensidad de las lluvias y su duración, así como la extensión de terreno que estas cubren para desarrollar un buen sistema de alcantarillado vial, para desaguar correctamente las aguas de lluvia por las cunetas y ser conducidas a un lugar adecuado para evitar la erosión de la misma, y que se tenga filtraciones debajo de la carpeta de rodadura y evitar que la misma se agriete o se quiebre.

Tiempo de concentración: tiempo de recorrido superficial, desde la caída de una gota de agua en el punto más alejado de un área de drenaje o cuenca hidrográfica, hasta el punto de salida considerado. En alcantarillado pluvial urbano, se considera desde el punto de caída, hasta la entrada al sumidero. (Pérez Carmona , 2013, p. 7).

Frecuencia de las precipitaciones: al ingeniero le interesa conocer no solo el escurrimiento máximo, sino la frecuencia; por razones económicas tal vez no se justificaría proyectar una obra para una intensidad de lluvia que ocurriera solo una vez cada 50 o 100 años, al menos que se trate de grandes colectores y canales pues a mayor intensidad de una precipitación, menor será la frecuencia. (Pérez Carmona , 2013, p. 7).

Figura 6: Sistema de alcantarillado pluvial.



Fuente: Médez, 2012.

Sistemas de alcantarillado:

Alcantarillado pluvial Particular:

A este tipo de alcantarillado se le considera como la red de instalaciones pluviales que se encuentran dentro de un predio, finca o edificio, que capta y conduce los escurrimientos pluviales que se generan dentro del mismo hasta disponerles en un sistema de infiltración, retención y/o detención, así como de algún canal o tubería dentro de los límites de la propiedad, de acuerdo a las condiciones particulares del proyecto.

Figura 7: Sistema de alcantarillado pluvial.



Fuente: Lázaro, 2022.

Alcantarillado pluvial general:

Este sistema es el que se encarga de captar y conducir las aguas pluviales que son percibidas en áreas como condominios o lotificaciones, centros comerciales o habitacionales, para luego disponerlos a un sistema adecuado de infiltración o a una red de alcantarillado principal.

Alcantarillado pluvial municipal:

Este sistema es el que comúnmente vemos en las ciudades y es una red de tuberías que se enlazan entre sí para evacuar el agua de las lluvias y disponerlas en sistemas de infiltración para ser evacuadas correctamente mediante canales o tuberías hasta ser descargadas en sistemas de agua naturales existentes y como su nombre lo indica es la municipalidad la encargada del mantenimiento y la ejecución de proyectos de este tipo.

Figura 8: Alcantarillado Pluvial Municipal.



Fuente: Lázaro, 2022.

Alcantarillado combinado

Este sistema de alcantarillado se diseña y se construye de una forma en la cual sea posible conducir las aguas residuales tanto como las aguas pluviales, estos sistemas son los más económicos ya que sirven para ambas cosas, y tienen el beneficio que cuando llueve estos sistemas se limpian.

Aguas industriales: Son las aguas provenientes de plantas industriales o refinerías.

Algunas pueden descargarse en los alcantarillados de negras o en los combinados, pero cuando las mismas son altamente corrosivas, deben diseñarse y construirse conductos especiales y plantas de tratamiento. Aunque la determinación del pH de los residuos domiciliarios tenga poca importancia, es útil conocerla para determinar la naturaleza corrosiva de los desagües de las curtiembres, talleres de limpieza con ácidos y galvanoplastia, refinerías y otras industrias. (Pérez Carmona , 2013, p. 8).

Figura 9: Alcantarillado combinado.



Fuente: Lázaro, 2022.

Conveniencia de los Sistemas de Alcantarillado Separados:

Debido al proceso de degradación ambiental y eliminación, es práctico construir un sistema de alcantarillado separado. Los sistemas de tratamiento de aguas residuales, ya sean separados o combinados, tienen sus propias ventajas y desventajas.

Los sistemas combinados tienen la ventaja de recolectar aguas residuales y pluviales y son mucho más económicos de diseñar, construir y operar. En este sentido, un sistema separado significa más inversión. Por otro lado, los problemas ocasionados por la contaminación obligan a las autoridades a reaccionar reduciendo al máximo el riesgo de estos problemas. Por lo tanto, para proteger el medio ambiente, se requiere una capacidad de limpieza de la unidad de planta de tratamiento menos costosa.

Aquí la conveniencia del sistema de separación es obvia, ya que el volumen de agua de lluvia es de 50 a 200 o más veces mayor que el volumen correspondiente de aguas residuales. “Así, una planta de tratamiento es más económica si solo se encarga de tratar aguas residuales de cierto tipo” (Pérez Carmona , 2013, p. 36). Otro factor que contribuye al establecimiento de sistemas de alcantarillado independientes es la mayor demanda de agua debido al crecimiento urbano y la escasez de recursos hídricos cerca de las ciudades.

Esto ha llevado a las autoridades a tomar amplias medidas para garantizar que más residentes tengan acceso al agua necesaria para sus necesidades y actividades. Estas medidas incluyen la ampliación del suministro de agua y el uso racional del agua, y en este sentido se deben implementar medidas encaminadas a la reutilización del agua de lluvia.

Para evitar la corrosión en las instalaciones sanitarias, es importante conocer los niveles máximos y mínimos de pH de las aguas residuales industriales. La regulación

del pH es igualmente importante para el funcionamiento eficiente de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

El pH también indica la acidez o alcalinidad del suelo. Un factor importante a considerar es determinar el tipo de material o tubería utilizada en el alcantarillado. El valor de pH varía de un (1) ácido a catorce (14) bases, siendo siete (7) un valor neutral.

Si el $\text{pH} < 5$, las tuberías que contienen cemento deben protegerse, ya que se considera un suelo ácido. Para sulfatos se consideran valores superiores a 500 ppm. Se deben tomar medidas de protección. Valores superiores a 2000 p.p.m. son críticos.

Colector: Conductos cerrados de sección redonda, rectangular o cuadrada. Suele estar enterrado. Es parte del sistema de tratamiento de aguas residuales. Diseñados y fabricados para la recogida, transporte y tratamiento de aguas residuales, pluviales o mezclas.

Afluente: Cualquier cantidad de agua o líquido que ingresa a un tanque para su tratamiento.

Alcantarillado separado: Un sistema que descarga solo alcantarillado o aguas pluviales en el mismo sector o área.

Aliviadero: Una estructura dividida transforma el sistema de alcantarillado combinado en un sistema separado. Está diseñado y fabricado para facilitar y dirigir el flujo más allá de la capacidad del sistema hacia el sistema de drenaje.

Cámara de caída: Un bajante instalado en un colector elevado antes de que alcance el pozo o la estructura de conexión para llevar agua al fondo del pozo. Su función es disipar la energía de choque del flujo de agua al fondo del pozo. Se utiliza cuando la tubería de entrada del pozo de prueba es igual o mayor a 0,75 m de longitud que la tubería de salida.

Canal: Los canales artificiales, revestidos o no, están diseñados y construidos para transportar agua de lluvia de flujo libre hasta su entrega final en un canal o cuerpo de agua.

Canalizar: Regular el cauce de un arroyo o río, o aguas residuales y pluviales haciendo canales

Entubar: Regular el recorrido de un arroyo, quebrada, riachuelo o río mediante la construcción de cañerías cerradas

Domiciliaria: Tubería que recibe aguas residuales o pluviales de un edificio y las dirige a un alcantarillado público.

Los sistemas de tratamiento de agua, ya sean aguas residuales, pluviales, mixtas o industriales, son un determinante importante del saneamiento urbano.

Inversiones en sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición y tratamiento adecuado de aguas servidas; no contaminación de los cuerpos de agua y manejo adecuado del agua de lluvia, prevención de enfermedades transmitidas por el agua, productos del uso humano del agua contaminada; como aguas pluviales malas o mal manejadas, pueden inundar grandes áreas y dañar rápidamente cualquier tipo de camino y carretera.

Construcción de alcantarillados sanitarios

Un sistema de alcantarillado, ya sea una tubería para aguas residuales, aguas pluviales o ambas, consta de infraestructura y estructuras relacionadas. El tratamiento final del agua, aunque no es una estructura, se considera parte del sistema porque la eficiencia global del sistema depende de su forma, ubicación y ubicación correcta. Si el tratamiento final del agua es insuficiente, por ejemplo, cuando el agua se vierte en

arroyos o ríos que fluyen aguas abajo, no se puede cumplir con el propósito sanitario de la red de alcantarillado.

La construcción del alcantarillado tiene un impacto directo en los costos del proyecto y mantenimiento, por lo que la ubicación adecuada en la planta, la pendiente longitudinal y la buena elección del tipo de alcantarillado son importantes para lograr un sistema de drenaje que funcione bien.

La ubicación en planta ideal es la que sigue la dirección de la corriente, sin embargo, según requerimiento del proyecto la ubicación natural puede desplazarse, la cual implica el acondicionamiento del cauce, a la entrada y salida con la construcción de obras de encauzamiento u otras obras complementarias. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, p. 71).

Generalidades para la construcción de alcantarillados sanitarios y pluviales

Se fijan de acuerdo a las características de cada lugar o zona residencial, comercial, industrial, etc. De acuerdo con las normas legales y técnicas vigentes, puede diseñarse para 20 a 30 años, y se deben tener en cuenta los sistemas existentes y futuros para lograr la integración. y compatibilidad con otros sistemas.

Localización: El colector de agua de lluvia estará ubicado en el centro de la vía (eje) y el alcantarillado estará en el centro de la mediana, tanto los colectores solares como los colectores residenciales se instalarán debajo de las tuberías de agua. Pérez Carmona (2013) afirma. “Las tuberías de alcantarillado se deben instalar por lo menos con una separación de 1.0 m horizontalmente y 0.30 m verticalmente con respecto a otro servicio” (p. 25).

Profundidad de los colectores: El colector debe diseñarse con una pendiente adecuada para asegurar el drenaje por gravedad con los siguientes valores de resistencia: En caso de lluvia, la resistencia mínima debe ser igual o superior a $3 \text{ N/m}^2 = 0,3 \text{ Kg/m}^2$

para caudal de diseño y $1,5 \text{ N/m}^2 = 0,15 \text{ Kg/m}^2$ 10% para capacidad de tubería completa. Para aguas residuales, la fuerza de arrastre del caudal máximo horario debe ser igual o superior a $1,2 \text{ N/m}^2 = 0,12 \text{ Kg/m}^2$.

La profundidad mínima de los colectores de aguas residuales en vías de circulación de vehículos es tal que permita el desagüe de las viviendas, excepto semisótanos y sótanos. En zonas peatonales y verdes puede ser de 0,80 o menos si permite el libre drenaje de las viviendas y las protege de las cargas vivas.

La profundidad máxima se establece en 5 m. Cintura; en el caso de resistencia técnica fuerte, puede superar los 5 metros, siempre que el programa lo admita. En caso de lluvia, la profundidad mínima debe estar entre 0,85 m y 1,0 m dependiendo de la ubicación y si la instalación cuenta con alojamiento.

Cada diseño tiene sus propias características y es importante proporcionar la solución técnica más adecuada que cumpla con los criterios establecidos. En todo caso, será el prestador del servicio quien determinará en los datos técnicos los parámetros a utilizar en el respectivo proyecto.

La hidráulica de la tubería estará diseñada para condiciones especiales en flujo libre y bajo presión. Se supone flujo estacionario en la tubería, para lo cual se utiliza la expresión de Manning

Clasificación de los conductos según los siguientes incisos, Pérez (2013), indica que:

Tramos iniciales: Obtienen casas directamente de los edificios. Por lo general, estas secciones son conectores entre dos estructuras conectadas.

Figura 10: Tramo inicial de conductos.



Fuente: Pérez Carmona , 2013, p. 5.

Tramos secundarios: Reciba transmisiones de una o más partes originales. En el camino, acumulan sumideros y desvían el tráfico de la red local hasta que se desembocan en la red principal.

Figura 11: Tramo secundario de conductos.



Fuente: Pérez Carmona , 2013, p. 5.

Tramos iniciales: Obtener tráfico desde la parte superior. Un conjunto de tuberías o interceptores definidos por la estructura de la piscina. Dirige el flujo de la sección secundaria a la descarga o eliminación. A veces, este colector se denomina drenaje final.

Figura 12: Tramos iniciales de conductos.



Fuente: Pérez Carmona , 2013, p. 5.

Interceptores: Es un colector diseñado y construido paralelo a un canal o río para evitar el vertido de aguas residuales al colector anterior.

Figura 13: Interceptores.



Fuente: Pérez Carmona , 2013, p. 5.

Emisario final: Es un colector que recoge parte o la totalidad de las aguas residuales locales en un vertedero suburbano cercano. En general, la colocación de tuberías y estructuras depende completamente de los eventos del terreno en el sitio.

Figura 14: Emisión Final.



Fuente: Pérez Carmona , 2013, p. 6.

Tuberías para construcción de alcantarillados sanitarios

Tuberías

Existen varios tipos de tubería para drenaje que en Guatemala son las más usadas comúnmente, la tubería de cloruro de polivinilo PVC en sus diferentes tipos, ya sean corrugadas y/o lisas dependiendo el proyecto en el cual serán utilizadas, y la tubería de concreto reforzado que es menos usada hoy en día, en la construcción de drenaje como tal, pero si en otros usos como candelas domiciliarias o pozos de inspección o de visita.

Tubería de Concreto

La tubería de concreto es el producto más antiguo que se ha utilizado en sistemas de drenaje a gravedad (únicamente superado por la tubería de barro, actualmente en desuso). Es un producto ampliamente aceptado en algunas regiones del país, principalmente por su alta rigidez, y por la amplia disponibilidad del producto, ya que se tienen fabricantes locales y regionales. (AQUA Infra Comercializadora, S. A. de C. V., 2020, p. 2).

También, ofrece una amplia disponibilidad de diámetros (desde 15 cm hasta 305 cm), para lo cual es necesario subdividir esta familia de productos según el tipo de concreto que se emplea para su fabricación: tubería de concreto simple (disponible de 15 cm a 61 cm) y concreto reforzado (de 30 cm a 305 cm). Igualmente, es necesario considerar su desempeño para elegir el tipo de unión apropiado: tubería con junta de mortero (para aplicaciones con hermeticidad a partículas de suelo) o tubería con junta de hule (para sistemas con hermeticidad al agua). (AQUA Infra Comercializadora, S. A. de C. V., 2020, p. 2).

Junta hermética: “el tubo de concreto con junta hermética está diseñado para evitar la exfiltración e infiltración de agua, lo que permite conducir este vital líquido sin riesgo de contaminar los mantos acuíferos, la conexión del tubo se hace mediante una liga de hule, de manera que funciona como un empaque que sella herméticamente la tubería, y sus aplicaciones son para drenaje sanitario, drenaje industrial y drenaje pluvial” (AQUA Infra Comercializadora, S. A. de C. V., 2020, p. 3).

Figura 15: tubería de concreto reforzado con junta Hermética.



Fuente: AQUA Infra Comercializadora, S. A. de C. V., 2020.

Junta Normal: La tubería ordinaria de concreto reforzado ha sido la opción más económica y popular en nuestro país, y su junta es de mortero, que es una buena opción para canaletas para lluvia, pero la tubería ordinaria de concreto reforzado se recomienda para canaletas para lluvia, escaleras de agua y drenaje de carreteras.

Figura 16: tubería de concreto reforzado con junta normal.



Fuente: AQUA Infra Comercializadora, S. A. de C. V., 2020.

Ventajas de la tubería de concreto reforzado

Durabilidad: A lo largo de los años, la tubería de hormigón ha demostrado ser el material más resistente y duradero utilizado para el drenaje, porque la estructura prefabricada depende de ella y no de otros materiales o soportes. Los factores externos directamente afectados afectan su funcionamiento. Actualmente, las tuberías de

drenaje en el país tienen más de 60 años operando con eficacia, y actualmente no existe ningún material que demuestre igual o mejor desempeño.

Costo beneficio: Las tuberías de concreto han sido uno de los productos más rentables en la industria de la construcción en términos de rentabilidad, debido a sus bajos costos de producto e instalación combinados con su larga vida útil, lo que las convierte en una de las mejores inversiones en infraestructura urbana y rural.

Instalación: Como son tuberías prefabricadas, son fáciles de instalar y en la mayoría de los casos necesitan refuerzo en la parte inferior, el relleno puede ser en el área del proyecto de suelo natural, de lo contrario, las tuberías de PVC dependen de que su fondo esté correctamente instalado y compactado.

Tubería PVC

“Las tuberías de material plástico se fabrican mediante la plastificación de polímeros siendo el policloruro de vinilo en forma granular, la materia prima utilizada para la fabricación de la tubería conocida como P.V.C.” (Arocha Arevalo, 1979, p. 27).

Una de las características más importantes de la tubería PVC es su bajo peso y su fácil traslado e instalación, por lo tanto, los costos de transporte e instalación se ven reducidos en comparación con otros tipos de tuberías, lo que es un beneficio considerable cuando el proyecto se encuentra en zonas de difícil acceso. (Mendez Ruano, 2022).

En general, la tubería de PVC tiene poca resistencia relativa a impactos, esfuerzos externos y aplastamientos, por lo cual su utilización es más conveniente enterrada en zanjas, es un material inerte a la corrosión, por lo cual su utilización no se ve afectada por la calidad del agua, ofrece ventajas en cuanto a capacidad de transporte en base a coeficientes de rugosidad menores ($C=140$). (Arocha Arevalo, 1979, p. 27).

Los tubos de PVC son uno de los materiales más usados en construcción y fontanería gracias a su excelente versatilidad y precio económico. Es fácil de manipular y cortar; además, es de los materiales más usados para resolver problemas de plomería gracias a su facilidad para moldearse. (Grupo Ferre Max, 2021).

Este tipo de tubo está fabricado especialmente para usarse en instalaciones sanitarias y tuberías en donde la higiene y la asepsia tienen que ser las mayores posibles. Es comúnmente encontrado en las edificaciones de hospitales. Además, existen derivados de este material que son usados para sondas y distintos dispositivos quirúrgicos. También son flexibles, por lo que resultan fáciles de manipular. Este es fabricado generalmente en material negro y su exterior es corrugado. Su característica principal es la flexibilidad, llegando a usarse principalmente en techos y paredes para aislar los cables del sistema eléctrico de la instalación, protegiéndolo de la humedad e insectos. (Grupo Ferre Max, 2021).

Como se puede ver, el PVC es un excelente material de construcción para tuberías y tubos debido a su excelente capacidad, resistencia y longevidad. Además, existen derivados y aleaciones de este material que mejoran aún más sus propiedades, permitiendo su uso para otro tipo de instalaciones.

Figura 17: Tubería PVC liso.



Fuente: Grupo Ferre Max, 2021.

Figura 18: Tubería PVC corrugado.



Fuente: Sistemas de Riego HOCAM, 2016.

Mantenimiento de alcantarillados sanitarios

Pozos de visita

Son estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de alcantarillado. Se utilizan comúnmente para conectar diferentes tuberías y para todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente (SIAPA, 2014) afirma:

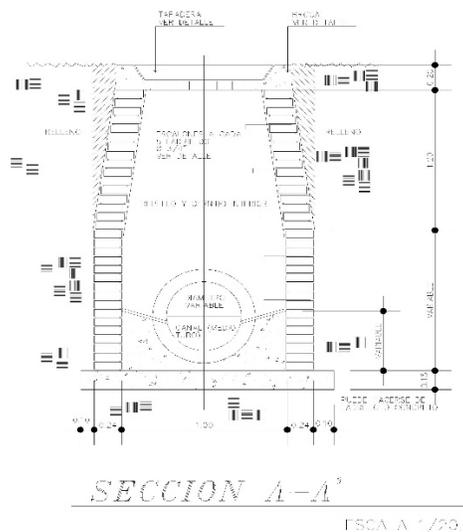
Los materiales utilizados para la construcción de los pozos de visita deben asegurar la hermeticidad de la estructura y la conexión con la tubería. Pueden ser construidos en el lugar o prefabricados, su elección dependerá de un análisis económico, en todos los tipos de pozos de visita, las tapas deberán ser de fundición dúctil y del tipo ciega, ventiladas (exclusivamente para pluvial, perforadas) con mecanismo de apertura-cierre. (p. 9).

La distancia máxima entre trampillas es de 100 m para facilitar la inspección de limpieza y mantenimiento. Se construyen con ladrillo, hormigón armado o mampostería de piedra, unidas con mortero de cemento en proporción 1:4, con un espesor mínimo de 28 cm a cualquier profundidad.

La trampilla común consta de una chimenea cilíndrica en la parte inferior y un tronco de cono en la parte superior. Los cimientos de estos pozos pueden ser de mampostería o de hormigón.

En terrenos suaves se construye de concreto armado, aunque la chimenea sea de tabique. En cualquier caso, las banquetas del pozo pueden ser de tabique o piedra. Todos estos elementos se juntan con mortero cemento-arena, con aditivo impermeabilizante. Un brocal de hierro dúctil que cubre la boca. El piso es una plataforma en la cual se localizan canales (medias cañas) que prolongan los conductos. Una escalera de peldaños empotrados en las paredes del pozo permite el descenso y ascenso del personal encargado de la operación y el mantenimiento del sistema (siapa, 2014, p. 10).

Figura 19: Sección de Pozo de visita.



Lázaro, 2022.

FSCA A 1/20

Figura 20: Construcción de pozo de visita.



Fuente: Lázaro, 2022.

Figura 21: Construcción de pozo de visita.



Fuente: Lázaro, 2022.

Figura 22: Construcción de brocal de pozo de visita.



Fuente: Lázaro, 2022.

Figura 23: Tapadera de pozo de visita.

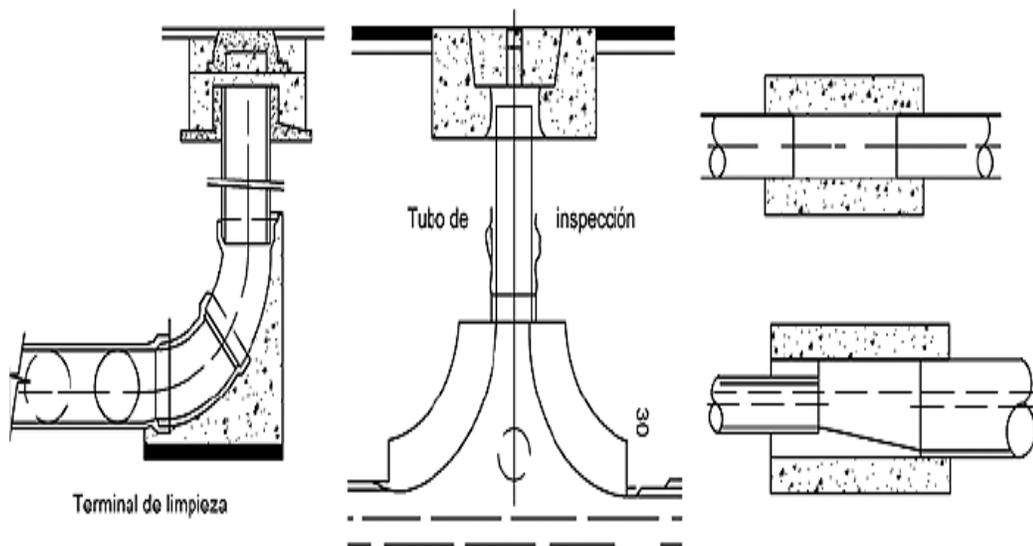


Fuente: Lázaro, 2022.

Pozos de inspección o bocas de acceso

Inicialmente, los alcantarillados no poseían pozos de inspección. Luego, con el uso del sistema combinado se instalaron algunos, indispensables para la remoción de sedimentos, etc. Con el correr del tiempo, las normas adoptadas incrementaron el número hasta en ocasiones uno cada 50 m. Exageración costosa, sin ningún soporte técnico, aumentando los costos sin beneficio. (Pérez Carmona , 2013, p. 450).

Figura 24: Pozos de inspección o bocas de acceso.



Fuente: Pérez Carmona , 2013, p. 450.

Pozos de inspección y mantenimiento

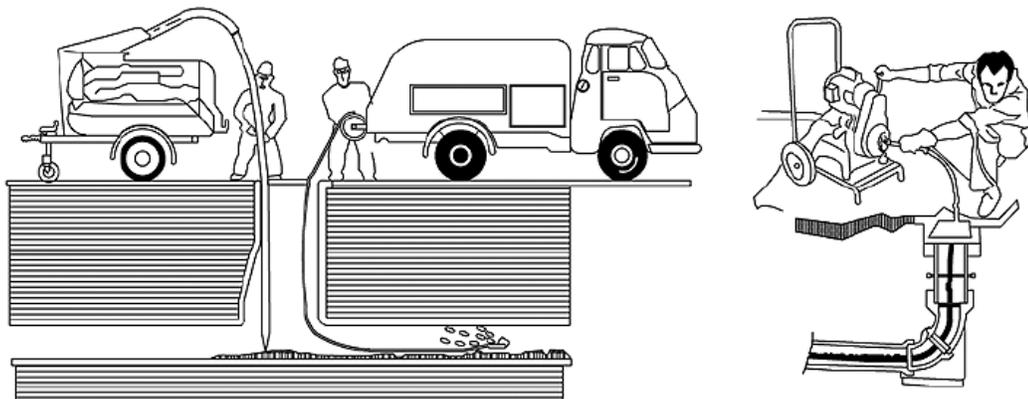
Este sistema propone sustituir el costoso pozo de inspección por un terminal de limpieza a inspección. A lo largo de los tramos, los pozos son reemplazados por tubos de inspección. Se dispone de modelos para cajas subterráneas usadas para cambios

dependientes y diámetros. Se puede y debe reducir el número de pozos. No se van a eliminar todos. Algunos son necesarios e indispensables como puntos de medida, otros se requieren para aforos y otros, para alcantarillados matrices, cámaras de caída, por profundidades, por inspecciones, etc. (Pérez Carmona , 2013, p. 450).

La aparición de máquinas y equipos de limpieza y mantenimiento de alcantarillados para tramos superiores a 300 m. en línea, justifican la eliminación de algunos pozos. El proyectista tiene la obligación de indicar en las memorias, las recomendaciones sobre las especificaciones de los equipos y máquinas para el mantenimiento y limpieza. Los hábitos y prácticas de diseño, necesitan modificarse para asegurar mejores soluciones. Los nuevos conceptos y principios pueden ser aplicados progresivamente, de acuerdo con las conveniencias locales y seguida del incremento de la confianza de los proyectistas y autoridades. (Pérez Carmona , 2013, p. 451).

Se trata de aprovechar la tecnología, aplicando una serie de procedimientos con el objetivo de simplificar obras y reducir costos, sin sacrificar la eficiencia y seguridad de operación.

Figura 25: Sistema de mantenimiento de alcantarillado.



