

Oscar Mauricio Vásquez Ramírez

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE SANITARIO Y
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN ALDEA EL
BARREAL, JUTIAPA, JUTIAPA.



Asesor General Metodológico:
Ingeniero Agrónomo Juan Pablo Gramajo Pineda

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, agosto del 2,022

Informe final de graduación.

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE SANITARIO Y
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE ALDEA EL
BARREAL, JUTIAPA, JUTIAPA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:
Oscar Mauricio Vásquez Ramírez

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, agosto del 2,022

Informe final de graduación

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE SANITARIO Y
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE ALDEA EL
BARREAL, JUTIAPA, JUTIAPA.



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, agosto del 2,022

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

Prólogo

Esta tesis presenta la propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, con el fin de mejorar las condiciones sanitarias de los habitantes de dicha aldea, debido a que la falta de dicha propuesta provoca enfermedades gastrointestinales recurrentes, la mayoría de habitantes desconocen las consecuencias graves de estas.

Además de la problemática de saturación de agua residual en las calles por la falta de drenaje sanitario, ha provocado deslizamientos de vehículos y que sea intransitable para la población, debido a que es de terracería.

Como estudiante, previo a optar al título de Licenciatura en Ingeniería Civil con Énfasis en Construcciones Rurales, de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Programa de Graduación de la Universidad Rural de Guatemala, esta propuesta será presentada a las autoridades universitarias, que estén a cargo de dicho programa.

El motivo antes mencionado de la problemática fue lo que conllevó a realizar esta investigación, así mismo encontrarle una solución, con este proyecto se reducirá en gran número dichas enfermedades, y se espera el apoyo por parte del Centro de Atención al Paciente (C.A.P.), para una futura concientización a los habitantes de la aldea, sobre la higiene personal, manejo de los desechos sólidos, y prevención de enfermedades gastrointestinales.

Los habitantes de la aldea deberán cumplir con los protocolos establecidos y mantenerlos para una pronta reducción de las enfermedades gastrointestinales.

La ejecución de esta propuesta será de gran beneficio para los habitantes de la aldea en varios aspectos, las Autoridades Municipales serán las encargadas de llevarlo a cabo junto con las Autoridades de la Dirección Municipal de Planeación (D.M.P.)

Presentación

La presente investigación denominada: Proyecto de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, se desarrolló previo a optar al título de Licenciatura en Ingeniería Civil con Énfasis en Construcciones Rurales, en cumplimiento a los lineamientos que establece el Programa de Graduación de la Universidad Rural de Guatemala, la cual fue realizada en aldea El Barreal, municipio y departamento de Jutiapa.

Con el fin de dar a conocer la problemática existente por la falta de un drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, las enfermedades gastrointestinales causadas por el mal manejo de estas, y el interés de las Autoridades Municipales por poner en marcha la propuesta presentada en esta investigación para erradicar el alto porcentaje de la contaminación del medio ambiente en el menor tiempo posible, se realizó esta investigación.

La aceptación y ejecución de esta propuesta traerá desarrollo y beneficios a los habitantes de la aldea, por mencionar alguno: seguridad de tener el servicio sanitario dentro de sus viviendas y no en letrinas que por lo general son construidas en la parte más lejana de los terrenos, donde aparte de no contar con un adecuado sistema de drenaje para la evacuación de los sólidos, se exponen a que sean intersectados por alguna persona ajena a la familia.

Con la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales, se reducirá grandemente la contaminación de los ríos existentes en dicha aldea, porque el agua residual que en ellos se depositaba, recibirá un adecuado proceso de descontaminación, y el agua resultante podrá ser reutilizada en terrenos que contengan siembras de diferentes granos básicos, frutas, vegetales, entre otros.

Índice general

No.	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN.....	01
I.1.	Planteamiento del problema.....	03
I.2.	Hipótesis.....	04
I.3.	Objetivos.....	04
I.3.1.	General.....	04
I.3.2.	Específico.....	04
I.4.	Justificación.....	05
I.5.	Metodología.....	06
I.5.1.	Métodos.....	06
I.5.2.	Técnicas.....	10
II.	MARCO TEÓRICO.....	11
II.1.	Aguas residuales.....	11
II.2.	Enfermedades gastrointestinales.....	14
II.3.	Drenajes sanitarios.....	18
II.4.	Diseño de drenaje sanitario.....	20
II.5.	Construcción del drenaje sanitarios.....	27
II.6.	Plantas de tratamiento de aguas residuales.....	53
II.7.	Diseño y construcción de plantas de tratamiento.....	56
II.8.	Leyes Vigentes.....	66
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	67
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
IV.1.	Conclusiones.....	78
IV.2.	Recomendaciones.....	79
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

Índice de cuadros

No.	Contenido	Página
1.	Múltiplos del metro (m).....	24
2.	Submúltiplos del metro.....	24
3.	Unidades equivalentes del metro.....	24
4.	Características de la tubería HG.....	36
5.	Relación entre caudal y caudal inicial.....	38
6.	Valores del coeficiente K en pérdidas singulares.....	52
7.	Habitantes que considera que existe alto índice de enfermedades gastrointestinales.....	68
8.	Habitantes que conocen las enfermedades gastrointestinales frecuentes producidas por aguas residuales.....	69
9.	Habitantes que han padecido alguna enfermedad gastrointestinal...	70
10.	Habitantes que conocen las causas del padecimiento de enfermedades gastrointestinales.....	71
11.	Habitantes que conocen los efectos de las enfermedades gastrointestinales frecuentes.....	72
12.	Autoridades que tienen conocimiento si se cuenta con el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea El Barreal.....	73
13.	Autoridades que tienen conocimiento si se contempla dentro de su planificación el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea.....	74
14.	Autoridades que tienen conocimiento si se considera prioritario el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea.....	75

15. Autoridades están de acuerdo en apoyar el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea.....	76
16. Autoridades que conocen los beneficios del diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales.....	77

Índice de imágenes.

No.	Contenido	Página
01	Tratamiento de aguas residuales.....	13
02	Drenaje sanitario.....	19
03	Colector de agua.....	29
04	Trazado de colectores por gravedad.....	30
05	Detalle típico de pozo de visita.....	32
06	Diámetro de tubería pvc.....	36
07	Diagrama de Moody	53
08	Rejilla de planta de tratamiento.....	59
09	Desarenador para planta de tratamiento de aguas residuales.....	60
10	Distribución de las zonas de trabajo de una planta de tratamiento.....	64
11	Sistema anaeróbico.....	65

Índice de gráficas

No.	Contenido	Página
1.	Habitantes que considera que existe alto índice de enfermedades gastrointestinales.....	68
2.	Habitantes que conocen las enfermedades gastrointestinales frecuentes producidas por aguas residuales.....	69
3.	Habitantes que han padecido alguna enfermedad gastrointestinal...	70
4.	Habitantes que conocen las causas del padecimiento de enfermedades gastrointestinales.....	71
5.	Habitantes que conocen los efectos de las enfermedades gastrointestinales frecuentes.....	72
6.	Autoridades que tienen conocimiento si se cuenta con el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea El Barreal.....	73
7.	Autoridades que tienen conocimiento si se contempla dentro de su planificación el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea.....	74
8.	Autoridades que tienen conocimiento si se considera prioritario el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea.....	75
9.	Autoridades están de acuerdo en apoyar el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea.....	76
10.	Autoridades conocen los beneficios del diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales.....	77

I. INTRODUCCIÓN

La urgente necesidad de un sistema de drenaje sanitario y la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales y desechos sólidos, en aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa, motivó a realizar la presente investigación.

El objetivo es que se ejecute el proyecto, pues la contaminación que ha existido a través de los últimos años por la falta de drenajes sanitarios es preocupante, las aguas negras son vertidas hacia las calles.

No se cuentan con sanitarios dentro de las viviendas, y los sólidos se desechan en los denominados pozos ciegos, los cuales producen contaminación de los suelos y del medio ambiente en general.

Las aguas residuales son un problema a nivel mundial, causante de varias enfermedades gastrointestinales, entre ellas: tifus, cólera, disentería, entre otras; estas enfermedades se encuentran presentes en la población de la aldea, dato obtenido a través de la entrevista de campo realizada.

Con la ejecución de esta propuesta planteada se evitará más daño al medio ambiente en general, y a contrarrestar las enfermedades gastrointestinales en los habitantes de la aldea a causa del agua contaminada por la falta de drenaje sanitario y planta de tratamiento.

Previo a la presentación de la propuesta se realizó una reunión con el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) y una visita técnica a la aldea, para verificar cual era el problema principal que afecta a la aldea y así trabajar en desarrollar la solución que se presenta en esta investigación; el informe final de la propuesta se estructura por dos tomos, el primer tomo contiene cuatro capítulos, desarrollados de la forma siguiente:

Capítulo I. Introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivos general y específico, justificación, metodología y técnicas utilizadas.

Capítulo II. Marco Teórico, donde se encuentran los temas que serán de soporte para el presente trabajo de investigación.

Capítulo III. Comprobación de la Hipótesis: descripción de la hipótesis, se describen gráficamente los resultados obtenidos luego de realizada la encuesta donde se comprobó el efecto o variable dependiente Y, la causa o variable independiente X.

Capítulo IV. Está conformado por las conclusiones y recomendaciones que fueron desarrolladas en base a la recopilación, interpretación y análisis de datos obtenidos en la investigación de campo, las cuales fueron fundamentales para poder obtenerlas y desarrollar las recomendaciones.

Además, contiene la bibliografía, y los anexos siguientes: Modelo de investigación y proyectos: dominó, árbol de problemas, hipótesis causal e interrogativa, árbol de objetivos, medio para solucionar la problemática, boleta de investigación para comprobar el efecto o variable dependiente Y, boleta de investigación para comprobar la causa o variable independiente X, cálculo del tamaño de la muestra, anexo metodológico comentado sobre el cálculo de coeficiente y anexo metodológico comentado sobre la proyección de línea recta.

El segundo tomo contiene dos capítulos; Capítulo I. Resumen: Es un resumen del primer tomo, su contenido es de diez hojas como mínimo y veinte como máximo; Capítulo II. Está conformado por la principal conclusión y la principal recomendación; además, contiene los anexos siguientes: anexo 1: Propuesta para solucionar la problemática, anexo 2: matriz de la estructura lógica, anexo 3: juego de planos de construcción.

I.1. Planteamiento del problema:

El agua residual y sanitaria no tienen un proceso de descontaminación por la falta de una planta de tratamiento, por tal motivo no le pueden dar un reusó, que sería beneficioso para los habitantes de la aldea que se dedican a la agricultura, Jutiapa se encuentra ubicada en la región Oriente del país de Guatemala, la cual es denominada corredor seco por sus altas temperaturas en época de verano, y su mayor problema ha sido el agua, ya que no se encuentra en cualquier lugar.

El alto índice de enfermedades gastrointestinales, se debe a que en la aldea no existe un sistema de drenaje sanitario ni cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, y por ende no existe una evacuación adecuada de las aguas negras y residuales.

Por la falta de drenaje sanitario existe un mal manejo de las aguas de desecho, que desembocan en su mayoría directamente en la calle principal de la aldea, esto a su vez produce contaminación ambiental, debido a los malos olores que provienen de dichas aguas.

En los registros municipales, se comprueba que no existe una propuesta previa a esta investigación para darle solución a la problemática planteada, las corporaciones municipales anteriores no se preocuparon por este tema.

La investigación presentada sobre la inexistencia de la construcción del drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, se basa en el incremento que existe cada año de las enfermedades gastrointestinales y por la falta de la propuesta planteada, por la falta de interés de las Autoridades Municipales y por el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), en darle una solución adecuada a esta problemática.

I.2. Hipótesis:

Para la investigación de campo realizada en la aldea, se presentan dos tipos de hipótesis, siendo estas: la causal y la interrogativa, las cuales se desarrollan a continuación:

“El alto índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, en los últimos cinco años, por el mal manejo de aguas residuales; es debido a la falta de propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de las aguas”.

¿Es por la falta de propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento la causa del inadecuado manejo de las aguas residuales y alto índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, en los últimos cinco años?

I.3. Objetivos:

Con esta fase se plantean las metas de la investigación y se miden los resultados obtenidos, los objetivos son: general y específico, el objetivo general es el que soluciona el problema planteado en el trabajo de investigación, los específicos, son los objetivos de cada estrategia, pueden ser medibles y concretos, a un aspecto de la investigación; a continuación, se describen los objetivos descritos anteriormente:

I.3.1. General:

Reducir el alto índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa.

I.3.2. Específico:

Mejorar el manejo de aguas residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa.

I.4. Justificación:

Cabe resaltar que es sumamente difícil por parte de los habitantes de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, el mantener una buena salud sino se cuenta con los medios adecuados para la evacuación de las aguas negras de las viviendas y que estas no lleguen a las calles.

La problemática planteada en esta investigación se trata del alto índice de las enfermedades gastrointestinales producidas por las aguas residuales y la falta de una planta de tratamiento para su reúso, por lo tanto, mientras no se cuente con la infraestructura adecuada, las enfermedades no se reducirán.

Al contar con un drenaje sanitario para la correcta evacuación de las aguas residuales y la planta de tratamiento, no sólo se reducirá un alto índice de las enfermedades gastrointestinales y contaminación del medio ambiente, sino que el agua residual que será adecuadamente tratada, podrá ser utilizada por los agricultores en sus diferentes cosechas y por consiguiente traerá un excelente beneficio a toda la aldea.

Sin la aceptación de la propuesta planteada, el número de enfermedades gastrointestinales producidas por las aguas residuales seguirá en aumento, datos estadísticos obtenidos del Centro de Salud de Jutiapa, Jutiapa, detallan que en el año 2,017 la cantidad de casos de enfermedades gastrointestinales en la aldea fue de 150, con la ecuación de la línea recta se usa la fórmula $y = a+bx$, se obtuvieron los siguientes datos de no realizarse el proyecto: para el año 2,024 se estiman 514 casos y para el año 2,026 se estiman 651 casos.

Con la implementación de la propuesta a la problemática planteada, se reducirá en gran número las enfermedades gastrointestinales en los habitantes, datos obtenidos con proyección utilizada por el encuestador para el año 2,026 disminuirían a 122.

I.5. Metodología:

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

I.5.1. Métodos:

Para poder encontrar el problema central, efecto y causa de la problemática planteada, se hizo una visita de campo previa a la presentación del trabajo de investigación y se entrevistó a algunos miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), y a habitantes de la aldea que se han visto afectados en su salud a causa del mal manejo de las aguas residuales.

Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue método deductivo, el cual se apoyó con el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, los cuales se encuentran en los anexos de este documento.

Para que la hipótesis pudiera ser comprobada, se utilizó el método inductivo, el cual se apoyó en tres métodos, los cuales son: estadístico, análisis y síntesis.

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

Existen algunos métodos utilizados en este documento para la formulación de la hipótesis, el principal fue el deductivo, el cual permitió conocer e identificar aspectos generales de la problemática planteada en esta investigación en los habitantes intervenidos de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, a este efecto se describen las técnicas utilizadas, las cuales se especifican a continuación, seguido de esto se procedió a formular la hipótesis.

a. Método deductivo:

Este método consiste en usar la lógica para obtener un resultado, la premisa de un argumento deductivo, por lo general, es una ley, regla o principio, que será aceptado como verdad.

b. Método del marco lógico:

A través de él se apoyan los procesos de la gestión de proyectos, facilita el proceso de conceptualización, diseño y ejecución, y se encuentra centrado en la orientación, este método permitió encontrar la variable dependiente e independiente.

c. Lluvia de ideas:

Con esta técnica, se analizó la problemática existente en la aldea, se estableció cuál es el problema central, el efecto y la causa de no implementar el drenaje sanitario y la planta de tratamiento de aguas residuales.

d. Observación directa.

Esta técnica se utilizó directamente en el área geográfica que corresponde a aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, a cuyo efecto, se observó la forma en que los habitantes están en constante contacto con las aguas residuales que se drenan a las calles por la falta de un drenaje sanitario.

e. Investigación documental:

Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se contaba con documentación que sirviera de soporte para determinar las enfermedades gastrointestinales en los últimos cinco años, a fin de no duplicar esfuerzos en la realización de la investigación desarrollada, los documentos citados se especifican en la bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

f. Entrevista:

Una vez formada la idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a los habitantes de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, y a las Autoridades Municipales, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Con una visión más clara sobre la problemática de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, 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 capítulo tres.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “El alto índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, en los últimos cinco años, por el mal manejo de aguas residuales; es debido a la falta de propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de las aguas”.

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

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

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

a. Método inductivo:

Trabaja a través de generalizaciones amplias, como de base, observaciones específicas, sigue una serie de pasos que comienza por la observación de los hechos, registrándolos y analizándolos, luego clasifica esta información, establece patrones para dar una explicación.

b. Encuesta:

Previo a desarrollar la encuesta, se procedió al diseño de la boleta de investigación, con el propósito de comprobar la variable dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada.

Las boletas, previo a ser aplicadas a la población objetivo, (Autoridades Municipales y habitantes de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa), sufrió un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicadas.

c. Censo:

Trabaja sobre la población total, en este caso se denominan a las veintidós Autoridades Municipales, integradas por el Consejo Municipal y Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.), con 100% de nivel de confianza y 0% de nivel de error.

d. Determinación de la población a investigar:

En atención a este tema, el investigador decidió utilizar muestreo estadístico, ya que la población de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, está constituida por once mil habitantes, por lo que, para obtener información más confiable, se encuestó a setenta y cuatro habitantes por medio de boletas, con lo que se obtiene el nivel de confianza, en este caso es del 90% y el error de muestreo es de 9.5%.

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

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

I.5.2. Técnicas:

Entre las técnicas utilizadas y presentadas en el presente trabajo de investigación están las siguientes:

a. Coeficiente de correlación:

Es un indicador estadístico que indica el grado de correlación entre dos variables. En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.99. Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables el coeficiente de correlación debe estar entre el siguiente rango: $+ > 0.80$ a $+ < 1$.

b. Proyección Lineal:

Esta demuestra un aumento en las enfermedades gastrointestinales de los habitantes de aldea El Barreal, se utilizó con la finalidad de proyectar a futuro el aumento de los casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa, sino se ejecuta el proyecto en el año 2,022 se estimarían 375 casos, con la ejecución, para el año 2,026 se reducirían a 122.

II. MARCO TEÓRICO

II.1. Aguas residuales:

Las aguas residuales son el mayor contaminante de los cuerpos de agua en todo el mundo, en el país de Guatemala la mayoría de lagos, lagunas y ríos están directamente contaminados debido a los desagües clandestinos que desembocan en ellos, y por las vertientes de aguas sin tratar, en los departamentos, las áreas rurales son las más afectadas, debido a la falta de drenaje sanitario y plantas de tratamiento de aguas residuales.

II.1.1. Definición:

a. Aguas Residuales:

“Las aguas que han recibido uso y cuyas cualidades han sido modificadas”. (Residuales, Acuerdo Gubernativo 236, 2006, p. 2).

b. Aguas Residuales:

“Las aguas generadas de los procesos industriales requieren un tratamiento antes de su descarga. En la etapa inicial por lo general predominan los fenómenos físicos, que corresponden a las operaciones unitarias, luego se utilizan procesos químicos y biológicos, conocidos como procesos unitarios, para eliminar los sólidos suspendidos, usualmente se realiza una combinación de procesos y operaciones unitarias”. (Garay, 2006, p. 47).

c. Aguas Residuales:

“Proviene de fuentes como casas, instalaciones industriales y comerciales, y agua de tormentas, viajan todas hasta la Instalación de Aguas Residuales a través de un sistema colector. Los volúmenes de agua que necesitan tratamiento son enormes”. (Belzona Inc., 2010, p. 13).

d. Aguas Residuales:

“Aguas de composición variada provenientes de las descargas de uso público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuaria, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas”. (Noyola Adalberto, 2013, p. 17).

II.1.2. Tipos de Aguas Residuales:

Estas se pueden clasificar según su procedencia, depende de esta para que se pueda determinar su composición.

II.1.2.1. Aguas Residuales Sanitarias:

“Son generadas por el personal que labora en la empresa; como vestidores, sanitarios, regaderas, lavados, cafeterías, cocinetas, comedores y, en algunos casos, laboratorios de prueba. Contienen de 80% a 90% p/v (peso/volumen) de agua, el resto son sólidos orgánicos e inorgánicos”. (Raudel R. Olmos, 2003, p. 45).

II.1.2.2. Aguas Residuales Domésticas o Aguas Negras:

“Proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas”. (Espigares García, 1985, p. 2).

II.1.2.3. Aguas Residuales Industriales:

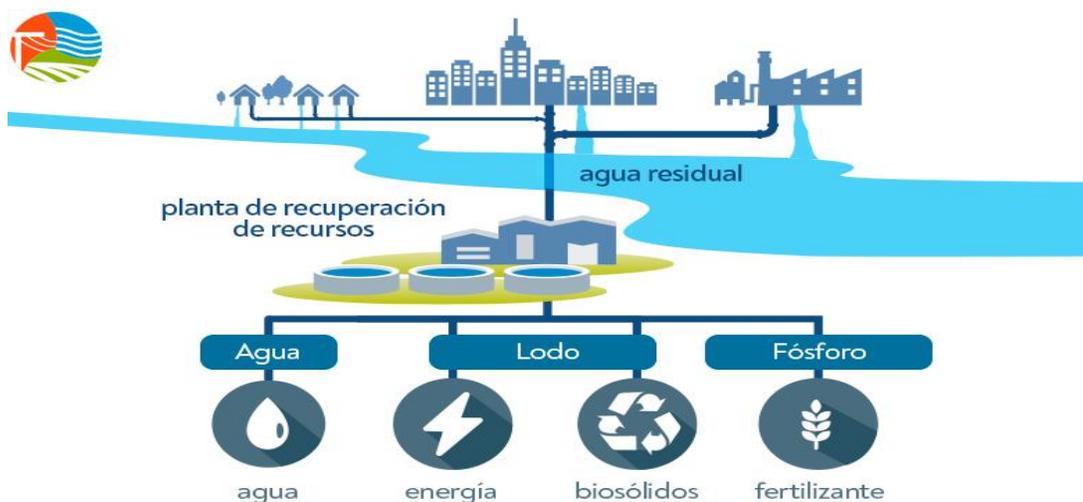
“Proceden de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas, y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su composición es muy variable, dependiendo de las diferentes actividades industriales”. (Espigares García, 1985, p. 2).

II.1.3. Tratamiento de Aguas Residuales y sus Técnicas de tratamiento:

Hay diversos tipos de tratamiento para las aguas residuales, estos deben de ser estudiados previamente para poder encontrar la solución más adecuada a este problema.