Fuente: Pérez Carmona , 2013, p. 451.

Tratamiento de aguas servidas

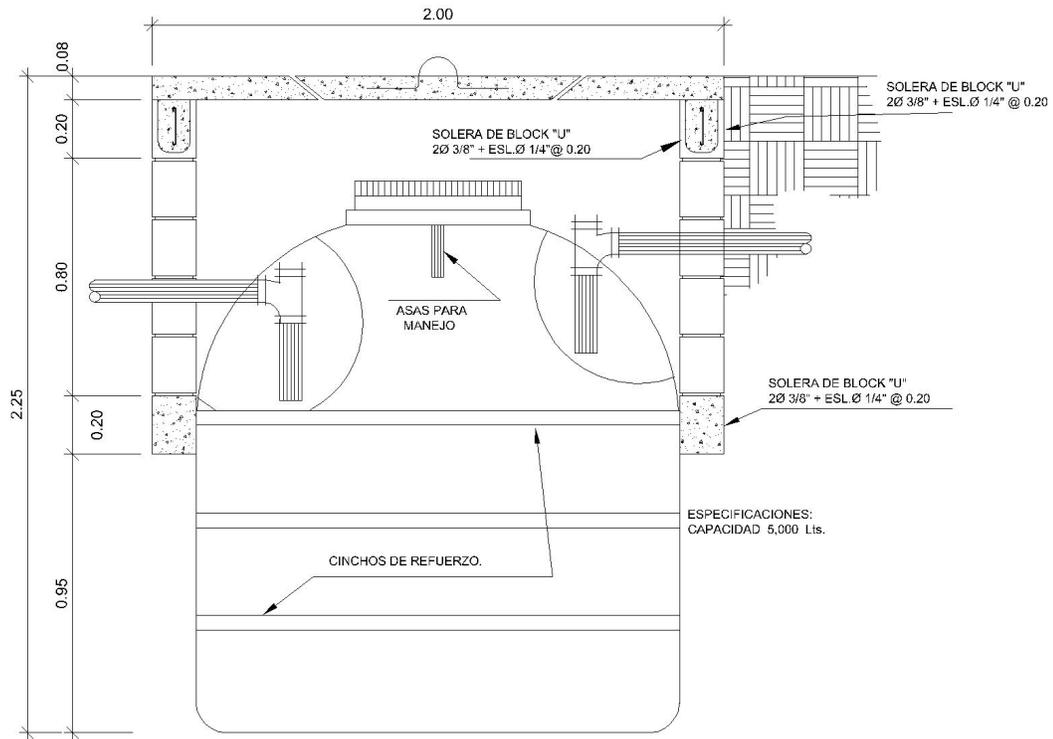
Aguas residuales domesticas

Las aguas residuales domésticas son aquellas aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios y generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas las aguas residuales industriales son todas aquellas aguas residuales vertidas desde locales utilizados para efectuar cualquier actividad comercial o industrial que no sean aguas residuales domésticas ni aguas de escorrentía pluvial. (Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. , 2006, p. 21).

Aguas pluviales

Las aguas pluviales o de tormenta arrastran partículas y contaminantes presentes tanto en la atmósfera como en los viales. En la mayoría de las ocasiones, donde los sistemas de alcantarillado son unitarios, las aguas de lluvia son recogidas por el mismo sistema que se emplea para la recogida y conducción de las aguas residuales domésticas e industriales. En los primeros 15-30 minutos del inicio de las precipitaciones, la contaminación aportada a la estación de tratamiento puede ser importante. A esto, se suma el aporte intermitente de caudal, que, en determinadas ocasiones, obliga a la derivación, sin tratamiento previo, de un volumen determinado a los medios receptores. (Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. , 2006, p. 21).

Figura 26: detalle de instalación de fosa séptica.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Independientemente de su origen, las aguas servidas deben ser tratadas antes de ser vertidas a los cauces de los ríos o lagos que hoy desagua Guatemala, gracias al uso de diversos sistemas, principalmente plantas de tratamiento de aguas servidas. Donde se pueden construir, Guatemala también hace buen uso de las fosas sépticas y de absorción.

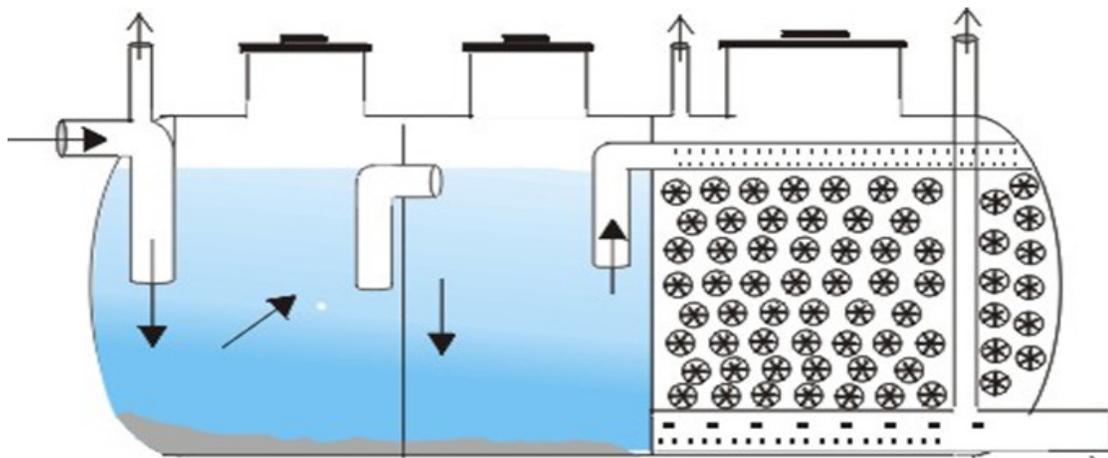
Sistemas de tratamiento

Fosas sépticas: (Zarza) “Una fosa séptica forma parte del saneamiento básico que ha de tenerse para tratar las aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de

servicios” (S/A, p. S/P). Las fosas sépticas son utilizadas mayormente en Guatemala en las áreas de difícil acceso ya que al ser sistemas prefabricados son relativamente de instalación y puesta en funcionamiento de manera sencilla.

Las fosas sépticas representan el primer paso en el tratamiento de las aguas residuales es básicamente un tratamiento primario al separar los sólidos de los líquidos, existen varios tipos de fosas sépticas y en Guatemala las más utilizadas son las prefabricadas ya que son de fácil instalación y mantenimiento, la limpieza es relativamente fácil.

Figura 27: Fosa séptica prefabricada de 3 compartimientos.



Fuente: Zarza, S/A, p. S/P.

Pozos de absorción: Un pozo de absorción es un hoyo excavado en el suelo y relleno con piedras, que facilita la filtración del agua en el suelo, sirve para que las aguas grises se infiltren lentamente cuando no pueden ser aprovechadas. Estos pozos pueden ayudarte a evitar inundaciones en temporada de lluvias y prevenir el estancamiento de aguas, que después puedan causar nidos de moscos y enfermedades. También son llamados pozos de percolación o pozos de drenaje. (Ke Obra, 22, p. S/P).

Características de los pozos de absorción: Los pozos deben tener entre 1,5 m y 4 m de profundidad, no estar cerca de pozos de agua potable y lejos del tráfico de automóviles o estacionamientos para evitar la compactación.

No es necesario enlucir las paredes.

Debe rellenarse en tres capas, divididas según la profundidad del pozo: la primera capa es grava gruesa, la segunda es grava fina y la última capa es arena en el fondo. Debe tener una tapa bien para que pueda mantenerlo.

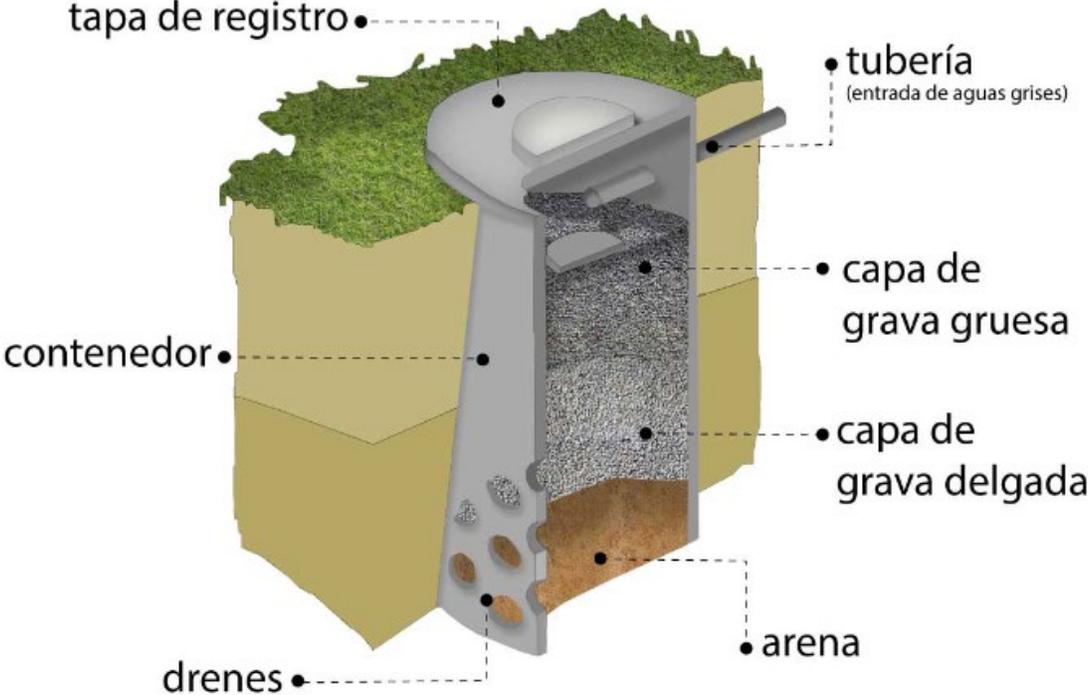
En lugares donde se produzca una gran cantidad de aguas grises, se debe tener cuidado de que el suelo tenga suficiente capacidad de infiltración, ya que los pozos pueden saturarse y emitir olores desagradables. En este caso, puede crear otro pozo y dividir la toma de agua entre dos o más pozos.

Para que los pozos de absorción funcionen correctamente, el saneamiento debe separar las aguas negras y grises. Pros: puede construir un contenedor con materiales disponibles localmente (barriles de metal, latas de plástico, mampostería, etc.).

Bajos costos de inversión y operación. Requiere un espacio pequeño. Es fácil de usar y mantener. Es ideal para terrenos potencialmente inundables y terrenos sin servicios. Cuando un pozo de lixiviación se deteriora, los materiales del pozo se pueden excavar, reemplazar y rellenar. Desventaja: se requiere un tratamiento primario para evitar la obstrucción (capas de grava de diferentes diámetros). Esto puede dañar las propiedades del suelo y del acuífero si no se establece un buen sistema de estratificación. No se recomienda su uso en suelos fangosos, muy densos o pedregosos, porque es difícil hacer pozos y no absorbe agua.

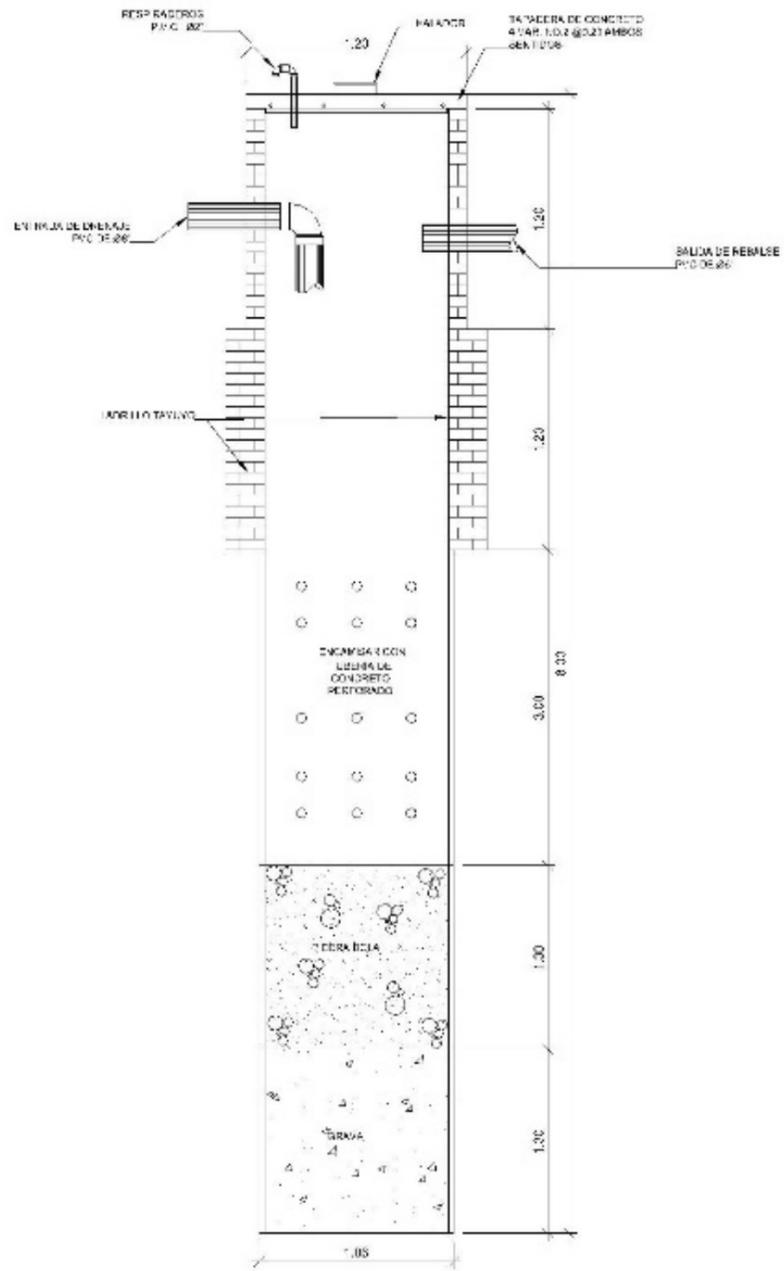
Un pozo de absorción puede durar entre 3 y 5 años sin mantenimiento. Para extender su vida útil, cuida que no se tape, ya que las partículas obstruyen el pozo y será necesario limpiarlo o moverlo. Evita obstrucciones con este simple proceso: una vez cada medio año, deja correr vinagre para que las partículas que causan obstrucciones se desintegren. (Ke Obra, 22).

Figura 28: pozo de absorción.



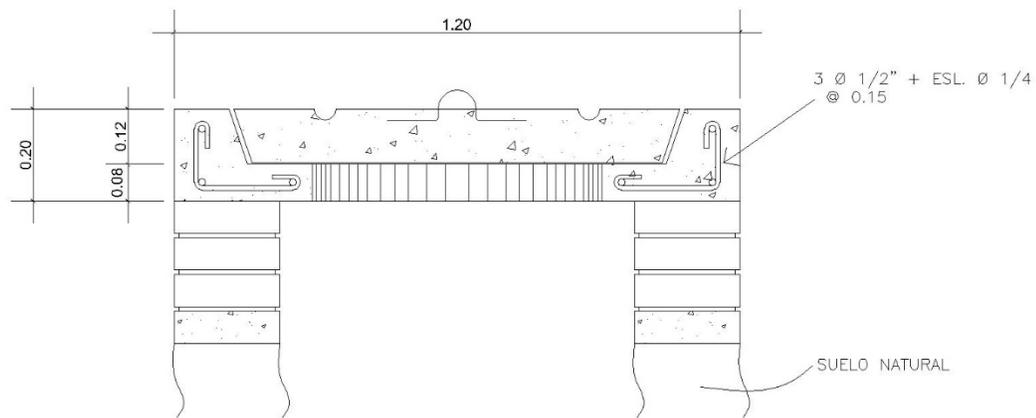
Fuente: Ke Obra, 22.

Figura 29: Detalle de fabricación de pozo de absorción.



Fuente: elaboración propia, 2022.

Figura 30: Detalle de tapadera de pozo de absorción.



Fuente: Elaboración propia. 2022.

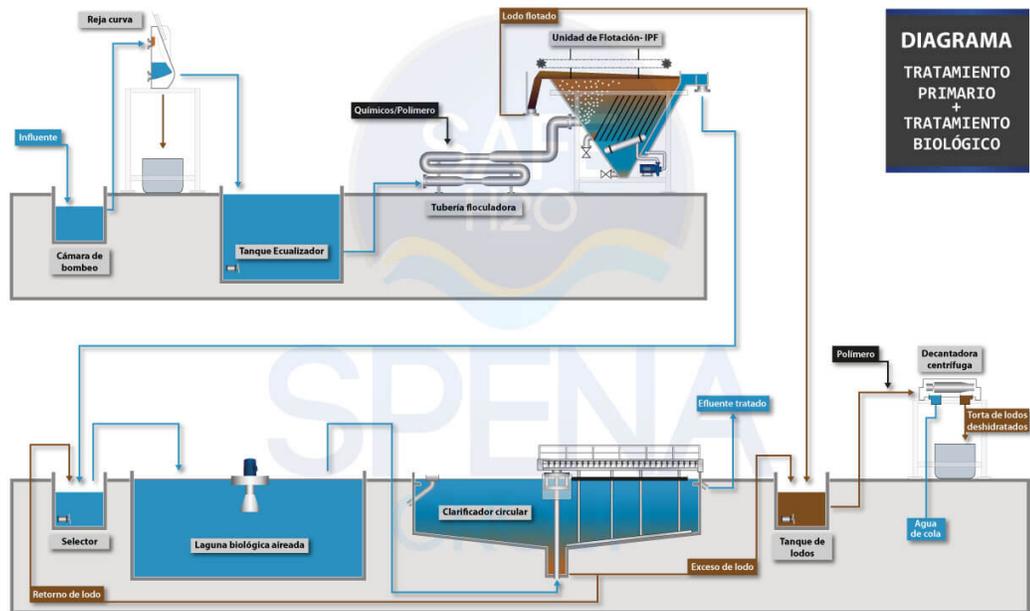
Plantas de tratamiento: Una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) tanto Industrial (PTARI) como Doméstica (PTARD) es un requisito importante para la conservación de vida en el planeta y el cuidado del agua. Con el tiempo, se han mejorado los métodos y aplicaciones para el tratamiento de aguas residuales. Muchas de estas tecnologías para el tratamiento de aguas, permiten una recuperación de recursos y se dan un valor importante al residuo que se genera (Spena Group, 2016, p. S/P).

Función de la planta de tratamiento: Las plantas de tratamiento se utilizan para tratar las aguas residuales domésticas, eliminar sólidos como trapos o plásticos, así como materiales orgánicos, arena y partículas de las aguas residuales, y devolverlos al medio ambiente de manera segura y responsable.

¿Cómo funciona una planta de tratamiento de aguas residuales? El tratamiento de aguas residuales se realiza básicamente en tres etapas: tratamiento preliminar y primario, que elimina 40-60% de los sólidos. tratamiento secundario, que elimina aproximadamente el 90% de los contaminantes y completa el proceso para la parte

líquida de las aguas residuales separadas tratamiento terciario y eliminación de lodos (biosólidos). (Spena Group, 2016, p. S/P).

Figura 31: Diagrama de tratamientos en una PTAR.



Fuente: Spena Group, 2016.

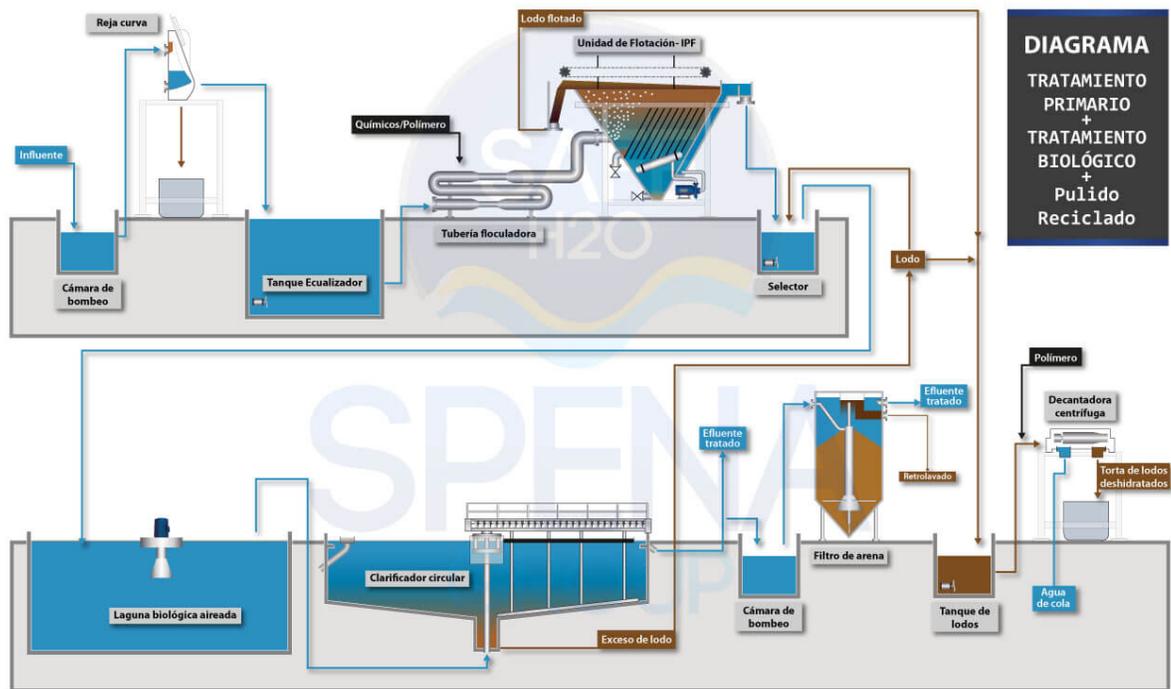
Pasos para el tratamiento de aguas residuales: Tratamiento primario, Consiste en la eliminación de sólidos gruesos, resultando en una reducción de la carga contaminante en sus aguas residuales. Dependiendo de la calidad requerida de sus efluentes finales usted puede necesitar ya sea un filtro, un sistema de flotación o un sistema de floculación y flotación. Si usted descarga su agua a un sistema de alcantarillado un tratamiento primario puede ser suficiente para lograr los requerimientos del efluente final. (Spena Group, 2016, p. S/P).

Tratamiento secundario: Conocida también como tratamiento biológico requerida para aquellos que descargan residuos al medio ambiente, como ríos u otro cuerpo de agua natural. Este tipo de tratamiento hace uso de bacterias para remover materia biodegradable disuelta en su agua residual. En general estos sistemas se dividen en

dos grupos. (tratamiento biológico de la materia orgánica disuelta presente en el agua residual, transformándola en sólidos suspendidos que se eliminan fácilmente). (Spena Group, 2016, p. S/P).

Tratamiento terciario: Consisten en procesos físicos y químicos especiales con los que se consigue limpiar las aguas de contaminantes concretos: fósforo, nitrógeno, minerales, metales pesados, virus, compuestos orgánicos, etc. De los tres tipos de tratamiento de aguas residuales este es más caro que los anteriores y se usa en casos más especiales como por ejemplo para purificar desechos de algunas industrias. (Spena Group, 2016, p. S/P).

Figura 32: Diagrama de tratamiento primario y tratamiento biológico.



Fuente: Spena Group, 2016.

Legislación relacionada

Propuesto por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el Rector a cargo del sector saneamiento, y aprobado por acuerdo del gobierno mediante legislación relacionada con la política nacional en el sector de agua potable y saneamiento en relación con el sistema de alcantarillado doméstico, el presidente del Estado. República, miembro del Consejo de ministros.

Esta Política Nacional debe entenderse como el marco de referencia que establece las prioridades, estrategias y objetivos para lograr que toda la población guatemalteca cuente con acceso a servicios adecuados de agua y saneamiento, enfocando esfuerzos prioritariamente en aquellos sectores hasta ahora relegados y con problemas sociales como pobreza, analfabetismo, desnutrición infantil y, por ende, un bajo nivel de desarrollo humano. A la vez, la Política Nacional es parte de la Agenda Guatemalteca del Agua y, por supuesto, lo suficientemente flexible como para adaptarse a la ejecución de los programas sociales (Gobierno de Guatemala, s/a).

Marco legal e institucional: La Política Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento se fundamenta en la estructura jurídica que se desarrolla a partir de la Constitución Política de la República de Guatemala y en el ordenamiento jurídico del país.

Ámbito legal e institucional: La Constitución Política de la República de Guatemala establece en el Artículo 253 que a los municipios les corresponde atender los servicios públicos locales, entre los que se encuentran los servicios de agua potable y saneamiento. El Código Municipal, Decreto N° 12-2002, y su Reforma, Decreto N° 56-2002, ambos del Congreso de la República, también expresa claramente en su Capítulo 1 del Título V, al referirse a las competencias municipales, que éstas “podrán cumplirse por un municipio, por dos o más municipios bajo convenio, o por mancomunidad de municipios”, indicando que la primera de ellas es la de:

“Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado;” El Código de Salud, Decreto No. 90-97 del Congreso de la República, establece que le compete al Estado, a través del MSPAS, en coordinación con las instituciones del Sector, velar por la protección, conservación, aprovechamiento, uso racional de las fuentes de agua potable y por la calidad del agua para consumo humano y en ese sentido establece la obligación a las prestatarias del servicio, de clorar el agua, prohíbe la tala de árboles y la utilización de agua contaminada para cultivo de vegetales para consumo humano (Artículos 80, 84, 87, 89 y 90 del Código de Salud).

Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos

(berger perdomo, dary fuentes, & arroyave reyes, 2006)

Acuerdo gubernativo

No. 236-2006 Guatemala, 5 de mayo de 2006

El presidente de la república

Considerando

Que por medio del Acuerdo Gubernativo número 236-2006, de fecha cinco (5) de mayo del año dos mil seis (2006), se emitió el Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, el cual establece los parámetros de evaluación, control y seguimiento, para que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales promueva la conservación y mejoramiento del recurso hídrico.

Considerando

Que para cumplir con las disposiciones contenidas en la normativa citada, las autoridades municipales han manifestado, que por diversas circunstancias no imputables a su administración, incluyendo la falta de disponibilidad de recursos

presupuestarios y aspectos técnicos como la ubicación y adquisición de inmuebles adecuados, no han podido concluir con el desarrollo de los proyectos de infraestructura para el tratamiento de las aguas residuales y la disposición de lodos, por lo que se hace procedente la emisión de la disposición legal respectiva para continuar con el apoyo a la gestión de todas las municipalidades del país.

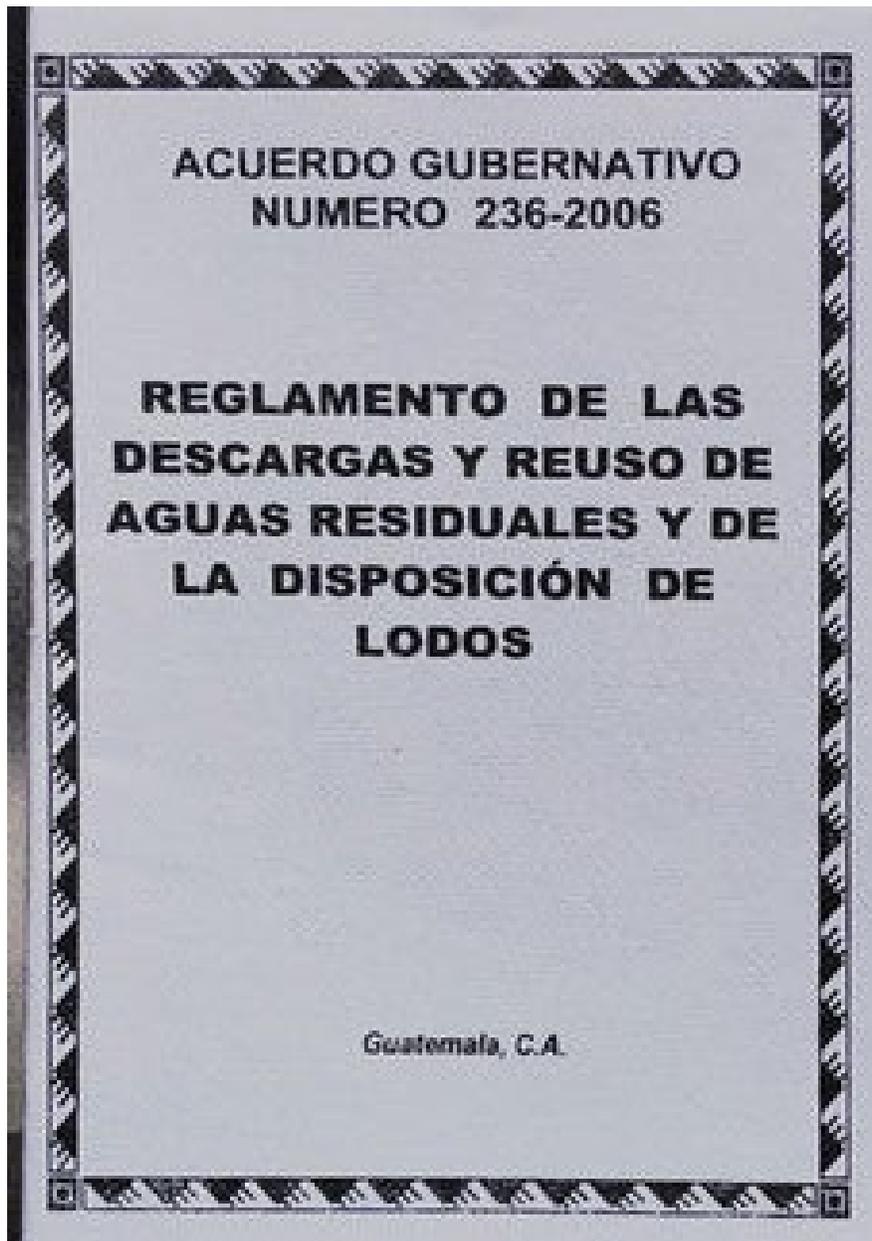
Por tanto

En ejercicio de las funciones que le confiere el artículo 183 literal e), 189 y 190, de la Constitución Política de la República de Guatemala y con fundamento en el artículo 15 del Decreto Número 68-86 del Congreso de la República de Guatemala, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

Acuerda

Las siguientes: reformas al acuerdo gubernativo número 236-2006 de fecha 5 de mayo del año 2006, reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos.

Figura 33: Portada de Reglamento de Las Descargas Y Reúso De Aguas Residuales Y De Lodos.



Fuente: Libreria Juridica, 2022.

Evaluación del Marco Legal, Modelos de Gestión y Capacidades Institucionales de las Aguas Residuales Domésticas y Excretas (Universidad Rafael Landivar , 2021).

Marco legal sobre manejo de aguas residuales domésticas y excretas: El marco legal vigente no garantiza una gestión integral de aguas residuales domésticas y excretas; debido a que presenta dos problemáticas principales: a) la necesidad de desarrollo de normativa en materia de excretas, y b) la falta de cumplimiento de disposiciones reglamentarias en la materia, utilización de la autonomía municipal y existencia de vacíos como excusa para justificar el incumplimiento.

Políticas públicas para el sector: En materia de políticas públicas específicas, ha existido una carencia de las mismas en cuanto a saneamiento, manejo de aguas residuales y excretas. En Guatemala existe una gran diversidad de políticas públicas. La Subsecretaría de Políticas de la SEGEPLAN, por ejemplo, identifica la existencia de 47 políticas vigentes de la más diversas temáticas, relevancia, nivel de ejecución, diseño y alcance”.

Es hasta ahora que se tiene una propuesta de Política Nacional del Sector Agua Potable y Saneamiento (iniciativa del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y formulada con el apoyo de otras instituciones y organizaciones de la sociedad civil), la cual ya fue aprobada y está pendiente, solamente, de la publicación del Acuerdo Gubernativo correspondiente.

Iniciativas legales en curso con avances significativos en el sector: La única iniciativa legal en el sector, es la propuesta sobre una Ley General de Aguas, la cual ya sido objeto de discusión en el Congreso de la República y que podría contener algunas disposiciones al respecto, sin embargo, el trámite de la misma no ha prosperado principalmente por la existencia de contraposición de intereses en los distintos sectores y debido también a la falta de voluntad política del Congreso.

Figura 34: Marco legal y normativo.

Marco legal y normativo
<p><u>Aplicación del marco legal y normativa actual sobre disposición de excretas, servicios de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales:</u> se promoverá el conocimiento del marco legal y normativa actual relacionada con los servicios de disposición de excretas, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, a nivel de todos los sectores de la sociedad, para lograr en el corto plazo su aplicación real y efectiva. A través de estas acciones se tratará de formar conciencia en los diferentes grupos sociales, organizados y no organizados, para que participen activamente y actúen como promotores y auditores sociales.</p>
<p><u>Aprobación de la Política Nacional del Subsector Agua Potable y Saneamiento:</u> actualmente se cuenta con una propuesta de política específica para el subsector agua potable y saneamiento ya aprobada y únicamente falta la publicación del Acuerdo Gubernativo. En este sentido se incidirá en los tomadores de decisión para que dicho Acuerdo sea publicado lo más pronto posible.</p>
<p><u>Formulación de un marco legal específico para los servicios de saneamiento:</u> se promoverá, en coordinación con las entidades gubernamentales responsables de los servicios de saneamiento, organizaciones de la sociedad civil y otros actores; el análisis del marco legal actual y, de ser necesaria, la formulación y emisión de un marco legal específico para el subsector agua y saneamiento y se incidirá en el organismo legislativo y ejecutivo para lograr su elaboración y aprobación.</p>

Esta asignación se establece en el Acuerdo Gubernativo 376-97 del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) que en sus primeros dos artículos indica (Argueta Tejada, s/a):

Artículo 1. Encargar al Instituto de Fomento Municipal (INFOM), la gestión de las Políticas y Estrategias del Sector Agua Potable y Saneamiento, así como la implementación y ejecución de las acciones que de ellas se deriven. La administración del uso del agua para otros fines, continuará siendo de la competencia del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

Artículo 2. Las instituciones del Estado, fondos de inversión social, las instituciones descentralizadas y entidades privadas que realicen programas o proyectos de obras y servicios públicos de agua potable y saneamiento en el país, deberán coordinar sus acciones con el Instituto de Fomento Municipal para canalizar la asistencia técnica y financiera, efectiva y eficientemente (Universidad Rafael Landívar , 2021).

La ley de aguas y la regulación del derecho humano al agua en Guatemala debate y desafíos (Padilla Vassaux & Santos Arroyo, ley de aguas, 2020):

Capítulo 1 el derecho humano al agua y saneamiento en Guatemala

- a. Origen y evolución del derecho humano al agua y saneamiento: Para comenzar, es importante mencionar que el derecho humano al agua y saneamiento (Dhas) se fundamenta en la Declaración Universal de Derechos Humanos, artículos 3 y 25, la cual reconoce el derecho a la vida, la salud, el bienestar, la vivienda y la alimentación (Asamblea General de Naciones Unidas, 1948), derechos que tienen la exigencia previa del acceso al agua potable y saneamiento para su pleno goce y disfrute.

De igual manera, el Pacto Internacional de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales (Pidesc), artículos 11 y 12, lleva inmerso el Dhas dentro de las disposiciones del derecho a la vida y a la salud (Asamblea General de las Naciones Unidas, 1966). Ambos textos sirven de preámbulo para el reconocimiento oficial del Dhas, asumido formalmente el 28 de julio de 2010, cuando la mayoría de los países de las Naciones Unidas votaron a favor de la resolución 64/292, incluyendo a Guatemala.

- b. La problemática del sector agua y saneamiento en la administración pública
El Dhas se concreta en las condiciones materiales de acceso a agua potable y a saneamiento “seguro”, así como en las diversas obligaciones del Estado para garantizar este derecho. El llamado “sector de agua y saneamiento”, en la administración pública, es clave para cumplir los pilares del Dhas, ya que es el encargado directo de proveer a la población servicios básicos de agua potable y drenajes necesarios, como la llamada “infraestructura gris”, pero también a través del control y monitoreo de la calidad del agua que ingiere la población.

Figura 35: Recurso hídrico.



Fuente: s/e, 2021.

Capítulo 2 el problema del vacío legal y la interpretación de la corte de constitucionalidad (Padilla Vassaux & Santos Arroyo , ley de aguas en Guatemala, 2020).

Las tres dimensiones del agua Al igual que los tres pilares del desarrollo sostenible, al agua se le atribuyen tres dimensiones sobre las cuales pueden visualizarse sus usos: la dimensión social, la ambiental y la económica. Desde la dimensión social, el agua es un elemento esencial para la vida; en la dimensión ambiental, el agua debe manejarse siguiendo principios de sustentabilidad, equidad intergeneracional y cooperación entre los usuarios para evitar que se degrade; y en la dimensión económica, se entiende como un bien económico o insumo para producir bienes y

servicios, (generación hidroeléctrica, abastecimiento humano, producción agrícola, industrial y minera, etc.).

Artículo 127: Todas las aguas son bienes de dominio público, inalienables e imprescriptibles. Su aprovechamiento, uso y goce, se otorgan en la forma establecida por la ley, de acuerdo con el interés social. Una ley específica regulará esta materia.

Artículo 128: El aprovechamiento de las aguas de los lagos y de los ríos, para fines agrícolas, agropecuarios, turísticos o de cualquier otra naturaleza, que contribuya al desarrollo de la economía nacional, está al servicio de la comunidad y no de persona particular alguna, pero los usuarios están obligados a reforestar las riberas y los cauces correspondientes, así como a facilitar las vías de acceso.

1. Marco legal y organización del sector (Lentini, 2022).

A) Marco legal y regulatorio

El marco legal y regulatorio establece las “reglas de juego” con las cuales se rigen las interacciones de los distintos participantes del sector de agua potable y saneamiento. Por este motivo, la calidad de los mismos evaluada, por ejemplo, a través de la especificidad y claridad con las cuales se asignan los derechos y obligaciones o la capacidad de la autoridad de aplicación para obligar a su cumplimiento, resultan relevantes para instrumentar las políticas de estado para el sector, y así orientar y dar los incentivos correctos con relación al comportamiento que se desea de los intervinientes.

El marco legal e institucional del sector se organiza principalmente partir de cuatro instrumentos: la constitución nacional, y el código municipal y el código de salud.

Se destaca la importancia de las autoridades municipales en lo que respecta a las competencias sobre la gestión y control de los servicios de agua y saneamiento las principales exigencias con relación a la calidad de las prestaciones son establecidas

por normas de orden nacional. También el financiamiento de la gestión municipal, en general, y de los servicios de agua y saneamiento, en particular, tienen cierto grado de dependencia del presupuesto del gobierno nacional.

La normativa vigente, mediante el código municipal, atribuye a los municipios la facultad de regular y prestar los servicios de agua y saneamiento en jurisdicción territorial y se les otorga la competencia, para establecer tales servicios, mantenerlos, ampliarlos y mejorarlos, garantizando un funcionamiento eficaz, seguro y continuo y, en su caso, la determinación y cobro de tasas y ascendiendo los costos de operación, mantenimiento, y mejoramiento de calidad y cobertura de servicios.

El código municipal contempla tres formas de prestación y administración de servicios de agua potable y saneamiento: i) por la municipalidad y sus dependencias administrativas, unidades de servicio y empresas públicas; ii) por la asociación o mancomunidad de municipios según regulaciones acordadas conjuntamente; y iii) por concesiones otorgadas de conformidad con las normas contenidas en el código municipal y la ley de contrataciones del estado (decreto número 57-92).

Respecto de esta tercera forma de prestación, la municipalidad tiene facultad para otorgar a personas individuales o jurídicas, la concesión de la prestación de servicios públicos municipales que operen en su circunscripción territorial, mediante contrato de derecho público y a plazo determinado en el que se fijen la naturaleza y condiciones del servicio. El plazo se determina en cada caso, de acuerdo con la cuantía e importancia de la inversión, tomando en cuenta el interés municipal, el de los usuarios e inquilinos. El consejo municipal establece, además, las contribuciones municipales y tras las derivadas del contrato que percibirá del concesionario. La municipalidad tiene la potestad de intervenir temporalmente el servicio público municipal que se administre y preste deficientemente, o revocar el contrato de concesión.

Situación actual de alcantarillado en Guatemala

Las tecnologías utilizadas para los sistemas de alcantarillado sanitario, que principalmente se encuentran en los centros urbanos, prevalecen las redes de tipo convencional como sistemas por gravedad con conductos funcionando como canales parcialmente llenos, salvo en los casos en los que sea indispensable un sistema por bombeo, en los cuales la línea de descarga de bombeo se diseña como conducto a presión. Para su diseño se hace uso de las Normas Generales para Diseño de Alcantarillado del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) (Enrique, 2013).

Las tecnologías más utilizadas para el tratamiento de aguas residuales municipales en Guatemala son: lagunas de estabilización, RAFAs, filtros filtrantes, fosas sépticas, lagunas Imhoff, lodos o lodos activados y tanques de decantación. En muchos casos, se utiliza una combinación de dos o más de los métodos anteriores. Se hace menos uso de zanjas de oxidación y humedales construidos.

En cuanto a formación y formación de recursos humanos en la industria, formación a nivel de posgrado en la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria e Hidroeléctrica - ERIS-, acreditación a nivel mesoamericano, cargo en derecho ambiental en la Universidad Mariano Gálvez. También es fundamental preparar profesionales de pregrado en diversas universidades estatales, principalmente en ingeniería, arquitectura y agronomía

A nivel técnico no universitario es importante mencionar el rol del INDAPS en la formación de Inspectores en Saneamiento Ambiental, cuyos egresados se desempeñan principalmente en el Ministerio de Salud. En Guatemala, los informes de avance del sector de aguas y saneamiento han estado dirigidos a presentar principalmente el avance en cuanto a cobertura en infraestructura, sin considerar la calidad en la

prestación de los servicios y aquellos elementos que de una u otra forma han limitado niveles adecuados de calidad.

En la presente investigación, para la homologación de indicadores se ha tomado en cuenta otra iniciativa que en el marco del FOCARD-APS se está desarrollando para complementar los planes de acción que serán presentados a las autoridades del sector. Esta iniciativa es el “Monitoreo del Avance de País en Agua y Saneamiento” (MAPAS), la cual busca medir los progresos del sector más allá de las coberturas y entender cómo las inversiones se transforman en servicios sostenibles. La metodología MAPAS evalúa el Marco Institucional, Desarrollo y Sostenibilidad del sector saneamiento en general.

Mejoramiento sistema de alcantarillado sanitario en la actualidad (Antonio, s/a).

Las ventajas de mejorar el sistema de alcantarillado sanitario son:

- 1) Permite una ejecución más práctica.
- 2) El servicio de alcantarillado sanitario contempla el crecimiento de la población del lugar.
- 3) Mejor facilidad de transporte y acarreo de materiales.
- 4) Permite mejorar la calidad de vida de los habitantes en general, sin distinción de género o grupo étnico. Se le podrá brindar el servicio de drenaje, a las familias que habitan en el sector, y a las futuras viviendas que se edifiquen en el lugar. La ejecución de este proyecto permite mejorar el nivel de vida de los vecinos ya que podrán contar con un servicio de drenaje sanitario óptimo, evitando así que las corrientes de aguas negras dañen el medio ambiente y constituyan un gran foco de contaminación.

Normas actualmente usadas en Guatemala

Norma Técnica Guatemalteca para Tuberías de Alcantarillado Sanitario

NTG-19 007:2019

Tubos corrugados con pared interior lisa y accesorios de poli (cloruro de vinilo) (PVC) para alcantarillado. Especificaciones. ASTM F949.

(Comisión Guatemalteca de Normas, Ministerio de Economía, 2019) “La Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- es el Organismo Nacional de Normalización según el Decreto No.1523 del Congreso de la República del 15 de mayo de 1962, modificado por el Decreto No.78-2005 del 08 de diciembre de 2005” (p. 3).

La elaboración de normas a través de Comités Técnicos de Normalización garantiza la participación de todos los sectores interesados, dando transparencia a este proceso. En apoyo a las actividades productivas del país, el Comité Técnico de Normalización de PVC, trabajó la norma COGUANOR NTG 19007 Tubos corrugados con pared interior lisa y accesorios de poli (cloruro de vinilo) (PVC) para alcantarillado. Especificaciones. ASTM F949 – 10. (Comisión Guatemalteca de Normas, Ministerio de Economía, 2019, p. 3).

Objeto y campo de aplicación: La presente norma establece los requisitos, métodos de prueba y materiales para tubería corrugada de poli (cloruro de vinilo) (PVC), con interior liso, en diámetros nominales de 100 mm a 1200 mm (4 pulgadas a 48 pulgadas). Estos tubos de pared corrugada se componen de una pared exterior corrugada fusionada a una pared interior lisa, para proveer valores de rigidez de 317 kPa y 793 kPa (46 psi y 115 psi). Las juntas y accesorios se incluyen en esta misma especificación. (Comisión Guatemalteca de Normas, Ministerio de Economía, 2019, p. 4).

El propósito de estos requisitos es producir tuberías y accesorios para flujo subterráneo por gravedad en sistemas sanitarios y pluviales, así como tuberías perforadas y no perforadas para alcantarillado subterráneo.

Nota 1. Las tuberías de aguas residuales industriales solo deben instalarse con un permiso especial de la autoridad gubernamental correspondiente, ya que pueden contener productos químicos que normalmente no se encuentran en las aguas residuales y pueden tener una temperatura superior a 60 °C (140 °F). La tubería y los accesorios fabricados de acuerdo con esta especificación se instalarán de acuerdo con las prácticas de la norma ASTM D2321. NOTA 2.

Cuando se utiliza tubería perforada, el tamaño de la zanja en la que se debe colocar la tubería y la permeabilidad del material de la tubería pueden afectar la capacidad del sistema para brindar el nivel deseado de infiltración o fuga. El tipo de material en el área de la tubería, dependiendo del tamaño del grano, debe coincidir con el tamaño de la perforación para evitar la migración de tierra hacia la tubería. Los valores expresados en unidades del Sistema Internacional -SI- deben considerarse como estándar. Los valores entre paréntesis son solamente para fines informativos.

Terminología: Las definiciones se dan según la Terminología ASTM F412 y las abreviaturas se dan según la Terminología ASTM D1600, a menos que se especifique de otra forma. La abreviatura de plástico de poli (cloruro de vinilo) es PVC. Línea de molde- Es una marca leve o irregularidad en la superficie del tubo o accesorios como resultado de la separación de las piezas del molde en ese punto.

Manufactura y materiales: Especificación de Materiales: El tubo será hecho de compuesto de PVC con una clasificación de celda mínima de 12454 de acuerdo con la especificación ASTM D1784. Los accesorios serán hechos de compuesto de PVC con una clasificación de 12454 ó 13343 como se define en la especificación ASTM D1784.

También es aceptable el uso de compuestos con clasificaciones de celda diferentes, siempre que las características que difieren sean superiores a las especificadas.

Material Reprocesado- El fabricante debe utilizar sólo su propio material reprocesado, limpio que cumpla con la sección, y los tubos y accesorios producidos deben cumplir todos los requisitos de esta norma.

Los tubos deben ser manufacturados por extrusión simultánea de las paredes lisa y corrugada, con la pared interna lisa fundida a la pared externa corrugada.

Los accesorios deben ser moldeados o fabricados.

Materiales de las juntas: Empaques- Los empaques elastoméricos deben cumplir con los requerimientos de la especificación ASTM F477. 4.5.2 Lubricante- Para la realización de la junta se debe usar el lubricante recomendado por el fabricante, y este no deberá producir efectos dañinos en el empaque, el tubo o los accesorios. 4.5.3 Cemento solvente- El cemento solvente debe cumplir con la especificación ASTM D2564. Se usará únicamente en conectores tipo buje (bushing) y silleta.

Requisitos: Fabricación, la tubería y accesorios deberán ser homogéneos y libres de rajaduras, agujeros, incrustaciones extrañas o cualquier otro defecto visible que sea perjudicial. La tubería deberá ser tan uniforme como sea comercialmente aceptable en color, opacidad, densidad y otras propiedades físicas. Los agujeros son aceptables cuando sean colocados deliberadamente en la tubería como perforaciones para aplicaciones de sub-drenaje, entre otros.

Accesorios: Los accesorios también pueden ser fabricados a partir de tubos que cumplan con los requerimientos de esta especificación o de tubos que cumplan con los requerimientos de la especificación ASTM D3034 o ASTM F679.

Para el caso de accesorios fabricados con una campana formada, el espesor de la pared se considera satisfactorio si fue formado de tubo que cumple los requerimientos del estándar con el cuál fue producido. Para accesorios con reducción o con entradas

pequeñas, el espesor mínimo de pared de cada entrada no deberá ser inferior al espesor mínimo de pared del tubo del mismo diámetro nominal.

Inspección: General la inspección del material debe hacerse según lo acordado entre el cliente y fabricante la inspección por el cliente no debe quitar la responsabilidad del fabricante de elaborar los productos de acuerdo con los requerimientos de esta especificación.

NOTA. Si el cliente solicita una inspección detallada, el fabricante deberá notificar al cliente con anticipación la fecha, hora y lugar donde se inspeccionará la tubería o sus accesorios, o ambos, para que el representante del cliente pueda realizar la inspección.

8.3. Acceso: los inspectores tendrán libre acceso a las partes del equipo del fabricante relacionadas con el trabajo realizado de acuerdo con esta especificación. El fabricante deberá proporcionar todas las facilidades necesarias para que el inspector determine si la tubería o los accesorios, o ambos, cumplen con los requisitos de esta especificación.

En caso de que los resultados de una o más pruebas no cumplan con los requisitos establecidos en la especificación, se podrá proceder al rechazo y re-inspección del producto. Esta situación requerirá una negociación entre el proveedor y el comprador para determinar las acciones a tomar. Una vez acordada la repetición de las pruebas, el producto deberá someterse nuevamente a los métodos de prueba especificados en la misma especificación. Se seleccionarán para la re-inspección los tubos del mismo lote (identificados por el código de extrusión) que representen a aquellos que no cumplieron con los requisitos iniciales.

Si, después de la re-inspección, los resultados de la prueba siguen sin cumplir con los requisitos de la especificación, se considerará que la cantidad de productos representados en esa prueba no cumple con los criterios establecidos. Este proceso permite garantizar que los productos cumplan con los estándares de calidad requeridos y asegura que solo los productos que satisfacen los requisitos de las especificaciones.

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La investigación se realizó en lotificación Los Laureles, Caserío el Terrero Municipio de Jalapa, con la finalidad de comprobar la hipótesis planteada: “El incremento de los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años; por colapso, es debido a la inexistencia de plan para la mejora de su diseño y construcción.” la información se obtuvo de dos tipos de poblaciones las cuales son:

Para comprobar la variable dependiente (Y) o el efecto, se tomó de referencia el total de 600 jefes de hogar de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, se procedió a realizar el análisis del cálculo de la muestra de población finita cualitativa, con el 90% del nivel de confianza y 9.5% de error de muestreo, se determinó la muestra de 67 jefes de hogar.

Para comprobar la variable independiente (X) o la causa se realizó un censo ya que fue dirigido al honorable consejo municipal de Jalapa y al director de la Dirección municipal de Planificación D.M.P de Jalapa, con un total de 14 individuos.

A continuación, se presentan los cuadros y gráficas obtenidas en el trabajo de campo realizada por el investigador; las que se clasifican de la manera siguiente:

Del cuadro 2 al 6 y gráfica de la 2 a la 6, se refiere a la comprobación de la variable dependiente; del cuadro 7 al 11 y gráfica 7 a la 11 para comprobar la variable independiente.

Se hace la observación que con la gráfica 2 se comprueba la variable dependiente; y, con la gráfica 6 se comprueba la variable independiente, contenidas en la hipótesis de trabajo formulada.

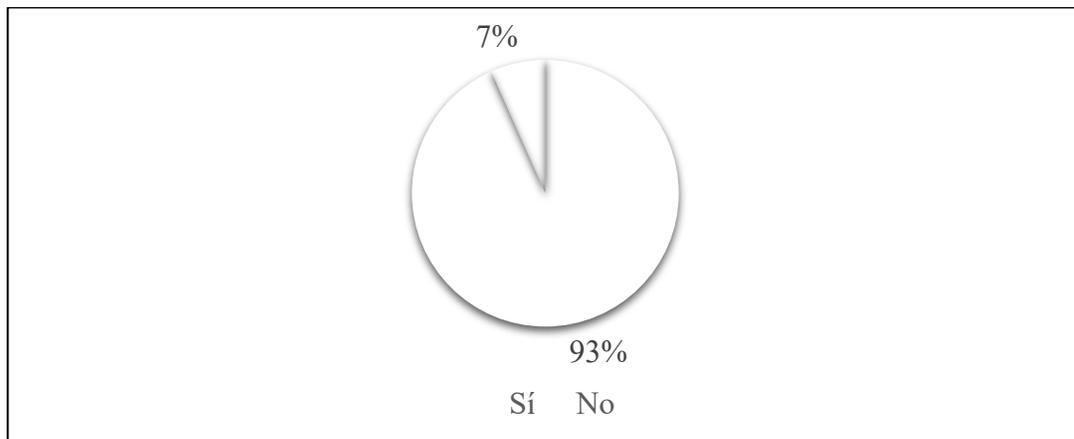
Cuadros y gráficas que comprueban la variable dependiente (Y) o efecto.