- a. “En el tratamiento de las aguas residuales domésticas se pretende eliminar los contaminantes hasta alcanzar los valores máximos permisibles de acuerdo a las normas y estándares nacionales o internacionales”. (Cuenca Elizabeth, 2012, p. 5).
- b. “En el caso de las técnicas convencionales se refieren aquellas aceptadas sin discusión al interior de un grupo social como si estuviera convenido y pactado y que se asume por costumbre, e incluso, llega a tomarse como la norma; en contraposición, lo alternativo, se refiere a todo aquello que se contrapone a lo convencional, pero es capaz de alternar con las mismas o semejantes funciones y resultados”. (Cuenca Elizabeth, 2012, p. 5).

Ilustración 1. Tratamiento de aguas residuales



Fuente: Banco Mundial, 2020.

II.2. Enfermedades gastrointestinales causadas por aguas residuales:

Las enfermedades gastrointestinales son causadas por el mal manejo de las aguas residuales, debido a que no desembocan en un lugar adecuado para su tratamiento, y, por la falta de construcción de una red de drenaje sanitario adecuado y planta de tratamiento, en cambio lo hacen en ríos, lagos, que están cercanos a las comunidades o aldeas.

II.2.1. Definición:

- a. “Según las cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que el 10% de la población mundial consume alimentos regados con aguas residuales sin tratar, y que el 32% de la población mundial no tiene acceso a servicios adecuados de saneamiento básico, generando 280,000 muertes asociadas a enfermedades de carácter hídrico”. (Rodríguez Juan, 2016, p. 2).
- b. “A nivel mundial, el 80% de las enfermedades infecciosas y parasitarias gastrointestinales y una tercera parte de las defunciones causadas por estas se deben al uso y consumo de agua insalubre. La falta de higiene y la carencia o el mal funcionamiento de los servicios sanitarios son algunas de las razones por las que la diarrea continua representando un importante problema de salud en países en desarrollo”. (Agua, p. 1).
- c. “La falta de acceso al agua potable, junto al saneamiento y la higiene deficiente, es lo que más contribuye a las 1.8 millones de defunciones anuales debidas a enfermedades diarreicas. La prestación de servicios de suministro de agua fiables e higiénicos a los mil cien millones de personas que actualmente carecen de fuentes mejoradas de agua es una meta crucial a largo plazo, que redundarán en considerables beneficios sanitarios y económicos”. ((O.M.S.), 2007. p. 10).

II.2.2. Principales contaminantes del agua:

Por existir contaminantes que son producto del hombre como, por ejemplo: aguas residuales, aguas jabonosas, aceites, grasas, desechos de restaurante, productos inorgánicos, envases de plástico, industrias, entre otros, se clasifican de la siguiente manera:

II.2.2.1. Microorganismos patógenos:

Son diferentes tipos de agentes infecciosos que podrían provocar enfermedades a los organismos que infectan, estos pueden ser: bacterias, virus, entre otros, algunos de estos organismos transmiten enfermedades como: el cólera, tifus, gastroenteritis diversa, hepatitis, entre otras, este tipo de enfermedades afectan sobre todo a niños.

II.2.2.2. Desechos Orgánicos:

Son todos los residuos orgánicos producto de la vida diaria de los seres humanos, ganado, entre otros, en estos desechos se incluyen heces y algunas otras especies que pueden ser descompuestas por bacterias aeróbicas, es decir, cuando entran en contacto con el oxígeno.

II.2.2.3. Sustancias químicas inorgánicas:

En este tipo se incluyen ácidos, sales y metales tóxicos como: el mercurio y el plomo, si por algún motivo los seres vivos consumen grandes cantidades, podrían causarles graves daños, también pueden disminuir el rendimiento agrícola y corroer todo el equipo que se usa en un sistema de riego.

II.2.2.4. Nutrientes vegetales inorgánicos:

Los nutrientes nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su subsistencia y desarrollo, deben mezclarse con medida, de no hacerlo, produce un crecimiento desmedido de organismos que pueden afectarle totalmente.

II.2.2.5. Compuestos orgánicos:

Son los compuestos fabricados por el hombre, tales como: gasolinas, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, entre otros, al ser sus partículas de una densidad mayor a las partículas del agua, permanecen en algunos casos, largos períodos de tiempo suspendidos, sin poder ser disueltos para evacuación, produciendo un alto grado de contaminación de la fuente donde fue depositado.

II.2.2.6. Sedimentos y materiales suspendidos:

Las partículas que son arrancadas del suelo, sumadas las que ya existen, y algunos otros materiales que hay en suspensión en las aguas, en términos simples, ocasionan la mayor fuente de contaminación del agua.

II.2.2.7. Sustancias radiactivas:

Las producidas por las plantas nucleares, el agua puede contaminarse por alguna fuga de los isótopos radiactivos solubles, la contaminación del agua, en algunos casos, produce mal formaciones a las especies que en ella viven, en la mayoría de ocasiones provocan la muerte de toda especie viva, y, que entre en contacto con ella.

II.2.2.8. Contaminación térmica:

En ocasiones, las centrales de energía libran agua caliente directamente a los ríos, lagos, entre otros, esto ocasiona que se eleva la temperatura del agua, y ocasiona que el contenido de oxígeno disminuya, afectando a la vida de los organismos.

II.2.3. Clases de Enfermedades Gastrointestinales:

II.2.3.1. Cólera:

Esta enfermedad causada por bacterias produce diarrea y vómitos intensos, deshidratación, sino es tratada de forma inmediata y adecuadamente podría llegar a ser mortal.

II.2.3.2. Tifus:

Esta enfermedad causada por bacterias, produce fiebres, diarreas, vómitos, inflamación del bazo y del intestino.

II.2.3.3. Disentería:

Esta enfermedad causada por bacterias, produce diarrea, en la población adulta no es muy común la mortalidad, no siendo así en la población infantil.

II.2.3.4. Gastroenteritis:

Esta enfermedad causada por bacterias, tiene como síntomas náuseas y vómitos, dolor digestivo, aunque su tasa de mortalidad es baja.

II.2.3.5 Hepatitis:

Esta enfermedad es causada por un virus, y produce inflamación del hígado, lo que puede llegar a causar daños irreversibles a este órgano.

II.2.3.6. Poliomielitis:

Esta enfermedad es causada por un virus que produce intensos dolores musculares, parálisis, debilidad, por lo que puede llegar a ser mortal.

II.2.3.7. Disentería Amebiana:

Es una enfermedad causada por protozoos, produce diarrea severa, escalofríos y fiebre, y puede tener graves consecuencias sino se trata a su debido tiempo.

II.2.3.8. Esquitosomiasis:

Esta enfermedad es causada por gusanos y tiene como consecuencia la anemia, produce fatigas continuas, la mayoría de enfermedades causan vómitos, diarrea, fiebre, por lo que se debe prestar atención a los síntomas, principalmente a los más vulnerables, en este caso, los niños y ancianos.

II.3. Drenaje sanitario:

El drenaje sanitario, es el sistema por donde se evacúan las aguas negras de una edificación, este trabaja por medio de gravedad, la tubería va conectada a la red central de recolección municipal, esta a su vez sería conectada a una planta de tratamiento de aguas residuales para darle el proceso adecuado de descontaminación y así poder ser reutilizada.

II.3.1. Definición:

a. Drenaje Sanitario:

“Tienen como función el retiro de las aguas que ya han sido utilizadas en una población y por ende contaminadas, estas aguas reciben el nombre genérico de “aguas residuales”, también sirven para retirar las aguas pluviales”. (Jiménez José, p. 21).

b. Drenaje Sanitario:

“Los sistemas de drenaje sanitario y de ventilación se instalan para retirar las aguas de desperdicio y aguas jabonosas de los accesorios de la instalación de plomería (w.c., lavados, fregadero, etc) y de los aparatos (lavadora de ropa, lavadora de trastos, etc) y también para proporcionar un medio de circulación de aire dentro de las tuberías de drenaje”. (Gilberto, 2004, p. 107).

II.3.2. Tipos de Drenaje:

II.3.2.1. Drenaje Pluvial:

La función de este tipo de tubería es la recolección de agua de lluvia, agua que proviene de los lavados de calles, algunos parqueos cuentan con servicio de lavado de autos, entre otros, y conducirla hacia donde se conecta la desembocadura, puede trabajar con la red de drenaje sanitario, integradas en un solo sistema de drenaje, o de forma totalmente independiente.

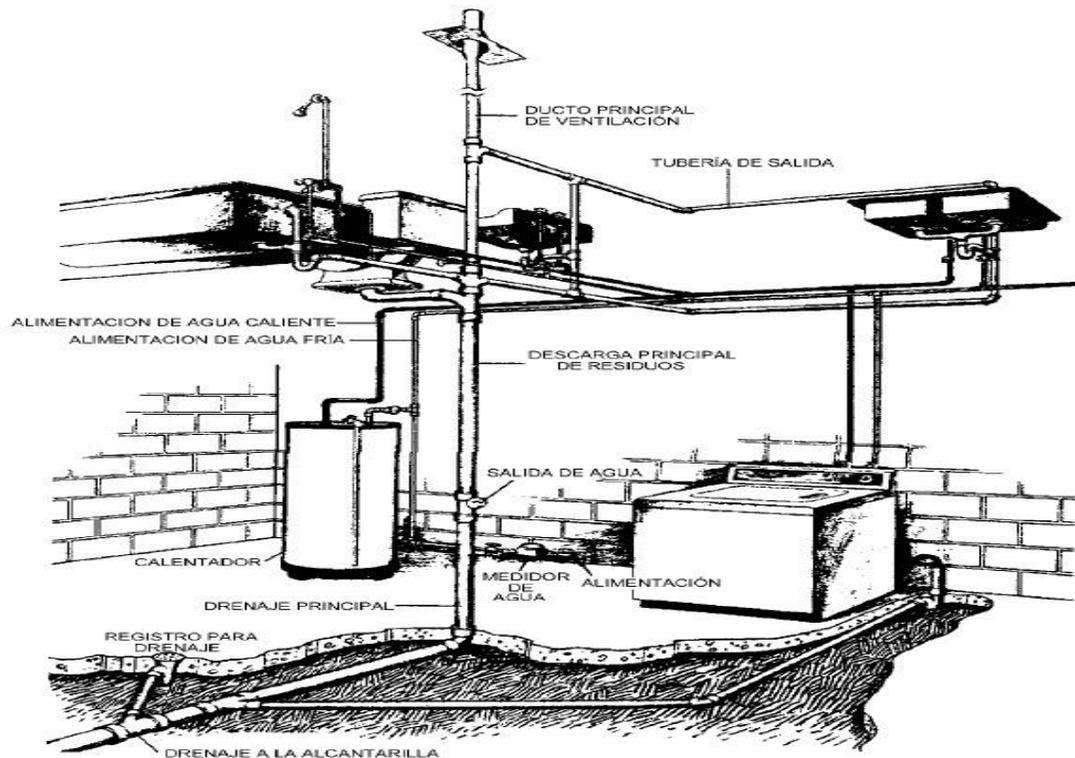
II.3.2.2. Drenaje Combinado:

“Es el diseñado y construido para conducir aguas negras, industriales y de lluvias. En la actualidad son pocos los drenajes de este tipo en zonas urbanas; sin embargo, dada la ubicación de privilegio en cuanto a los accidentes topográficos y a la restricción de desarrollo urbano, es posible su construcción”. (Pérez Rafael, 2013, p. 3-7).

II.3.2.3. Drenaje Sanitario:

“Se define como el conjunto de conductos y estructuras destinadas 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 Rafael, 2013, p. 3-7).

Ilustración 2. Drenaje Sanitario



Fuente: Cueva de Ingeniero Civil.

II.4. Diseño de drenaje sanitario:

II.4.1. Descripción del Diseño de Drenaje Sanitario:

El drenaje sanitario está diseñado para la recolección de las aguas negras y pluviales, procedentes de los hogares, industrias, restaurantes, hospitales, centros comerciales, entre otros, en cada edificación es colocada una o varias candelas, con la cual es entroncado este servicio al colector general municipal, por medio de un recolector primario, que a su vez se conecta a un recolector secundario, el cual es el encargado de conducir las aguas pluviales recolectadas hacia la planta de tratamiento.

A continuación, se describen los pasos para la elaboración del diseño del drenaje sanitario:

II.4.2. Clasificación de los Conductos:

II.4.2.1. Tramos Iniciales:

En estos se conectan directamente las candelas domiciliarias que proceden de las viviendas. En otras palabras, los tramos iniciales son colectores que se encuentran entre dos sistemas de conexión.

II.4.2.2. Tramos Secundarios:

Reciben los caudales de uno o varios tramos iniciales. A lo largo de su recorrido van acumulando aguas residuales hasta transportarlas a la red principal.

II.4.2.2.3. Colector Principal:

En este desemboca el caudal del tramo secundario, la función de este, es transportar los caudales recibidos a lo largo de su línea de conducción hacia la desembocadura final, que sería el sitio de vertimiento o tratamiento, también es conocido con el nombre de: Emisor Final.

II.4.3. Levantamiento Topográfico:

II.4.3.1. Levantamiento Topográfico:

“Los levantamientos topográficos pueden ser altimétricos o planimétricos, según se ocupen solamente de la altimetría o de la planimetría. Los levantamientos altimétricos puros son poco habituales y lo normal es que un levantamiento topográfico incluya la planimetría y altimetría”. (García, Rosique, & Campoy, 1996, p. 153).

II.4.3.2. Geodesia:

Es la ciencia que estudia la forma de la tierra, para determinarla se colocan puntos en diferentes partes del globo.

II.4.3.3. Altimetría:

“Tiene por objeto determinar la diferencia de altura entre puntos del terreno. La altura de los puntos se toma sobre un plano de comparación, siendo el más común en el nivel del mar. El instrumento utilizado para el desarrollo del trabajo depende de la precisión que se desee. Con los datos de campo se obtienen las cotas o perfil del terreno.” (Barrientos, 2018, p. 5-6).

II.4.3.4. Métodos de nivelación:

II.4.3.4.1. Métodos indirectos:

- a. Nivelación trigonométrica.

II.4.3.4.2. Métodos directos:

- a. Nivelación diferencial o geométrica.

II.4.3.5. Agrimensura:

Rama de la topografía que se utiliza para la delimitación de terrenos o en particiones.

II.4.3.6. Planimetría:

“Consiste en los procedimientos utilizados para fijar las posiciones de puntos proyectados en un plano horizontal, sin importar elevaciones con las distancias y direcciones obtenidas en campo”. (Barrientos, 2018, p. 5-6).

II.4.3.7. Clases de levantamiento topográfico:

Se clasifican en dos clases:

II.4.3.7.1. Levantamientos topográficos:

Es un estudio que se hace a un terreno que permite hacer un mapa del mismo, donde se definen sus características, siendo estas: desniveles, alturas, cortes, colindancias, medidas, etc.

II 4.3.7.2. Levantamiento geodésico:

Se utiliza para hacer mediciones de grandes extensiones de terreno donde es necesario hacer uso de la curva del globo terrestre.

II.4.3.8. Etapas del levantamiento topográfico:

Se clasifican de la siguiente manera:

II.4.3.8.1. Levantamiento de terrenos en general:

Su función es ubicar terrenos mediante coordenadas, corroborar medidas de levantamientos antiguos, colocar delimitaciones, hacer desmembraciones o particiones, entre otros.

II.4.3.8.2. Topografía de vías de comunicación:

Se utiliza previamente para la construcción de carreteras, acueductos, vías férreas.

II.4.3.8.3. Topografía de minas:

Es utilizada en la explotación de minerales subterráneos, al igual que en la topografía de superficie, se deben cumplir con las medidas dictadas, colocación de rampas, vías para los carros, perforaciones, entre otros.

II.4.3.8.4. Levantamiento topográfico catastral:

Se utiliza con el fin de obtener la información del terreno o inmueble, es decir, medidas, colindancias, área total, orientación geográfica.

II.4.3.9. Unidades de medidas:

Existen tres sistemas de medidas utilizados en la topografía, es esencial el conocimiento de cada uno para que el levantamiento topográfico sea el adecuado y no exista un replanteo por errores, las unidades de medidas topográficas se describen a continuación:

II.4.3.9.1. Unidad sexagesimal:

Su unidad de medida es el grado ($^{\circ}$), su base es el número 60, es decir, una circunferencia tiene trescientas sesenta unidades, tendrá trescientos sesenta grados, también es utilizado para la medición de ángulos.

II.4.3.9.2. Unidad centesimal:

Conocido también como radián, este sistema divide a la circunferencia en cuatrocientas partes iguales, por ejemplo, en el sistema sexagesimal un ángulo recto vale 90° y en el sistema centesimal vale 100 gon, que es la unidad de medida de este sistema refiriéndose a los ángulos planos.

II.4.3.9.3. Unidades de longitud:

Su unidad principal es el metro (m), su función es medir la distancia existente entre dos o más puntos.

Cuadro 1. Múltiplos del metro (m)

Unidad	Símbolo	Equivalencia
Kilómetro	Km	1,000 m
Hectómetro	hm	100 m
Decámetro	dam	10 m

Fuente: Muñoz, Maura.

Cuadro 2. Submúltiplos del metro

Unidad	Símbolo	Equivalencia
Decímetro	dm	0.1 m
Centímetro	cm	0.001 m
Milímetro	mm	0.0001 m

Fuente: Muñoz, Maura.

Cuadro 3. Unidades equivalentes del metro

Unidad	Equivalencia
1 m	100 cm
1 m	1000 mm
1 cm	10 mm
1 km	1000 m
1 m	3.28 pies
1 m	1.093 yardas
1 pie	30.48 cm
1 pulgada	2.54 cm
1 milla	1.609 km
1 libra	454 g

Fuente: Pinterest.

II.4.3.10. La topografía con otras ciencias:

Existen algunas ciencias que tienen relación con la topografía, estas la auxilian de tal manera que su ejecución sea más precisa y exacta, estas ciencias se describen a continuación:

II.4.3.10.1. Geología:

Ciencia que estudia la composición de la tierra, tanto superficialmente (donde se es colocado el aparato de medición sobre una superficie, generalmente de tierra), como internamente, y cómo evoluciona a través de los años.

II.4.3.10.2. Física:

Tiene relación con la topografía en el tema de la evolución que han tenido distintos instrumentos de medición en su precisión y exactitud para la toma de datos.

II.4.3.10.3. Matemáticas:

La relación de esta ciencia se da en la medición de ángulos, distancias, volúmenes.

II.4.3.10.4. Astronomía:

Cuando tomamos puntos de referencia con los aparatos de medición utilizamos latitud y longitud, acá es donde se da la relación de esta ciencia con la topografía.

II.4.3.11. Errores topográficos:

Un error es catalogado como una equivocación cualquiera, no solo en topografía, sino en cualquier ámbito de trabajo, en topografía existen tres tipos, descritos a continuación:

II.4.3.11.1. Errores groseros o equivocaciones:

Es el error de tipo humano, por ejemplo, mal anotación de un número, colocar mal el estadal, sostener mal el prisma, entre otros.

II.4.3.11.2. Errores sistemáticos:

Se dan de forma continua cuando es cometido por el topógrafo en una mala anotación de los datos o un equipo mal calibrado, es necesario la corrección de cualquier situación que lo esté causando para una medición exacta.

II.4.3.11.3. Errores accidentales:

A pesar de ser eliminados los errores sistemáticos, este tipo de error aparece inevitablemente como consecuencia de lo anteriormente descrito.

II.4.3.12. Precisión topográfica:

La precisión es cuando nos acercamos al valor real después de una serie de mediciones.

II.4.3.13. Nortes topográficos:

Existen distintos tipos de nortes que son utilizados en diferentes cálculos que se van a realizar, estos son:

II.4.3.13.1. Norte geográfico o verdadero:

Lo compone el polo norte y polo sur, el eje que se forma entre ellos es el que la tierra utiliza para su movimiento de rotación.

II.4.3.13.2. Norte cuadrícula:

También es conocido como norte de Lambert, es donde se juntan las líneas que marcan el norte y sur que se puede ver en los mapas.

II.4.3.13.3. Norte magnético:

Lo encontramos de una forma fácil solamente se debe utilizar una brújula o una aguja imantada, por lo general para imantar una aguja se frota en cualquier parte del cuerpo, y luego se coloca en una hoja sobrepuesta en agua.

II.4.3.14. Rumbos:

Es la dirección que se toma o en la que nos movemos en el plano cartesiano, en topografía, cuando medimos un ángulo no puede ser mayor a 90^0 y se debe acompañar con la letra N o S (norte o sur), posteriormente le asignamos el valor y le acompañamos con la letra E o W (este y oeste), donde nos ubicaría si nos encontramos en el Noreste, Sureste, Noroeste, Suroeste.

II.4.3.15. Azimut:

Su valor puede ser de 0^0 hasta los 360^0 , siempre se mide en sentido a las agujas del reloj y a partir del norte, este sistema permite calcular la posición en la que nos encontramos.

Existen tres tipos de azimut:

II.4.3.15.1. Azimut verdadero:

Es el ángulo que medimos a partir del norte en sentido a las agujas del reloj.

II.4.3.15.2. Azimut magnético:

Lo medimos al utilizar una brújula.

II.4.3.15.3. Azimut supuesto:

La forma de medirlo es trazando una línea y así asignar una dirección desde el norte hasta el sur, es conocido también como azimut de cuadrícula.

II.5. Construcción del drenaje sanitarios:

Para la construcción del drenaje sanitario se emplearán varias unidades de construcción, que serán conectadas entre sí para un óptimo funcionamiento, como, por ejemplo: tuberías de drenaje, pozos de visita, codos, acoples, tubería HG, entre otros.

II.5.1. Unidades del Sistema de Drenaje Sanitario.

En el desarrollo de este concepto, se darán a conocer las diferentes unidades de las cuales se compone el sistema de drenaje para su óptimo funcionamiento, las cuales se describen a continuación:

II.5.1. Colector:

Son las tuberías que recogen el agua residual proveniente de las viviendas, industrias, comercios, entre otros, para su construcción, se debe de cumplir con ciertas especificaciones técnicas, pueden terminar en un emisor o directamente en una planta de tratamiento de aguas residuales, su ventaja principal es que trabajan por canales abiertos.

II.5.1.1. Tipos de colectores:

Para el sistema de drenaje existen varios tipos de colectores, dependiendo de las necesidades que se requieran dentro del perímetro donde será construido, se describen a continuación:

II.5.1.1.1. Colector Unitario:

Es el tipo de colector donde el agua residual y pluvial, se transportan en una misma tubería.

II.5.1.1.2. Colector separativo:

En este tipo de colector el agua residual y pluvial se conducen de forma independiente, es decir cada tipo de agua es conducida en tubería diferente.

II.5.1.1.3. Colector seudoseparativo:

La conducción del agua residual y pluvial sigue siendo de forma independiente, al momento de que alguna de las tuberías de conducción esté en mantenimiento, se conecta una a la de otra para su evacuación conjunta.