Cuadro 2: Jefes de hogar indican incremento en los costos de mantenimiento de la red de alcantarillado sanitario.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	42	93
No	25	7
Totales	67	100

Fuente: jefes de hogar de lotificación los Laureles Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa; marzo 2022.

Gráfica 1: Jefes de hogar indican incremento en los costos de mantenimiento de la red de alcantarillado sanitario.



Fuente: Jefes de hogar de lotificación los Laureles Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa; marzo 2022.

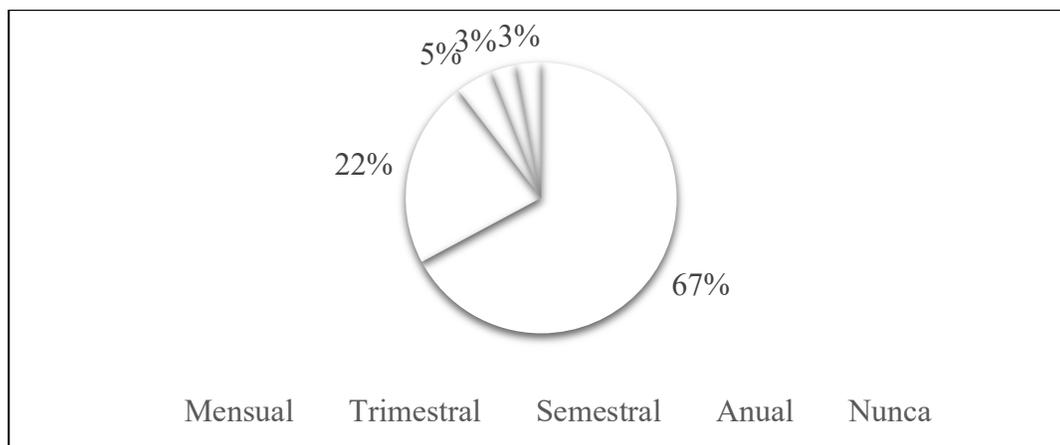
Análisis: En el cuadro 1 y gráfica 1 se muestra una clara percepción por parte de la mayoría de los jefes de hogar en la comunidad de que los costos de mantenimiento están aumentando, lo que subraya la importancia de abordar este problema de manera efectiva para garantizar el bienestar de la comunidad.

Cuadro 3: Frecuencia con la que se realiza mantenimiento a la red de alcantarillado sanitario.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Mensual	45	67
Trimestral	15	22
Semestral	3	5
Anual	2	3
Nunca	2	3
Totales	67	100

Fuente: Jefes de hogar de lotificación los Laureles Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa; marzo 2022.

Gráfica 2: Frecuencia con la que se realiza mantenimiento a la red de alcantarillado sanitario.



Fuente: Jefes de hogar de lotificación los Laureles Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa; marzo 2022.

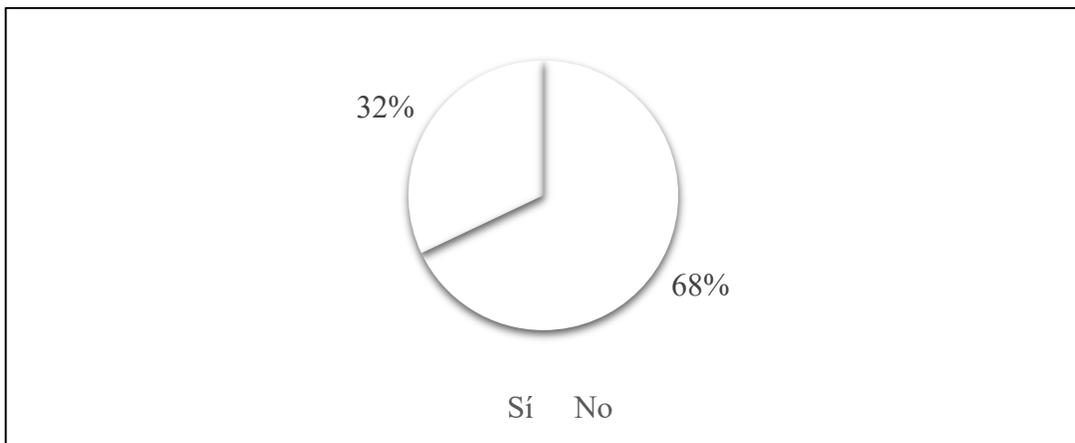
Análisis: Dos terceras partes de la población encuestada indican que se realiza mantenimiento a la red de alcantarillado sanitario de lotificación los Laureles, caserío el terrero, municipio de Jalapa, de manera mensual.

Cuadro 4: Se tienen pérdidas económicas.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	53	68
No	14	32
Totales	67	100

Fuente: Jefes de hogar de lotificación los Laureles Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa; marzo 2022.

Gráfica 3: Se tienen pérdidas económicas.



Fuente: Jefes de hogar de lotificación los Laureles Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa; marzo 2022.

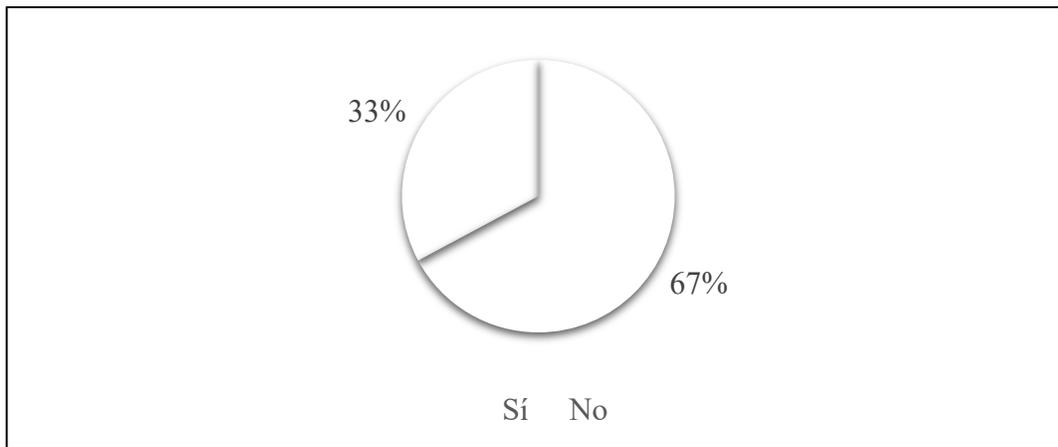
Análisis: la gráfica muestra una división significativa en la comunidad entre aquellos que experimentan pérdidas económicas y aquellos que no, lo que destaca la necesidad de intervenciones para apoyar a aquellos que enfrentan dificultades financieras y promover la estabilidad económica en la comunidad en general.

Cuadro 5: Pérdida de tiempo por mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	45	64
No	22	36
Totales	67	100

Fuente: Jefes de hogar de lotificación los Laureles Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa; marzo 2022.

Gráfica 4: Pérdida de tiempo por mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario.



Fuente: Jefes de hogar de lotificación los Laureles Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa; marzo 2022.

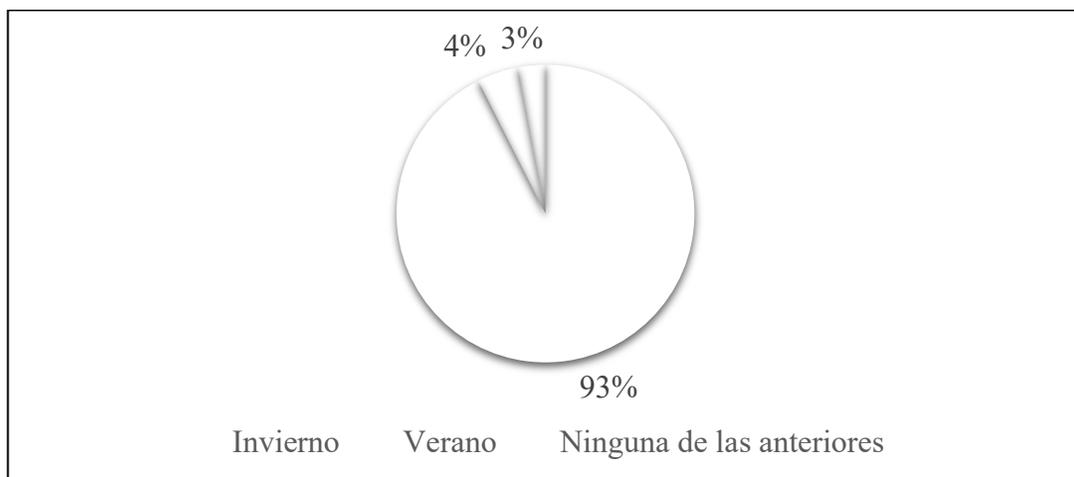
Análisis: la gráfica muestra una preocupación significativa entre los residentes sobre la pérdida de tiempo debido al mantenimiento de la red de alcantarillado, lo que destaca la importancia de abordar estos problemas para mejorar la calidad de vida en la comunidad.

Cuadro 6: Época del año en que se presentan daños a la red de alcantarillado sanitario.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Invierno	62	93
Verano	3	4
Ninguna de las anteriores	2	3
Totales	67	100

Fuente: Jefes de hogar de lotificación los Laureles Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa; marzo 2022.

Gráfica 5: Época del año en que se presentan daños a la red de alcantarillado sanitario.



Fuente: Jefes de hogar de lotificación los Laureles Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa; marzo 2022.

Análisis: la gráfica muestra una clara preocupación entre la mayoría de los encuestados sobre los daños en el sistema de alcantarillado durante la temporada de invierno, lo que subraya la importancia de tomar medidas para fortalecer la resiliencia del sistema de alcantarillado frente a los desafíos estacionales.

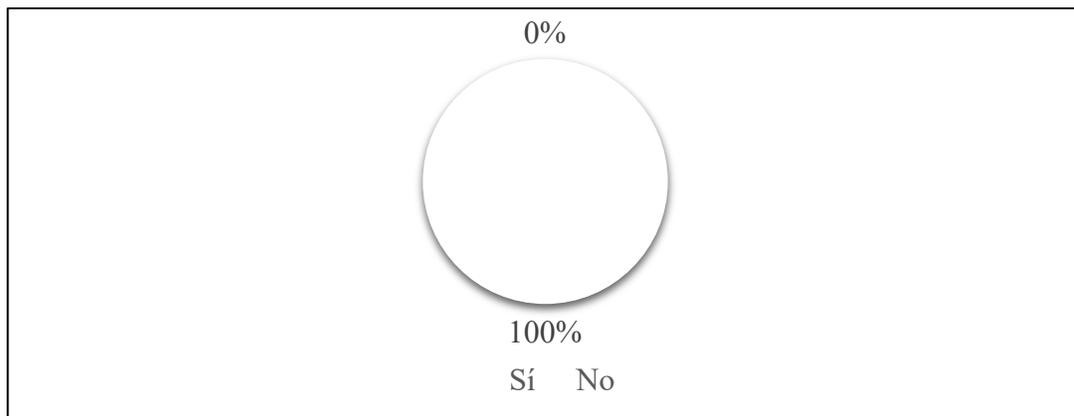
Cuadros y gráficas que comprueban la variable independiente (X) o causa.

Cuadro 7: Autoridades municipales indican sobre la existencia de un plan para el mejoramiento de la red de alcantarillado sanitario en Lotificación Los Laureles, Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	0	0
No	14	14
Totales	14	100

Fuente: censo dirigido a Consejo municipal y director municipal de planificación de Jalapa, marzo 2022.

Gráfica 6: Autoridades municipales indican sobre la existencia de un plan para el mejoramiento de la red de alcantarillado sanitario en Lotificación Los Laureles, Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa.



Fuente: censo dirigido a Consejo municipal y director municipal de planificación de Jalapa marzo 2022.

Análisis: en el cuadro y gráfica anteriores el honorable consejo municipal y director de la dirección municipal de planificación de Jalapa afirman sobre la inexistencia de un plan para el mejoramiento de la red de alcantarillado sanitario en Lotificación los

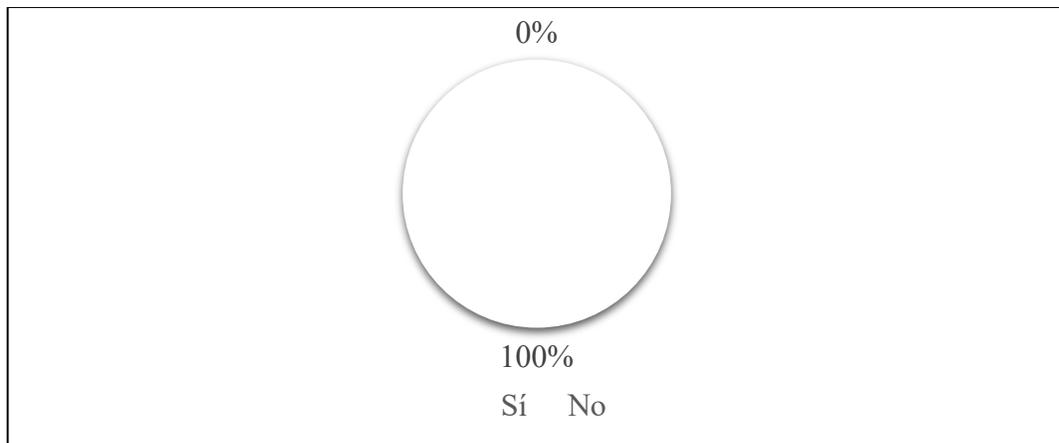
Laureles caserío el Terrero, municipio de Jalapa, por lo que se comprueba la variable independiente de la hipótesis planteada.

Cuadro 8: Disponibilidad de presupuesto para obras de alcantarillado sanitario en Jalapa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	14	100
No	0	0
Totales	14	100

Fuente: censo dirigido a Consejo municipal y director municipal de planificación de Jalapa; marzo 2022.

Gráfica 7: Disponibilidad de presupuesto para obras de alcantarillado sanitario en Jalapa.



Fuente: censo dirigido a Consejo municipal y director municipal de planificación de Jalapa marzo 2022.

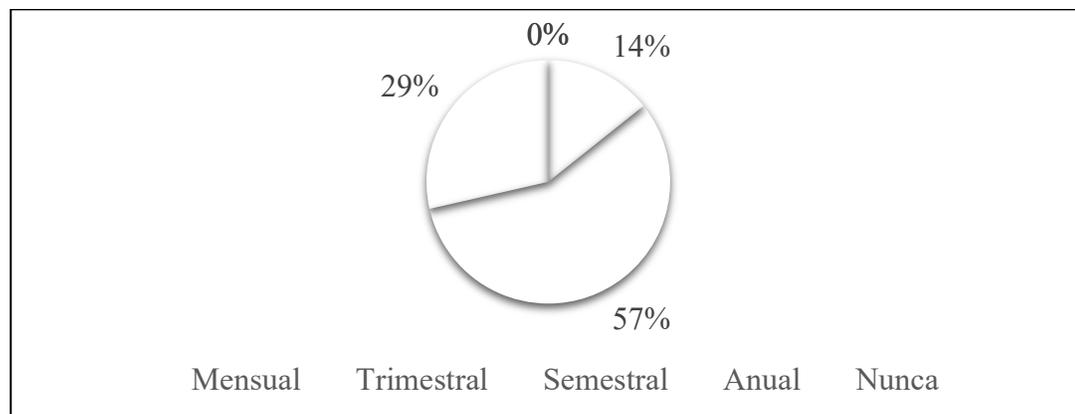
Análisis: según datos obtenidos en el censo realizado a las autoridades municipales se ve reflejado que sí disponen de un presupuesto para proyectos enfocados en el mejoramiento de alcantarillados sanitarios en el municipio de Jalapa

Cuadro 9: Frecuencia con la que se realiza monitoreo en la red de alcantarillado sanitario en Lotificación Los Laureles, Caserío el Terrero, municipio de Jalapa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Mensual	2	14
Trimestral	8	57
Semestral	4	29
Anual	0	0
Nunca	0	0
Totales	14	100

Fuente: censo dirigido a Consejo municipal y director municipal de planificación de Jalapa, marzo 2022.

Gráfica 8: Frecuencia con la que se realiza monitoreo en la red de alcantarillado sanitario en Lotificación Los Laureles, Caserío el Terrero, municipio de Jalapa.



Fuente: censo dirigido a Consejo municipal y director municipal de planificación de Jalapa marzo 2022.

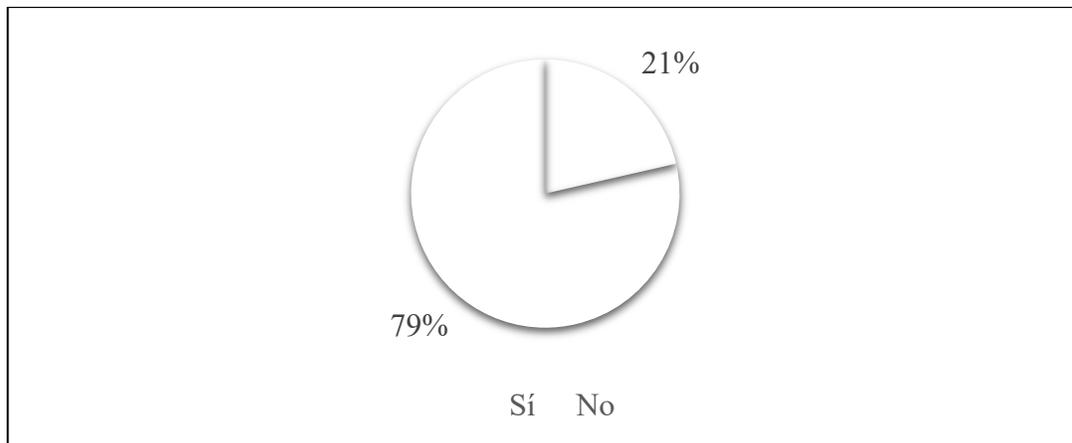
Análisis: en el censo dirigido al consejo municipal y a director de planificación municipal de Jalapa indican que se realizan monitoreo en la red de alcantarillado sanitario de Lotificación los Laureles caserío el Terrero, municipio de Jalapa, cada tres meses.

Cuadro 10: Correcto funcionamiento de la red de alcantarillado sanitario en lotificación los Laureles, Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	3	21
No	11	79
Total	14	100

Fuente: censo dirigido a Consejo municipal y director municipal de planificación de Jalapa, marzo 2022.

Gráfica 9: Correcto funcionamiento de la red de alcantarillado sanitario en lotificación los Laureles, Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa.



Fuente: censo dirigido a Consejo municipal y director municipal de planificación de Jalapa marzo 2022.

Análisis: en su mayoría el consejo municipal de jalapa y el director municipal de planificación están en acuerdo en que la red de alcantarillado sanitario de lotificación los Laureles, Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa, no cumple con la demanda actual necesaria para el correcto funcionamiento de la red existente de drenaje.

Cuadro 11: Personal capacitado en el área de la cuantificación de datos sobre producción de aguas servidas en Lotificación los Laureles, Caserío el Terrero municipio de Jalapa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Sí	6	35
No	8	65
Totales	14	100

Fuente: censo dirigido a Consejo municipal y director municipal de planificación de Jalapa, marzo 2022.

Gráfica 10: Personal capacitado en el área de la cuantificación de datos sobre producción de aguas servidas en Lotificación los Laureles, Caserío el Terrero municipio de Jalapa.



Fuente: censo dirigido a Consejo municipal y director municipal de planificación de Jalapa marzo 2022.

Análisis: Según censo realizado al consejo municipal y al director de planificación municipal de Jalapa se demuestra que no hay personal que se dedique al monitoreo de los caudales actuales de aguas servidas en Lotificación los Laureles, Caserío el Terrero municipio de Jalapa.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.1 Conclusiones:

1. Se comprueba la hipótesis: “El incremento de los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años; por colapso, es debido a la inexistencia de plan para la mejora de su diseño y construcción.” La variable dependiente con el 90% de nivel de confianza y 9.5% de error de muestreo y la variable independiente con el 100% de nivel de confianza y 0% de error de muestreo.
2. Existe incremento en los costos por mantenimiento de la red de alcantarillado sanitario en el área de estudio.
3. Las personas afectadas por el colapso de la red de alcantarillado sanitario deben dar mantenimiento por averías en la red de manera frecuente.
4. Las pérdidas económicas son considerables, debido al constante mantenimiento que se le da a la red existente.
5. Debido al mal estado de la red de alcantarillado existente, los jefes de hogar de la zona de estudio, tienen pérdida de tiempo, al tener que reparar constantemente la tubería.
6. La época lluviosa es cuando se presentan mayores problemas en la red de alcantarillado.
7. No se tiene un plan para el mejoramiento de la red de alcantarillado sanitario.
8. Existe presupuesto actualmente en la municipalidad de Jalapa, para la construcción o mejoramiento de sistemas de alcantarillados, pero no se han realizado las gestiones para la implementación de una propuesta de mejora.

9. Se realizan monitoreos de manera trimestral en los sistemas actuales de drenajes en la zona de estudio, a pesar de ello no se considera la problemática existente.
10. La red de alcantarillado actual de la zona de estudio no cumple con la capacidad adecuada para la demanda.
11. No se cuenta con personal capacitado para la medición de la demanda actual.

IV.2 Recomendaciones:

1. Operativizar la propuesta de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.
2. Reducir los costos por mantenimiento de la red de alcantarillado sanitario en la zona de estudio.
3. Disminuir la frecuencia con la que se presentan averías en las tuberías de alcantarillado sanitario en el área de estudio.
4. Evitar los altos costos lo que es una pérdida económica a los habitantes de la zona de estudio, debido al constante mantenimiento.
5. Acortar la frecuencia con la que se le da mantenimiento a la red de alcantarillado sanitario.
6. Prevenir problemas en época lluviosa en la red de alcantarillado en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.
7. Implementar un plan para la mejora de la red de alcantarillado sanitario y pluvial de la zona afectada.
8. Utilizar parte del presupuesto municipal, para la mejora de sistemas de alcantarillados en Jalapa.

9. Realizar monitoreos de manera más frecuente para evitar el mal estado de las redes de alcantarillado.
10. Construir una red de alcantarillado eficiente con la capacidad adecuada para la zona de estudio.
11. Contratar personal capacitado para realizar monitoreos sobre los caudales actuales y así tener más control sobre las redes de alcantarillados en Jalapa.

BIBLIOGRAFÍAS|

1. 2020 AQUA Infra Comercializadora, S. A. de C. V. (S/D de S/M de S/A). *Aqua Infraestructura*. (s/e, Ed.) doi:s/DOI
2. Alvarez Arboleda, C. (2014). *El alcantarillado y las aguas negras. Una historia del agua y del ambiente en Medellín (1920 - 1955)*. s/i, s/d. Colombia: Departamento de Geociencias y Medio Ambiente [369]. doi:s/doi
3. Antonio, L. B. (s/d de s/m de s/a). *sistemas.segeplan.gob.gt.* (s/e, Ed.) doi:s/DOI
4. AQUA Infra Comercializadora, S. A. de C. V. (s/d de s/m de 2020). *Aqua Infraestructuras*, s/v. (s/e, Editor, s/n, Productor, & s/p) doi:s/DOI
5. Argueta Tejada, S. (s/a). *mdgfund.org*. fondo para el logro de los ODM (FIODM), s/d. Guatemala: s/e. doi:s/DOI
6. Arocha Arevalo, S. (1979). *Abastecimientos de Agua Teoria & Diseño* (Primera ed., Vol. s/v). (D. d. Vega, Ed., & s/t, Trad.) Venezuela, Caracas, Venezuela: Ediciones Vega. doi:s/doi
7. Bastús, J. (1833). *Diccionario Historico Enciclop dico* (s/e ed., Vol. s/v). (s/e, Ed., & s/t, Trad.) Barcelona, España, Barcelona, España: Tomo 1. doi:s/doi
8. Berger Perdomo, O., Dary Fuentes, J., & Arroyave Reyes, J. R. (05 de 05 de 2006). Reglamento de las descargas y reuso de aguas. (s/e, Ed.) *Reglamento de las descargas y reuso de aguas*, s/v(s/n), 1. doi:s/DOI
9. CNA. (1997). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento* (s/e ed., Vol. 20). (s/e, Ed., & s/t, Trad.) Mexico, Mexico, Mexico: s/e. doi:s/DOI
10. Comisión Guatemalteca de Normas, Ministerio de Economía. (2019). *Norma Tecnica Guatemalteca, NTG 19 007:2019*. Ministerio de Economia, Infraestructura. Guatemala: S/E. doi:s/doi

11. Enrique, M. (01 de 01 de 2013). *webcache.googleusercontent.com*. (s/e, Ed.) doi:s/DOI
12. Gellert, G. (1995). *Factores determinantes en su desarrollo urbano* (s/e ed., Vol. 31). (S/E, Ed., & S/T, Trad.) Guatemala, Guatemala, Guatemala: FLACSO. doi:s/doi
13. Gobierno de Guatemala. (s/d de s/m de s/a). *POLÍTICA NACIONAL DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO*. (s/e, Ed.) doi:s/DOI
14. Grupo Ferre Max. (09 de Diciembre de 2021). *Grupo Ferre-Max*, s/v. doi:S/DOI
15. Guzmán Sáenz, N., Valladares Vielman, L. R., & Castañeda, C. (2010). *Territorio y Región. Agua, Drenajes y Recursos Naturales en Guatemala* (s/e ed., Vol. s/v). (C. d. Universidad de San Carlos de Guatemala, Ed., & s/t, Trad.) Guatemala, Guatemala, Guatemala: s/e. doi:S/doi
16. Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. (2006). *Guía sobre tratamientos de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población*. s/i, s/d. Canarias, España: ISBN: 84-689-7604-0. doi:S/DOI
17. Ke Obra. (11 de Marzo de 22). *Ke-Obra*, s/v. (s/e, Editor, s/n, Productor, & s/p) doi:s/DOI
18. Lázaro, A. A. (9 de Septiembre de 2022). Alcantarillados. *Alcantarillados*. (A. M. Salazar, Entrevistador) Verbal. s/e, Jalapa. doi:s/doi
19. Lentini, E. (s/d de s/m de 2022). *Ilibrary.co*. (s/e, Ed.) doi:s/DOI
20. Librería Jurídica. (s/d de s/m de 2022). *libreriajuridicagt*, s/v. (L. Jurídica, Editor, L. Jurídica, Productor, & Librería Jurídica) doi:s/DOI
21. López Cualla, R. A. (1995). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados* (S/E ed., Vol. s/v). (E. C. Ingeniería, Ed., & s/t, Trad.) Colombia,

- Colombia, Colombia: Centro editorial, Escuela Colombiana de Ingeniería.
doi:s/doi
22. Marroquín, W. (10 de 08 de 2022). alcantarillado . *alcantarillado sanitario* . (A. M. Lázaro Salazar, Entrevistador) verbal. s/e, Guatemala. doi:s/DOI
 23. Mendez Ruano, A. A. (12 de Septiembre de 2022). tuberías de PVC. (A. M. Lázaro Salazar, Entrevistador) Verbal. s/e, Guatemala. doi:s/DOI
 24. Ministerio de Educación y ciencia. (2006). *Introducción, Antecedentes, alcance y objetivos de Alcantarillado*. s/i, s/d. España: s/e. doi:s/doi
 25. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras, Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Miinisterio de transporte, MInisterio de transporte . Perú: s/e. doi:s/doi
 26. NOM. (1996). *CRITERIOS Y LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA FACTIBILIDADES*. (s/e ed., Vol. s/v). (s/e, Ed., & s/t, Trad.) Mexico, Mexico, Mexico: ECOL. doi:s/doi
 27. Obando Rivera, T. E., Mayorga, M. E., & Silva Zamora, E. U. (s/d de 03 de 2012). *monografias.com*, s/v. (s/e, Editor, s/n, Productor, & s/p) doi:s/DOI
 28. Orellana Urrutia, C. M. (20 de 5 de 2022). alcantarillados. *Tipos de alcantarillados*. (A. M. Lázaro Salazar, Entrevistador) verbal. s/e, Jalapa. doi:s/DOI
 29. Padilla Vassaux, d., & Santos Arroyo , L. (s/d de 11 de 2020). La ley de aguas. *La ley de aguas y la regulación del derecho humano al agua en Guatemala: debates y desafíos* , s/v(s/n), s/e, 22 y 23. (s/e, Ed., s/t, Trad., & s/r, Recopilador) Guatemala, Guatemala, Guatemala: s/e. doi:s/d
 30. Padilla Vassaux, d., & Santos Arroyo, L. (s/d de 11 de 2020). La ley de aguas y la regulación del derecho humano al agua en Guatemala: debates y desafíos. *La*

ley de aguas y la regulación del derecho humano al agua en Guatemala: debates y desafíos, s/v(s/n), s/e, 14 y 16. (s/e, Ed., s/r, Trad., & s/r, Recopilador) Guatemala, Guatemala, Guatemala: s/e. doi:s/DOI

31. Pérez Carmona , R. (2013). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras* (Primera ed., Vol. s/v). (s/e, Ed., & s/t, Trad.) Bogotá, Bogotá, Colombia: ECOE Ediciones. doi:s/DOI
32. Pocasangre, A. (1995). *Inventario de planta de tratamiento de aguas residuales municipales en Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Guatemala: s/e. doi:s/doi
33. Reyes Donis, G. (20 de 08 de 2022). alcantarillados . *alcantarillados sanitarios* . (A. M. Lázaro Salazar, Entrevistador) verbal . s/e, Guatemala. doi:s/DOI
34. Rosell Campos, F. (2009). *Libro de la Historia del Saneamiento de Valladolid* (s/e ed., Vol. s/volumen). (Alcaldía, Ed., & s/traductor, Trad.) Valladolid, Valladolid, España: Ayuntamiento de valladolid. doi:S/DOI
35. Ruano Téllez, D. R. (15 de Junio de 2022). Sistema de alcantarillado. *Historia del sistema de alcantarillado*. (A. M. Lázaro Salazar, Entrevistador) verbal. s/e, Jalapa. doi:s/DOI
36. s/e (Ed.). (10 de 04 de 2021). *agua.org.mx*, s/v. (s/n, Productor, & s/p) doi:s/DOI
37. Sánchez Segura, A. (1995). *Proyecto de sistemas de alcantarillado* (s/e ed., Vol. s/v). (s/e, Ed., & s/t, Trad.) Mexico, Mexico, Mexico: Instituto Politecnico Nacional. doi:s/doi
38. SIAPA. (s/d de Febrero de 2014). *Academia.edu*. (s/e, Ed.) doi:s/DOI
39. Sistemas de Riego HOCAM. (s/d de s/m de 2016). *sistemasderiegohocam.com*, s/v. (s/e, Editor, s/n, Productor, & s/p) doi:s/DOI

40. Spena Group. (10 de Diciembre de 2016). *Spena Group*, s/v. (s/e, Editor, s/p, Productor, & s/p) doi:s/doi
41. Tipografía Nacional. (S/D de S/M de 2021). *DOCPLAYER*. (S/E, Ed.) doi:S/doi
42. Universidad Rafael Landivar . (s/d de s/m de 2021). *studocu.com*. (s/e, Ed.) doi:s/DOI
43. Yanes, N. (06 de 08 de 2022). función del alcantarillado. *para que sirven los alcantarillados* . (A. M. Lázaro Salazar, Entrevistador) verbal . s/e, Guatemala. doi:s/DOI
44. Zarza, L. F. (S/D de S/M de S/A). *iAgua*, s/v. (s/e, Editor, s/n, Productor, & s/p) doi:s/doi

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de Investigación y Proyectos Dominó:

Modelo de Investigación y Proyectos Dominó

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

Elaborado por: Abiezer Miguel Antonio Lazaro Salazar Para: Programa de Graduación de la Universidad Rural de Guatemala Fecha: 15/07/2023

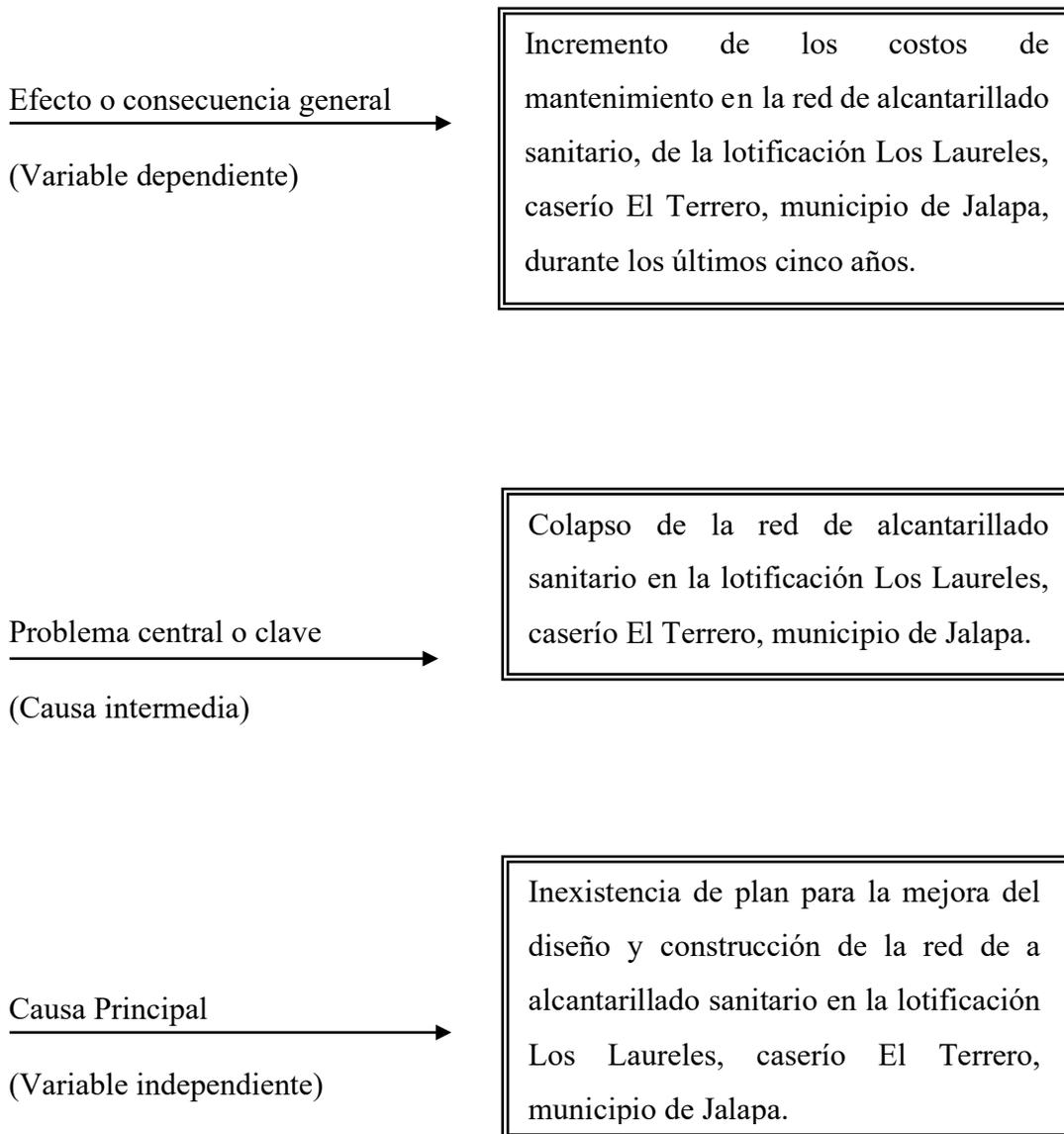
Problema	Propuesta	Evaluación
1) Efecto o variable dependiente Incremento de los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años.	4) Objetivo general Contribuir a disminuir los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.	15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Indicadores: Al quinto año se reducen en un 10% los costos de mantenimiento. Verificadores: Facturas, monitoreos, encuesta.
2) Problema central Colapso de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa	5) Objetivo específico Mejorar la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.	Supuestos: Se evita el colapso en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.
3) Causa principal o variable independiente Inexistencia de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.	6) Nombre Propuesta de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.	16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Indicadores: Al segundo año se ha implementado el 85% de las actividades del plan.
7) Hipótesis Hipótesis causal: “El incremento de los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años; por colapso, es debido a la inexistencia de plan para la mejora de su diseño y construcción.” Hipótesis interrogativa: ¿Es la inexistencia de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario, la causante del incremento de los costos de mantenimiento, por su colapso, en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años?	12) Resultados o productos R1. Se cuenta con Unidad Ejecutora R2. Se dispone de propuesta de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa. R3. Se posee un programa de sensibilización para la población.	Verificadores: Supervisión, monitoreos, fotografías y videos. Supuestos: Se cuenta con la construcción de la red de alcantarillado sanitario proyectada para los próximos 20 años.

<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto ¿Han incrementado los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa? Sí ___ No ___ Boleta censal será dirigida a los jefes de hogar de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa; se calculará muestra con el 90% de nivel de confianza y el 9.5% de error de muestro.</p>	<p>13) Ajuste de costos y tiempo Optativo para Licenciaturas</p>
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal ¿Existe plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa? Sí ___ No ___ Boleta censal dirigida al concejo municipal de Jalapa y al director de la DMP.</p>	<p>14) Anotaciones, Aclaraciones y advertencias</p> <ul style="list-style-type: none"> — Utilizar la tabla de contenidos por orden para elaborar el trabajo de investigación (https://urural.edu.gt/wp-content/uploads/2020/01/tabla-de-contenidos-por-orden.pdf) — Utilizar forma y estilo de Universidad Rural de Guatemala. — No utilizar gerundios. — Redactar en tercera persona. — Puede utilizar la biblioteca virtual que está en la página de la Universidad. — Puede utilizar el modelo para elaborar la metodología que está en la página de la Universidad. — Investigar 75 páginas de MARCO TEÓRICO. — En el anexo 1 del tomo II, desarrollar ocho (8) actividades por cada resultado.
<p>10) Temas del Marco Teórico</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Antecedentes de alcantarillados sanitarios 2. Alcantarillados sanitarios. 3. Diseños de alcantarillados sanitarios. 4. Construcción de alcantarillados sanitarios. 5. Tuberías para la construcción de alcantarillados sanitarios. 6. Mantenimiento de alcantarillados sanitarios. 7. Tratamiento de aguas servidas. 8. Legislación relacionada. 9. Situación actual de Guatemala en la construcción de alcantarillados sanitarios. 	
<p>11) Justificación: El investigador debe de evidenciar con proyección estadística y matemática el incremento de los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años; así mismo, la importancia de implementar la propuesta.</p>	

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

2.1 Árbol de problemas.

Tópico: Colapso de la red de alcantarillado sanitario.

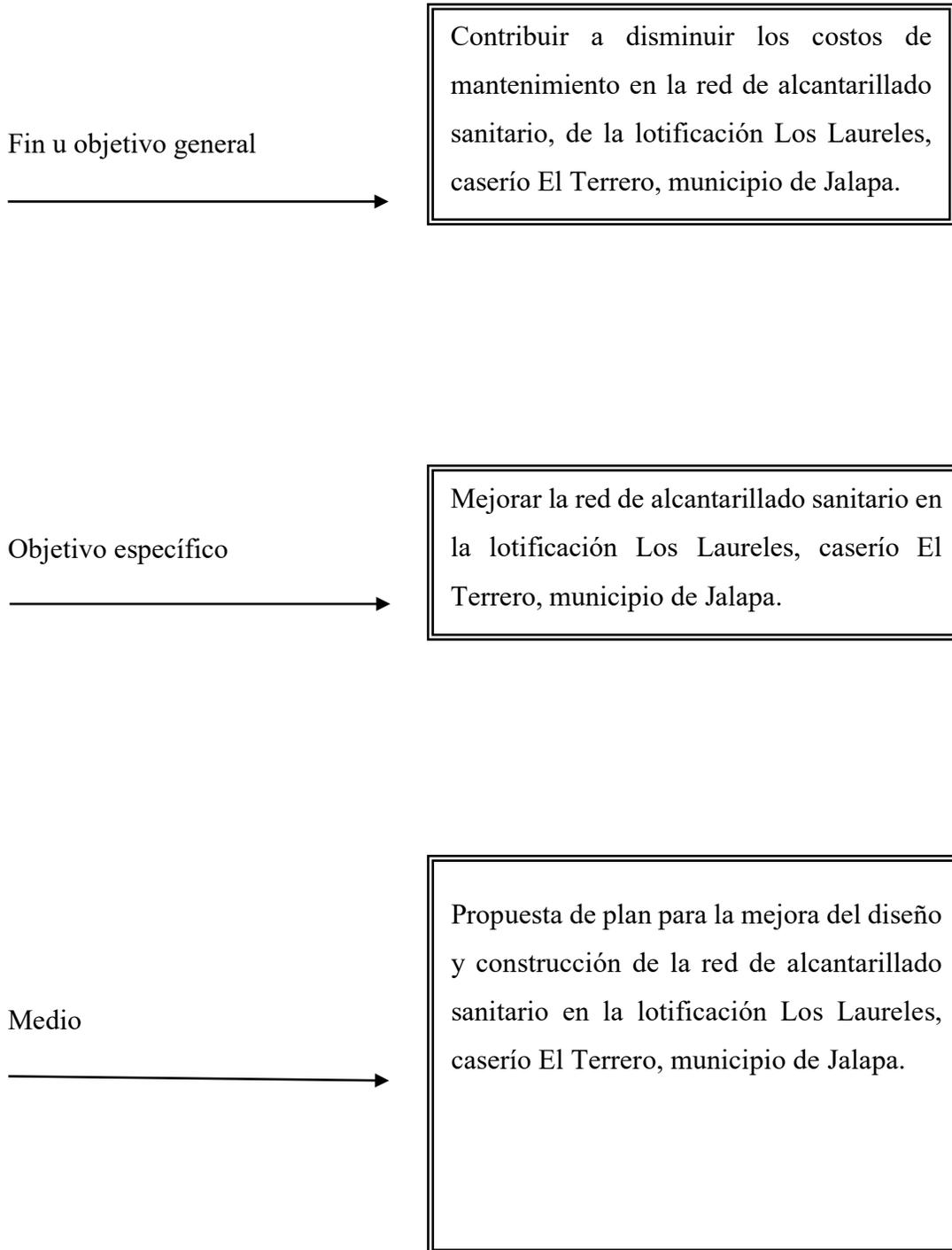


2.2 Hipótesis del trabajo

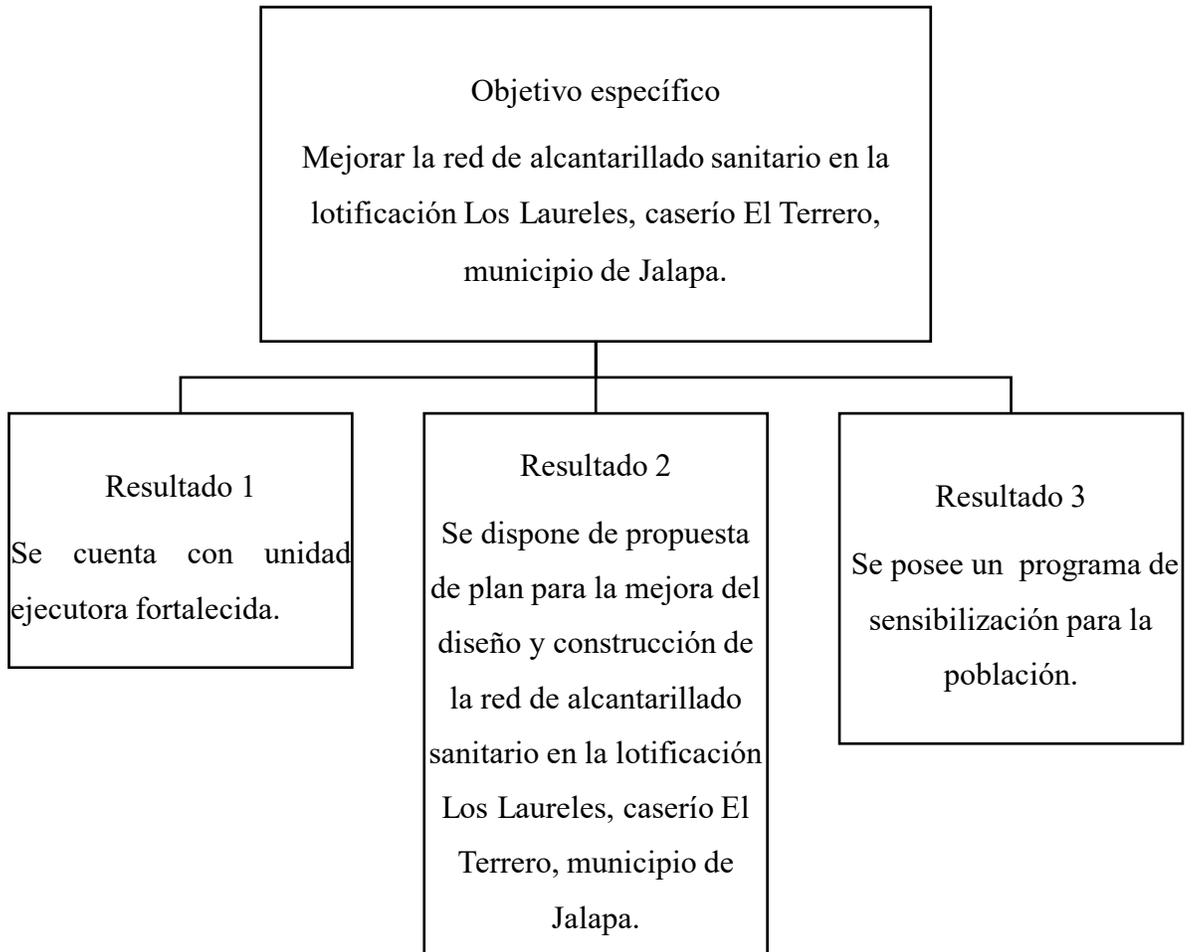
Hipótesis causal: “El incremento de los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años; por colapso, es debido a la inexistencia de plan para la mejora de su diseño y construcción.”

Hipótesis interrogativa: ¿Es la inexistencia de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario, la causante del incremento de los costos de mantenimiento, por su colapso, en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años?

2.3 Árbol de objetivos



Anexo 3. Diagrama del medio para solucionar la problemática.



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

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: Incremento de los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años.

Boleta es dirigida a los jefes de hogar de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa; se calcula muestra con el 90% de nivel de confianza y el 9.5% de error de muestro.

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

1. ¿Han incrementado los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa?

Sí _____ No _____

2. ¿Con que frecuencia realiza reparaciones a la red de alcantarillado sanitario?

2.1. Mensual _____

2.2 Trimestral _____

2.3 Semestral _____

2.4 Anual ____

2.5 Nunca ____

3. ¿Ha tenido pérdidas económicas?

Sí ____ No ____

4. ¿A sufrido pérdida de tiempo por mantenimientos de la red de alcantarillado sanitario en lotificación Los Laureles?

Sí ____ No ____

5. ¿En qué época del año se presentan con mayor frecuencia daños a la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa?

5.1 Invierno ____

5.2 Verano ____

5.3 Ninguna de las anteriores ____

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

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: Inexistencia de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.

Esta boleta censal está dirigida al concejo municipal de Jalapa y al director de la DMP.

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

1. ¿Existe plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa?

Sí _____ No _____

2. ¿Disponen de presupuesto para obras de alcantarillados sanitarios?

Sí _____ No _____

3. ¿Con qué frecuencia monitorean la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa?

3.1 Mensual ____

3.2 Trimestral ____

3.3 Semestral ____

3.4 Anual ____

3.5 Nunca ____

4. ¿Cumple con la demanda actual el diseño de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa?

Sí ____ No ____

5. ¿Cuenta con estadísticas de producción de aguas servidas en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa?

Sí ____ No ____

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

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

Población que comprueba la variable dependiente (Y) o efecto

El cálculo de la muestra se realiza un muestreo estadístico simple aleatorio con el 90% del nivel de confianza y el 9.5 % de error de muestreo, por el método aleatorio de población finita cualitativa. Este cálculo se realizó a la población de Lotificación Los Laureles Caserío el Terrero, municipio de Jalapa, debido a que la población del referido caserío es de 3,000 habitantes. (600 jefes de hogar)

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

N =	600
Z =	1.645
Z ² =	2.706025
p =	0.5
q =	0.5
d =	0.095
d ² =	0.009025
NZ ² pq =	405.90375
Nd ² =	5.415
Z ² pq =	0.6765063

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

N= Jefes de Hogar

Z= Media normalizada

p= Probabilidad de éxito

q= Probabilidad de fracaso

d= Error de muestreo

n= Muestra

$Nd^2 + Z^2pq =$	6.0915063
$n =$	66.634381

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

De acuerdo con los cálculos efectuados, se tiene que la muestra es de 67 jefes de hogar para Lotificación Los Laureles, Caserío el Terrero, Municipio de Jalapa.

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

La población con características para comprobar la variable independiente son catorce individuos (14) (Consejo municipal de Jalapa, y director de la D.M.P), en virtud de que la población es menor a 35 individuos se realiza censo, se tiene el 100% de confianza y 0% de error de muestreo.

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

Este coeficiente es un indicador estadístico que nos indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables. En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.91 lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplificada es la siguiente: $y = a+bx$.

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

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

Cálculo de coeficiente de correlación

Año	X	Y	XY	X ²	Y ²
	(# de Años)	Costos de Mantenimiento Q			
2017	1	12000	12000.00	1	144000000.00
2018	2	12000	24000.00	4	144000000.00
2019	3	13200	39600.00	9	174240000.00
2020	4	14400	57600.00	16	207360000.00
2021	5	18000	90000.00	25	324000000.00
Totales	15	69600.00	223200.00	55	993600000.00

n=	5
ΣX=	15
ΣXY=	223200
ΣX ² =	55
ΣY ² =	993600000.00
ΣY=	69600
nΣXY=	1116000
ΣX*ΣY=	1044000
Numerador=	72000
nΣX ² =	275
(ΣX) ² =	225
nΣY ² =	4968000000.00
(ΣY) ² =	4844160000.00
nΣX ² -(ΣX) ² =	50
nΣY ² -(ΣY) ² =	123840000
(nΣX ² -(ΣX) ²)*(nΣY ² -(ΣY) ²)	6192000000.00
Denominador:	78689.26
r=	0.91

Fórmula:

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

Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.

Anexo 8. Anexo metodológico de la proyección lineal

Para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada, se procedió a utilizar la proyección lineal del fenómeno estudiado.

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

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

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

Proyección lineal

Año	X	Y	XY	X ²	Y ²
	(Años)	Costos de Mantenimiento Q			
2017	1	12000	12000	1	144000000.00
2018	2	12000	24000	4	144000000.00
2019	3	13200	39600	9	174240000.00
2020	4	14400	57600	16	207360000.00
2021	5	18000	90000	25	324000000.00
Totales	15	69600	223200	55	993600000.00

n=	5
ΣX=	15
ΣXY=	223200
ΣX ² =	55
ΣY ² =	993600000.00
ΣY=	69600
nΣXY=	1116000
ΣX*ΣY=	1044000
Numerador de b:	72000
Denominador de b:	
nΣX ² =	275
(ΣX) ² =	225
nΣX ² - (ΣX) ² =	50
b=	1440
Numerador de a:	
ΣY=	69600
b * ΣX =	21600
Numerador de a:	48000
a=	9600

Formulas:

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

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

Situación sin propuesta

X		y = a + bx
No. De año	Año	Costos de Mantenimiento Q
6	2022	18240.00
7	2023	19680.00
8	2024	21120.00
9	2025	22560.00
10	2026	24000.00

Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.

Porcentajes propuestos para la situación con propuesta

Año a proyectar	Año anterior	% propuesto	Porcentaje expresado en unidades	Costos de Mantenimiento Q
	2021			
	Costos de Mantenimiento Q			
2021	18240.00	0%	0	18240.00

Año a proyectar	Año anterior	% propuesto	Porcentaje expresado en unidades	Costos de Mantenimiento Q
	2021			
	Costos de Mantenimiento Q			
2022	18240.00	0%	0	18240.0

Año a proyectar	Año anterior	% propuesto	Porcentaje expresado en unidades	Costos de Mantenimiento Q
	2022			
	Costos de Mantenimiento Q			
2023	18240.00	0%	0	18240.0

Año a proyectar	Año anterior	% propuesto	Porcentaje expresado en unidades	Costos de Mantenimiento Q
	2023			
	Costos de Mantenimiento Q			
2024	18240.00	0%	0	18240.0

Año a proyectar	Año anterior	% propuesto	Porcentaje expresado en unidades	Costos de Mantenimiento Q
	2024			
	Costos de Mantenimiento Q			
2025	18240.00	10%	1824	16416.0

Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.