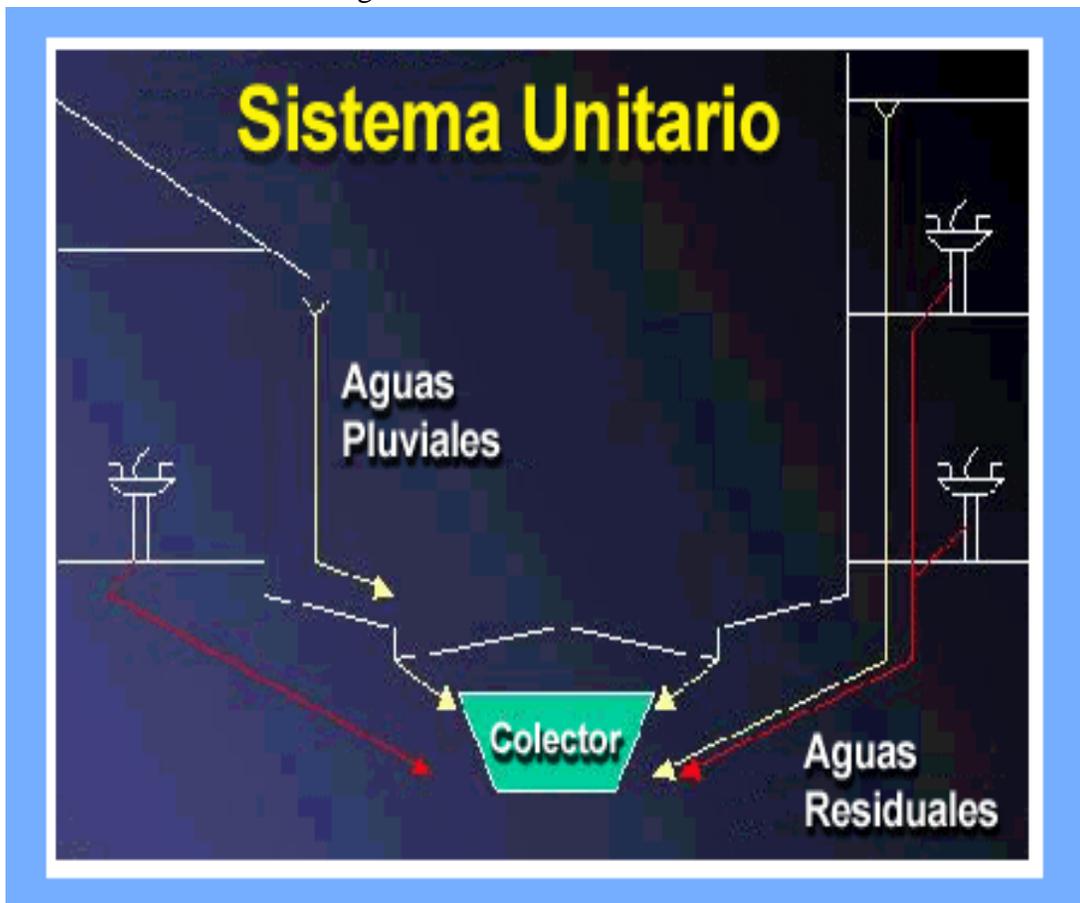
II.5.1.1.4. Colector doblemente separativo:

Las aguas industriales, residuales y pluviales, se conducen cada una en su propia tubería y totalmente independiente.

II.5.1.1.5. Colector dual:

En este tipo de colector se hace el diseño y dimensionamiento de la calle donde será transportada parte del agua pluvial y la otra será a través de la tubería de drenaje subterráneo, es utilizada en las secciones donde la lluvia es muy intensa en un corto tiempo.

Ilustración 3. Colector de agua.



Fuente: iAgua respuestas. Laura Zarsa.

II.5.2. Colectores de agua según el procedimiento de evacuación:

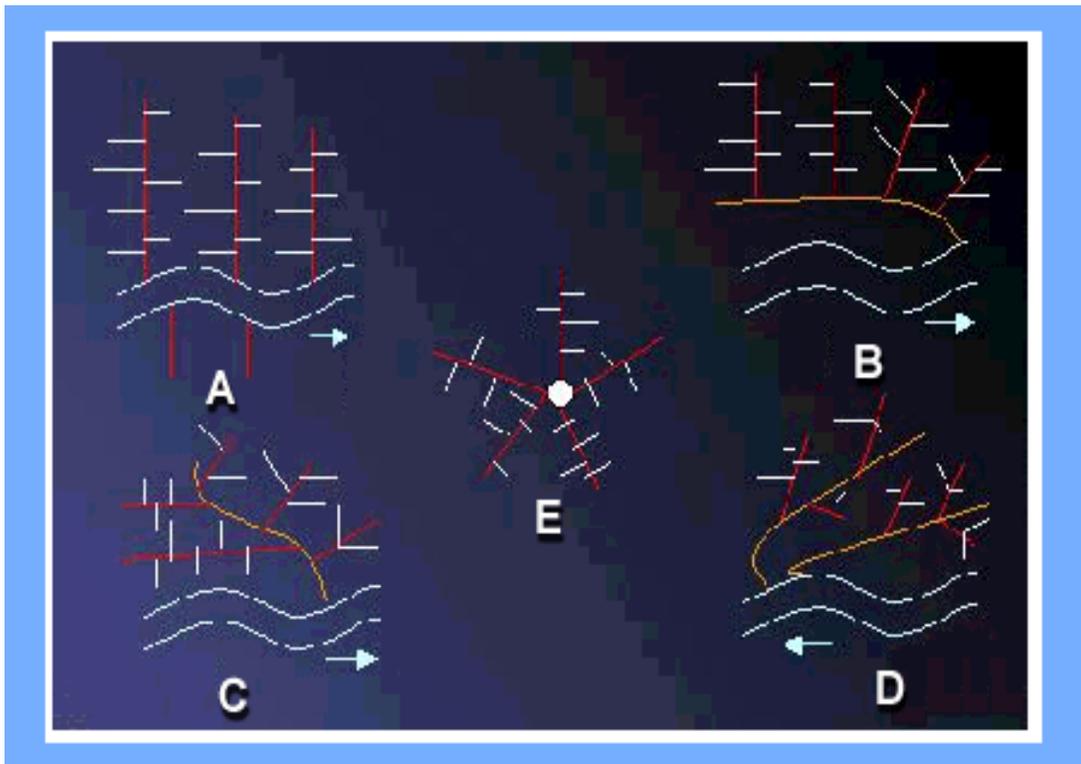
II.5.2.1. Colectores por gravedad:

Por la gravedad que tiene el colector el agua circula sin empozamiento.

Existen cinco tipos de trazado:

- a. Canalización transversal a ríos de gran caudal.
- b. Canalización transversal con emisario.
- c. Canalización longitudinal o por zonas.
- d. Canalización en abanico.
- e. Canalización radial.

Ilustración 4. Trazado de colectores por gravedad.



Fuente: iAgua respuestas. Laura Zarsa.

II.5.2.2. Colector por elevación:

Este tipo de colector es utilizado cuando por razones de topografía, se debe salvar un obstáculo sin tener la posibilidad de construcción de un sifón.

II.5.2.3. Colector a presión o circulación forzada:

El agua circulará debido a que existe una presión mecánica.

II.5.2.4. Colector a Vacío:

En este tipo de colector se produce una depresión debido al agua que llega por gravedad a un eyector de vacío, luego que el agua y gases son aspirados, estos proceden a ser arrastrados por la tubería.

II.5.3. Pozos de Visita:

Se utilizan en drenaje sanitario y drenaje pluvial, una de sus funciones es facilitar la limpieza y mantenimiento, es decir, retener los sólidos que puedan afectar a la tubería, ya que esto ocasiona una obstrucción, también se utilizan en los cambios de dirección y en los cambios de diámetro de la tubería.

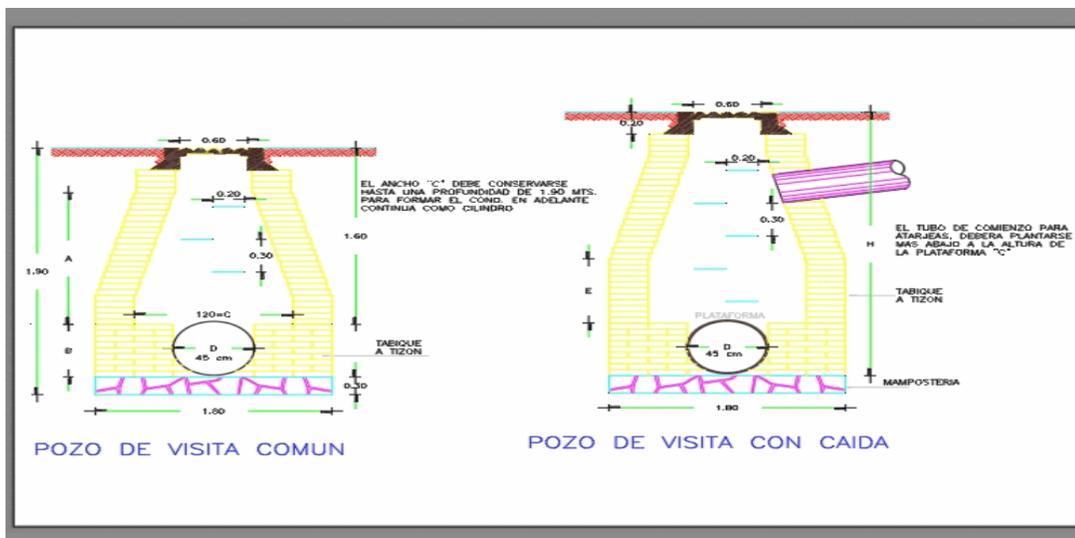
En la actualidad hay empresas que su especialidad es a la fabricación de pozos de visita de P.V.C. Se diseñan pozos de visita para localizarlos en los siguientes casos:

- a. Cuando es necesario un cambio de diámetro de tubería.
- b. Cuando existe un cambio de pendiente.
- c. Al inicio de una red de atarjeas (aguas residuales, industriales, comerciales)
- d. En el extremo inicial de un tramo.
- e. Cuando en el drenaje sanitario o pluvial se han colocado tuberías de diferente material.
- f. En distancias no mayores a 100 metros en diámetros superiores a 24 pulgadas.
- g. Cuando se interconectan tuberías.

- h. Facilita el mantenimiento de las tuberías, reteniendo material que pudiera obstruirlas.
- i. Facilita una adecuada ventilación de la tubería.
- j. Facilita el acceso a personal profesional especializado en su mantenimiento.
- k. Al ser de un diámetro mayor a la tubería, evita la acumulación de gases tóxicos.

El mínimo de cotas invert de tuberías que entran y salen de los pozos de visita es de 0.003 mts.

Ilustración 5. Detalle típico de Pozo de visita.



Fuente: Bibliocad. Elvin Gutiérrez.

II.5.3.1. Clasificación de los pozos de visita:

II.5.3.3.1. Pozos comunes:

Se construyen con ladrillo pegado con mampostería de concreto, tienen una forma ancha en la parte inferior y más reducida en la parte superior donde será colocado el brocal y la tapadera, se recubre por dentro y por fuera para evitar la filtración de agua.

II.5.3.3.2. Pozos caja:

Se podría decir que son compuestos, ya que están formados por una estructura de concreto armado en la parte de abajo, y en la superior por una chimenea de ladrillo.

II.5.3.3.3. Pozos caja de unión:

La ventaja de estos pozos es que no permiten que la tubería se deflece, su sección horizontal es de forma de polígono irregular.

II.5.3.3.4. Pozos caja de deflexión:

Estos pozos sólo permiten la entrada de una tubería y la de salida es a 45°.

II.5.4. Tubería de Drenaje Sanitario.

En la selección de la tubería a utilizar, se debe asegurar que sea de la dimensión correcta, esto para evitar futuras obstrucciones con los sólidos y desechos.

“Son los tubos instalados para retirar las aguas de desperdicio (aguas negras, grises) de los accesorios de plomería y conducir estos desperdicios a la cloaca (alcantarillado para las aguas negras e inmundas)”. (Enríquez, 2003, P.p. 39).

II.5.4.1. Profundidad de enterramiento de las tuberías de drenaje:

“Siempre que sea posible, las tuberías de drenaje deben enterrarse suficientemente a fin de poder recibir por gravedad las aguas de desagüe provenientes de los terrenos y las casas que deben drenar”. (Briere, 2005, P.p. 227).

“La corona de la tubería debe de colocarse por lo menos a dos metros por debajo de la superficie del suelo (la superficie de la calle), sin embargo, es la solera que a menudo se coloca a este nivel. En algunos casos la profundidad requerida puede reducirse en las zonas donde los drenes de fundación no son tan profundos o donde el agua de los drenes tiene que bombearse”. (Briere, 2005, P.p. 227).

II.5.4.2. Colocación de la tubería:

El ancho de la zanja a excavar debe tener la abertura adecuada, de manera que permita al personal de la obra manipular el tubo de forma correcta, ágil y segura, la tubería debe quedar lo más centrada posible, con el fin de garantizar un correcto confinamiento. El ancho óptimo de la zanja debe tener un mínimo de 30 cm, más el diámetro del tubo, de modo que la distancia entre la pared de la excavación y la del tubo sea de 15 cm aproximadamente. (Gerfor, s.f., P.p. 19).

II.5.4.3. Ventajas de la tubería PVC:

- a. Flexible
- b. Excelente comportamiento ante el golpe de ariete.
- c. Mayor Capacidad hidráulica.
- d. Menor consumo de materia prima.
- e. Mayor instalación por metros/hora
- f. Fácil de encontrar en ferreterías.
- g. Trazabilidad impresa en cada tubo.
- h. Resistencia a la interperie.

II.5.4.3.1 Desventajas:

- a. No resiste el fuego.
- b. Resistencia a la temperatura del agua limitada.
- c. Ovalación.
- d. Propagación rápida de fisuras.
- e. No resiste golpes.
- f. Están disponibles en diámetro reducido.
- g. Se debe usar accesorios para su continuidad.

II.5.5. Tubería pvc:

El policloruro de polivinilo más conocido como pvc, es un tubo que sirve para drenajes sanitarios, conducción de agua pluvial e instalaciones hidráulicas en un edificio, su composición química es 43% de petróleo y 57% de sal marina, tienen una longitud de seis metros, este tipo de tubería es flexible ya que puede llegar a tomar un doblez con facilidad (siempre y cuando no sea por manipulación de fuego), en la parte externa viene impresa la información del fabricante, el diámetro de la tubería, el país y fecha de fabricación, la norma que le rige, a esto se le llama trazabilidad, así se cumple con las normas establecidas para su fabricación.

II.5.6. Tubería cpvc:

El policloruro de vinilo clorado o cpvc, es la tubería utilizada para el transporte del agua caliente en las instalaciones hidráulicas de un edificio, puede soportar temperaturas de hasta 60⁰ centígrados.

La diferencia de las tuberías cpvc con las tuberías de pvc, principalmente es la resistencia a la temperatura.

II.5.7. Tubería de concreto:

Este tipo de tubería está diseñada para transportar aguas residuales e industriales, se fabrica de concreto, sus medidas varían desde las 6 pulgadas hasta las 24 pulgadas de diámetro, también es utilizado para la colocación de las candelas sanitarias de uso domiciliar.

II.5.8. Tubería HG:

Conocida también como tubería galvanizada, es utilizada en lugares donde existe un alto índice de oxidación debido a la humedad del terreno, está recubierta por una capa de zinc lo que la hace resistente a la interperie, el diámetro oscila entre 7/8 de pulgada hasta 3 pulgadas.

Cuadro 4. Características de tubería HG.

Características	Tipo de material acero galvanizado
Resistencia a la tracción (kgf/cm ²)	5,000
Alargamiento (%)	22
Dureza HB	140
Presión máxima admisible (bar)	258
Coefficiente de dilatación x 10 ⁻⁶ (°c ⁻¹)	11,6
Punto de fusión (°c)	1,540

Fuente: Integración de las tecnologías en el taller de instalaciones, 2020.

Ilustración 6. Diámetro de tubería pvc.

DIAMETRO REFERENCIAL (Pulg)	DIAMETRO EXTERIOR (Mm)	SERIE - 20 C- 5		SERIE - 13.3 C- 7.5		SERIE - 10 C- 10		SERIE - 6.6 C- 15	
		DIAMETRO INTERIOR (mm)	ESPESOR (mm)						
½	20							17.0	1.5
¾	25							21.4	1.8
1	32					28.8	1.6	27.4	2.3
1 ¼	40			37.0	1.5	36.2	1.9	34.4	2.8
1 ½	50			46.2	1.9	45.2	2.4	43.0	3.5
2	63	59.8	1.6	58.4	2.3	57.0	3.0	54.2	4.4
2 ½	75	71.2	1.9	69.4	2.8	67.8	3.6	64.4	5.3
3	90	85.6	2.2	83.4	3.3	81.4	4.3	77.4	6.3
4	110	104.6	2.7	102.0	4.0	99.4	5.3	94.6	7.7
5 ½	140	133.0	3.5	129.8	5.1	126.6	6.7	120.4	9.8
6	160	152.0	4.0	148.4	5.8	144.6	7.7	137.6	11.2
8	200	190.2	4.9	185.4	7.3	180.8	9.6	172.0	14.0
10	250	237.6	6.2	231.8	9.1	226.2	11.9	215.0	17.5
12	315	299.6	7.7	292.2	11.4	285.0	15.0	271.0	22.0
14	355	337.6	8.7	329.2	12.9	321.2	16.9	305.4	24.8
16	400	380.4	9.8	371.0	14.5	361.8	19.1	344.0	28.0
18	450	428.0	11.0	417.4	16.3	407.0	21.5	387.2	31.4

Fuente: Accesorios plásticos S.R.L.

II.5.9. Accesorio para tubería:

Los encontramos en diferentes formas y medidas, de acuerdo a la necesidad que se tenga, entre ellos tenemos:

- a. Codos de 90° , 45° , 30° .
- b. Silletas.
- c. Codos con injerto.
- d. T de 45° , 90° .
- e. Teflón
- f. Pegamento
- g. Conector hembra.
- h. Conector macho.
- i. Llaves de paso.
- j. Reducidores.
- k. Acoples.

II.5.10. Tipos de Sistemas a Utilizar

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

II.5.10.1. Período de Diseño:

“Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante el periodo de 30 a 40 años a partir de la fecha en que se desarrolle el proyecto, para este proyecto será de 30 años.” (Instituto de Fomento Municipal, 2001, p. 17-19).

- a. La vida útil de toda estructura y de las máquinas que quedarán para un funcionamiento mecánico.
- b. Futuras ampliaciones para beneficio de la población y cuando su período de vida útil se encuentre por llegar a su fin.
- c. Tomar en cuenta el desarrollo de la población a futuro en su ámbito económico e industrial.
- d. Verificación de la obra cuando no esté trabajando a su máxima capacidad.

II. 5.10.1.1 Períodos de vida de algunas obras:

- a. Presas: tiempo de vida de 25 a 50 años.
- b. Pozos, sistemas de distribución, plantas de purificación de agua, plantas de tratamiento de aguas residuales, con crecimiento de 10 a 25 años.
- c. Tuberías mayores a un diámetro de 12 pulgadas de 20 a 25 años.
- d. Drenajes de 40 a 50 años.

Cuadro 5. Relación entre caudal y caudal inicial.

Q/Qo	Diámetro de la tubería
0.60	8" a 21"
0.70	24"
0.90	Mayor a 1.25 metros

Fuente: Tesis de Licenciatura, Castellanos López, Sergio Antonio, 2012.

II.5.10.2. Estimación de la población Tributaria:

“En sistemas sanitarios combinados, la población que tributarán caudales en el sistema al final de período de diseño, será estimada utilizando alguno de los siguientes métodos”: (Instituto de Fomento Municipal, 2001, p. 17-19).

- a. Incremento Geométrico
- b. Incremento Aritmético
- c. Incremento o Porcentaje Decreciente
- d. Proyección Gráfica “ a ojo”

Para aldea El Barreal, Jutiapa, se determinó la densidad de la población por vivienda así:

Habitantes por vivienda = Número de habitantes / Número de casas

Habitantes por vivienda = 11,000 / 2225 = 4.94 habitantes / vivienda

II.5.11. Determinación de Caudales:

II.5.11.1. Caudal Medio Diario:

“El caudal medio diario se calculará con una contribución mínima de 200 litros diarios por habitante/día, considerando la población de diseño. En cada caso se harán consideraciones con el fin de establecer si es necesaria la adopción de un caudal mayor que el de arriba anotado por existir industrias o en previsión de desarrollos industriales, recreativos u otros”. (Instituto de Fomento Municipal, 2001, p. 17-19).

El caudal existente en la aldea es suficiente para abastecer a la población actual.

Fórmula:

$$Q_m = \frac{\text{Dot.} * \text{población}}{86400}$$

Donde:

- a. Q_m = Caudal Medio Diario
- b. Dot = Dotación a servir

$$Q_m = \frac{150 * 11000}{86400} = 19.09 \text{ lts / seg.}$$

II.5.11.2. Caudal de hora Máximo:

“Es el consumo máximo por horario, se determina multiplicando el consumo medio diario por el factor de hora máxima, el cual debe estar en el rango de 1.8 a 2.5 para poblaciones rurales. El factor utilizado para este proyecto es de 2.5”. (Orozco, 2012, p 16-19).

Fórmula:

$$Q_{\text{maxH}} = Q_m * \text{FH max}$$

Donde:

- a. Q_{maxH} = caudal de hora máximo
- b. Q_m = Caudal Medio
- c. FHmax = Factor de Hora Máxima

$$Q_{\text{maxH}} = 19.09 * 2.5$$

$$Q_{\text{maxH}} = 47.725 \text{ lts / seg}$$

II.5.11.3. Caudal Máximo Diario:

“Es el producto de multiplicar el consumo medio diario por el factor de día máximo, cuyo rango está entre 1.2 y 1.8 para poblaciones rurales según Norma INFOM – UNEPAR. En este proyecto se determinó un factor de 1.8” . (Orozco, 2012, p 16-19).

Fórmula:

$$QMD = Qm * FDM$$

Donde:

- a. QMD = caudal máximo diario
- b. QM = caudal medio diario
- c. FDM = factor día máximo

$$QMD = 19.09 * 1.8$$

$$QMD = 34.36 \text{ lts / seg}$$

II.5.11.4. Caudal Domiciliar:

“Es la cantidad de agua que se desecha en las viviendas por consumo interno hacia el colector principal, está relacionada directamente con el suministro de agua potable en cada hogar”. (Martínez, 2011, p. 15-17).