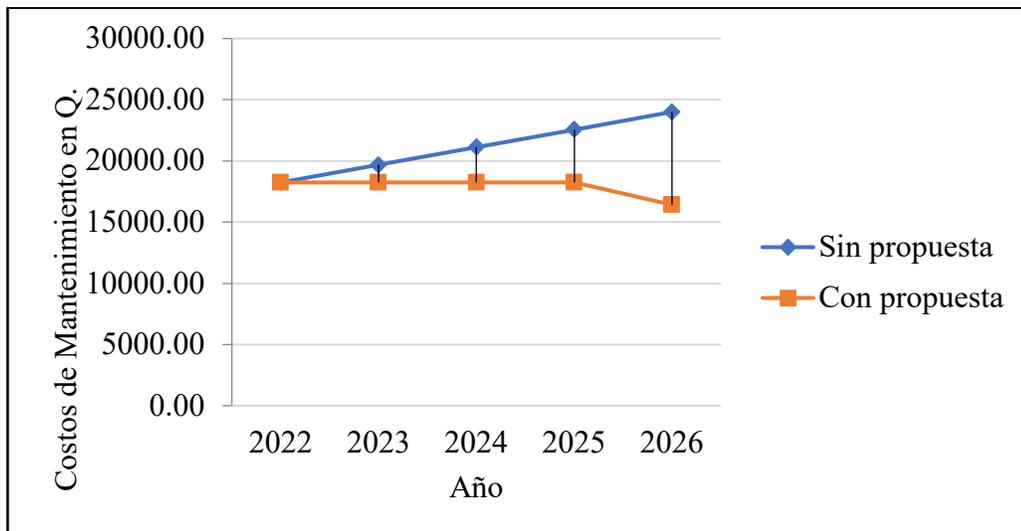
Comparación de la situación sin y con propuesta

Cuadro 1: Costos en Q. por Mantenimiento de Red de alcantarillado sanitario en Lotificación los Laureles, Caserío el Terrero Municipio de Jalapa, con y sin propuesta.

Análisis comparativo con y sin propuesta.			
Año	Costos de Mantenimiento Q		Diferencial
	Sin propuesta	Con propuesta	
2022	18240.00	18240.00	0.00
2023	19680.00	18240.00	1440.00
2024	21120.00	18240.00	2880.00
2025	22560.00	18240.00	4320.00
2026	24000.00	16416.00	7584.00
Sumatoria	105600.00	89376.00	16224.00

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por D.M.P. Jalapa febrero 2022.

Gráfica 1: Costos en Q. por mantenimiento de red de alcantarillado sanitario en Lotificación los Laureles, Caserío el Terrero Municipio de Jalapa. Con y sin Propuesta.



Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por D.M.P. Jalapa febrero 2022.

Análisis: En el cuadro 1 y en la gráfica 1 podemos ver el incremento de los costos por mantenimiento de la red de alcantarillado sanitario en Lotificación Los Laureles, Caserío el Terrero, municipio de Jalapa sin la propuesta del plan de mejoramiento de la red de alcantarillado, y una reducción en los costos del 10% al quinto año de ejecutado el plan.

Anexo 9. Matriz de la estructura lógica.

Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<p>Objetivo general: Contribuir a disminuir los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.</p>	<p>Al quinto año se reducen en un 10% los costos de mantenimiento.</p>	<p>Facturas, monitoreos, encuesta.</p>	<p>Se evita el colapso en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.</p>
<p>Objetivo específico: Mejorar la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.</p>	<p>Al segundo año se ha implementado el 85% de las actividades del plan.</p>	<p>Supervisión, monitoreos, fotografías y videos.</p>	<p>Se cuenta con la construcción de la red de alcantarillado sanitario proyectada para los próximos 20 años.</p>
<p>Resultado 1: Se cuenta con Unidad Ejecutora</p>			

<p>Resultado 2:</p> <p>Se dispone de propuesta de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.</p>			
<p>Resultado 3:</p> <p>Se posee un programa de sensibilización para la población.</p>			

Abiezer Miguel Antonio Lázaro Salazar

TOMO II

PROPUESTA DE PLAN PARA LA MEJORA DEL DISEÑO Y
CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA
LOTIFICACIÓN LOS LAURELES, CASERÍO EL TERRERO, MUNICIPIO DE
JALAPA.



Asesor General Metodológico:

M.A. Pablo Ismael Carbajal Estévez

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, julio 2023.

Informe Final de Graduación

PROPUESTA DE PLAN PARA LA MEJORA DEL DISEÑO Y
CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA
LOTIFICACIÓN LOS LAURELES, CASERÍO EL TERRERO, MUNICIPIO DE
JALAPA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Abiezer Miguel Antonio Lázaro Salazar

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, julio 2023.

Informe Final de Graduación

PROPUESTA DE PLAN PARA LA MEJORA DEL DISEÑO Y
CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA
LOTIFICACIÓN LOS LAURELES, CASERÍO EL TERRERO, MUNICIPIO DE
JALAPA.



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, julio 2023.

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

Prólogo

De conformidad con el programa de graduación y en secuencia con lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, se realizó una propuesta sobre “Plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa”.

Previo a optar al título universitario de Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales, en el grado académico de Licenciatura, la investigación se realizó en Lotificación los Laureles, con la participación de jefes de hogar, e instituciones tales como la municipalidad de Jalapa y director de D.M.P.

Existen razones prácticas para llevar a cabo la investigación: Servir como medio de mejora de la calidad de vida de los vecinos de Lotificación los Laureles.

Ser aplicable como alternativa de solución para otras comunidades en condiciones semejantes.

Diseñar una solución funcional apoyado por los conocimientos adquiridos en las clases universitarias.

Dicho propósito de investigación del estudio mencionado se extendió de suma importancia para analizar el problema y así mismo darle una solución entregándole la propuesta final a la unidad ejecutora Municipalidad de Jalapa la cual es involucrada directamente con el tema de la construcción con su Dirección Municipal de Planificación quien facilita las gestiones para la obtención de los recursos y asegura La calidad, durabilidad y correcta funcionalidad, y por lo tanto dar un mejor servicio a la población Jalapaneca.

Presentación

El presente estudio obtiene datos de investigación realizado por el alumno Abiezer Miguel Antonio Lázaro Salazar estudiante de la Facultad de Ingeniería en cumplimiento con lo estipulado con la Universidad Rural de Guatemala, previo a obtener el título de Ingeniero Civil en grado académico de licenciatura, se realizó el estudio “Plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa”. El cual aborda la situación investigando la problemática del colapso de la red de alcantarillado sanitario existente en la lotificación.

El propósito del presente estudio es contribuir técnicamente manifestando soluciones viables para la población de calidad, durabilidad y funcionalidad debido a que en los últimos años el aumento de la población en la lotificación Los Laureles han generado un colapso en la red de alcantarillado sanitario existente puesto que el diseño actual ya no cumple con las necesidades básicas de la población.

Como medio para solventar el problema se presentan soluciones estratégicas que puedan orientar a las autoridades municipales en específico a la Dirección Municipal de Planificación, en función de la implementación de un plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario.

El presente estudio investigativo, tiene como fin mitigar los problemas que la actual red de alcantarillado genera a la población, evitando así las constantes obstrucciones de la tubería como el reemplazo de secciones por el deterioro de la misma ya que la hipótesis planteada genero resultados positivos tomando en cuenta a los jefes de hogar, personal de la municipalidad y director de planificación municipal

ÍNDICE GENERAL

No.	Contenido	Página
I.	RESUMEN	1
II.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	13
	ANEXOS	

I. RESUMEN

El presente resumen de tesis y solución de problemática titulada propuesta de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío el Terrero, municipio de Jalapa. se genera a partir de la investigación para cumplir con los requisitos establecidos por la Universidad Rural de Guatemala, Facultad de Ingeniería para optar al título de Ingeniero civil con énfasis en construcciones rurales, del cual se genera una serie de resultados y datos que revelan el problema central: Colapso de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.

En la actualidad se observa que la red de alcantarillado sanitario de Lotificación Los Laureles, no es apta para satisfacer las necesidades de la población actual, y en su efecto en años venideros, no se cuenta con supervisión por parte de las unidades ejecutoras y así mismo con falta de estudios de prevención, crecimiento poblacional, y social generando malestar en la población puesto que el sistema se encuentra colapsado.

Como parte del proceso de razonamiento inductivo-deductivo se determinó la hipótesis, medios o alternativas dando como resultado lo siguiente:

Planteamiento del problema

Se presenta la problemática del alto costo por mantenimiento de alcantarillado sanitario en Lotificación los Laureles, caserío el Terrero, Municipio de Jalapa, que se ha generado por los últimos 5 años, debido a que la red de alcantarillado sanitario actual ya no es de un diámetro adecuado para satisfacer las necesidades de la población presentando colapsos, lo que provoca malestar en los vecinos.

Es en la época de invierno cuando más inciden los colapsos de la red actual, debido a que el diseño del alcantarillado no está capacitado para recibir aguas pluviales y aguas residuales lo que conlleva a tener una red deficiente dado que la tubería actual presenta fugas, corrosión y taponamientos la mayor parte del tiempo.

Se considera que la falta de plan para la mejora del diseño de la red de alcantarillado sanitario es indispensable para la población ya que día con día se generan gastos mayores por mantenimiento de las tuberías, al tomar conciencia sobre la problemática podemos comenzar con una solución viable para evitar y reducir los eventos de colapso en la red.

La realización del proyecto denominado plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa se pretende mejorar la calidad de vida de los vecinos de Lotificación los Laureles, evitando incurrir en gastos innecesarios por mantenimiento de tuberías por el colapso de las mismas ya que una tubería de mejor calidad al utilizar PVC y mayor diámetro evita fugas y su deterioro es menor, dejando una brecha abierta a la posible pavimentación futura de las calles de la Lotificación.

Hipótesis

“El incremento de los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años; por colapso, es debido a la inexistencia de plan para la mejora de su diseño y construcción.”

¿Es la inexistencia de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario, la causante del incremento de los costos de mantenimiento,

por su colapso, en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años?

Objetivos

Estos se determinaron a partir del árbol de problemas el cual estaba en negativo y se generó el árbol de objetivos los cuales se encuentran en positivo y serán las metas o resultados que se esperan obtener para la correcta funcionalidad y ejecución del proyecto.

Objetivo general

Contribuir a disminuir los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.

Objetivo específico

Mejorar la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.

Justificación

La decisión importante sobre Inexistencia de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa se realizaron diferentes análisis los cuales nos mostraron el deterioro de la tubería existente y su colapso, por medio de la observación directa y la inspección de pozos de visita permitió verificar la presencia del problema.

El plan de mejoramiento se prioriza para proteger a los 1200 habitantes de la Lotificación, recursos naturales y medio ambiente principalmente a los ríos en relación a suelos y descargas residuales puesto que se genera el desarrollo urbano del departamento demandado por la población para evitar así el incremento en las pérdidas económicas por gastos de mantenimiento en las tuberías.

Con la finalidad de atender la necesidad, se lleva a cabo la presentación del diseño y construcción de un sistema de alcantarillado eficiente para así lograr la disminución de la problemática de degradación de suelos, malos olores visitas frecuentes al médico y brindar a la población una mejor calidad de vida.

Con la implementación del plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, se espera reducir los costos por mantenimiento de la red de alcantarillado sanitario en un 10% (diez por ciento) al quinto año de la ejecución del proyecto, y evitar el incremento de pérdidas económicas así como pérdida de tiempo y recursos en la reparación constante de la misma, entregando a la población de la Lotificación los Laureles un proyecto de calidad, capaz de satisfacer las necesidades actuales de la población que está actualmente siendo afectada.

Metodología

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

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

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

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

Métodos

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue 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:

Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis

Método deductivo

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales de Lotificación Los Laureles Caserío el Terrero, municipio de Jalapa.

Método analítico

A través de este método, fue posible observar e interpretar los datos obtenidos después de que se presentara la hipótesis, para estudiar las causas del colapso de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.

Método marco lógico

Con una comprensión más clara del problema, se realizó la formulación de la hipótesis, en la que se utilizó el marco lógico para influir, además de definir el área de trabajo, también permitió encontrar la variable hipotética dependiente y la variable independiente para especificar el tiempo de investigación.

El marco lógico también permitió descubrir los objetivos generales y específicos de la investigación y fue a través del mismo que se pudo establecer el nombre del trabajo.

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

Métodos empleados 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 los métodos: estadístico, análisis y síntesis en forma de apoyo al método inductivo.

Método inductivo

La inducción fue utilizada, para obtener resultados específicos o exclusivos de los problemas identificados, a fin de extraer conclusiones y recomendaciones generales de dichos resultados.

Método estadístico y analítico

Estos permitieron determinar parámetros de las encuestas, los cuales ayudaron a comprobar la hipótesis, en que, el incremento de los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años; por colapso, es debido a la inexistencia de plan para la mejora de su diseño y construcción.

Método sintético

Una vez que se obtuvo la información, la síntesis fue utilizada, para sacar conclusiones y recomendaciones de este trabajo, esto también hizo que la generalidad de la información sea coherente con los resultados de la investigación de campo.

Técnicas

Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis

Observación directa. Esta técnica se utilizó directamente en el área urbana, a cuyo efecto, se observó la forma en que actuaban los habitantes de tal población; así como a terceras personas que poseían relación directa e indirecta con la misma, como concejo municipal, consejo de desarrollo, dirección municipal de proyectos, entre otros.

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 los habitantes de la lotificación citada, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Al poseer una visión más clara sobre la problemática de la Lotificación los Laureles citada, 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 de la forma indicada reza: “El incremento de los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años; por colapso, es debido a la inexistencia de plan para la mejora de su diseño y construcción.” ¿Es la inexistencia de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario, la causante del incremento de los costos de mantenimiento, por su colapso, en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años?

Lluvia de ideas

El uso de esta técnica fue esencial para la recopilación de ideas, lo que permitió determinar cuáles son los mayores problemas que afrontan los habitantes de la Lotificación los Laureles, Caserío el Terrero, municipio de Jalapa.

Observación directa

Esta técnica se utilizó, directamente en el área de impacto del estudio y para este propósito, se observó el colapso de las tuberías que satisfacen las necesidades de las familias de la Lotificación los Laureles, Caserío el Terrero, municipio de Jalapa

Investigación documental

Esta técnica se utilizó, para determinar si hay documentos similares o documentos relacionados con el problema a estudiar, para evitar la duplicación del trabajo académico, además de obtener las contribuciones de otros investigadores y otras opiniones sobre los temas citados. Los documentos consultados se especifican en el párrafo de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

Entrevista

Una vez que se formó una comprensión general del problema, se procedió a entrevistar a jefes de hogar la Lotificación los Laureles, Caserío el Terrero, municipio de Jalapa y al consejo municipal de Jalapa, así como al director de la dirección municipal de planificación, para obtener información más precisa sobre los problemas encontrados.

Después de realizar las entrevistas, con una comprensión más clara del problema, se utilizó el método deductivo, y a través de las técnicas descritas anteriormente, fue

presentada la hipótesis. Para este propósito, se apoyó con el método de marco lógico el cual permitió encontrar las variables dependientes e independientes.

Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

Cálculo del tamaño de la muestra

En atención a este tema, el grupo de investigación decidió efectuar un muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 600 personas jefes de hogar debiendo hacer el cálculo de muestra arrojando un total de 67 boletas con un nivel de confianza de 90% y un error de muestreo de 9.5% y 14 empleados de la municipalidad de Jalapa; por lo que, para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad del consejo municipal y al director de la D.M.P.; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

Encuestas

Se elaboraron dos tipos de encuesta; la primera fue dirigida a los jefes de hogar de la lotificación para comprobar la variable dependiente y la segunda al consejo municipal de Jalapa y al director de la D.M.P. para la comprobación de la causa.

Censo

Con el objetivo de comprobar la variable independiente de incremento Inexistencia de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, se realizó un censo al consejo municipal de Jalapa y al director de la dirección municipal de planificación de Jalapa.

Técnica de análisis

El análisis incluyó, la interpretación de los valores absolutos y relativos de los datos tabulados, los que se obtuvieron después de la aplicación de las boletas de investigación, que tuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Coefficiente de correlación

Al calcular el coeficiente de correlación, proporcionó un indicador estadístico, que en consecuencia permitió conocer la correlación lineal entre dos variables cuantitativas (X, Y), en otras palabras, medir el comportamiento de la curva durante el año de estudio. Según la fórmula establecida por la universidad, el coeficiente de correlación es 0.91

Proyección de línea recta

Se elaboró la gráfica comparativa con y sin proyecto para proyectar el impacto que genera la problemática estudiada a futuro, sobre costos en quetzales por mantenimiento de red de alcantarillado sanitario en Lotificación los Laureles, Caserío el Terrero Municipio de Jalapa.

Principal conclusión y recomendación.

La investigación realizada concluye que se comprueba la hipótesis: “El incremento de los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años; por colapso, es debido a la inexistencia de plan para la mejora de su diseño y construcción.” La variable dependiente con el 90% de nivel de confianza y 9.5% de error de muestreo y la variable independiente con el 100% de nivel de confianza y 0% de error de muestreo. Por lo tanto, se debe operativizar la propuesta de plan para la

mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.

Propuesta de solución y su evaluación

Se determinó la PROPUESTA DE PLAN PARA LA MEJORA DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA LOTIFICACIÓN LOS LAURELES, CASERÍO EL TERRERO, MUNICIPIO DE JALAPA. esta determinada por tres resultados:

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusión

Se comprueba la hipótesis: “El incremento de los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa, durante los últimos cinco años; por colapso, es debido a la inexistencia de plan para la mejora de su diseño y construcción.” La variable dependiente con el 90% de nivel de confianza y 9.5% de error de muestreo y la variable independiente con el 100% de nivel de confianza y 0% de error de muestreo.

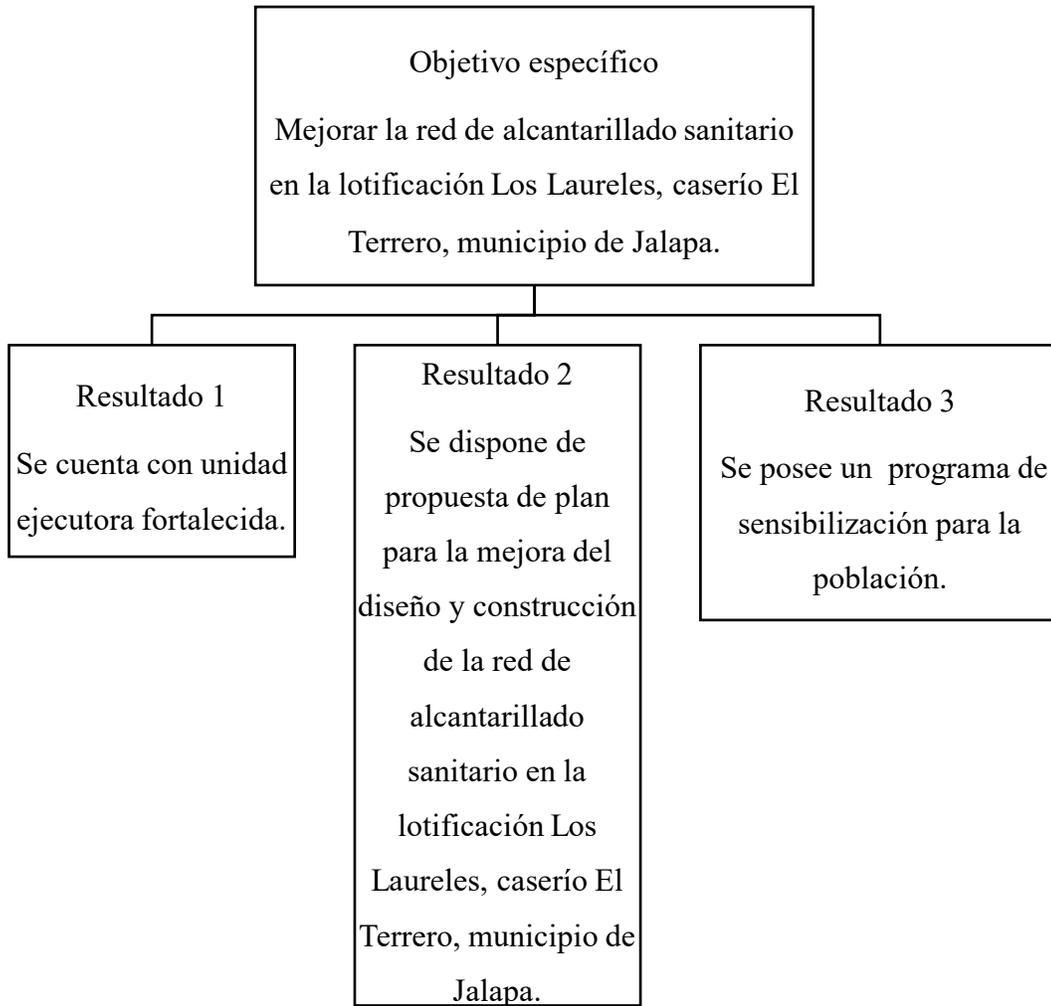
Recomendación

Operativizar la propuesta de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.

ANEXOS

Anexo 1: Propuesta para solucionar la problemática

Es necesario para solucionar la problemática determinada, el desarrollo de tres resultados u objetivos específicos que se consideró ser útiles para mejorar el diseño de la red de alcantarillado sanitario, siendo la encargada de la ejecución y la implementación del plan la unidad ejecutora, tomando en cuenta las recomendaciones y actividades encontradas a lo largo de la investigación.



Resultado 1: Fortalecimiento de la unidad ejecutora

Actividad 1

Se coordina una fecha y hora conveniente para la presentación ante la Dirección Municipal de Planificación y el Consejo Municipal. Se asegura la presencia de los principales funcionarios y partes interesadas relevantes para garantizar una discusión significativa y tomar decisiones informadas sobre la propuesta.

Se hace la presentación del estudio y propuesta para la realización de plan para mejorar el diseño de la red de alcantarillado sanitario en la Lotificación los Laureles, a la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Jalapa y al honorable Consejo Municipal del municipio de Jalapa y Departamento de Jalapa.

Durante la presentación, se proporciona una visión general del estudio realizado, destacando los hallazgos clave y las recomendaciones propuestas. Se discuten los desafíos actuales que enfrenta la red de alcantarillado en la Lotificación Los Laureles y se explican los beneficios esperados de implementar las mejoras propuestas en el diseño de la red.

Actividad 2

Verificación de aprobación del Honorable Concejo Municipal del municipio de Jalapa departamento de Jalapa, autorizando la ejecución del estudio en la Lotificación los Laureles.

Después de la presentación, se abre un período de preguntas y respuestas, así como discusión, donde los funcionarios municipales y otras partes interesadas pueden hacer preguntas, expresar preocupaciones y proporcionar comentarios sobre la propuesta. Se fomenta un diálogo constructivo para abordar cualquier inquietud y garantizar una comprensión clara de los próximos pasos.

Basándose en la presentación y las discusiones realizadas, la Dirección Municipal de Planificación y el Consejo Municipal evalúan la propuesta y toman decisiones sobre su viabilidad y la asignación de recursos para su implementación.

Una vez aprobada la propuesta, se procede con la ejecución de las acciones planificadas para mejorar el diseño de la red de alcantarillado en la Lotificación Los Laureles. Se establecen mecanismos de seguimiento para monitorear el progreso y asegurar que las mejoras se implementen de manera efectiva y oportuna.

Actividad 3

Entrega de Estudio de propuesta a la Dirección Municipal de Planificación sobre el diseño de alcantarillado sanitario en Lotificación los Laureles, Caserío el Terrero, Jalapa.

Se completa el estudio detallado sobre el diseño de alcantarillado sanitario en la Lotificación Los Laureles y el Caserío El Terrero en Jalapa. El informe incluye análisis de datos, evaluación de la infraestructura existente, identificación de problemas y desafíos, así como recomendaciones específicas para mejorar el diseño del sistema de alcantarillado.

Se redacta el informe de manera clara y concisa, incluyendo todos los hallazgos del estudio y las propuestas de mejora. Se asegura de que el informe esté bien estructurado y respaldado por datos y análisis sólidos.

El informe es revisado por el equipo responsable del estudio para garantizar su precisión y coherencia. Se corrigen cualquier error o inconsistencia y se realizan ajustes según sea necesario.

Se prepara una copia impresa del informe y se organiza toda la documentación relevante para la entrega. Se asegura de tener todos los materiales necesarios, incluidos los detalles de contacto de la Dirección Municipal de Planificación.

Se da tiempo para que el personal de la Dirección Municipal de Planificación revise el informe y realice cualquier pregunta o comentario sobre el mismo. Se facilita una discusión para abordar cualquier inquietud y aclarar cualquier punto que necesite más explicación.

Actividad 4

Verificación de planos por parte de supervisores municipales, cálculos y diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario para Lotificación los Laureles.

Los supervisores municipales revisan los planos proporcionados para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario en la Lotificación Los Laureles. Durante esta revisión, se verifican detalles como la ubicación de las tuberías, la pendiente del terreno, las conexiones de las viviendas, los puntos de acceso para mantenimiento, entre otros aspectos.

Inspección en terreno: Los supervisores pueden llevar a cabo inspecciones en terreno para verificar la viabilidad y la adecuación del diseño propuesto. Durante estas inspecciones, se pueden identificar posibles desafíos en la implementación del diseño y se pueden hacer ajustes según sea necesario.

Cálculos hidráulicos: Se realizan cálculos hidráulicos para determinar el tamaño adecuado de las tuberías, la capacidad del sistema y otros parámetros importantes para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario. Estos cálculos se basan en factores como la población servida, el caudal de aguas residuales, la topografía del área y las normativas locales.

Diseño hidráulico: Con los datos recopilados y los cálculos realizados, se procede al diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario. Esto incluye la determinación de la disposición de las tuberías, la ubicación de las estaciones de bombeo (si es necesario), la planificación de los puntos de conexión y cualquier otra infraestructura requerida para garantizar el funcionamiento eficiente del sistema.

Evaluación de impacto ambiental: Antes de finalizar el diseño, se realiza una evaluación de impacto ambiental para asegurar que el sistema de alcantarillado sanitario cumpla con las regulaciones ambientales locales y minimice cualquier impacto negativo en el entorno natural circundante.

Presentación y aprobación: Una vez completado el diseño hidráulico, se presenta a los supervisores municipales para su revisión y aprobación. Se proporciona una explicación detallada del diseño, así como cualquier documentación relevante, como informes de cálculos y evaluaciones ambientales.

Implementación y seguimiento: Una vez aprobado el diseño, se procede con la implementación del sistema de alcantarillado sanitario en la Lotificación Los Laureles. Se establecen mecanismos de seguimiento para monitorear el progreso de la implementación y asegurar que se cumplan los estándares de calidad y seguridad establecidos.

Actividad 5

Solicitar los avales necesarios para la publicación del proyecto en el Sistema Nacional de Inversión Pública SNIP.

Estos procesos son llevados a cabo por medio del personal de la DMP de la municipalidad de Jalapa.

Actividad 6

Autorización de ejecución de director municipal de planificación y fuente presupuestaria por parte de la dirección de administración financiera municipal así misma publicación en el sistema de compras del estado denominado Guatecompras y en el diario oficial o de mayor circulación en el país.

Resultado 2: Se dispone de propuesta de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.

Actividad 1:

Levantamiento Topográfico: La primera etapa de la construcción del proyecto consiste en el levantamiento topográfico de la línea de drenaje sanitario. Los planos de obra indican las distancias de los tramos de tubería, así como la ubicación de los pozos de visita para realizar el debido levantamiento en campo. Toda la información de los planos se hace en relación a las calles, por lo que se facilita su ubicación.

Actividad 2:

Estudio de Suelos: consiste en la toma de muestras del suelo a cada 100 metros sobre la línea central, colocarlas en los recipientes adecuados sin unir las muestras de ellos cuales obtendremos: granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad. Al momento de realizar la instalación de tubería se realizarán ensayos especiales los cuales son: Proctor, Límites de Atterberg, Compactación y CBR.

Actividad 3:

Extracción de tubería existente: esta actividad abarca la eliminación de la tubería existente de toda la red de alcantarillado colapsada, llevando las tuberías deterioradas a una zona de desecho autorizada por las autoridades municipales.

Actividad 4:

Eliminación de pozos de visita existentes: para la fabricación de nuevos pozos de visita es necesario la eliminación de los pozos antiguos los cuales ya no cumplen con los requerimientos mínimos necesarios para su correcto funcionamiento.

Actividad 5:

Instalación de tubería y fabricación de pozos de visita según cálculo y diseño Hidráulico: Replanteo Topográfico, la primera etapa de la construcción del proyecto consiste en el replanteo topográfico de la línea de drenaje sanitario. Los planos de obra indican las distancias de los tramos de tubería, así como la ubicación de los pozos de visita para realizar el debido replanteo en campo. Toda la información de los planos se hace en relación a las calles, por lo que se facilita su ubicación.

Durante los trabajos de replanteo deben marcarse con estacas los números de pozos de visita y cajas de registro y llevar registro escrito de las distancias entre los mismos, estos datos deben utilizarse para correr los niveles indicados y dar la profundidad de diseño a los pozos de visita y cajas de registro de manera que toda la tubería funcione con la pendiente de diseño y el sistema en general trabaje conforme lo planificado.

Zanjeo: Las tuberías de drenaje se instalarán siguiendo los ejes que se indiquen en los planos. El fondo de la zanja deberá ser recortado cuidadosamente para permitir un apoyo uniforme de la tubería. La tubería será colocada con una fundición de materiales estables, cuidadosamente conformados para que pueda asentarse la parte inferior de la misma, cuando menos en un 10% de su alto total, y en toda su longitud.

Cuando la tubería se coloca en zanja, esta deberá de ser de suficiente ancho cuando esté terminada y conformada para recibir la tubería, para dar libre espacio de trabajo para la colocación y arreglo de juntas satisfactoriamente y para permitir compactación eficiente del relleno y material de fundición abajo y a los lados del tubo.

Cuando se encuentre roca, ya sea en estratos o en forma suelta, deberá ser removida debajo de la línea de pendiente, y repuesta con material adecuado, de manera que se prevea un colchón de tierra compacto que tenga un espesor, debajo de la tubería no menor de 2.5 centímetros o 1 pulgada por cada metro de relleno a partir de las partes superiores de la tubería, con un espesor mínimo permisible de 20 cm.

Instalación de tubería de 12 pulgadas: Se emplearon las especificaciones técnicas para tubería de P.V.C para la línea del drenaje sanitario.

Toda la tubería debe cumplir con las normas y especificaciones que corresponden a la tubería de drenaje sanitario. La totalidad de tubería del colector principal del proyecto está constituida por diámetro de 12” y deberá ser instalada según las cotas invert indicadas en los planos respectivos para garantizar el funcionamiento de la obra.

Durante la colocación de la tubería del colector principal debe tomarse en cuenta que las campanas de unión siempre deben ir colocadas en la parte más alta de la zanja, para evitar que el flujo del drenaje provoque fugas y filtraciones al suelo.

Durante la colocación de la tubería la zanja debe estar completamente nivelada, libre de obstáculos como piedras y tierra de manera que no se provoque la deflexión del tubo, para ello debe utilizarse hilo con su respectivo nivel y verificar las profundidades de la zanja a cada metro, cortando o rellenando con material apropiado previa instalación de los tramos de tubería entre pozos de visita. Para la colocación de los tubos, estos deben limpiarse adecuadamente quitando la suciedad e impurezas que impidan una adecuada unión, esto es de especial importancia en la junta rápida ya que el sello interno de la campana debe ajustar perfectamente, situación que se ve dificultada por la presencia de suciedad en la tubería.

Durante el proceso de colocación, los tubos de salida y entrada a los pozos de visita deben protegerse con material plástico u otro material adecuado para evitar que sean impregnados con mezcla de concreto y se reduzca su sección; de igual manera, deben permanecer sellados hasta la realización de las pruebas respectivas para evitar que sean introducidos objetos, herramientas y ripio en su interior.

Una vez colocados los tubos, debe procederse al relleno de la zanja. Deberá utilizarse material de baja graduación granular y alto peso específico para ayudar al tubo a soportar las presiones del relleno, este material deberá compactarse manualmente

hasta la altura total del tubo para evitar daños y deflexiones a la tubería durante el relleno de la zanja.

Concluida la etapa de colocación, deberán efectuarse las pruebas respectivas, quitando las protecciones en los extremos de los tramos colocados, vertiendo agua en cantidad suficiente para verificar su funcionalidad y limpiar el interior de los tubos de cualquier material residual.

Pozos de visita: Deberán ubicarse en los lugares indicados en los planos y con la profundidad indicada para garantizar las pendientes de desfogue de las tuberías, se construirán de ladrillo tayuyo de 0.065 x 0.11 x 0.23m colocados de punta adheridos con sabieta de cemento en proporción 1:2, debiendo humedecer las unidades al punto de saturación previa colocación, para evitar la pérdida de humedad de la sabieta y generar agrietamientos o desprendimientos.

Los ladrillos deben estar libres de imperfecciones como fisuras o quebraduras y deben ser de resistencia media a la compresión de 90Kg/cm², podrá emplearse ladrillo con ranuras de fábrica, para mejorar la adherencia siempre y cuando cumpla con la resistencia requerida.

La base de los pozos será de plancha de concreto y al igual que las demás obras de concreto, debe cumplir con los requisitos de los materiales utilizados y las dimensiones que se indican en los planos.

El suelo de fundición de be estar bien nivelado, libre de ripio y bien humedecido para evitar fracturas en la base de concreto. Cuando la altura de los pozos sea de 2.00mts o superior deberán instalarse escalos de hierro No 4. Para poder acceder a los mismos los cuales deberán ser recubiertos con pintura anticorrosiva para evitar su deterioro.

El relleno de las paredes exteriores deberá efectuarse gradualmente en capas no mayores de 0.40mts debidamente humedecidas compactadas procurando evitar que piedras mayores a 5" queden en contacto directo con el pozo, la construcción de las

tapaderas o brocales deberá realizarse cuando se concluya la compactación del suelo y de acuerdo con las dimensiones indicadas en planos. Debe ponerse especial atención a las asas de las tapas de concreto de manera que no sean dañadas por el tráfico y permitan ser utilizadas para las inspecciones y limpiezas.

El acabado de las tapaderas de concreto debe ser cernida y deberá indicarse en ellos la profundidad del pozo, para futuras referencias.

Acometidas domiciliarias: el diámetro de la tubería de las conexiones domiciliarias será de 6" las asociaciones de las tuberías suelen darse de junta rápida o con adhesivo PVC, en ambos casos durante la colocación de la tubería deben limpiarse los extremos de las uniones para afirmar una adherencia del sello o del adhesivo PVC.

Previa colocación de la tubería en la zanja, esta debe nivelarse adecuadamente para evitar deflexiones en la misma y una vez instalada se deberá proceder a rellenar la zanja iniciando en los extremos de la tubería hasta completar la totalidad de la misma, utilizando material apropiado libre de piedras y ripio, para evitar daños en la misma.

Durante la colocación los extremos de la tubería deben protegerse con material plástico u otro material adecuado para evitar que sean impregnados con mezcla de concreto y se reduzca su sección; de igual manera, deben permanecer sellados hasta la realización de las pruebas respectivas para evitar que sean introducidos objetos, herramientas y ripio en su interior.

Para la candela domiciliaria, se emplazará un tubo de concreto de un diámetro de 12" estos tubos deben estar libres de imperfecciones como ratoneras, rajaduras y quebraduras para evitar que se produzcan fugas de aguas servidas. Una vez instalados en su interior debe sellarse adecuadamente con sabieta de cemento en proporción 1:2

Las obras de concreto deben cumplir con las normas de los materiales a emplear y las dimensiones indicadas en planos.

Relleno: El relleno alrededor y debajo de la tubería debe ser hecho de materiales aprobados, libre de fragmentos de roca, en capas de 15cm de material suelto apisonado a mano a hasta llegar a 60cm o arriba del coronamiento del tubo. De este punto para arriba se podrá hacer el relleno en capas de 20cm de grueso y se puede permitir el apisonado mecánico o si el supervisor lo aprueba, por apisonamiento a mano con apisonadores pesados de hierro cuyas caras no sean menores de 50 centímetros cuadrados.

La compactación debe ser de 95% de su densidad máxima como lo determina el método T 99-49, de la AASHTO o su equivalente. No se permitirá que opere equipo pesado sobre la tubería mientras el relleno no haya sido correctamente hecho y hasta que dicha tubería esté cubierta por lo menos con 50cm de material.

Se permitirá la operación de equipo pesado sobre una tubería hasta que el supervisor lo autorice, se deberán de realizar pruebas de laboratorio de suelo con el objeto de garantizar la protección de la tubería de drenaje instalada.

Actividad 6:

Mantenimiento y observación periódica: para garantizar la correcta funcionalidad de la red de alcantarillado sanitario, se harán visitas periódicas de inspección de flujo de caudal. Se recomienda a la municipalidad realizar estas visitas cada 3 meses.

Resultado 3: Se posee un programa de sensibilización para la población.

Actividad 1: Solicitud al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para una capacitación a la población: se gestiona una capacitación sobre el correcto uso de los recursos naturales dirigida a la población de Lotificación Los Laureles.

La solicitud al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales se basa en la necesidad de promover prácticas sostenibles y conscientes entre los residentes de la Lotificación Los Laureles. Esta capacitación busca aumentar la conciencia ambiental y fomentar comportamientos responsables que contribuyan a la conservación de los recursos naturales locales.

La solicitud al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales puede implicar la colaboración con otras organizaciones locales, como ONG ambientales o instituciones educativas, para organizar y llevar a cabo la capacitación de manera efectiva. Esta colaboración fortalece el alcance y el impacto de la capacitación al aprovechar recursos adicionales y experiencia en el campo ambiental.

Es importante realizar una evaluación de la capacitación para medir su efectividad y el impacto en los conocimientos y comportamientos de la población. Se pueden realizar encuestas antes y después de la capacitación para evaluar el cambio en la percepción y la adopción de prácticas sostenibles. Además, el seguimiento continuo puede garantizar que los conocimientos adquiridos se apliquen en la vida cotidiana de los participantes.

Actividad 2: Solicitud de Capacitación por parte del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social: se gestiona una capacitación sobre los efectos causantes por el mal manejo de las aguas residuales y su repercusión en la salud humana, así como la proliferación de plagas como zancudos. Dirigida a la población de Lotificación los Laureles.

La capacitación tiene como objetivo proporcionar a la población los conocimientos y habilidades necesarios para utilizar de manera sostenible los recursos naturales, como el agua, el suelo, la flora y la fauna locales. Se espera que los participantes comprendan la importancia de conservar estos recursos para su bienestar a largo plazo y el de las generaciones futuras.

La capacitación puede incluir temas como la gestión del agua, la protección de la biodiversidad, la gestión de residuos, la agricultura sostenible y la conservación del suelo. Se pueden organizar sesiones interactivas, charlas informativas, talleres prácticos y actividades de campo para involucrar a la población de manera efectiva y promover un aprendizaje activo.

La solicitud de capacitación al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales representa un paso significativo hacia la promoción de la sostenibilidad ambiental y el desarrollo comunitario en la Lotificación Los Laureles. Esta actividad busca empoderar a la población local con los conocimientos y habilidades necesarios para proteger y conservar los valiosos recursos naturales de su entorno.

Actividad 3: Capacitación a pobladores de la Lotificación los Laureles con las autoridades Ministerio de Salud y Ministerio de Ambiente: puesta en marcha de las capacitaciones gestionadas en las actividades anteriores.

Esta actividad marca la implementación de las capacitaciones gestionadas en actividades anteriores, con la colaboración de las autoridades del Ministerio de Salud y Ministerio de Ambiente.

Se elabora un programa detallado para las capacitaciones, teniendo en cuenta las necesidades identificadas de la comunidad y los temas prioritarios relacionados con la salud pública y el medio ambiente. El programa puede incluir módulos sobre higiene personal, manejo adecuado de residuos, conservación del agua, prevención de enfermedades transmitidas por el agua, entre otros temas relevantes.

Se llevan a cabo las sesiones de capacitación en la Lotificación Los Laureles, con la participación activa de los pobladores y la supervisión de las autoridades del Ministerio

de Salud y Ministerio de Ambiente. Durante las sesiones, se proporciona información relevante, se responden preguntas y se fomenta la discusión entre los participantes.

Actividad 4: Concientización de la población por medio de trifoliales con información sobre el correcto uso de las alcantarillas: serán repartidos trifoliales en toda la lotificación Los Laureles y lugares aledaños, con información sobre el correcto uso de las alcantarillas y la importancia de mantener limpias las calles para evitar el taponamiento de las mismas.

Actividad 5: Campaña de información en la escuela de Lotificación los Laureles: se harán visitas a la escuela Los Laureles para informar a la población estudiantil sobre la importancia de la conciencia ambiental.

Antes de llevar a cabo las visitas a la escuela, se realiza una cuidadosa planificación de la campaña de información. Esto incluye la identificación de los temas principales que se abordarán, la selección de materiales educativos adecuados y la coordinación con el personal docente y directivo de la escuela.

Se identifican mensajes clave relacionados con la conciencia ambiental, como la importancia de la conservación de recursos naturales, la reducción de residuos, el reciclaje, la protección de la biodiversidad y el cuidado del entorno natural. Estos mensajes se adaptan a la edad y nivel de comprensión de los estudiantes para garantizar su efectividad.

Se desarrollan materiales educativos visualmente atractivos y fáciles de entender, como folletos, carteles, presentaciones y actividades interactivas. Estos materiales se utilizan durante las visitas a la escuela para transmitir información de manera efectiva y generar interés entre los estudiantes.

Anexo 2. Matriz de la estructura lógica.

Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<p>Objetivo general:</p> <p>Contribuir a disminuir los costos de mantenimiento en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.</p>	<p>Al quinto año se reducen en un 10% los costos de mantenimiento.</p>	<p>Facturas, monitoreos, encuesta.</p>	<p>Se evita el colapso en la red de alcantarillado sanitario, de la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.</p>
<p>Objetivo específico:</p> <p>Mejorar la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.</p>	<p>Al segundo año se ha implementado el 85% de las actividades del plan.</p>	<p>Supervisión, monitoreos, fotografías y videos.</p>	<p>Se cuenta con la construcción de la red de alcantarillado sanitario proyectada para los próximos 20 años.</p>
<p>Resultado 1:</p> <p>Se cuenta con Unidad Ejecutora</p>			

<p>Resultado 2:</p> <p>Se dispone de propuesta de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación Los Laureles, caserío El Terrero, municipio de Jalapa.</p>			
<p>Resultado 3:</p> <p>Se posee un programa de sensibilización para la población.</p>			

Anexo 3. Ajuste de costos y tiempos

No.	Renglón	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Total, parcial
	Preliminares							
1	Rotulo de identificación	■						Q 1,450.00
2	Replanteo topográfico	■						Q 35,805.00
3	Trazo y estaqueado	■						Q 7,500.00
4	Retiro de tubería existente		■	■				Q 51,050.00
5	Retiro de pozos de visita existentes		■	■				Q 19,500.00
	Drenaje sanitario							
6	Instalación de tubería PVC astm f-949 de 12"			■	■	■	■	Q 1,592,760.00
7	Pozos de visita para drenaje sanitario					■	■	Q 97,500.00
8	Acometidas domiciliarias					■	■	Q 180,000.00
	Costo mensual	Q80,030.00	Q433,465.00	Q398,190.00	Q398,190.00	Q536,940.00	Q138,750.00	Q 1,985,565.00
	Costo mensual acumulado	Q80,030.00	Q513,495.00	Q911,685.00	Q1,309,875.00	Q1,846,815.00	Q1,985,565.00	
	Porcentaje mensual	4.03%	21.83%	20.05%	20.05%	27.05%	6.99%	100.00%
	Porcentaje mensual acumulado	4.03%	25.86%	45.91%	65.96%	93.01%	100.00%	

Fuente: Lázaro. A., octubre 2022.

Anexo 4. Plan de trabajo

Cronograma físico							
No.	Renglón	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
	Preliminares						
1	Rotulo de identificación	█					
2	Replanteo topográfico	█					
3	Trazo y estaqueado	█					
4	Retiro de tubería existente		█	█			
5	Retiro de pozos de visita existentes		█	█			
	Drenaje sanitario						
6	Instalación de tubería PVC astm f-949 de 12"			█	█	█	
7	Pozos de visita para drenaje sanitario					█	█
8	Acometidas domiciliarias					█	█
Tiempo estimado de la ejecución del proyecto: 6 meses							

Fuente: Lázaro. A., octubre 2022

Anexo 5. Presupuesto

Propuesta de plan para la mejora del diseño y construcción de la red de alcantarillado sanitario en la lotificación los laureles, caserío el terrero, municipio de jalapa.

Integración de costos generales

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
	Preliminares				
1	Rotulo de identificación	1	Unidad	Q 1,450.00	Q 1,450.00
2	Replanteo topográfico	7161	M ²	Q 5.00	Q 35,805.00
3	Trazo y estaqueado	1	Unidad	Q 7,500.00	Q 7,500.00
4	Retiro de tubería existente	1021	Metro lineal	Q 50.00	Q 51,050.00
5	Retiro de pozos de visita existentes	13	Unidad	Q 1,500.00	Q 19,500.00
	Drenaje sanitario				
6	Instalación de tubería PVC ASTM f-949 de 12"	1021	Metro lineal	Q 1,560.00	Q 1,592,760.00
7	Pozos de visita para drenaje sanitario	13	Unidad	Q 7,500.00	Q 97,500.00
8	Acometidas domiciliarias	120	Unidad	Q 1,500.00	Q 180,000.00
	Total:				Q 1,985,565.00
<p>Total en letras: un millón novecientos ochenta y cinco mil quinientos sesenta y cinco quetzales exactos.</p>					

Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.

Anexo 5.1 Costos unitarios

No. 1					
Rotulo de identificación			Unidad:	Unidad	
Descripción	Unidad	Cantidad	costo unitario	costo total	
Material					
Costanera de 4"x2"X1/16"	Unidad	2	Q120.00	Q 240.00	
Lamina lisa de 1/16"	Unidad	1	Q350.00	Q 350.00	
Electrodo	Lb	2	Q35.00	Q 70.00	
Cemento	Saco	1	Q78.00	Q 78.00	
Arena	M3	0.10	Q225.00	Q 22.50	
Piedrín	M2	0.15	Q250.00	Q 37.50	
			Total:	Q 798.00	
Mano de obra					
Construcción de Rotulo	Unidad	1	Q175.00	Q 175.00	
Calco Adhesivo	Unidad	1	Q235.00	Q 235.00	
			Total:	Q 410.00	
Total costo directo					
				Q 1,208.00	
Total costo indirecto			20%	Q 242.00	
Total				Q 1,450.00	

Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.

No. 2					
Replanteo topográfico				Unidad:	m2
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total	
Equipo y maquinaria					
Estación Total	unidad	1	Q2.17	Q 2.17	
			Total:	Q 2.17	
Material					
			Total:	Q -	
Mano de obra					
Topógrafo	unidad	1	Q 1.00	Q 1.00	
Estadista	unidad	1	Q 1.00	Q 1.00	
			Total:	Q 2.00	
Total costo directo				Q 4.17	
Total costo indirecto			20%	Q 0.83	
Total				Q 5.00	

Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.

No. 3				
Trazo y estaqueado			Unidad:	Unidad
Descripción	Unidad	Cantidad	costo unitario	costo total
Material				
Madera para trompos	Global	1	Q171.25	Q171.25
Cal	Bolsas	10	Q35.00	Q350.00
			Total:	Q521.25
Mano de obra				
Trazo	m2	7161	Q0.80	Q5,728.80
			Total:	Q5,728.80
Total costo directo				Q6,250.05
Total costo indirecto			20%	Q1,249.95
Total				Q7,500.00

Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.

No. 4				
Retiro de tubería existente			Unidad:	Unidad
Descripción	Unidad	Cantidad	costo unitario	costo total
Maquinaria y equipo				
Retro excavadora	hora	0.05	Q450.00	Q22.50
			Total:	Q22.50
Mano de obra				
Retiro de Tubería Existente	ml	1.00	Q19.17	Q19.17
			Total:	Q19.17
Total costo directo				Q41.67
Total costo indirecto			20%	Q8.33
Total				Q50.00

Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.

No. 5				
Retiro de pozos de visita existentes			Unidad:	Unidad
Descripción	Unidad	Cantidad	costo unitario	costo total
Material				
Retroexcavadora	hora	0.05	Q450.00	Q22.50
			Total:	Q22.50
Mano de obra				
Retiro de materiales de pozos de visita existentes	unidad	13.00	Q94.45	Q1,227.85
			Total:	Q1,227.85
Total costo directo				Q1,250.35
Total costo indirecto			20%	Q249.65
Total				Q1,500.00

Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.

No. 7		Pozos de visita para drenaje sanitario			Unidad:	Unidad
Descripción	Unidad	Cantidad	costo unitario	costo total		
Materiales						
Ladrillo	unidad	400	Q3.50	Q1,400.00		
Cemento	saco	4	Q78.00	Q312.00		
Arena	m3	0.2	Q225.00	Q45.00		
Piedrín	m3	0.3	Q250.00	Q75.00		
Hierro No. 2	varilla	5	Q12.00	Q60.00		
Hierro No. 3	varilla	4	Q27.00	Q108.00		
Alambre de amarre	libra	1	Q10.00	Q10.00		
Madera	global	1	Q75.00	Q75.00		
				Total:	Q2,085.00	
Mano de obra						
Fundición de piso de pozo	unidad	1	Q850.00	Q850.00		
Levantado de pozo	unidad	1	Q1,450.00	1,450.00		
Fundición de brocales y tapaderas	unidad	1	Q868.00	Q868.00		
Excavación de pozo y retiro de material sobrante	unidad	1	Q1,000.00	Q1,000.00		
				Total:	Q4,168.00	
Total costo directo					Q6,253.00	
Total costo indirecto				20%	Q1,247.00	
Total					Q7,500.00	
Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.						

No. 8				
Acometidas domiciliarias			Unidad:	Unidad
Descripción	Unidad	Cantidad	costo unitario	costo total
Materiales				
Tubo de concreto de 12"	unidad	1	Q87.00	Q87.00
Cemento	saco	1	Q78.00	Q78.00
Arena	m3	0.1	Q225.00	Q22.50
Piedrín	m3	0.1	Q250.00	Q25.00
Tubo PVC de 6" para drenaje	ml	3	Q134.00	Q402.00
Silleta "Y" PVC de 12" x 6"	unidad	1	Q610.00	Q610.00
Material selecto	m3	0.2	Q60.00	Q12.00
			Total:	Q1,236.50
Mano de obra				
Excavación para conexión domiciliar	m3	0.01	Q20.00	Q0.20
Relleno compactado	m3	0.01	Q20.00	Q0.20
Retiro de material sobrante	m3	0.01	Q30.00	Q0.30
Fundición de piso y tapaderas	unidad	1	Q4.00	Q4.00
Colocación tubo de concreto de 12"	unidad	1	Q2.00	Q2.00
Colocación de tubo PVC de 6"	unidad	1	Q4.00	Q4.00
Colocación de Silleta Y de 12" x 6"	unidad	1	Q4.00	Q4.00
			Total:	Q14.70
Total costo directo				Q1,251.20
Total costo indirecto			20%	Q248.80
Total				Q1,500.00

Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.

Anexo 6. Cálculo del diseño hidráulico del alcantarillado sanitario

Población actual		600	Hab
Tasa de crecimiento		6	%
Periodo de diseño		20	Años
Población futura			
$P_f = p_o * (1 + r*t/100)$		1320	Hab
Dotación		200	Lt/hab/dia
Caudal de aguas residuales			
$Q_{prom.} = 0.80 * pob.* dot./1,000$		211.2	M3/d
Caudal máximo horario (m3/sg)			
$Q_{m\acute{a}x. \text{ Horario}} = 1.3 \times 2 \times q_{prom.}$		0.006355	
		6	M3/d
Caudal de infiltración (m3/sg)			
Longitud total de la red		1.121	Km
Número de conexiones de la red		120	
$Q_{inf.} = 20000 \text{ lt/km}\cdot\text{día} \times \text{longitud de la red} +$			
$380 \text{ lt/buzón}\cdot\text{día} \times \# \text{ pozo de visita}$		0.000787	
		3	M3/d
Caudal de diseño		0.00714	M3/s
Verificación de diámetros ($h = 3/4 d$)			
Valor de n	Coeficiente de rugosidad	0.014	
Utilizando manning			
$Q = 0.284 \times d^{(8/3)} \times s^{0.5} / n$			
$V = 0.450 \times d^{(2/3)} \times s^{0.5} / n$			
$V \text{ tramo} = q \text{ tramo} / a \text{ mojada}$			

Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.