“El agua utilizada en jardines, lavado de banquetas, lavado de vehículos, etc, no es introducida al sistema de alcantarillado, de tal manera que el valor del caudal domiciliar está afectado por un factor de retorno de 0.80 para este proyecto, este caudal se calcula de la siguiente manera”: (Martínez, 2011, p. 15-17).

$$Q_{dom} = \frac{Dot * F.R. * hab}{86400}$$

Donde:

- a. Qdom = Caudal domiciliar
- b. Dot = Dotación (lts / hab / día)
- c. F.R. = Factor de Retorno
- d. Hab = Número de Habitantes futuros del tramo

$$Q_{dom} = \frac{150 * 0.80 * 11000}{86400} = 15.27 \text{ l/s}$$

II.5.11.5. Caudal Industrial:

“Es el agua proveniente del interior de todas las industrias existentes en el lugar, como procesadores de alimentos, fábrica de textiles, licoreras, etc. En el lugar se carece de ellos, por lo que no se contempla caudal industrial alguno”. (Martínez, 2011, p. 15-17).

En esta propuesta no se incluirá el caudal industrial debido a que en la aldea no existen industrias, sin embargo, en el futuro podrían establecerse varias industrias o comercios y se necesitaría una conexión de este tipo.

II.5.11.6. Caudal Comercial:

“Conformado por las aguas negras resultantes de los comercios, comedores, restaurantes y hoteles. En el lugar no hay ningún tipo de comercio, por lo tanto, no se contempla caudal comercial alguno”. (Martínez, 2011, p. 15-17).

En el futuro podría existir comercio en aldea El Barreal, debido a que cuenta con extensiones grandes de terreno donde pudieran hacer lotificaciones y locales comerciales, donde se ubicarían restaurantes, e incluso se podría establecer algún centro de salud que beneficiaría mucho a los habitantes.

II.5.11.7. Caudal por conexiones ilícitas:

“Es la cantidad de agua de lluvia que ingiere el drenaje, proveniente principalmente de los usuarios que conectan las bajadas de agua pluviales al sistema. Este caudal daña el sistema, debe evitarse para no causar posible destrucción del drenaje. El caudal de conexiones ilícitas se calcula a través de diferentes métodos, entre los que se tienen”: (Martínez, 2011, p. 15-17).

- a. Método Racional
- b. Reglamento de la Ciudad de Guatemala
- c. Asociación de Ingenierías Sanitarias
- d. INFOM

Los propietarios de viviendas deben tener un sistema de drenaje adecuado para evitar tener este tipo de conexiones y deteriorar así el sistema de drenaje, como por ejemplo; las bajadas de agua existentes en las viviendas, se deben conectar hacia un alcantarillado independiente y no directamente a la tubería.

“En este caso se tomó como base el método dado por el INFOM, el cuál especifica que se tomará como mínimo el 10% del caudal domiciliar. Sin embargo, en áreas donde no hay drenaje pluvial se podrá utilizar un valor más alto. El valor utilizado para el diseño fue un 20%, quedando el caudal por conexiones ilícitas total integrado de la siguiente manera”: (Martínez, 2011, p. 15-17).

$$Q_{ilícitas} = 20\% * Q_{dom} = 0.20 * 15.27 = 3.054 \text{ l/s}$$

II.5.11.8. Caudal por Infiltración:

“Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual dependerá del nivel freático del agua, de la profundidad y tipo de la tubería, de la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas y la calidad de mano de obra”. (Martínez, 2011, p. 15-17).

II.5.11.9. Caudal medio:

“Es la suma de todos los caudales: domiciliario, comercial, industrial, conexiones ilícitas e infiltración, descartando todo aquel caudal que, dada la situación o propiedades de la red, no contribuya al sistema; se obtiene su valor de la siguiente ecuación”: (Martínez, 2011, p. 15-17).

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

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{ilícitas}$$

$$Q_{med} = 15.27 + 3.054 = 18.32 \text{ l/s}$$

II.5.12. Dotación:

Es la cantidad de agua que tiene derecho por día cada usuario de este servicio, esta se mide de la siguiente manera: litros/ habitantes/día (lts /hab/día), sin embargo, existen usuarios que utilizan mayor cantidad de agua que otros.

II. 5.13. Factores del Sistema:

II.5.13.1. Factor de Retorno:

“Este factor tiene en cuenta que no toda el agua consumida dentro del domicilio es devuelta al alcantarillado, por razón de sus múltiples usos como el riego, lavado de pisos, cocina y otros. Se puede establecer, entonces, que sólo un porcentaje del agua consumida es devuelta al alcantarillado. Este es llamado “factor de retorno”, que estadísticamente fluctúa entre un sesenta y cinco por ciento y ochenta y cinco por ciento”. (Castellanos, 2012, P.p. 16).

II.5.13.2. Factor de Flujo Instantáneo:

“Es un factor que está en función del número de habitantes, localizados en el área de influencia. Regula un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico. Se calcula por medio de la fórmula de Harmon”. (Ortega, 2004, P.p. 18).

$$FH = \left(\frac{18 + p^{1/2}}{4 + p^{1/2}} \right)$$

Donde:

- a. FH = Factor de Harmon
- b. p = población en miles de habitantes

II.5.13.3. Criterio de Velocidad:

“El diseño de redes de alcantarillado se debe realizar en función de un caudal inicial (Qi), que es el caudal máximo al inicio del proyecto, y un caudal final (Qf), que es el caudal máximo al final del período de diseño. A “Qi” le corresponde la velocidad promedio mínima del flujo (Vi) y a “Qf” la velocidad promedio máxima (Vf). El cálculo de la velocidad mínima (Vi), es para evitar la deposición excesiva de materiales sólidos, y la de la velocidad máxima (Vf), es para evitar que ocurra la acción abrasiva de las partículas sólidas transportadas por las aguas residuales”. (Salud, 2005, p 27-30).

II.5.13.4. Velocidad Mínima Permisible:

“La determinación de la velocidad mínima del flujo reviste fundamentalmente importancia, pues permite verificar la autolimpieza de las alcantarillas en las horas, cuando el caudal de aguas residuales es mínimo y el potencial de deposición de sólidos en la red es máximo. A su vez la velocidad mínima de autolimpieza es fundamental para conducir a la minización de las pendientes de las redes colectoras”. (Salud, 2005, p 27-30).

“En las redes de alcantarillado de pequeño diámetro, no es necesario mantener una velocidad mínima de autolimpieza, ya que estas se diseñan para recolectar solamente la fase líquida del agua residual”. (Salud, 2005, p 27-30).

“Sin embargo, las velocidades a lo largo de las tuberías deben ser mayores que la velocidad mínima requerida para transportar mezclas de aire o gases con líquidos en tuberías descendientes después de las curvas”: (Salud, 2005, p 27-30).

Cuando la tubería está llena la velocidad mínima es de 90 cm/s.

$$V \geq 1.36 \sqrt{9.8 D \sin^0}$$

Donde:

- a. V = Velocidad en la red (m/s).
- b. D = Diámetro de la tubería.
- c. 0 = Angulo de inflexión de la red.

II.5.13.5. Determinación de la velocidad máxima:

“Considerando los valores máximos de velocidad hay dos condiciones que observar”: (Salud, 2005, p 27-30).

- a. De los resultados de una amplia investigación hecha en Holanda se desprende que una velocidad de flujo entre 4,0 y 5,0 m/s, causa menos erosión que las velocidades entre 2,0 y 4,0 m/s.
- b. Se debe evitar la mezcla de aguas residuales y aire, limitando velocidades más de m/s.

Por tanto, es recomendable calcular la máxima pendiente admisible para una velocidad final $v_f = 5$ m/s.

La velocidad critica es definida por:

$$V_c = 6 \sqrt{gR}$$

Donde:

- a. V_c = Velocidad Crítica (m/s).
- b. g = Aceleración de la gravedad (m/s^2).
- c. R = Radio hidráulico (m).

II.5.13.6. Tirante de Agua:

“El alcantarillado convencional usualmente se calcula para transportar el caudal de diseño, con una altura de flujo del 75% del diámetro de la tubería, no permitiéndose en ningún momento que la alcantarilla trabaje a presión. Este criterio de diseño no especifica un valor de nivel de agua mínimo en la alcantarilla”. (Salud, 2005, p 27-30).

“Estudios más recientes recomiendan mantener el nivel del agua en las alcantarillas por encima del 20% del diámetro de la tubería (0.20 D), los mismos estudios recomiendan fijar el nivel máximo de agua en la alcantarilla en el 80% del diámetro (0.8 D)”. (Salud, 2005, p 27-30).

$$0.2 D < h / D < 0.80 D$$

Donde:

- a. h = Nivel de Agua en la Tubería
- b. D = Diámetro en la Tubería

II.5.14. Tipos de Flujo.

II.5.14.1. Flujo laminar:

Se le llama así al flujo de agua que se desplaza en forma ordenada, uniforme y constante sin mezclarse, es decir, su viaje por la tubería o por el elemento que la transporta es relativamente tranquilo.

II.5.14.2. Flujo en transición:

Es conocido también como flujo agitado, y es el que está en medio del flujo laminar y el flujo turbulento, es decir, que existe poca turbulencia en el fluido del líquido, pero no es demasiado como para considerarlo turbulento.

II.5.14.3. Flujo turbulento:

A diferencia del flujo laminar, este se desplaza de una forma desordenada, lo que provoca remolinos y golpes del líquido en las láminas paralelas que lo conducen.

Para determinar el fluido se utilizamos la fórmula de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho VL}{\mu}$$

Donde:

- a. ρ = masa específica.
- b. V = velocidad.
- c. L = dimensión característica.
- d. μ = viscosidad dinámica.

II.5.14.3.1. Características de la turbulencia:

- a. Multiplicidad de escalas: La presencia de escalas es la característica de la turbulencia.
- b. Es un fenómeno continuo:
- c. Es un fenómeno irregular.
- d. Difusión:
- e. Disipación.
- f. Tridimensionalidad.
- g. Transiente. Con el pasar del tiempo puede presentar variaciones.

II.5.14.4. Pérdidas por fricción:

La pérdida de presión que se produce dentro de una tubería se debe a la fricción que hace el fluido dentro de esta, la pérdida puede ser a lo largo de toda la tubería o en donde existan codos.

II.5.14.4.1. Pérdida de carga en conducto rectilíneo:

Se dan cuando el líquido hace fricción con las paredes de la tubería. Si el flujo es laminar se puede utilizar la fórmula de Bernulli para conectar los dos puntos.

$$y_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = y_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum \lambda$$

Donde:

- a. g = aceleración de la gravedad.
- b. y_i = Altura geométrica en la dirección de la gravedad en la sección $i = 1$ o 2 .
- c. P = presión a lo largo de la línea de corriente.
- d. ρ = Densidad del fluido.
- e. v = Velocidad del fluido.
- f. $\sum \lambda$ = Pérdida de carga.

II.5.14.4.2. Diferentes ecuaciones para el cálculo de pérdida:

II.5.14.4.2.1. Ecuación de Darcy-Weisbach:

Con esta ecuación se puede estudiar cada factor que afecta para la pérdida de la velocidad del líquido en tuberías, una de las ventajas de esta es que se puede estudiar los flujos laminar, turbulento y transicional.

La ecuación es la siguiente:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

- a. h_f = pérdida de carga debida a la fricción (m).
- b. f = factor de fricción de Darcy (adimensional).
- c. L = longitud de tubería (m).
- d. D = diámetro de la tubería (m).
- e. v = velocidad media del fluido (m/s).
- f. g = aceleración estándar de la gravedad (m/s^2)

El flujo laminar es cuando la trayectoria del líquido es de forma suave, el turbulento es de forma irregular.

II.5.14.4.2.2. Formula de Hazen-Williams:

Se basa en un estudio estadístico, su fórmula general es:

$$h_f = L \cdot \left(\frac{v}{0.355 \cdot C \cdot D^{0.63}} \right)^{1.852}$$

II.5.14.4.2.3. Fórmula de Bazin:

Se aplica en tubería llena, donde:

$$R = \frac{D}{2}$$

Y luego se transforma así:

$$J = 0.000857 \cdot \left(1 + \frac{2y}{\sqrt{D}} \right)^2$$

Cuando simplificamos la fórmula queda de la siguiente manera:

$$J = 0.0019 * q^2 * D^{-5.32}$$

Los valores para y son los siguientes:

- a. 0.16 para tubos de acero sin soldadura.
- b. 0.20 para tubos de concreto.
- c. 0.23 para tubos de hierro fundido.

II.5.14.4.2.4. Ecuación estándar de la pérdida de carga (notación algebraica):

$$h_f = B_i * L * Q^n$$

Donde:

- a. B_i = coeficiente propio de la ecuación.
- b. L = longitud de la tubería.
- c. Q^n = caudal elevado a un exponente.

II.5.14.4.3. Pérdida de carga localizada:

Este tipo de pérdida se da cuando en la tubería se coloca algún accesorio, entiéndase codos, válvulas, reductores, entre otros. Su fórmula es la siguiente:

$$h_v = K \frac{c^2}{2g}$$

Donde:

- a. h_v = pérdida de carga localizada.
- b. C = velocidad media del agua, antes o después del punto singular.
- c. K = coeficiente determinado en forma empírica para cada tipo de punto singular.

A continuación, se detallan algunos valores para K en la tabla siguiente:

Cuadro 6. Valores del coeficiente K en pérdidas singulares.

Accidente	K	L/D
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	350
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5	175
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2.5	0
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	135
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0.2	13
Válvula de compuerta (abierta 3/4)	1.15	35
Válvula de compuerta (abierta 1/2)	5.6	160
Válvula de compuerta (abierta 1/4)	24	900
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	0	40
T por salida lateral	1.8	0
Codo a 90° de radio corto (con Bridas)	0.90	32
Codo a 90° de radio normal (con Bridas)	0.75	27

Fuente: (Fesmex, 2020).

La ecuación para K es la siguiente:

$$K = f_T * \frac{L_e}{D}$$

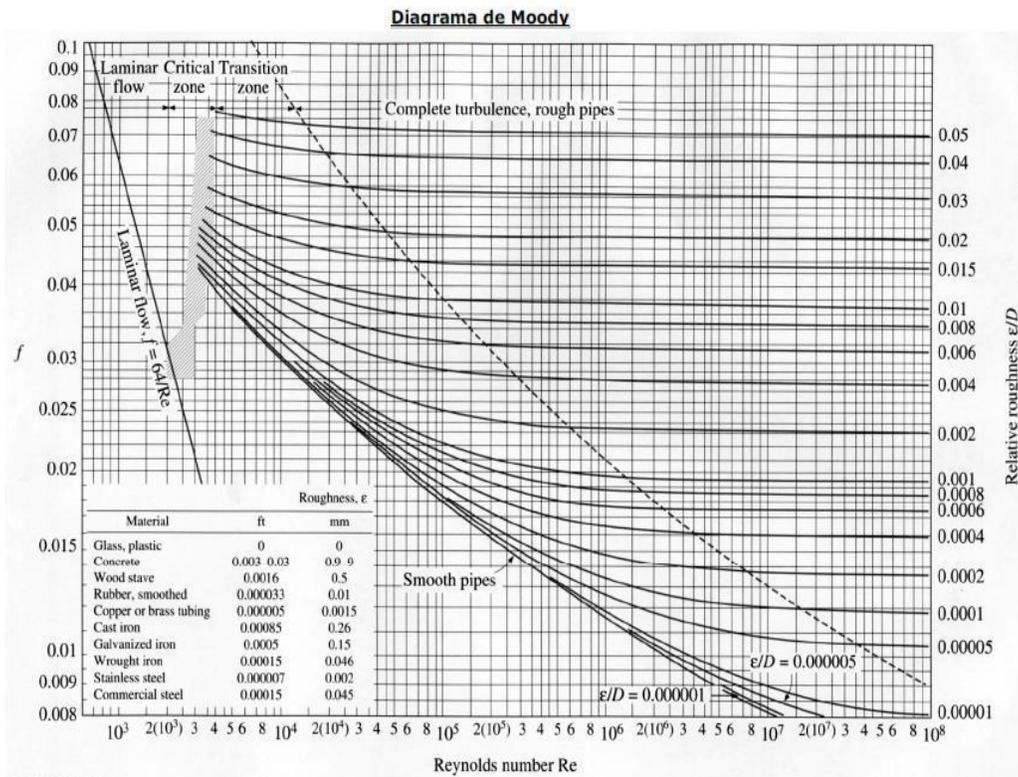
Donde:

- a. f_T = producto de coeficiente de fricción.
- b. L_e = longitud equivalente.

II.5.14.5. Diagrama de Moody:

Para utilizar este diagrama se deben conocer previamente los números de Reynolds y la rugosidad relativa, se utiliza para establecer el factor de fricción en flujo turbulento.

Ilustración 7. Diagrama de Moody.



Fuente: La guía, González Mónica, 2011.

II.6. Plantas de tratamiento de aguas residuales.

“Para tratar las aguas residuales existen varias tecnologías. Se debe escoger la que es adecuada dependiendo del tipo de agua residual que se tenga, la disponibilidad del espacio para las instalaciones, así como los recursos financieros y humanos disponibles. Una planta de tratamiento completa requiere varias etapas, las cuales se definen a continuación”: (INFOM, 2018, p.11).

II.6.1. Pre-Tratamiento:

“Consiste en retirar todo aquel material voluminoso que puede llegar, como hojas, desechos sólidos, ramas de árboles, material flotante (aceites, grasas y arenas) y material sólido de gran tamaño etc. Generalmente está conformada por una rejilla, un desarenador y una trampa de grasa. Es muy importante también incluir un sistema de medición de caudal”. (INFOM, 2018, p.11).

II.6.1.1. Primario:

“Remueve los sólidos suspendidos, es decir, aquellos sólidos que van en el agua. El sistema de remoción es básicamente un proceso de sedimentación, que se logra dejando o reteniendo el agua contaminada en un tanque, el tiempo suficiente, para que los sólidos se sedimenten. Algunas veces pueden incorporar unidades de filtración, flotación, y precipitación, dependiendo de las características del agua residual”. (INFOM, 2018, p.11).

II.6.1.2. Secundario:

“Es el proceso para remover la materia orgánica disuelta, que se logra al tener un ambiente propicio para que las bacterias puedan alimentarse de esa materia orgánica, es decir, es un proceso que utiliza micro-organismos para tratar el agua. Hay dos grandes grupos anaeróbicos y aeróbicos”. (INFOM, 2018, p.11).

La materia orgánica utiliza el sistema aeróbico para su descomposición.

II.6.1.3. Terciario:

“Es el proceso que remueve nutrientes, es decir, remueve sustancias químicas (generalmente fósforo y nitrógeno), para alcanzar una calidad física, química y biológica, adecuada a cuerpos receptores sensibles o para algún “reúso”. En una planta de tratamiento se puede utilizar más de un proceso terciario, como ejemplo el uso de químicos, campos eléctricos, vaporización, puentes químicos, carbón, etc. Dependiendo de las condiciones puede incluir un sistema de desinfección (cloración y otro)”. (INFOM, 2018, p.11).

II.6.1.4. Tratamiento de Lodos:

“Es el tratamiento de los sólidos, normalmente con un gran contenido de agua (80%), que se tratan en un proceso que requiere tiempo y temperatura para eliminar patógenos. Puede incluir patios de secado o deshidratación, espesadores y digestión. La disposición final debe planificarse adecuadamente de acuerdo al reglamento”. (INFOM, 2018, p.11).

II.6.2. Tipos de plantas de tratamiento.

II.6.2.1. Planta de tratamiento de aguas residuales industriales:

Estas aguas se producen por las diferentes industrias existentes, por lo pueden tener diferente tipo de contaminantes, en la mayoría de los casos, el agua es utilizada por estas industrias por lo que debe de ser tratada antes de regresarla a la naturaleza.

Existen tres diferentes técnicas que son utilizadas para el tratamiento de aguas:

II.6.2.1.1. Tratamiento biológico:

En el caso de que el material contaminante sea biodegradable, la eliminación de la materia orgánica es viable por medio de este proceso, a su vez es económico y productivo.

Las técnicas para el tratamiento biológico son las siguientes:

- a. Fangos Activos.
- b. Reactor biológico secuencial.
- c. Reactor biológico de membranas.
- d. Reactor biológico de lecho móvil.
- e. Proceso convencional. (Lodos activados).
- f. Filtros percoladores.

II.6.2.2. Evaporación al vacío:

Se utiliza para el tratamiento de residuos industriales líquidos.

II.6.2.3. Tratamiento físico-químico:

Por su variedad de técnicas ya sean solas o combinadas, se utilizan para tratar diferentes contaminantes, como, por ejemplo: color, materia orgánica, aceite, entre otros.

II.6.3. Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas y aguas potables.

Propuesta en este proyecto, la cual se construirá de acuerdo a las necesidades que requiera la población, y se hará cumplir todas y cada una de las especificaciones técnicas requeridas por la unidad ejecutora.

II.7. Diseño y construcción de planta de tratamiento.

Una planta de tratamiento de aguas residuales se diseña generalmente con el sistema de drenajes a utilizar para la conducción de las aguas negras, se debe conocer el período de diseño que esta planta servirá a la comunidad antes de ser ampliada debido al crecimiento de la población futura, el periodo de diseño de esta planta será de 30 años al igual que el sistema de drenaje sanitario, pues es el tiempo mínimo establecido en el manual del INFOM.

II.7.1. Clasificación de los Sólidos.

II.7.1.1. Sólidos Orgánicos:

“En general son de origen animal o vegetal, que incluyen los productos de desecho de la vida animal y vegetal, pero pueden incluirse también compuestos orgánicos sintéticos. Los grupos principales son las proteínas, los hidratos y las grasas, junto con sus productos de descomposición. Estos sólidos son combustibles, lo cual quiere decir que pueden ser quemados”. (Gálvez, 2007, p. 22-23).

Los sólidos orgánicos son los generados por los seres vivos (humanos y animales), utilizan el sistema aeróbico para su descomposición, este consiste en la utilización de oxígeno para su deshidratación.

II.7.1.2. Sólidos Inorgánicos:

“Estos son sustancias inertes que no están sujetas a la degradación. A los sólidos inorgánicos se les conoce frecuentemente como sustancias minerales: arena, grava, cieno y sales minerales del abastecimiento de agua que producen su dureza y contenido mineral. Por lo general no son combustibles”. (Gálvez, 2007, p. 22-23).

II.7.1.3. Sólidos Suspendidos:

“Son aquellos que están en suspensión y que son perceptibles a simple vista en el agua. Son los sólidos que pueden separarse del agua negra por medios físicos o mecánicos, como la sedimentación y la filtración. Están constituidos por un 70% de sólidos orgánicos y un 30% de sólidos inorgánicos”. (Gálvez, 2007, p. 22-23).

II.7.1.4. Sólidos Sedimentales:

“Son la porción de los sólidos suspendidos cuyo tamaño y peso es suficiente para la sedimentación en un período determinado, que generalmente es una hora”. (Gálvez, 2007, p. 22-23).