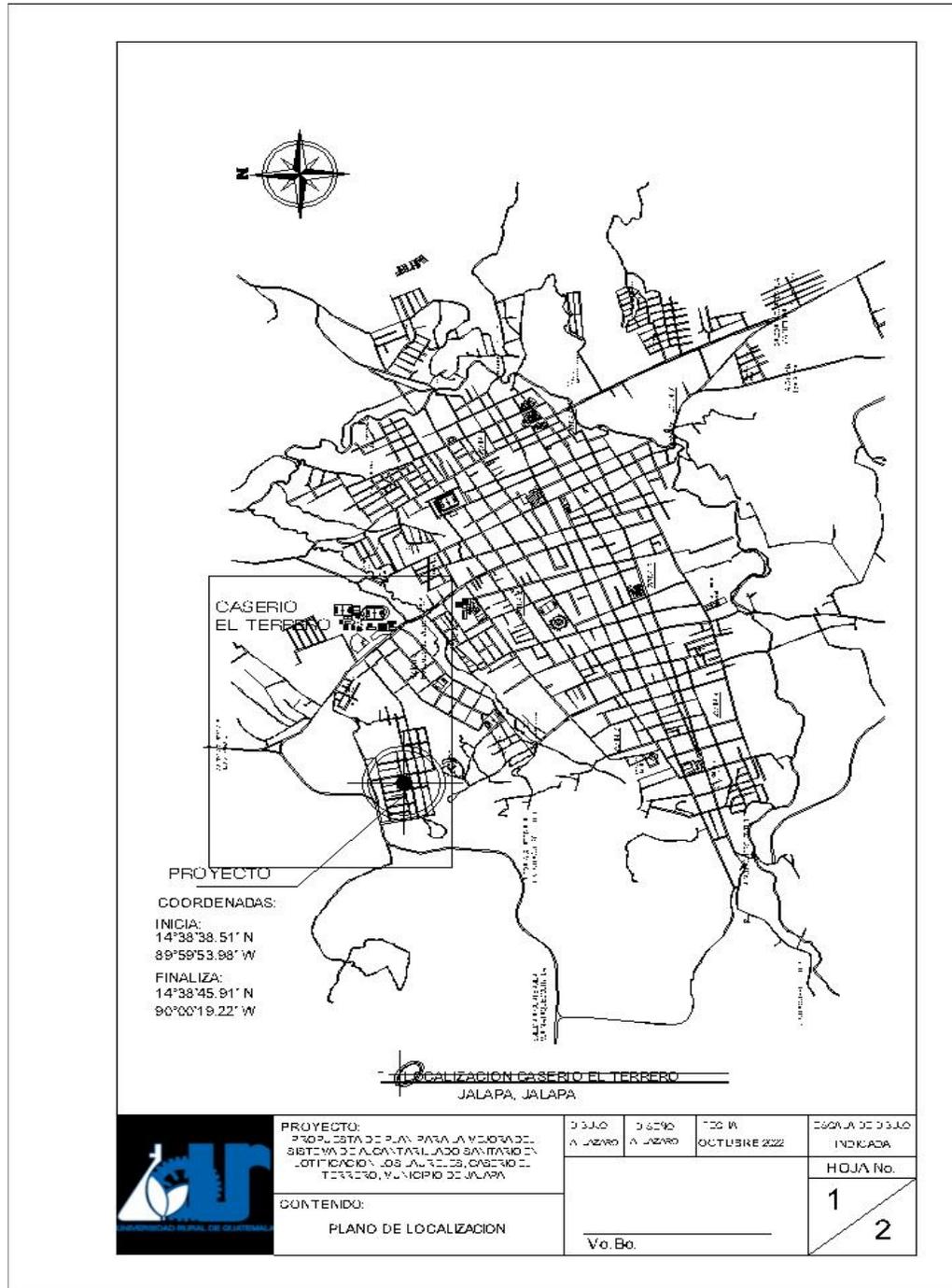
<i>Pozo Aguas Arriba</i>		<i>Pozo Aguas Abajo</i>		<i>Caudal</i>	<i>Longitud</i>	<i>Pendiente</i>	\emptyset	\emptyset	<i>Velocidad</i>	<i>Pendiente</i>
<i>Descrip.</i>	<i>Cota</i>	<i>Descrip.</i>	<i>Cota</i>	<i>Tramo</i>	<i>Tramo</i>	<i>S</i>	<i>Teórico</i>	<i>A Instalar</i>	<i>Tramo</i>	<i>S</i>
	<i>msnm</i>		<i>msnm</i>	<i>(m3/s)</i>	<i>(m)</i>	<i>(m/m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(Plg)</i>	<i>(m/s)</i>	<i>(%)</i>
<i>PV-09</i>	<i>1402.00</i>	<i>PV-08</i>	<i>1393.50</i>	<i>0.25382</i>	<i>104.00</i>	<i>0.08500</i>	<i>0.328</i>	<i>12</i>	<i>2.70</i>	<i>8.50%</i>
<i>PV-08</i>	<i>1393.50</i>	<i>PV-07</i>	<i>1387.00</i>	<i>0.28555</i>	<i>97.00</i>	<i>0.06500</i>	<i>0.461</i>	<i>12</i>	<i>2.18</i>	<i>6.50%</i>
<i>PV-07</i>	<i>1387.00</i>	<i>PV-06</i>	<i>1389.00</i>	<i>0.25382</i>	<i>111.00</i>	<i>-0.02000</i>	<i>0.491</i>	<i>12</i>	<i>1.71</i>	<i>-2.00%</i>
<i>PV-06</i>	<i>1389.00</i>	<i>PV-05</i>	<i>1386.00</i>	<i>0.19037</i>	<i>95.00</i>	<i>0.03000</i>	<i>0.416</i>	<i>12</i>	<i>1.78</i>	<i>3.00%</i>
<i>PV-05</i>	<i>1386.00</i>	<i>PV-04</i>	<i>1381.00</i>	<i>0.15864</i>	<i>100.00</i>	<i>0.05000</i>	<i>0.438</i>	<i>12</i>	<i>1.34</i>	<i>5.00%</i>
<i>PV-04</i>	<i>1381.00</i>	<i>PV-03</i>	<i>1369.00</i>	<i>0.25382</i>	<i>95.00</i>	<i>0.12000</i>	<i>0.476</i>	<i>12</i>	<i>1.82</i>	<i>12.00%</i>
<i>PV-03</i>	<i>1369.00</i>	<i>PV-02</i>	<i>1365.00</i>	<i>0.19037</i>	<i>97.00</i>	<i>0.04000</i>	<i>0.440</i>	<i>12</i>	<i>1.59</i>	<i>4.00%</i>
<i>PV-02</i>	<i>1362.00</i>	<i>PV-01</i>	<i>1361.00</i>	<i>0.22210</i>	<i>39.02</i>	<i>0.01000</i>	<i>0.499</i>	<i>12</i>	<i>1.45</i>	<i>1.00%</i>
<i>PV-09</i>	<i>1402.00</i>	<i>PV-10</i>	<i>1399.00</i>	<i>0.25382</i>	<i>51.00</i>	<i>0.03000</i>	<i>0.440</i>	<i>12</i>	<i>2.13</i>	<i>3.00%</i>
<i>PV-10</i>	<i>1399.00</i>	<i>PV-11</i>	<i>1397.50</i>	<i>0.22210</i>	<i>52.06</i>	<i>0.01500</i>	<i>0.455</i>	<i>12</i>	<i>1.74</i>	<i>1.50%</i>
<i>PV-11</i>	<i>1397.50</i>	<i>PV-12</i>	<i>1395.60</i>	<i>0.12691</i>	<i>131.63</i>	<i>0.01900</i>	<i>0.369</i>	<i>12</i>	<i>1.49</i>	<i>1.90%</i>
<i>PV-12</i>	<i>1395.60</i>	<i>PV-13</i>	<i>1395.00</i>	<i>0.03173</i>	<i>48.32</i>	<i>0.00600</i>	<i>0.187</i>	<i>12</i>	<i>1.35</i>	<i>0.60%</i>

Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.

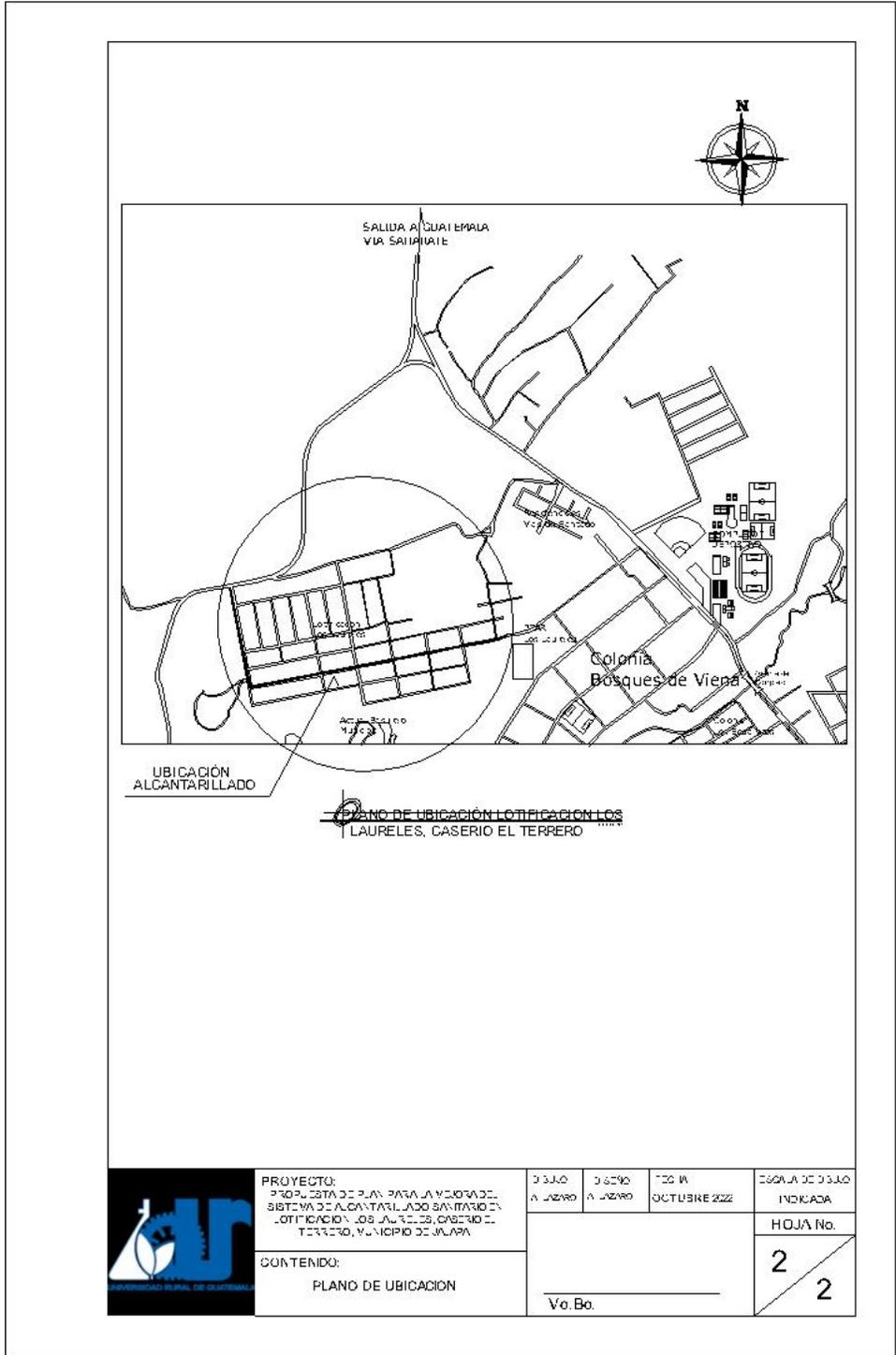
Cotas invert		S% Tubo	Prof. Pozo	Vol Excav.
Inicial	Final			
1400.8000	1392.3899	8.1731	1.4000	146.25
1392.3599	1385.9671	6.7010	1.3401	130.639327
1385.9371	1383.7491	2.0000	5.2600	584.51
1383.7191	1380.7696	3.1579	5.4809	521.333568
1380.7396	1375.8196	5.0000	5.4604	546.685334
1375.7896	1363.9918	12.6316	5.4104	514.633568
1363.9618	1360.0277	4.1237	5.2382	508.760064
1359.9977	1356.1617	10.2512	5.2023	203.642525
1400.8000	1397.8941	5.8824	1.4000	72.05
1397.8641	1396.4102	2.8813	1.3359	70.1960353
1396.3802	1394.5034	1.4504	1.3198	173.541403
1394.4734	1393.8933	1.2417	1.3266	64.7501327

Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.

Anexo 7. Diseño del proyecto

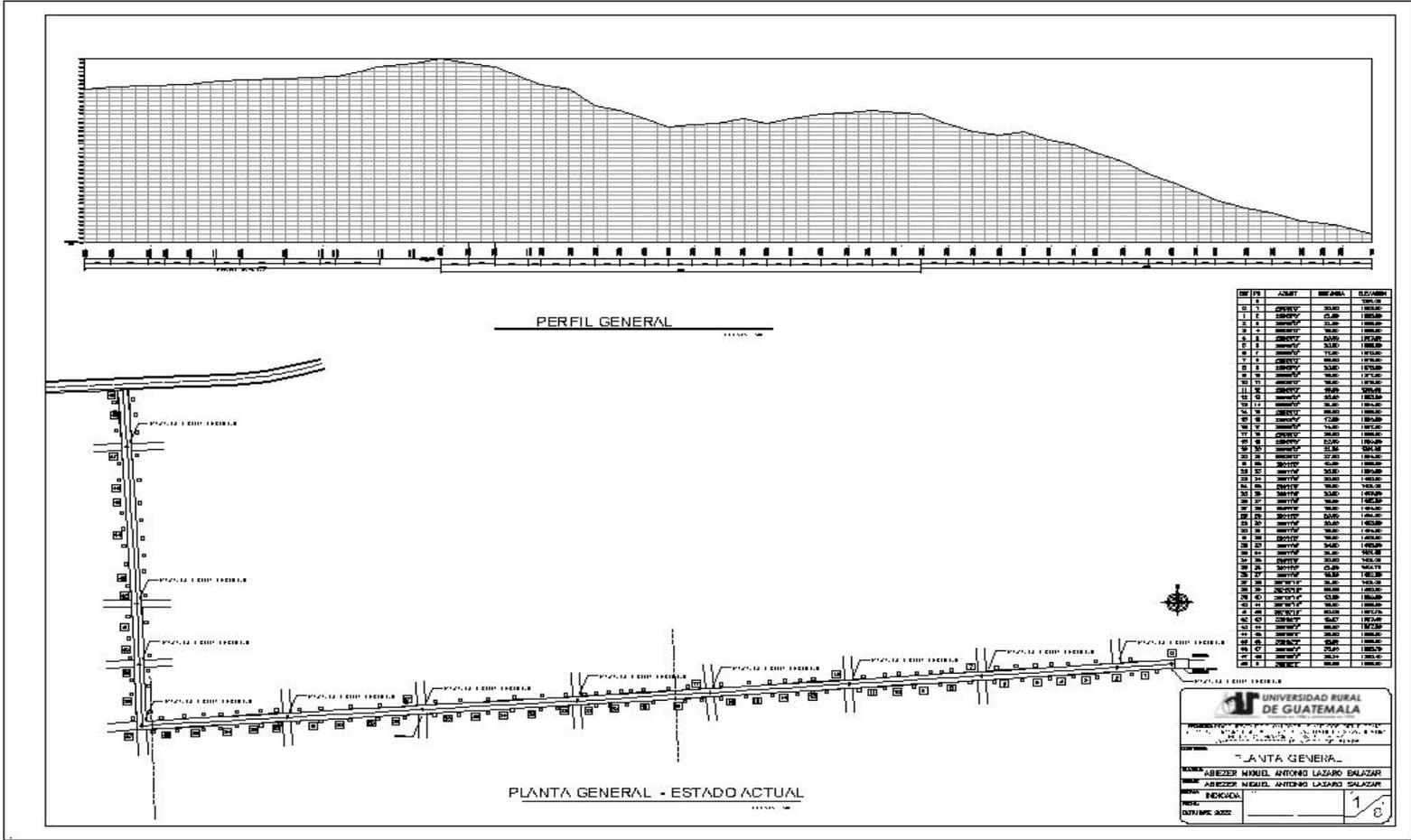


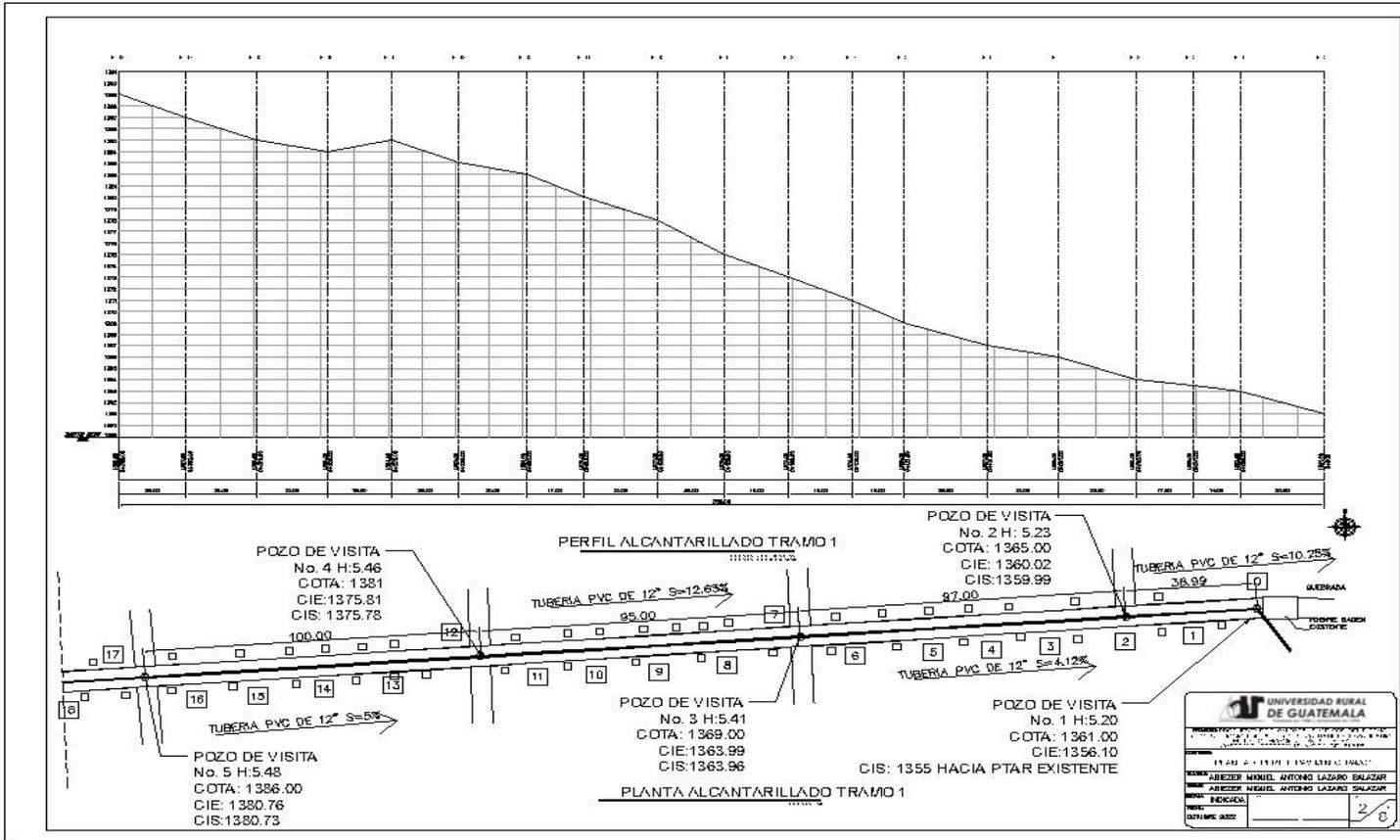
Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.



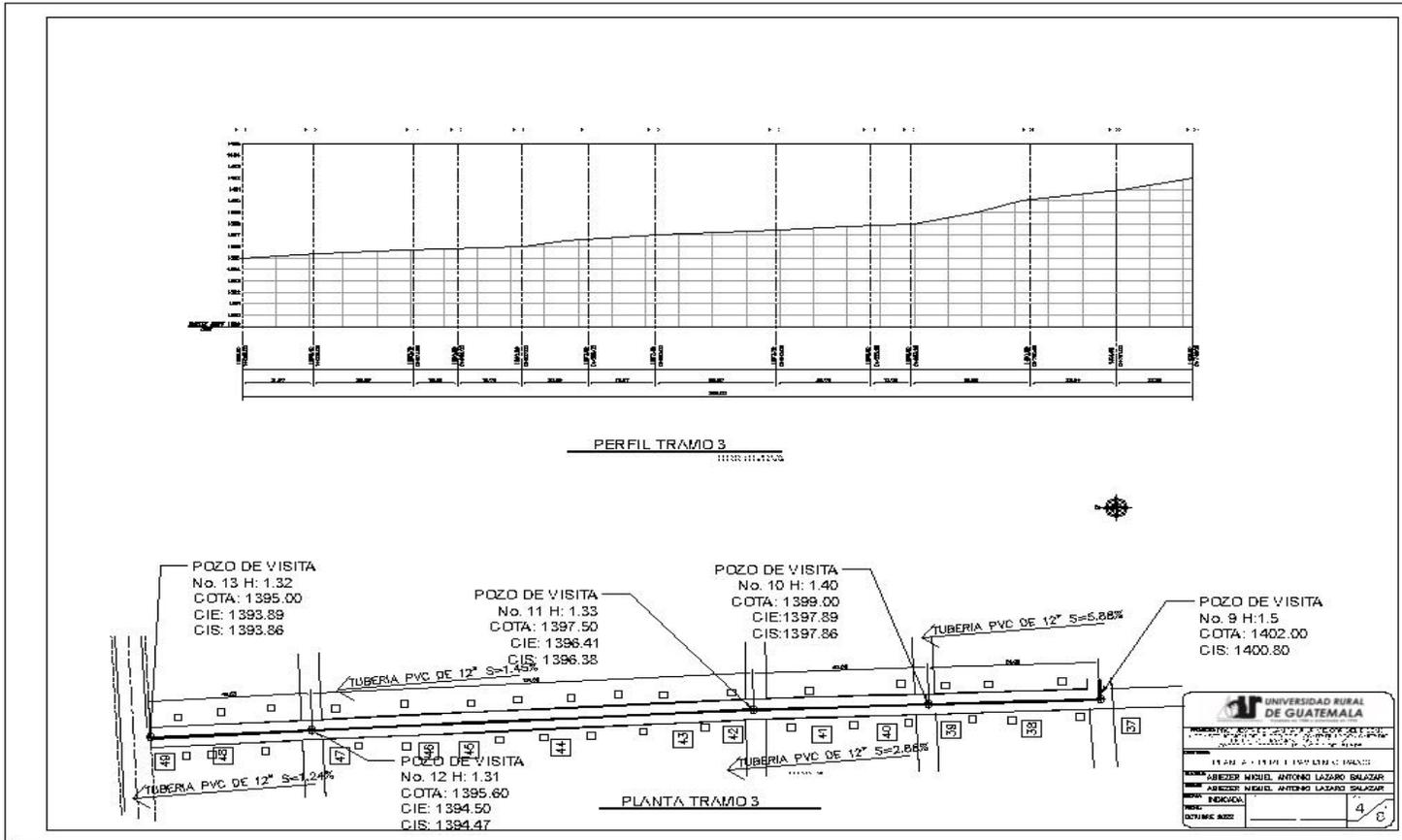
	PROYECTO: PROYECTO DE PLAN PARA LA MEJORA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA LOTIFICACION LOS LAURELES, CASERIO EL TERRERO, MUNICIPIO DE JALAPA	JUNIO A JUNIO	JUNIO A JUNIO	OCTUBRE 2022	ESCALA DE DISEÑO INDICADA
	CONTENIDO: PLANO DE UBICACION	Vo.Bo. _____			HOJA No. 2 / 2

Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.

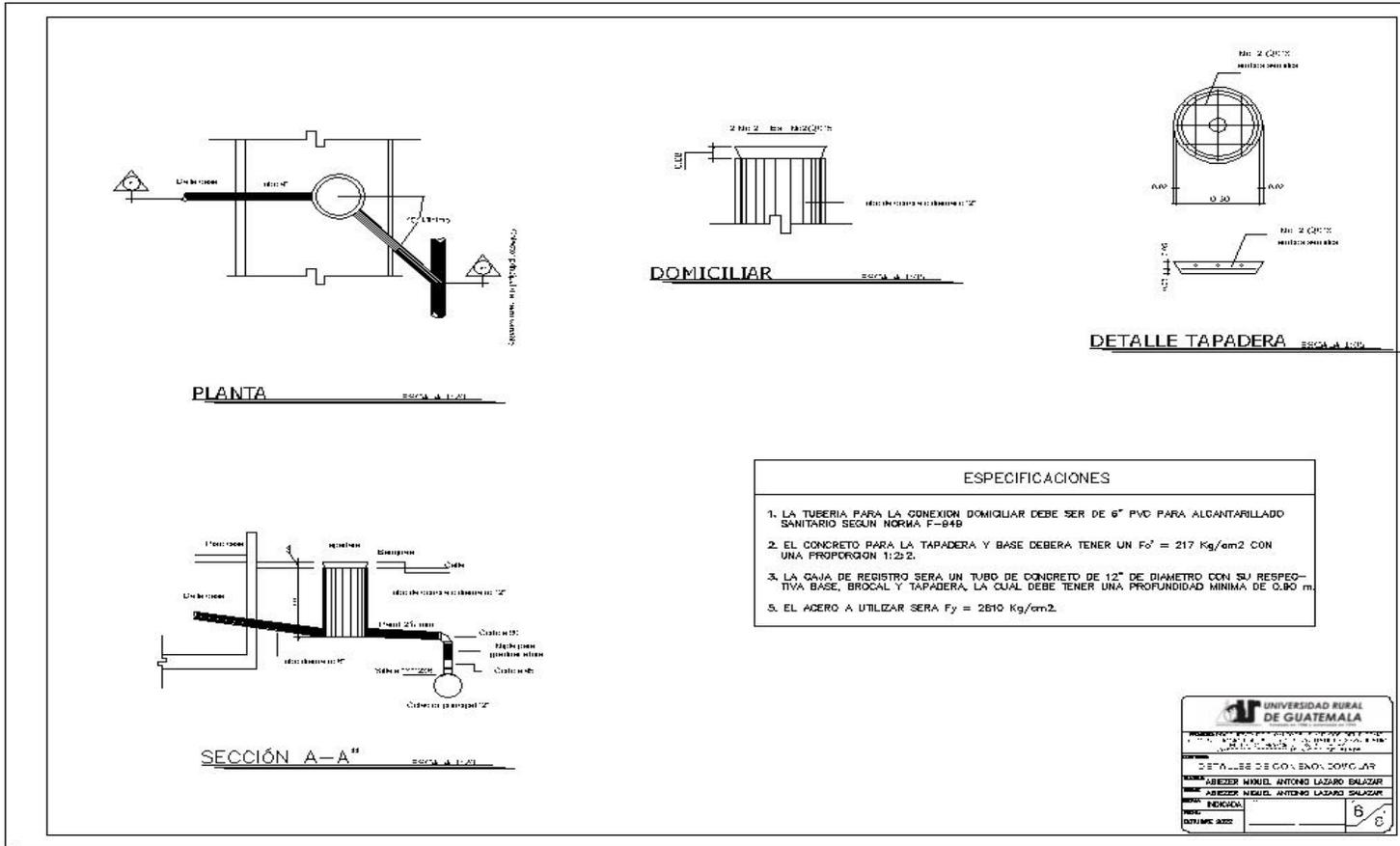




Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.



Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.



Fuente: Lázaro, A., octubre 2022.