II.7.1.5. Sólidos Disueltos:

“Este término “sólidos disueltos”, utilizado normalmente en los estudios de aguas negras, no es técnicamente correcto. No todos estos sólidos están verdaderamente disueltos, puesto que se incluyen algunos sólidos en estado coloidal. Algunos estudios afirman que, del total de estos sólidos, un 90% está verdaderamente disuelto y un 10% está en estado coloidal. El total de los sólidos disueltos está compuesto por un 40% de orgánicos y un 60% de inorgánicos”. (Gálvez, 2007, p. 22-23).

II.7.1.6. Sólidos Totales:

“Como lo indica su nombre, bajo este se incluyen todos los constituyentes sólidos de las aguas negras. Son la totalidad de los sólidos orgánicos e inorgánicos, o la totalidad de los sólidos suspendidos y disueltos. En las aguas negras domésticas, de composición media, cerca de la mitad son orgánicos y aproximadamente unas dos terceras partes están en solución y una tercera parte en suspensión. La mitad orgánica de los sólidos sujeta a degradación es la que constituye el problema principal del tratamiento de las aguas negras”. (Gálvez, 2007, p. 22-23).

II.7.2. Diseño de Rejilla:

Es una parte que compone la planta de tratamiento de aguas residuales.

“También es conocido como cribas de barras o desbaste, las cuales tienen como objetivo principal la remoción de los materiales gruesos o en suspensión, los cuales pueden ser retirados mecánica o manualmente. Están formadas por barras separadas en claros entre 1.0 y 5 centímetros, comúnmente se usan con un claro libre de 2.5.”. (Guerra, 2020, p. 26-28).

“La eliminación de los sólidos removidos se puede dar a través de la incineración o enterrándolos.” (Guerra, 2020, p. 26-28).

Las rejas pueden clasificarse según:

II.7.2.1 Su limpieza:

- a. Manual
- b. Mecánica

II.7.2.2. Su separación entre barros:

II.7.2.2.1. Medida

- a. entre 1.5 y 5 cm de separación.

II.7.2.2.2. Gruesa:

- a. Mayor a 5 cm de separación.

II.7.2.3. Su Inclinação:

II.7.2.3.1. Verticales:

- a. A 90° respecto a la horizontal.

II.7.2.3.2. Inclínadas:

- a. Entre 60° y 80° respecto a la horizontal

Ilustración 7. Rejilla de planta de tratamiento.



Fuente: iagua, De Márquez Bettys. 2016.

II.7.3. Diseño de Desarenador:

“Un desarenador es una obra hidráulica que sirve para separar y remover material sólido que lleva el agua en un canal después de pasar por un pretratamiento. Esta estructura permite eliminar ciertas partículas que se encuentran en suspensión en la masa fluida”. (Guerra, 2020, p. 26-28).

Son utilizados en el tratamiento de aguas residuales domésticas en industriales, la función principal es separar la arena que es arrastrada por el agua para evitar que entre en la planta de tratamiento.

Ilustración 8. Desarenador para planta de tratamiento de aguas residuales.



Fuente: Tecnologías de pretratamiento. Rivas. 2018.

II.7.3.1. Tipos de desarenadores:

II.7.3.1.1 Desarenador longitudinal:

La función de este desarenador es frenar la velocidad del agua que lleva sólidos suspendidos, así, en el área correspondiente, estos puedan ser recogidos con facilidad.

II.7.3.1.2. Desarenador de flujo vertical:

El agua que se encuentra en el fondo sube y de esta forma los sólidos se sedimentan.

II.7.3.1.3. Desarenador de alta rata:

Funcionan con láminas planas, tubos, entre otros, se colocan con un grado de inclinación, así hacen que el agua ascienda como flujo laminar.

II.7.3.1.4. Desarenador de vórtice (remolino):

La forma de funcionar de este desarenador es debido a que en el centro de un cilindro se encuentra una tolva que gira formando un remolino y esta a su vez atrapa los sólidos con unas paletas que tienen la capacidad de levantar el material orgánico más liviano.

II.7.3.2. Zonas que conforman un desarenador:

II.7.3.2.1. Zona de entrada:

En esta zona el agua que es captada reduce su velocidad por medio de una pantalla reflectora, esto con el fin de eliminar las turbulencias que se pudieran originar por la reducción de velocidad del agua y así el líquido es uniformemente distribuido.

a. Vertedero de exceso:

Es colocada en una de las paredes de entrada donde llega el caudal de agua a la planta, su función es evacuar el exceso de agua y más para la época de invierno, sino se evacúa dicho exceso aumentará la velocidad en la zona de sedimentación.

b. Pantalla deflectora:

Es donde es separada la zona de entrada y zona de sedimentación, dependiendo del diseño se le hacen ranuras, orificios cuadrados o rectangulares para que los sólidos que viajan en el agua que pasa con una velocidad no mayor a los 0.3 m/s puedan ser sedimentados.

II.7.3.3. Consideraciones a Tomar en Cuenta:

- a. El desarenador será tipo discontinuo (intermitente) ya que almacenará y luego expulsará los sedimentos en movimientos separados.
- b. Tendrá una forma rectangular. Esta forma simplifica considerablemente la construcción, pero es relativamente cara ya que las paredes deben de soportar la presión de la tierra exterior y se diseñan como muros de sostenimiento.
- c. Solamente se dispondrá de un desarenador.
- d. Se diseña para velocidades límites entre las cuales cesa de arrastrar diversos materiales. Regularmente la velocidad debe tener un valor entre 1.0 m/s y 0.4 m/s con una altura de entre 1.5m y 4m.
- e. Pendiente longitudinal del 2%. (Guerra, 2020, p. 26-28).

II.7.4. Zona de sedimentación:

En esta zona se lleva a cabo la separación de los sólidos que se encuentran flotando en el agua residual, que es conducida por la tubería de drenaje sanitario hacia la planta de tratamiento de aguas residuales, la sedimentación se da igual a como si tuviéramos agua en reposo con partículas, y estas a su vez reposaran en el fondo de un recipiente o tanque.

II.7.4.1. Cortina para sólidos flotantes:

Por medio de una lámina colocada en el fondo de la zona de sedimentación regresan los sólidos que no fueron sedimentados.

II.7.5. Zona de lodos:

Es donde los lodos sedimentados que han sido depositados en el fondo del desarenador se reciben y almacenan, para su diseño se debe tomar en cuenta la velocidad del agua del fondo, porque si es demasiado, podrían levantar las partículas asentadas.

II.7.6. Diseño de Biodiscos:

“Forma parte de los procesos llamados de biopelícula. En este tipo de reactores, los discos son los que soportan la biopelícula, siendo estos lotes de discos separados a una cierta distancia uniforme y acoplados a un eje horizontal que gira mediante un motor. El movimiento rotatorio hace que los discos se sumerjan inmediatamente en el agua residual, ya que sumerge únicamente un 40% del área superficial de los discos”. (Guerra, 2020, p. 26-28).

II.7.7. Dimensionamiento Trampa de Grasas y Aceites:

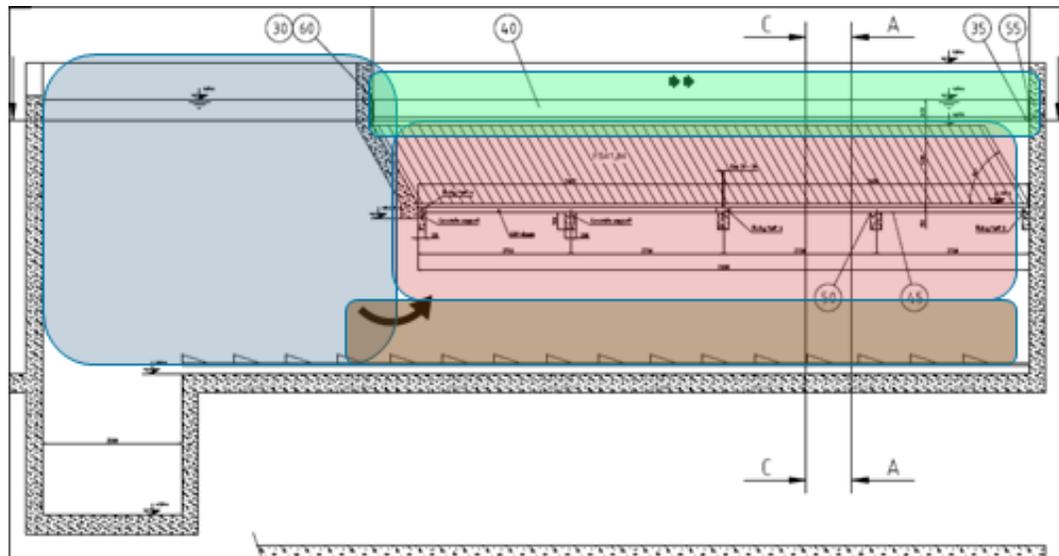
Su principal función es la de retener sustancias, las cuales poseen un peso determinado, y debe de ser menor al peso específico del agua, lo que provoca que dichas sustancias floten.

“La forma de la trampa atrapa grasa será un tanque rectangular con pantallas deflectoras ubicadas una contra la otra, una posicionada en la entrada y la otra en la salida con la finalidad de evitar la turbulencia dentro de la unidad. La pantalla que se encuentra ubicada en la salida tendrá un mayor tamaño ya que en ella se dará la retención de las grasas, aceites u otra sustancia. En este punto de salida también se extraerá por el fondo toda partícula que se haya sedimentado que pasen a la siguiente fase del tratamiento”. (Morán, 2014, p.44).

II.7.8. Zona de salida:

Su función es que se mantenga la velocidad constante del líquido cuando sale de la zona de sedimentación.

Ilustración. 9. Distribución de las zonas de trabajo de una planta de tratamiento



-  Zona de Entrada
-  Zona de Sedimentación
-  Zona de lodos
-  Zona de salida

Fuente: Sedimentación, González M. 2015.

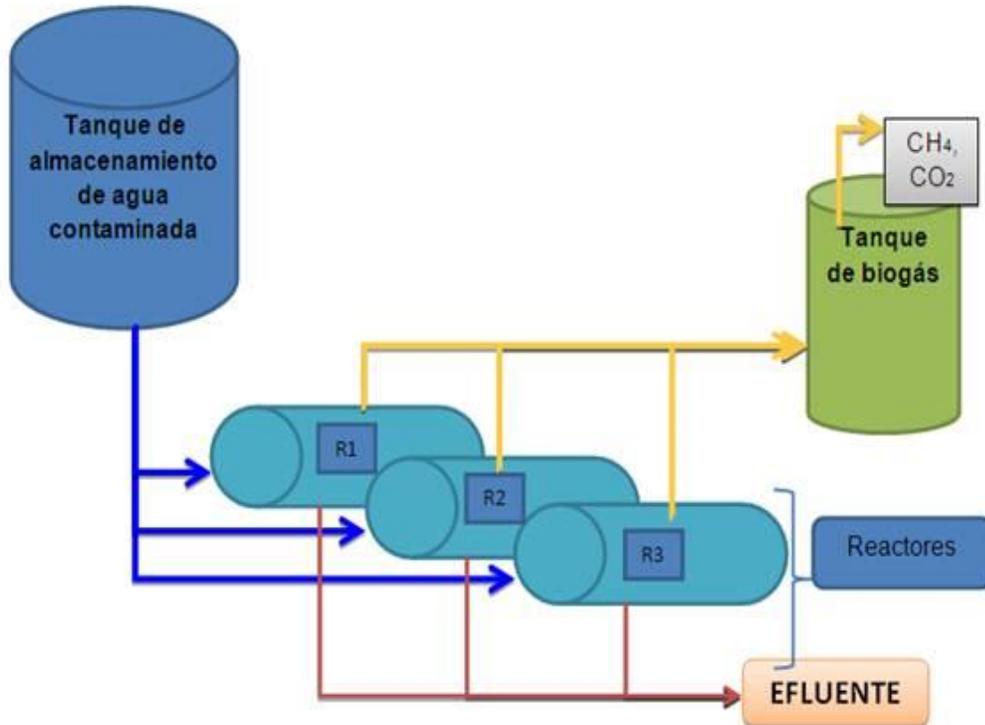
II.7.9. Sistemas mediante reactores aeróbicos:

Se le llama sistema aeróbico porque su principal actor son los microorganismos que degradan la materia orgánica que está presente en el agua residual, y, con la presencia de oxígeno poder hacer el proceso de secado de la dicha materia.

II.7.10. Sistema anaeróbico:

Este sistema es desarrollado por bacterias que al contrario del sistema aeróbico que incluye el oxígeno, este no lo emplea, y así transformar la materia orgánica en gases siendo estos principalmente el Metano y CO_2 .

Ilustración. 10. Sistema anaeróbico



Fuente: Monografías, de la Cruz Renzo.

II. 7.10. Pruebas químicas para las aguas residuales:

Existen dos pruebas químicas que se utilizan para saber el grado de contaminación que poseen las aguas residuales después de haber pasado el proceso de descontaminación en una planta de tratamiento, estas pruebas son:

II. 7.10.1. Prueba DBO:

Esta prueba busca la demanda bioquímica de oxígeno existente en el agua. A través de los microorganismos que degradan la materia en el proceso de degradación (sean estas aeróbicas o anaeróbicas), busca la cantidad de oxígeno que estos consumen en este proceso.

Como es un proceso delicado, lleva mucho tiempo en ser procesado (5 días), a una temperatura no mayor a 20⁰c.

II. 7.10.2. Prueba DQO:

Al contrario de la prueba DBO, esta es la demanda química de oxígeno existente en el agua, y lo que busca es la cantidad necesaria de oxígeno que se necesita para que la materia orgánica sea oxidada a través de procesos químicos y convertirlos en CO₂ y H₂O, esta prueba requiere solamente tres horas para obtener sus resultados.

II.8. Leyes vigentes:

Se presentan las leyes y reglamentos que establece la República de Guatemala, para el manejo, la descarga y el reusó de aguas residuales dentro de su territorio.

II.8.1. Acuerdo Gubernativo 66-2005 Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a cuerpos Receptores. (Guatemala, 2005).

II.8.2. Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 Reglamento de las Descargas y reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos. (Guatemala, 2006).

II.8.3. Acuerdo Ministerial 105-2008 Manual General del Reglamento de Descargas y Reusó de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos. (Social, 2008).

II.8.4. Acuerdo Gubernativo 129-2015 Reforma del Acuerdo Gubernativo 236-2006 en su artículo 24. (Naturales, 2015).

II.8.5. Normas Coguanor 29001 Agua para Consumo Humano (potable). (Normas).

II.8.6. Especificación Estándar para tubos y accesorios de drenaje tipo PSM de poli (cloruro de vinilo) (PVC) –ASTM D3034. (Economía, 2019).

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS:

Por medio del trabajo de campo que se realizó a través del método de encuesta poblacional, se pudo comprobar gráficamente la hipótesis del tema propuesto para este trabajo de investigación.

En las primeras cinco gráficas del trabajo de investigación referente a la variable Dependiente Y o el Efecto, que se realizó a setenta y cuatro habitantes de aldea El Barreal encuestados, de un total de once mil, por medio del cálculo del tamaño de la muestra, con un nivel de confianza del 90% y un grado de error de muestreo del 9.5%, pudo ser posible constatar que existe un alto índice de enfermedades gastrointestinales, conocimiento del tipo de enfermedades y las consecuencias que causa en la salud, también que existe un índice no muy alto de habitantes que aún no conocen los efectos de las enfermedades gastrointestinales.

En las gráficas comprendidas de los números seis al diez, se encuentra el resultado del censo realizado a las Autoridades Municipales y Autoridades del Departamento de Planificación Municipal (D.M.P.), referente a la variable Independiente X o la Causa, se realizó a las veintidós Autoridades, debido a no sobrepasan la población mínima para realizar la encuesta, se determinó un resultado del 100% de autoridades censadas, con un nivel de confianza del 100% y 0% grado de error de muestreo.

Se pudo concluir que no existe una propuesta presentada con anterioridad de diseño de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para esta aldea.

Así mismo se constata que los cuadros de la variable dependiente Y o el Efecto, se encuentran en el numeral romano III después del planteamiento de la comprobación de la hipótesis del siete al once, y los cuadros de la variable independiente X o Causa, se encuentran del doce al dieciséis en el mismo numeral.

III.1. Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente “Y” o el efecto.

Cuadro 7.

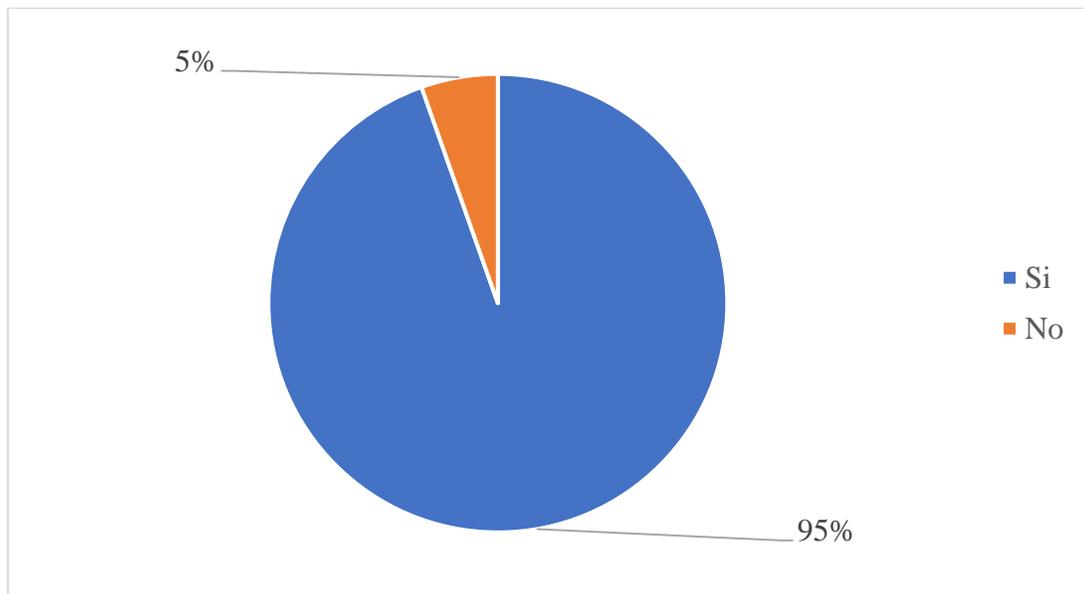
Habitantes que considera que existe alto índice de enfermedades gastrointestinales.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	70	95
No	4	5
Totales	74	100

Fuente: Habitantes de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Gráfica 1.

Habitantes que considera que existe alto índice de enfermedades gastrointestinales.



Fuente: Habitantes de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Análisis: En su mayoría, los habitantes consideran que existe alto índice de enfermedades gastrointestinales en la aldea, debido al mal manejo que se les da a las aguas residuales por la inexistencia de una planta de tratamiento, por ende, se ayuda a comprobar el efecto.

Cuadro 8.

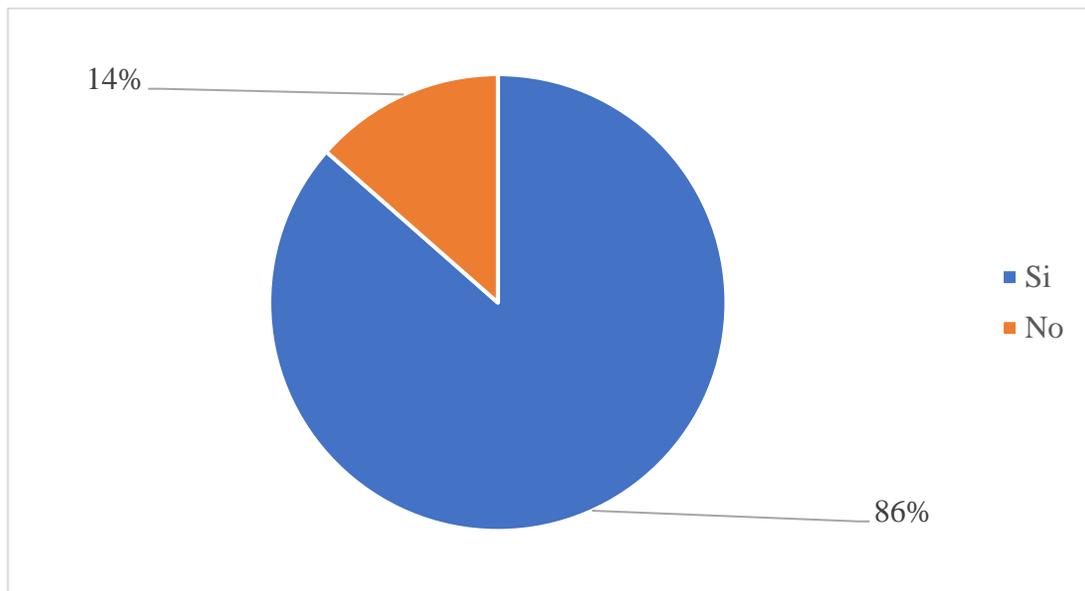
Habitantes que conocen las enfermedades gastrointestinales frecuentes producidas por aguas residuales.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	64	86
No	10	14
Totales	74	100

Fuente: Habitantes de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Gráfica 2.

Habitantes que conocen las enfermedades gastrointestinales frecuentes producidas por aguas residuales.



Fuente: Habitantes de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Análisis: Se contribuye a confirmar el efecto, un alto porcentaje de habitantes de la aldea conocen las enfermedades gastrointestinales frecuentes producidas por aguas residuales lo cual presenta un alto índice de positividad, se debe dar prioridad a la construcción del drenaje sanitario y planta de tratamiento.

Cuadro 9.

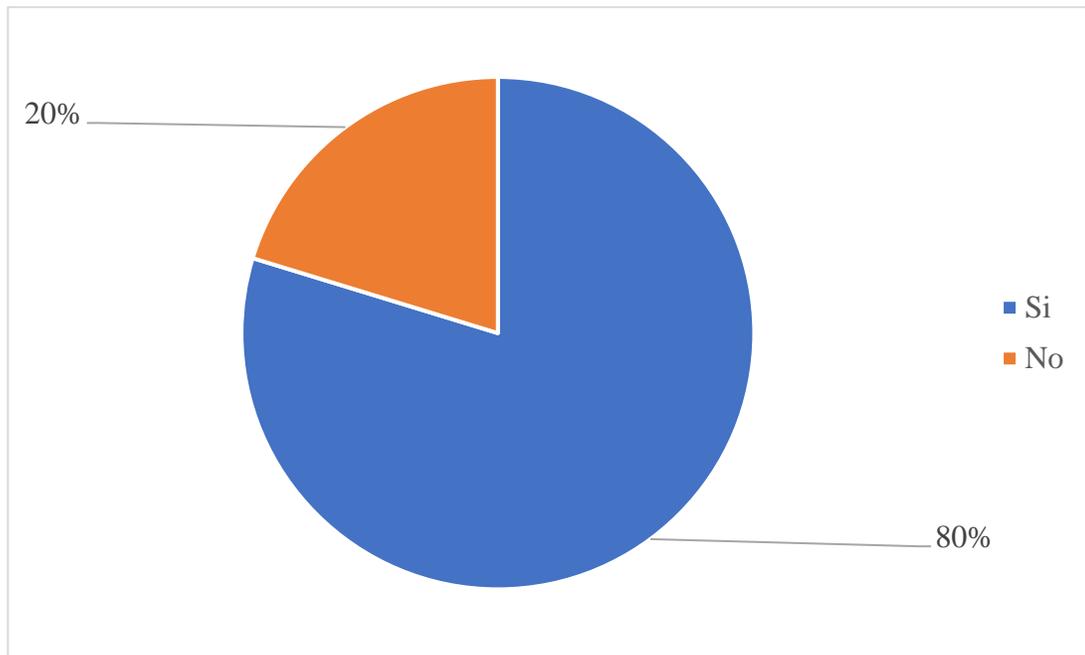
Habitantes que han padecido alguna enfermedad gastrointestinal.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	59	80
No	15	20
Totales	74	100

Fuente: Habitantes de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Gráfica 3.

Habitantes que han padecido alguna enfermedad gastrointestinal.



Fuente: Habitantes de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Análisis: Por no existir un adecuado manejo de las aguas residuales en la aldea, por la falta de drenaje sanitario y planta de tratamiento, el agua residual desemboca directamente a las calles, se ayuda a que se compruebe el efecto, y se expresa que existe un alto índice de habitantes que han padecido alguna enfermedad gastrointestinal.

Cuadro 10.

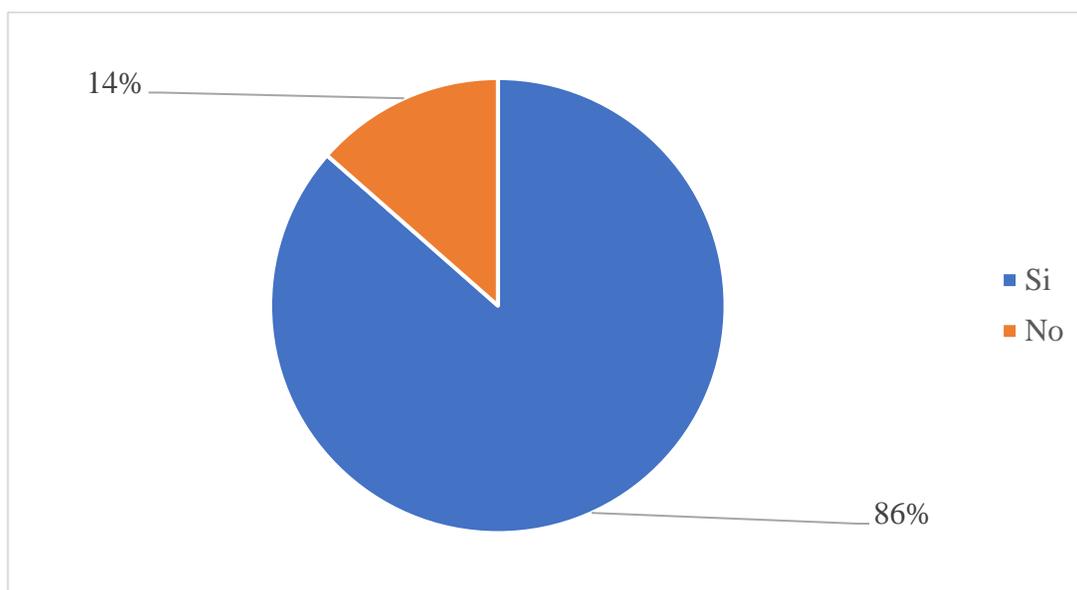
Habitantes que conocen las causas del padecimiento de enfermedades gastrointestinales.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	64	86
No	10	14
Totales	74	100

Fuente: Habitantes de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Gráfica 4.

Habitantes que conocen las causas del padecimiento de enfermedades gastrointestinales.



Fuente: Habitantes de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Análisis: Un alto porcentaje de los habitantes en la aldea conocen las causas del padecimiento de enfermedades gastrointestinales, algunos son: vómitos, diarrea, entre otros, por tal motivo se ayuda a comprobar el efecto, se debe de resolver el mal manejo de las aguas residuales por parte de las Autoridades Municipales.

Cuadro 11.

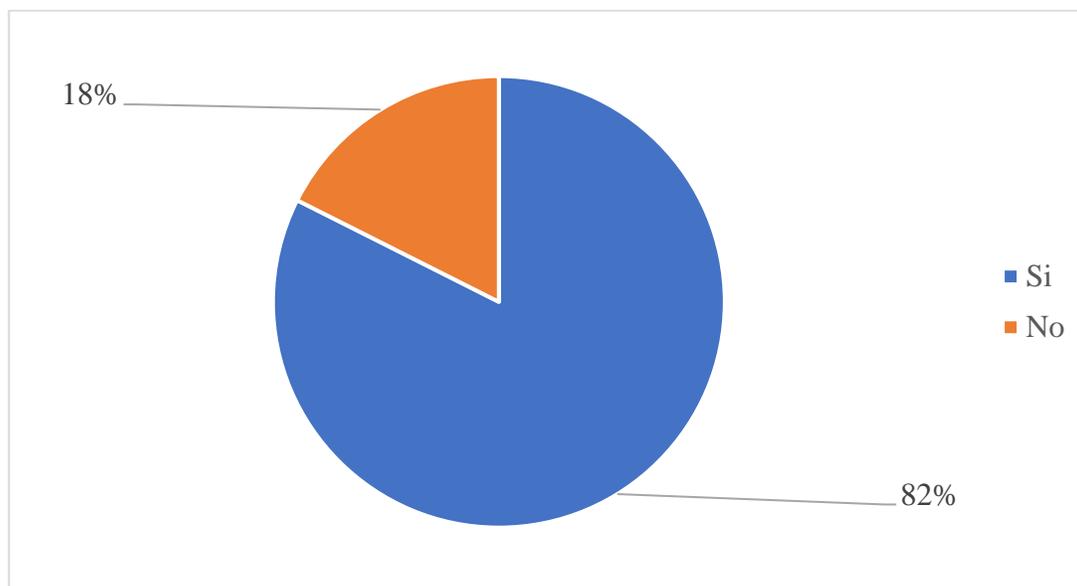
Habitantes que conocen los efectos de las enfermedades gastrointestinales frecuentes.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	61	82
No	13	18
Totales	74	100

Fuente: Habitantes de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Gráfica 5.

Habitantes que conocen los efectos de las enfermedades gastrointestinales frecuentes.



Fuente: Habitantes de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Análisis: Conforme los datos obtenidos, descritos en el cuadro y gráfica anterior, se ayuda a comprobar el efecto, y se determina que aún existe un grupo de la población en la aldea que no conocen los efectos de las enfermedades gastrointestinales frecuentes, por lo que se recomendará al Centro de Atención al Paciente (C.A.P.) una concientización para la población en general.

III.2. Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable Independiente “X” o la Causa.

Cuadro 12.

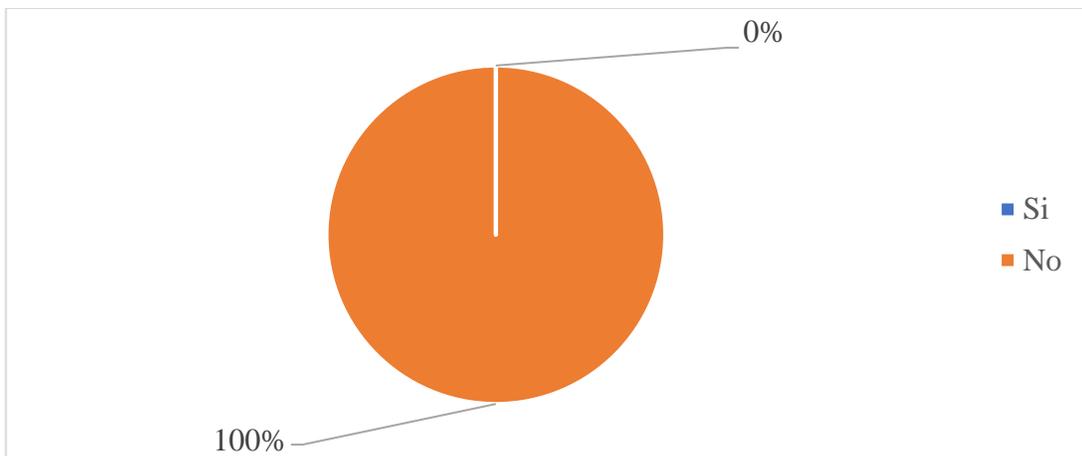
Autoridades que tienen conocimiento si se cuenta con el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea El Barreal.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	0	0
No	22	100
Totales	22	100

Fuente: Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.) y Consejo Municipal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Gráfica 6.

Autoridades que tienen conocimiento si se cuenta con el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea El Barreal.



Fuente: Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.) y Consejo Municipal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Análisis: Se ayuda a comprobar la causa, mediante encuesta a las Autoridades, donde manifiestan que desconocen si se cuenta con el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para la aldea, porque en sus registros de archivos de proyectos, no se encuentra alguna propuesta presentada.

Cuadro 13.

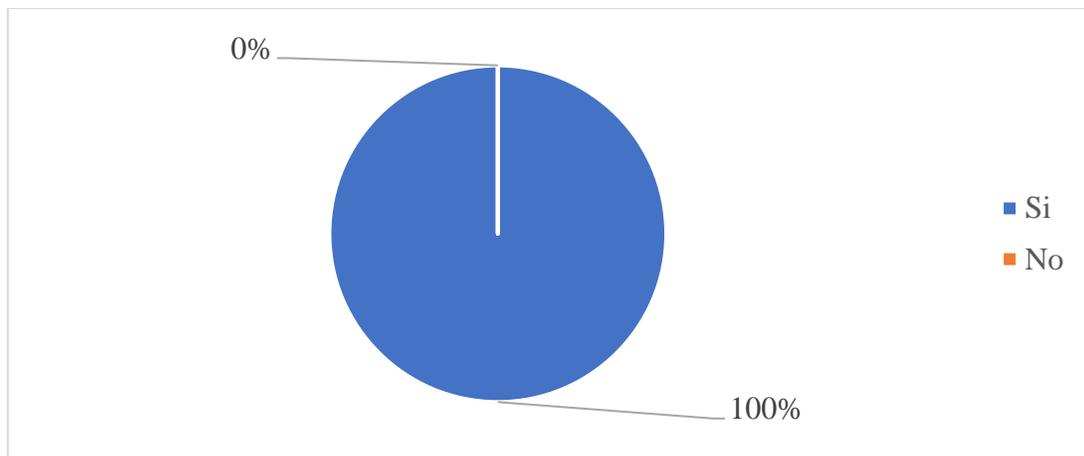
Autoridades que tienen conocimiento si se contempla dentro de su planificación el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	22	100
No	0	0
Totales	22	100

Fuente: Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.) y Consejo Municipal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Gráfica 7.

Autoridades que tienen conocimiento si se contempla dentro de su planificación el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea.



Fuente: Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.) y Consejo Municipal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Análisis: Las Autoridades están a favor, se ayuda a comprobar la causa, se contempla dentro de su planificación el diseño y construcción del proyecto por no existir una propuesta planteada con anterioridad, con la construcción se reducirán las enfermedades gastrointestinales.

Cuadro 14.

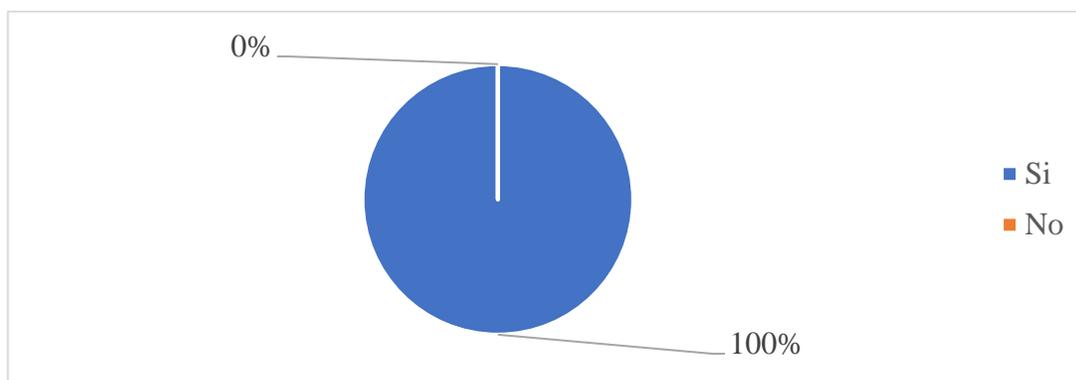
Autoridades que tienen conocimiento si se considera prioritario el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	22	100
No	0	0
Totales	22	100

Fuente: Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.) y Consejo Municipal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Gráfica 8.

Autoridades que tienen conocimiento si se considera prioritario el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea.



Fuente: Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.) y Consejo Municipal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Análisis: Se considera prioritario el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales por parte de las Autoridades, debido a la inexistencia de este, las enfermedades gastrointestinales siguen en aumento, se ayuda a comprobar la causa.

Cuadro 15.

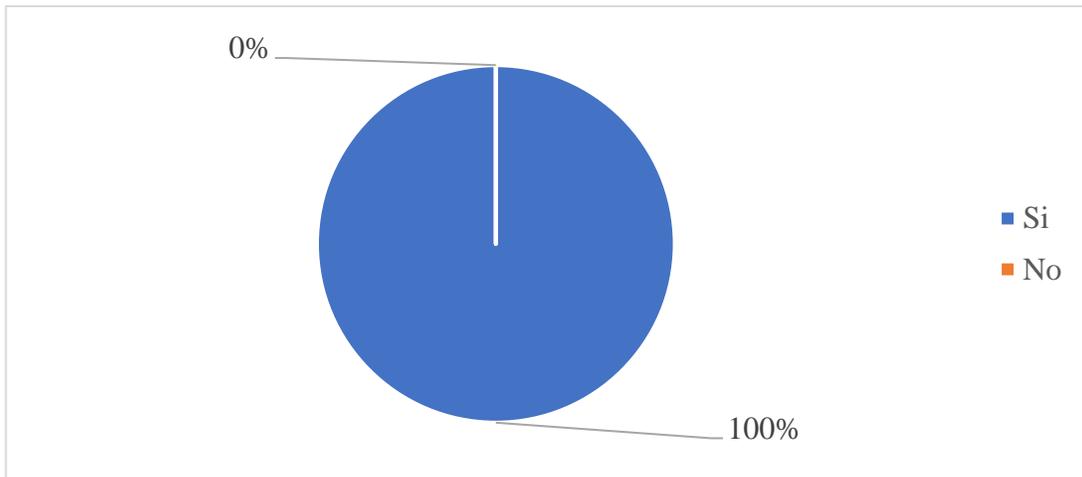
Autoridades que están de acuerdo en apoyar el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	22	100
No	0	0
Totales	22	100

Fuente: Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.) y Consejo Municipal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Gráfica 9.

Autoridades que están de acuerdo en apoyar el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea.



Fuente: Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.) y Consejo Municipal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Análisis: Las Autoridades saben de la prioridad del tema abordado, se ayuda a comprobar la causa, por tal razón, se está de acuerdo en apoyar el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para la aldea.

Cuadro 16.

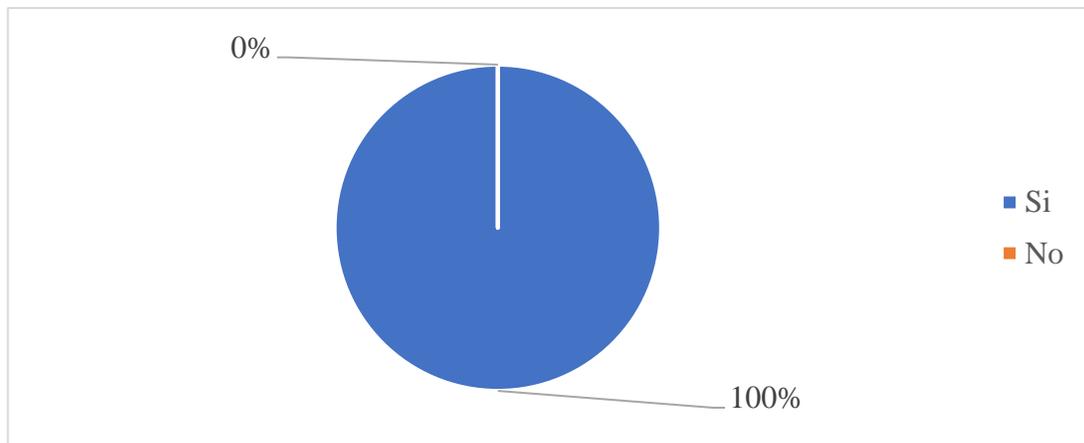
Autoridades que conocen los beneficios del diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales.

Respuestas	Valor relativo	Valor absoluto (%)
Si	22	100
No	0	0
Totales	22	100

Fuente: Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.) y Consejo Municipal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Gráfica 10.

Autoridades que conocen los beneficios del diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales.



Fuente: Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.) y Consejo Municipal, Jutiapa, Jutiapa, agosto de 2021.

Análisis: Según cuadro y gráfica anterior se ayuda a confirmar la causa, las Autoridades conocen del impacto positivo que tendría la ejecución de este proyecto, se conocen los beneficios del diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

IV.1. Conclusiones:

A continuación, se detallan las conclusiones:

1. Se comprobó la hipótesis siguiente: “El alto índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, en los últimos cinco años, por el mal manejo de aguas residuales; es debido a la falta de propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de las aguas”, con un nivel de confianza del 90% y 9.5% de error de muestreo.
2. Existe un alto índice de enfermedades gastrointestinales en la aldea debido a la contaminación que provoca el mal manejo de las aguas residuales.
3. Se comprueba que los habitantes de la aldea conocen algunas enfermedades gastrointestinales producidas por aguas residuales, algunas enfermedades son: Cólera, Tifus, Disentería, entre otras.
4. Los habitantes de la aldea manifiestan haber padecido alguna enfermedad gastrointestinal debido a la falta de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales.
5. Las principales enfermedades que produce la contaminación de aguas residuales son el Cólera y Disentería, confirmado por el Centro de Salud de Jutiapa, Jutiapa.
6. Inexistencia de una concientización por parte del Centro de Atención al Paciente (C.A.P.) hacia los habitantes de la aldea sobre las enfermedades gastrointestinales por no existir una coordinación con los habitantes.
7. Falta de diseño para construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la aldea, porque no se cuenta con una propuesta presentada anteriormente a esta investigación.
8. Las Autoridades Municipales comprometidas con los habitantes de la aldea, apoyan en su gestión la construcción de un drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales.

9. La Municipalidad se encuentra comprometida con la solución a la problemática de las enfermedades gastrointestinales que producen las aguas residuales en la aldea, se apoya la aprobación de la construcción de un drenaje sanitario y planta de tratamiento.
10. La Corporación Municipal está en la disposición de aceptar la propuesta realizada a través de esta investigación.
11. Con la investigación de campo realizada previo a presentar el tema de esta investigación, se detalla por parte de las Autoridades Municipales la importancia y el impacto positivo que tendría la ejecución de esta propuesta en la resolución de la problemática planteada.

IV. 2. Recomendaciones:

Después de haber realizado la investigación del tema y haber comprobado la problemática de la población, se hace una serie de recomendaciones:

1. Implementar la propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, para la reducción de las enfermedades gastrointestinales y mejorar la salud de los habitantes.
2. Concientizar a los habitantes de la aldea por parte del Centro de Atención al Paciente (C.A.P). cuando se llegue a un acuerdo entre ambas partes.
3. Sensibilizar a los habitantes de la aldea, que deben tomar en cuenta las enfermedades producidas por aguas residuales previo a la construcción de un drenaje sanitario y planta de tratamiento.
4. Tomar en cuenta los lineamientos descritos después de la concientización de las autoridades del Centro de Atención al Paciente (C.A.P.) por parte de los habitantes de la aldea.
5. Sugerir al Centro de Atención al Paciente (C.A.P.) una concientización a los habitantes de la aldea sobre las consecuencias que trae consigo las enfermedades gastrointestinales y como evitarlas.

6. Implementar la aceptación de esta propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la aldea.
7. Recibir el apoyo absoluto de todas las Autoridades Municipales para hacer del conocimiento del Consejo Municipal la propuesta el proyecto planteado.
8. Contar con el apoyo absoluto de todas las Autoridades Municipales para la ejecución de esta propuesta.
9. Analizar la problemática planteada en esta investigación, por parte del Consejo Municipal en sesión ordinaria, para la aprobación de la propuesta de diseño y construcción drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la aldea.
10. Verificar el seguimiento respectivo a la propuesta planteada en la ejecución del proyecto por parte de las Autoridades Municipales.
11. Presentar con la investigación de campo realizada, y la presentación del tema, la importancia y el impacto positivo que tendrá la ejecución de esta propuesta en la resolución de la problemática planteada.

BIBLIOGRAFÍA:

1. (O.M.S.), O. M. (2007). Lucha Contra las Enfermedades Transmitidas Por El Agua En Los Hogares, p. 10. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/1s479m6lBuVOqH2XE0rjNM48DBwzL-hKW/view>
2. Agua, R. I. (s.f.). Obtenido de Riesgo De Enfermedades Transmitidas por el Agua en Zonas Rurales, p. 1: http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo_13.pdf
3. Barrientos, E. (2018). Licenciatura. Diseño de Sistema de Alcantarillado Santiario para la 25 Avenida Colonia ALta Vista, Zona 1 y Del Sisitema de Alcantarillado para la 0 Avenida Barrio San Antonio,Zona 10, p.5-6. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingenieria,, Mixco, Guatemala. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/156954705.pdf>
4. Briere, F. (2005). Distribucion de agua potable y colecta de desagues y de agua de lluvia, Gerencia y produccion editorial, Canada, P.p. 227. Obtenido de <https://books.google.com.gt/books?id=kgXhjH-vZ78C&pg=PA227&dq=tuberia+para+drenaje+sanitario&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi0l42S5aTyAhVOJzQIHUWLDZcQ6AEwA3oECAIQAg#v=onepage&q=tuberia%20para%20drenaje%20sanitario&f=false>
5. Castellanos, S. (2012). Licenciatura. Determinacion de factores de consumo y de retorno de agua en dos condominios ubicados en sector A-3, Ciudad San Cristobal, zona 8 de Mixco, Guatemala, P.p.16. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingenieria. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3385_C.pdf

6. Castellanos López, S. A. (2012). Licenciatura en Ingeniería Civil. Determinación de factores de consumo y de retorno de agua en dos condominios ubicados en sector A-3, Ciudad San Cristobal, zona 8 de Mixco, Guatemala, p.18. Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3385_C.pdf
7. Civil, I. (s.f.). Instalaciones Sanitarias. Obtenido de <https://www.cuevadelcivil.com/2011/04/instalaciones-sanitarias.html>
8. Cuenca Elizabeth, A. A. (2012). El tratamiento de agua residual domestica para el desarrollo local sostenible, México, p. 5. Obtenido de <file:///C:/Users/User/Desktop/40123894005.pdf>
9. de la Cruz Espinoza, R. D. (s.f.). Tratamiento anaeróbico. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos104/tratamiento-anaerobio/tratamiento-anaerobio.shtml>
10. De Marquez, B. (2016). iAgua. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/bettys-farias-marquez/conocimientos-basicos-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-modulo-i>
11. Economía, M. d. (1999). Coguanor 29001. Obtenido de <https://www.mspas.gob.gt/images/files/saludambiente/regulacionesvigentes/AguaConsumoHumano/NormaTecnicaGuatemaltecaNTG290>
12. Economía, M. d. (2019). Obtenido de 8.6. Especificación Estándar para tubos y accesorios de drenaje tipo PSM de poli (cloruro de vinilo) (PVC) –ASTM D3034:
https://conred.gob.gt/normas/NRD3/9_otros_materiales_de_construccion/2.6_NTG_19020_D3034.pdf

13. Enríquez, H. (2003). Obtenido de Manual de Instalaciones Electromecánicas en casas y edificios, Editorial Limusa, S.A. de C.V., México, P.p. 39: <https://books.google.com.gt/books?id=O9WYXIGJoXwC&pg=PA39&dq=tuberia+para+drenaje+sanitario&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi0l42S5aTyAhVOJzQIHUWLDZcQ6AEwAXoECAyQAg#v=onepage&q=tuberia%20para%20drenaje%20sanitario&f=false>

14. Espigares, M. y. (1985). Aguas Residuales. Composicion, Granada, Servicios de Publicaciones Granada, P.p. 2. Obtenido de [file:///C:/Users/User/Desktop/Aguas_Residuales_composicion%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Desktop/Aguas_Residuales_composicion%20(1).pdf)

15. Fesmex. (2020). Pérdidas por fricción en tuberías . Obtenido de <http://www.fesmex.com.mx/article/perdidas-por-friccion-en-tuberias/#:~:text=Las%20p%C3%A9rdidas%20de%20carga%20localizadas,%20estrechamientos%20v%C3%A1lvulas%20etc.>

16. Gálvez, J. (2007). Diseño de la planta de tratamiento de las aguas residuales sector cuatro caminos y diseño del mercado de la aldea El Pajon, Municipio de Santa Catarina Pinula, Departamento de Guatemala, p. 22-23. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería , Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2710_C.pdf

17. Garay, M. (Junio de 2006). Tratamiento de Aguas Residuales, Guayaquil, Ecuador, P.p. 47. Obtenido de file:///C:/Users/User/Desktop/COMPLETO_libro_aguaUltimoPDF.pdf

18. García, A., Rosique, M., & Campoy, F. (1996). Topografía Basica para Ingenieros, Servicios de publicaciones Universidad de Murcia, p. 153. Obtenido de <https://books.google.com.gt/books?id=KxMmdTQmkEQC&pg=PA153&dq=levantamiento+topografico&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiboeB473xAhUNmGoFHWNBARsQ6AF6BAGKEAI#v=onepage&q=levantamiento%20topografico&f=false>
19. Gerfor. (s.f.). Manual de tuberia pvc orientado, Medellin, P.p. 19. Obtenido de <file:///C:/Users/User/Desktop/gerfor%20-%202018%20manual%20tuberia%20pvc%20orientado.pdf>
20. Gilberto, E. (2004). El ABC de las Instalaciones de gas, Hidráulicas y sanitarias, Limusa S.A. de C.V., México, p.107. Obtenido de <https://books.google.com.gt/books?id=RWT0PuIt0n4C&pg=PA107&dq=drenaje+sanitario&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj30-zL45jxAhWQRDABHYvyCk0Q6AEwAHoECAUQA#v=onepage&q=drenaje%20sanitario&f=false>
21. González, M. (2015). Sedimentación. Obtenido de <https://sswm.info/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/sedimentaci%C3%B3n->
22. Guatemala, G. d. (2005). Reglamento de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores. Obtenido de https://leyes.infile.com/index.php?id=181&id_publicacion=43171&cmd=login

23. Guatemala, G. d. (2006). Reglamento de las descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos. Obtenido de http://www.infom.gob.gt/archivos/Docs-Pdf/Anexo-Legal/ANEXO_1_Reglamento-descargas-de-aguas-residuales-AG236-2006.pdf
24. Guerra, M. (2020). Licenciatura. Diseño y Selección de Equipo para una Planta de Tratamiento de _Aguas Residuales en una camaronera del Municipio de Sipacate del departamento de Escuintla, Guatemala, p. 26-28. universidad Rafael Landivar, Facultad de Ingeniería, Escuintla, Sipacate. Obtenido de <http://bibliod.url.edu.gt/Tesis/wevg/2020/02/13/Guerra-Maria.pdf>
25. Guitierrez, E. (s.f.). Bibliocad. Obtenido de www.bibliocad.com/es/biblioteca/detalle-tipico-de-pozo-de-visita_110623/
26. Inc., B. (2010). Tratamiento de Aguas Residuales, P.p. 13. Obtenido de file:///C:/Users/User/Desktop/money_map.pdf
27. Instituto de Fomento Municipal, I. (s.f.). Guía Técnica para Implementar Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en Guatemala, 2018, p.11. Obtenido de <https://issuu.com/infomgt/docs/aspw>
28. Instituto de Fomento Municipal, I. (s.f.). Guía Técnica para Implementar Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en Guatemala, p. 11. Obtenido de <https://issuu.com/infomgt/docs/aspw>
29. Instituto de Fomento Municipal, I. (s.f.). Normas Generales para Diseño de Alcantarillados, 2001, p. 17-19.

30. Integración de las tecnologías en el taller de instalaciones. (2020). Obtenido de <https://blogsaverros.juntadeandalucia.es/conectandoima/2020/01/31/tuberias-metalicas-y-sistemas-de-union-en-instalaciones/>
31. Jiménez, J. (s.f.). Manual para el Diseño de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, Xalapa, p. 21. Obtenido de <file:///C:/Users/User/Desktop/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>
32. Martínez, O. (2011). Licenciatura. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el Barrio El Centro y sistema de abastecimiento de agua potable para El Barrio La Tejera, Municipio de San Juan Ermita, Departamento de Chiquimula, p. 15-17. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Chiquimula, San Juan Ermita, Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3229_C.pdf
33. Morán, D. (2014). Licenciatura. Diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz, p. 44. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ingeniería, Guatemala. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2014/06/14/Moran-Diego.pdf>
34. Mundial, B. (2020). Agua Residual, De residuo a recurso. Obtenido de https://www.google.com/search?q=reuso+de+las+aguas+residuales&sxsrf=ALeKk01T4B7OuygqxPnL2oDbL62HWCDy1A:1622139386426&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=W1Hvp-JITjYZiM%252CdeIkzAvQ_jylwM%252C_&vet=1&usg=AI4_-kRldDqtTKjYxYFX-AaQNDwynIMczA&sa=X&ved=2ahUKEwiJsZ2Pv

35. Muñoz, M. (s.f.). Múltiplos y Submúltiplos del metro. Obtenido de https://tomi.digital/en/89755/multiplos-y-submultiplos-del-metro?utm_source=google&utm_medium=seo
36. Muñoz, M. (s.f.). Submúltiplos del metro. Obtenido de https://tomi.digital/en/89755/multiplos-y-submultiplos-del-metro?utm_source=google&utm_medium=seo
37. Naturales, M. d. (2015). Reforma del Acuerdo Gubernativo 236-2006 en su artículo 24. Obtenido de http://www.segeplan.gob.gt/downloads/2015/SPOT/Mandatos_y_Normativas/Mandatos/Acuerdo%20Gubernativo%20129-2015.pdf
38. Noyola, A. M. (2013). Selección de Tecnologías para el Tratamiento de Aguas Residuales Municipales, P.p. 17. Obtenido de http://www.pronaturasur.org/web/docs/Tecnologia_Aguas_Residuales.pdf
39. Olmos, R. S. (2003). Aguas en el Ambiente: Muestreo y Análisis, Plaza y Valdéz, S.A. de C.V., México, P.p. 45. Obtenido de https://books.google.com/books/about/El_agua_en_el_medio_ambiente.html?hl=es&id=b8l-xhcHPEYC
40. Orozco, O. (2012). Licenciatura. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y diseño del sistema de alcantarillado sanitario para El Caserío El Carmen, San Pablo, San Marcos, p. 16-19. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, San Marcos, Caserío El Carmen, Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3351_C.pdf

41. Ortega, C. (2004). Licenciatura . Diseño de alcantarillado sanitario para la Aldea El Subinal, Guastatoya, El Progreso, P.p. 18. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería . Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/08/08_0067.pdf
42. Pérez, R. (2013). Diseño y Construcción de alcantarillados sanitarios, pluvial y drenaje en carreteras, Eco Ediciones, Bogotá p. 3-7. Obtenido de <https://books.google.com.gt/books?id=Gtw3DgAAQBAJ&pg=PR6&dq=drenaje+sanitario&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj30-zL45jxAhWQRDABHYvyCk0Q6AEwA3oECAsQA#v=onepage&q=drenaje%20sanitario&f=false>
43. Pinterest. (s.f.). Obtenido de <https://www.pinterest.cl/pin/741827369860174459/>
44. Residuales, R. A. (2006). Acuerdo Gubernativo, 236, P.p. 2. Obtenido de <https://www.ecosistemas.com.gt/wp-content/uploads/2016/04/07-Acuerdo-Gubernativo-236-2006.pdf>
45. Rivas. (2018). Tecnologías de pretratamiento. Obtenido de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-saneamiento-del-sistema/tratamiento-semi/tecnolog%C3%ADas-de-pretratamiento>
46. Rodriguez Juan, G. C. (2016). Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia, Bogotá, P. 2. Obtenido de <file:///C:/Users/User/Desktop/es.pdf>
47. Salud, O. P. (2005). Guías para Tcnologías del Diseño de Alcantarillado, Lima p. 27-30. Obtenido de https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CEPISO~1.PDF

48. Social, M. d. (2008). Manual General del Reglamento de Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos . Obtenido de <https://www.mspas.gob.gt/images/files/saludambiente/regulacionesvigentes/ExcretasyAguasResiduales/AcuerdoMinisterial105-2008.pdf>
49. S.R.L., A. p. (s.f.). Medidas pvc. Obtenido de <https://www.cyvplasticos.com/index.php/medidas-pvc/>
50. Zarza, L. F. (s.f.). iagua. Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-colector-agua>
51. Zarza, L. F. (s.f.). iAgua. Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-colector-agua>

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de investigación y proyectos: dominó.

Problema	Propuesta	Evaluación
<p>1) Efecto o variable dependiente Alto índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, en los últimos cinco años.</p>	<p>4) Objetivo general Reducir el índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa.</p>	<p>15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Indicadores: Al segundo año después de la ejecución del proyecto de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales; se reduce el índice de enfermedades gastrointestinales en un 95%. Verificadores: Encuestas, Reporte del Centro de Atención al Paciente (CAP) de la aldea. Cooperantes o Supuestos: El Centro de Atención al Paciente (CAP) contribuyen con el programa de concientización para los habitantes.</p>
<p>2) Problema central Inadecuado manejo de aguas residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa.</p>	<p>5) Objetivo específico Mejorar el manejo de aguas residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa.</p>	<p>16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Indicadores: Al primer año después de la ejecución del proyecto de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales; se mejora el manejo de las aguas en un 95%. Verificadores: Encuestas, Reporte de visitas de campo, Inauguración del proyecto, Cooperantes o Supuestos: Los habitantes contribuyen con el programa de concientización.</p>
<p>3) Causa principal o variable independiente Falta de propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa.</p>	<p>6) Nombre Proyecto de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa.</p>	
<p>7) Hipótesis “El alto índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, en los últimos cinco años, por el inadecuado manejo de aguas residuales; es debido a la falta de propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de las aguas”.</p>	<p>12) Resultados o productos *Se cuenta con la unidad ejecutora “Municipalidad de Jutiapa, Jutiapa”. * Se dispone del proyecto de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales. * Se dispone del programa de concientización para los habitantes.</p>	
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto 1. ¿Considera que existe alto índice de enfermedades gastrointestinales? Si__ No__ 2. ¿Ha padecido alguna enfermedad gastrointestinal? Si__ No__ si es si ¿Cuál? __</p>	<p>13) Ajuste de costos y tiempo (por separado) (No aplica)</p>	

<p>3. ¿Conoce las causas del padecimiento de enfermedades gastrointestinales? Si_ No_ si es si ¿Cuál? ____</p> <p>Será dirigida a los 11,000 habitantes de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa; Boletas 74, población finita, variable cualitativa (0.5 de P y 0.5 de Q.) Nivel de confianza 90% y error de muestreo 9.5%.</p>	
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>1. ¿Cuenta con el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea El Barreal? Si__ No__ 2. ¿Contempla dentro de su planificación el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de la aldea? Si__ No__ si es si ¿Cuál? ____ 3. ¿Considera prioritario el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de la aldea? Si__ No__</p> <p>Será dirigida a las 22 Autoridades Principales del Departamento Municipal de Planificación (DMP) y Consejo Municipal de Jutiapa, Jutiapa; mediante un censo.</p>	<p>14) Anotaciones, Aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados: El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1: Se cuenta con la unidad ejecutora “Municipalidad de Jutiapa, Jutiapa”. A1 An</p> <p>R2: Se dispone del proyecto de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales. A1 An</p> <p>R3: Se dispone del programa de concientización para los habitantes. A1 An</p>
<p>10) Temas del Marco Teórico</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aguas residuales. 2. Enfermedades gastrointestinales causadas por aguas residuales. 3. Drenaje sanitario. 4. Diseño de drenajes sanitarios. 5. Construcción de drenajes sanitarios. 6. Plantas de tratamientos de aguas residuales. 7. Diseño y construcción de planta de tratamiento. 8. Legislación vigente. 	
<p>11) Justificación:</p> <p>El investigador debe evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas.</p>	

Anexo 2. Árbol de problemas, Hipótesis y Árbol de objetivos.

Árbol de problemas

Tópico. Inadecuado manejo de aguas residuales.

Efecto (Variable Dependiente o Y):



Alto índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, en los últimos cinco años.

Problema Central:



Inadecuado manejo de aguas residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa.

Causa (Variable Independiente o X):



Falta de propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa.

Hipótesis de trabajo: “El alto índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, en los últimos cinco años, por el mal manejo de aguas residuales; es debido a la falta de propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de las aguas”.

¿Será la falta de propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento por el inadecuado manejo de las aguas residuales la causante del alto índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, en los últimos cinco años?

Árbol de objetivos.

Fin u Objetivo General:



Reducir el alto índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa.

Objetivos Específicos:



Mejorar el manejo de aguas residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa

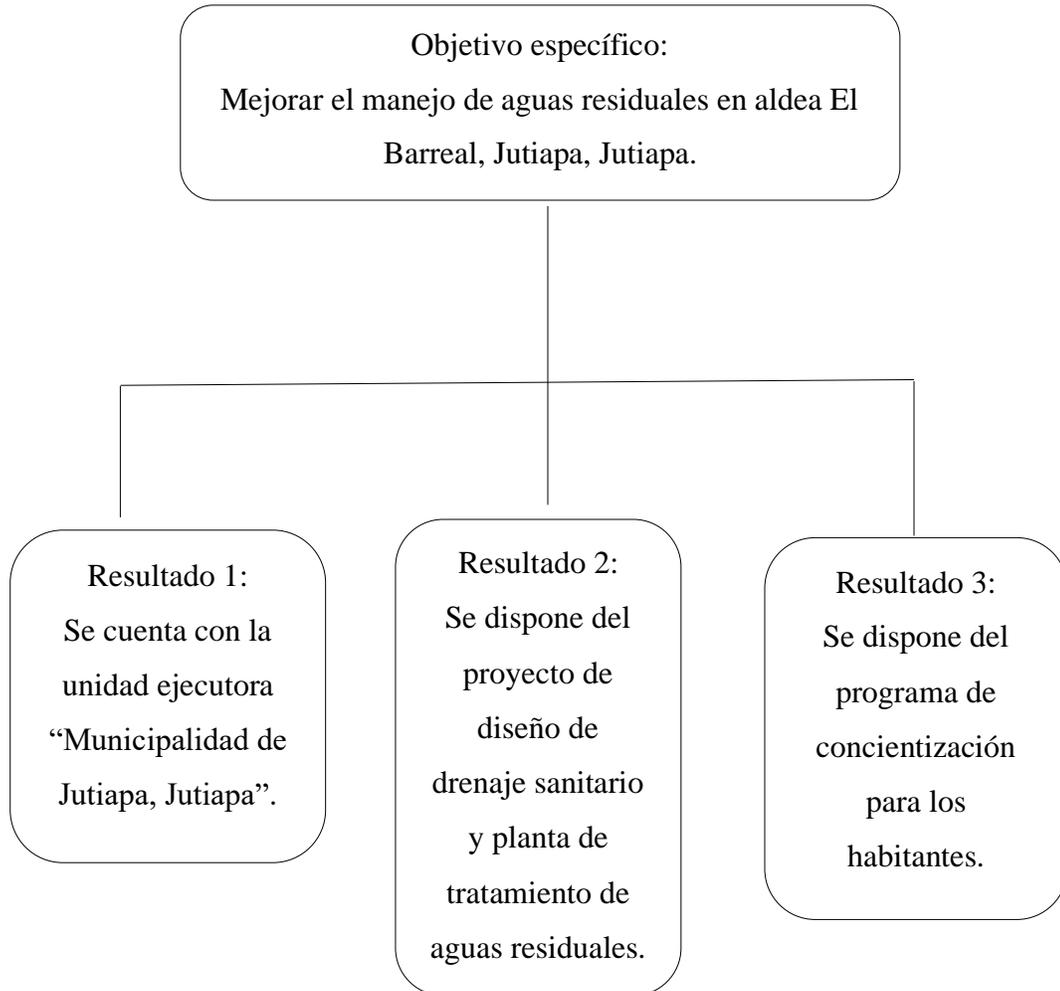
Medio:



Proyecto de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de agua residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa.

Anexo 3. Propuesta para solucionar la problemática.

Diagrama de medio de solución de la problemática.



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

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: **“Alto índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, en los últimos cinco años.”**

Esta boleta está dirigida a los habitantes de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, de acuerdo al tamaño de la muestra que se calculó con el 90% del nivel de confianza y el 9.5% de error de muestreo, por el sistema de población finita cualitativa.

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. ¿Considera que existe alto índice de enfermedades gastrointestinales?

Si_____ No_____

2. ¿Conoce las enfermedades gastrointestinales frecuentes producidas por aguas residuales?

Si___ No___ si es si su respuesta ¿Cuál? _____

3. ¿Ha padecido alguna enfermedad gastrointestinal?

Si___ No___ si es si su respuesta ¿Cuál? _____

4. ¿Conoce las causas del padecimiento de enfermedades gastrointestinales?

Si___ No___ si es si su respuesta ¿Cuál? _____

5. ¿Conoce los efectos de las enfermedades gastrointestinales frecuentes?

Si___ No___ si es si su respuesta ¿Cuál? _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 5. Boleta de Investigación para la comprobación de la causa

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: **“Falta de propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa.”**

Esta boleta censal está dirigida a las Autoridades Municipales del Departamento Municipal de Planificación (DMP) y Consejo Municipal de Jutiapa, Jutiapa.

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. ¿Cuenta con el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de aldea El Barreal?

Si_____ No_____

2. ¿Contempla dentro de su planificación el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de la aldea?

Si_____ No_____

3. ¿Considera prioritario el diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de la aldea?

Si_____ No_____

4. ¿Está de acuerdo en apoyar el diseño y construcción del drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la aldea?

Si _____ No _____

5. ¿Conoce los beneficios del diseño y construcción del drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales?

Si _____ No _____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

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

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Anexo metodológico sobre el cálculo de la muestra

Población finita cualitativa

A continuación, se describe el anexo metodológico para el cálculo de la muestra al 90% del nivel de confianza y el 9.5% de error de muestreo, por el método aleatorio de población finita cualitativa, que fue dirigida a los habitantes de la aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa.

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

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

Donde:

Z = valor tabulado = 1.645

p = Probabilidad de éxito = 0.5

q = Probabilidad de fracaso = 0.5

d = error de muestreo = 0.095

n = tamaño de la muestra = 74

N = población = 11000

Se aclara que se utilizó el 50% del valor de p, debido a que no se contaba con investigaciones previas al respecto; por lo que se supones es la máxima variación en las combinaciones de (p)(q).

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 0.99, lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplificada es la siguiente: $y = a+bx$

Requisito: $+>0.80$ a $+<1$.

Años	X (años)	Y (casos de enfermedades gastrointestinales)	XY	X ²	Y ²
2017	1	150	150	1	22500
2018	2	213	426	4	45369
2019	3	272	816	9	73984
2020	4	315	1260	16	99225
2021	5	375	1875	25	140625
Totales	15	1325	4527	55	381703

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	4527
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	381703

$\sum Y =$	1325
$n \sum XY =$	22635
$\sum X * \sum Y =$	19875
Numerador =	2760
$n \sum X^2 =$	275
$(\sum X)^2 =$	225
$n \sum Y^2 =$	1908515
$(\sum Y)^2 =$	1755625
$n \sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
$n \sum Y^2 - (\sum Y)^2 =$	2720037860
$(n \sum X^2 - (\sum X)^2) * (n \sum Y^2 - (\sum Y)^2) =$	7644500
Denominador:	2764.868894
$r =$	0.998239015

FÓRMULA:

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

Comentario:

Debido a que el coeficiente de correlación $r = 0.99$ se encuentra dentro del rango establecido de $+>0.80$ a $+<1$, se indica que las variables están debidamente correlacionadas Encontrándose en los parámetros requeridos para que sea tomada en cuenta la proyección en línea recta.

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 resaltar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables, el coeficiente de correlación debe oscilar entre $+>0.80$ a $+<1$.

Proyección sin proyecto

Años	X (años)	Y (casos de enfermedades gastrointestinales)	XY	X ²	Y ²
2017	1	150	150	1	22500
2018	2	213	426	4	45369
2019	3	272	816	9	73984
2020	4	315	1260	16	99225
2021	5	375	1875	25	140625
Totales	15	1325	4527	55	381703

n=	5
$\sum X =$	15
$\sum XY =$	4527
$\sum X^2 =$	55
$\sum Y^2 =$	381703

$\sum Y =$	1325
$n \sum XY =$	22635
$\sum X * \sum Y =$	19875
Numerador de b:	2760
Denominador de b:	
$n \sum X^2 =$	275
$(\sum X)^2 =$	225
$n \sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b =	55.2
Numerador de a:	
$\sum Y =$	1325
$b * \sum X =$	828
Numerador de a:	497
a =	99.4

FÓRMULAS:	
	$n \sum XY - \sum X * \sum Y$
b =	_____
	$n \sum X^2 - (\sum X)^2$
	.
FÓRMULAS:	
	$\sum y - b \sum x$
a =	_____
	n

Y =	a		b	X	Casos de enfermedades gastrointestinales
Y = (2022)	99.4	+	55.2	6	431
Y = (2023)	99.4	+	55.2	7	486
Y = (2024)	99.4	+	55.2	8	541
Y = (2005)	99.4	+	55.2	9	596
Y = (2026)	99.4	+	55.2	10	651

Proyección con proyecto:

Año a proyectar	=	Año anterior	-	Porcentaje propuesto	
Y (2022)	=	Y(2021)	-	22%	=
Y (2022)	=	375	-	83	293
Y (2022)	=	293	Casos de enfermedades gastrointestinales		

Y (2023)	=	Y(2022)	-	17%	=
Y (2023)	=	293	-	50	243
Y (2023)	=	243	Casos de enfermedades gastrointestinales		

Y (2024)	=	Y(2023)	-	13%	=
Y (2024)	=	243	-	32	211
Y (2024)	=	211	Casos de enfermedades gastrointestinales		

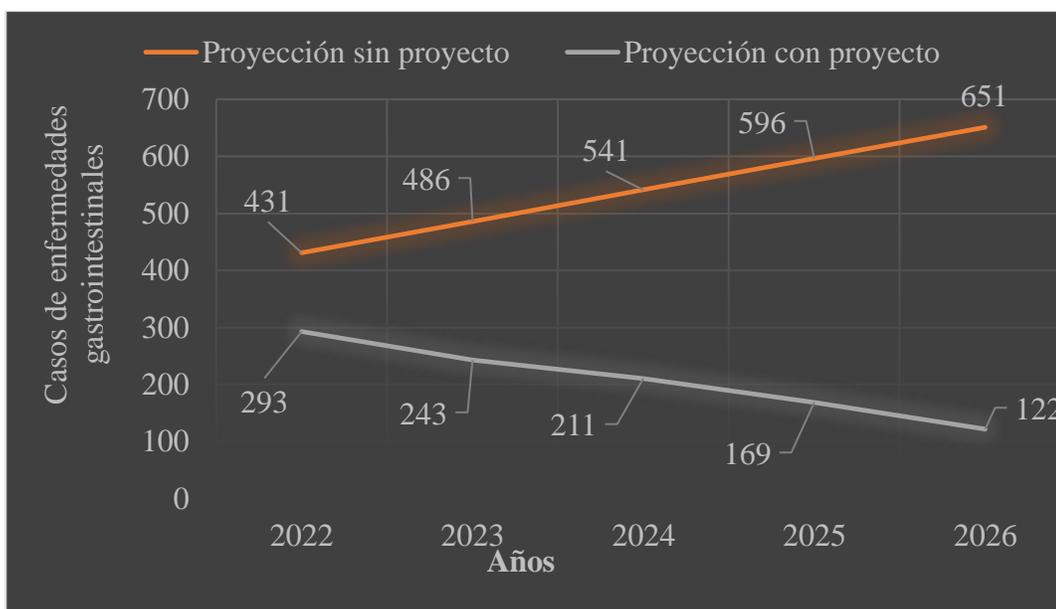
Y (2025)	=	Y(2024)	-	20%	=
Y (2025)	=	211	-	42	169
Y (2025)	=	169	Casos de enfermedades gastrointestinales		

Y (2026)	=	Y(2025)	-	28%	=
Y (2026)	=	169	-	47	122
Y (2026)	=	122	Casos de enfermedades gastrointestinales		

Cuadro comparativo sin y con proyecto:

Años	Proyección sin proyecto de casos de enfermedades gastrointestinales.	Proyección con proyecto de casos de enfermedades gastrointestinales.
2022	431	293
2023	486	243
2024	514	211
2025	596	169
2026	651	122

Gráfica comparativa de la problemática con proyecto y sin proyecto:



Comentario: Como se observa en la gráfica comparativa, de realizarse el proyecto para el año 2026 se podría reducir a 122 casos de habitantes con alguna enfermedad gastrointestinal en la aldea, lo contrario con 651 casos de no realizarse, en la gráfica se puede evaluar el impacto que tendría el ejecutar el proyecto de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa.

Oscar Mauricio Vásquez Ramírez

TOMO II

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE SANITARIO Y
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE ALDEA EL
BARREAL, JUTIAPA, JUTIAPA.



Asesor General Metodológico:
Ingeniero Agrónomo Juan Pablo Gramajo Pineda

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, agosto del 2,022

Informe final de graduación.

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE SANITARIO Y
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE ALDEA EL
BARREAL, JUTIAPA, JUTIAPA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Oscar Mauricio Vásquez Ramírez

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, agosto del 2,022

Informe final de graduación

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE SANITARIO Y
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE ALDEA EL
BARREAL, JUTIAPA, JUTIAPA.



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, agosto del 2,022

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

Prólogo

Esta tesis presenta la propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, con el fin de mejorar las condiciones sanitarias de los habitantes de dicha aldea, debido a que la falta de dicha propuesta provoca enfermedades gastrointestinales recurrentes, la mayoría de habitantes desconocen las consecuencias graves de estas.

Además de la problemática de saturación de agua residual en las calles por la falta de drenaje sanitario, ha provocado deslizamientos de vehículos y que sea intransitable para la población, debido a que es de terracería.

Como estudiante, previo a optar al título de Licenciatura en Ingeniería Civil con Énfasis en Construcciones Rurales, de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Programa de Graduación de la Universidad Rural de Guatemala, esta propuesta será presentada a las autoridades universitarias, que estén a cargo de dicho programa.

El motivo antes mencionado de la problemática fue lo que conllevó a realizar esta investigación, así mismo encontrarle una solución, con este proyecto se reducirá en gran número dichas enfermedades, y se espera el apoyo por parte del Centro de Atención al Paciente (C.A.P.), para una futura concientización a los habitantes de la aldea, sobre la higiene personal, manejo de los desechos sólidos, y prevención de enfermedades gastrointestinales.

Los habitantes de la aldea deberán cumplir con los protocolos establecidos y mantenerlos para una pronta reducción de las enfermedades gastrointestinales.

La ejecución de esta propuesta será de gran beneficio para los habitantes de la aldea en varios aspectos, las Autoridades Municipales serán las encargadas de llevarlo a cabo junto con las Autoridades de la Dirección Municipal de Planeación (D.M.P.)

Presentación

La presente investigación denominada: Proyecto de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, se desarrolló previo a optar al título de Licenciatura en Ingeniería Civil con Énfasis en Construcciones Rurales, en cumplimiento a los lineamientos que establece el Programa de Graduación de la Universidad Rural de Guatemala, la cual fue realizada en aldea El Barreal, municipio y departamento de Jutiapa.

Con el fin de dar a conocer la problemática existente por la falta de un drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, las enfermedades gastrointestinales causadas por el mal manejo de estas, y el interés de las Autoridades Municipales por poner en marcha la propuesta presentada en esta investigación para erradicar el alto porcentaje de la contaminación del medio ambiente en el menor tiempo posible, se realizó esta investigación.

La aceptación y ejecución de esta propuesta traerá desarrollo y beneficios a los habitantes de la aldea, por mencionar alguno: seguridad de tener el servicio sanitario dentro de sus viviendas y no en letrinas que por lo general son construidas en la parte más lejana de los terrenos, donde aparte de no contar con un adecuado sistema de drenaje para la evacuación de los sólidos, se exponen a que sean intersectados por alguna persona ajena a la familia.

Con la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales, se reducirá grandemente la contaminación de los ríos existentes en dicha aldea, porque el agua residual que en ellos se depositaba, recibirá un adecuado proceso de descontaminación, y el agua resultante podrá ser reutilizada en terrenos que contengan siembras de diferentes granos básicos, frutas, vegetales, entre otros.

Índice

No.	Contenido	Página
I.	RESUMEN.....	01
II.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	14
	ANEXOS	

I. RESUMEN

El presente tomo II se trata de un breve resumen de la problemática planteada en la propuesta de esta investigación, la cual consiste en la inexistencia de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, y las enfermedades gastrointestinales derivadas de este.

Como planteamiento del problema se tiene lo siguiente:

El agua residual y sanitaria no tienen un proceso de descontaminación por la falta de una planta de tratamiento, por tal motivo no le pueden dar un reusó, que sería beneficioso para los habitantes de la aldea que se dedican a la agricultura, Jutiapa se encuentra ubicada en la región Oriente del país de Guatemala, la cual es denominada corredor seco por sus altas temperaturas en época de verano, y su mayor problema ha sido el agua, ya que no se encuentra en cualquier lugar.

El alto índice de enfermedades gastrointestinales, se debe a que en la aldea no existe un sistema de drenaje sanitario ni cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, y por ende no existe una evacuación adecuada de las aguas negras y residuales.

Por la falta de drenaje sanitario existe un mal manejo de las aguas de desecho, que desembocan en su mayoría directamente en la calle principal de la aldea, esto a su vez produce contaminación ambiental, debido a los malos olores que provienen de dichas aguas.

En los registros municipales, se comprueba que no existe una propuesta previa a esta investigación para darle solución a la problemática planteada, las corporaciones municipales anteriores no se preocuparon por este tema.

La investigación presentada sobre la inexistencia de la construcción del drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, se basa en el incremento que existe cada año de las enfermedades gastrointestinales y por la falta de la propuesta planteada, por la falta de interés de las Autoridades Municipales y por el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), en darle una solución adecuada a esta problemática.

Hipótesis:

Para la investigación de campo realizada en la aldea, se presentan dos tipos de hipótesis, siendo estas: la causal y la interrogativa, las cuales se desarrollan a continuación:

“El alto índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, en los últimos cinco años, por el mal manejo de aguas residuales; es debido a la falta de propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de las aguas”.

¿Es por la falta de propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento la causa del inadecuado manejo de las aguas residuales y alto índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, en los últimos cinco años?

Objetivos:

Con esta fase se plantean las metas de la investigación y se miden los resultados obtenidos, los objetivos son: general y específico, el objetivo general es el que soluciona el problema planteado en el trabajo de investigación, los específicos, son los objetivos de cada estrategia, pueden ser medibles y concretos, a un aspecto de la investigación; a continuación, se describen los objetivos descritos anteriormente en esta propuesta:

General:

Reducir el alto índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa.

Específico:

Mejorar el manejo de aguas residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa.

Justificación:

Cabe resaltar que es sumamente difícil por parte de los habitantes de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, el mantener una buena salud sino se cuenta con los medios adecuados para la evacuación de las aguas negras de las viviendas.

La problemática planteada en esta investigación se trata del alto índice de las enfermedades gastrointestinales producidas por las aguas residuales y la falta de una planta de tratamiento para su reúso, por lo tanto, mientras no se cuente con la infraestructura adecuada, las enfermedades no se reducirán.

Al contar con un drenaje sanitario para la correcta evacuación de las aguas residuales y la planta de tratamiento, no sólo se reducirá un alto índice de las enfermedades gastrointestinales y contaminación del medio ambiente, sino que el agua residual que será adecuadamente tratada, podrá ser utilizada por los agricultores en sus cosechas.

Sin la aceptación de la propuesta planteada, el número de enfermedades gastrointestinales producidas por las aguas residuales seguirá en aumento, datos estadísticos obtenidos del Centro de Salud de Jutiapa, Jutiapa, detallan que en el año 2,017 la cantidad de enfermedades gastrointestinales en la aldea fue de 150, con la ecuación de la línea recta se usa la fórmula $y = a+bx$, se obtuvieron los siguientes datos de no realizarse el proyecto: para el año 2,024 se estiman 514 casos y para el año 2,026 se estiman 651 casos.

Con la implementación de la propuesta a la problemática planteada, se reducirá en gran número las enfermedades gastrointestinales en los habitantes, datos obtenidos con proyección utilizada por el encuestador para el año 2,026 disminuirían a 122.

Metodología:

Los métodos y técnicas exponen a continuación:

Métodos:

Para poder encontrar el problema central, efecto y causa de la problemática planteada, se hizo una visita de campo previa a la presentación del trabajo de investigación y se entrevistó a algunos miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), y a habitantes de la aldea que se han visto afectados en su salud a causa del mal manejo de las aguas residuales.

Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue método deductivo, el cual se apoyó con el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, los cuales se encuentran en los anexos de este documento.

Para que la hipótesis pudiera ser comprobada, se utilizó el método inductivo, el cual se apoyó en tres métodos, los cuales son: estadístico, análisis y síntesis.

Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis

Existen algunos métodos utilizados en este documento para la formulación de la hipótesis, el principal fue el deductivo, el cual permitió conocer e identificar aspectos generales de la problemática planteada en esta investigación en los habitantes intervenidos de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, a este efecto se describen las técnicas utilizadas, las cuales se especifican a continuación, seguido de esto se procedió a formular la hipótesis.

a. Método deductivo:

Este método consiste en usar la lógica para obtener un resultado, la premisa de un argumento deductivo, por lo general, es una ley, regla o principio, que será aceptado como verdad.

b. Método del marco lógico:

A través de él se apoyan los procesos de la gestión de proyectos, facilita el proceso de conceptualización, diseño y ejecución, y se encuentra centrado en la orientación, este método permitió encontrar la variable dependiente e independiente.

c. Lluvia de ideas:

Con esta técnica, se analizó la problemática existente en la aldea, se estableció cuál es el problema central, el efecto y la causa de no implementar el drenaje sanitario y la planta de tratamiento de aguas residuales.

d. Observación directa.

Esta técnica se utilizó directamente en el área geográfica que corresponde a aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, a cuyo efecto, se observó la forma en que los habitantes están en constante contacto con las aguas residuales que se drenan a las calles por la falta de un drenaje sanitario.

e. Investigación documental:

Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se contaba con documentación que sirviera de soporte para determinar las enfermedades gastrointestinales en los últimos cinco años, a fin de no duplicar esfuerzos en la realización de la investigación desarrollada, los documentos citados se especifican en la bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

f. Entrevista:

Una vez formada la idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a los habitantes de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, y a las Autoridades Municipales, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Con una visión más clara sobre la problemática de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, 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 capítulo tres.

La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “El alto índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, en los últimos cinco años, por el mal manejo de aguas residuales; es debido a la falta de propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de las aguas”.

Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

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

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

a. Método inductivo:

Trabaja a través de generalizaciones amplias, como de base, observaciones específicas, sigue una serie de pasos que comienza por la observación de los hechos, registrándolos y analizándolos, luego clasifica esta información, establece patrones para dar una explicación.

b. Encuesta:

Previo a desarrollar la encuesta, se procedió al diseño de la boleta de investigación, con el propósito de comprobar la variable dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada.

Las boletas, previo a ser aplicadas a la población objetivo, (Autoridades Municipales y habitantes de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa), sufrió un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicadas.

c. Censo:

Trabaja sobre la población total, que en este trabajo de investigación, se denominan a las veintidós Autoridades Municipales, integradas por el Consejo Municipal y Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.), debido a que no superan la población mínima para ser efectuada una entrevista, con 100% de nivel de confianza y 0% de nivel de error.

d. Determinación de la población a investigar:

En atención a este tema, el investigador decidió utilizar muestreo estadístico, ya que la población de aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, está constituida por once mil habitantes, por lo que, para obtener información más confiable, se encuestó a setenta y cuatro habitantes por medio de boletas, con lo que se obtiene el nivel de confianza, en este caso es del 90% y el error de muestreo es de 9.5%.

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

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

Técnicas:

Entre las técnicas utilizadas y presentadas en el presente trabajo de investigación están las siguientes:

a. Coeficiente de correlación:

Es un indicador estadístico que nos indica el grado de correlación entre dos variables. En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.99. Es importante destacar que para que se considere el comportamiento lineal de dos variables el coeficiente de correlación debe estar entre el siguiente rango: $+ > 0.80$ a $+ < 1$.

b. Proyección Lineal:

Esta demuestra un aumento en las enfermedades gastrointestinales de los habitantes de aldea el Barreal, se utilizó con la finalidad de proyectar a futuro el aumento de los casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de aldea El Barreal Jutiapa, Jutiapa, sino se ejecuta el proyecto en el año 2,022 se estimarían 375 casos, con la ejecución, para el año 2,026 se reducirían a 122.

Descripción de los Resultados:

Municipalidad de Jutiapa:

La Municipalidad de Jutiapa se encuentra ubicada en el centro del Municipio de Jutiapa, Departamento de Jutiapa, a media cuadra del parque central, en la calle quince de septiembre.

Es una entidad totalmente autónoma, es decir tiene su propio reglamento municipal, este es válido únicamente dentro del perímetro del Municipio de Jutiapa.

Está conformada por un Consejo Municipal, quienes son los que velan por la aprobación o improbación de los diferentes proyectos de infraestructura, entre otros, que sean de conveniencia para la población.

Los fondos provienen del Estado de Guatemala, quienes hacen aportes mensualmente, arbitrios que cobran diariamente, regalías de la empresa eléctrica, estos sirven para cubrir los diferentes gastos que tenga la entidad, como pagos de electricidad, teléfonos, sueldos de empleados, entre otros.

La oficina encargada de la planificación y supervisión de los diferentes proyectos a ejecutarse es: Departamento Municipal de Planificación (D.M.P.).

Cuenta con un departamento de aguas, el cual vela por la correcta distribución del líquido a toda la población en general, un departamento de recursos humanos, donde es entregada toda documentación requerida para nuevos contratos laborales, departamento de recaudación, es el encargado de los cobros de servicios básicos prestados a la población en general por la institución, también la Policía Municipal de Transito es dependiente de la Municipalidad, entre otros.

Drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales:

Para que un drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales sean funcionales para una comunidad o municipio, se debe llevar a cabo ciertas investigaciones previas a hacer el diseño final para su aprobación.

Se debe realizar la topografía del terreno por donde pasará la tubería de drenaje sanitario que conducirá las aguas negras y residuales hacia la planta de tratamiento.

Determinar la tubería a utilizar (sea de pvc o, concreto o HG), esto depende de las condiciones del terreno donde se vaya a realizar el proyecto antes mencionado para que su funcionalidad sea la adecuada durante el tiempo mínimo establecido en las normas del INFOM.

Se debe tener en cuenta que la pendiente de colocación de la tubería de drenaje sanitario sea la óptima para que las aguas negras y residuales no se regresen o se queden estancadas y así produzcan taponamiento y empozamiento de los sólidos.

La planta de tratamiento debe ser construida en un terreno que permita que los sólidos, jabones de las aguas residuales, lleguen a ella de forma gravitacional, está conformada por una zona de entrada, un desarenador, una zona de sedimentación, zona de salida y en algunos casos cuenta también con un patio de secado de lodos.

Concientización:

Se trata de crear conciencia entre los habitantes de una comunidad, aldea o población, sobre algún tema en específico que aqueje al lugar donde estos residen.

Una concientización puede ser realizada por cualquier entidad de Gobierno.

Específicamente para este trabajo de investigación, se requeriría la concientización de los habitantes de aldea El barreal, Jutiapa, Jutiapa, sobre el tema de las enfermedades gastrointestinales producidas por aguas residuales al Centro de Atención al Paciente (C.A.P.), que es una dependencia del Centro de Salud.

Para realizar una concientización cualquiera que sea, los capacitadores del C.A.P., previamente deben realizar un estudio de la problemática, y, a su vez, prepararse con el diferente material ilustrativo, visual o audiovisual que ellos consideren pertinente, en el sentido de que la población entienda mejor el tema expuesto.

Anexos:

Por medio del trabajo de campo que se realizó a través del método de encuesta poblacional y Municipal, se comprueba gráficamente la hipótesis del tema propuesto para este trabajo de investigación.

El orden de los anexos es el siguiente:

Anexo 1: Modelo de investigación y proyectos: Dominó.

Es una técnica donde se presenta el problema central, efecto, causa, hipótesis, objetivo general, objetivo específico, medios de solución y sus resultados, temas del marco teórico, nombre de la propuesta, preguntas clave para comprobar el efecto y causa, indicadores y verificadores, es un método único creado para facilitar la elaboración del trabajo de graduación.

Anexo 2: Árbol de problemas. Hipótesis y Árbol de objetivos

En el diagrama de árbol de problemas se identifica el efecto (variable dependiente o Y), el problema central, la causa (variable independiente o X), así como la hipótesis causal y la hipótesis interrogativa, en este diagrama es donde encontramos la problemática que afecta a la población objeto de investigación.

En el diagrama de árbol de objetivos se identifica el objetivo general, objetivo específico y el medio para la solución.

Anexo 3. Diagrama de medio de solución de la problemática:

Con su objetivo específico siguiente: Mejorar el manejo de las aguas residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, con sus tres resultados.

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

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: “Alto índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, en los últimos cinco años”.

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

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: “Falta de propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa”:

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

Para obtener el número de la población se realizó el cálculo en la formula correspondiente.

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

En este anexo se tabulan el número de casos de enfermedades gastrointestinales en los últimos cinco años, así mismo se está dentro del rango establecido que determina que si es posible la realización de la propuesta.

Anexo 8: Anexo metodológico de la proyección.

En este anexo se presentan los datos de como estarán las enfermedades gastrointestinales si se realiza o no la propuesta planteada con su respectiva gráfica comparativa.

Anexos del tomo II

El contenido del tomo II, es un resumen sistemático del tomo I, contiene los siguientes anexos:

Anexo 1: Propuesta para solucionar la problemática.

Contenido a encontrar: objetivo específico, resultado 1, resultado2, resultado 3 y el desarrollo de los mismos.

Anexo 2: matriz de la estructura lógica,

Instrumento que sirve para evaluar el cumplimiento de los objetivos después de desarrollada la propuesta.

Anexo 3: juego de planos de construcción.

Donde se detallan los diferentes planos que se utilizarán en la construcción del drenaje sanitario y planta de tratamiento, los cuales son: perfil del tramo 1, perfil del tramo 2, detalles de pozo de visita, detalle de tubo perforado, detalle de rejilla, planta de instalaciones hidráulicas, planta de estructuras, planta de recirculación, detalle de tapa de pozo.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

II.1. Conclusión:

A continuación, se detalla la conclusión principal que se deriva del trabajo de investigación detallado anteriormente:

Se comprobó la hipótesis siguiente: “El alto índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, en los últimos cinco años, por el mal manejo de aguas residuales; es debido a la falta de propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de las aguas”, con un nivel de confianza del 90% y 9.5% de error de muestreo.

II.2. Recomendación:

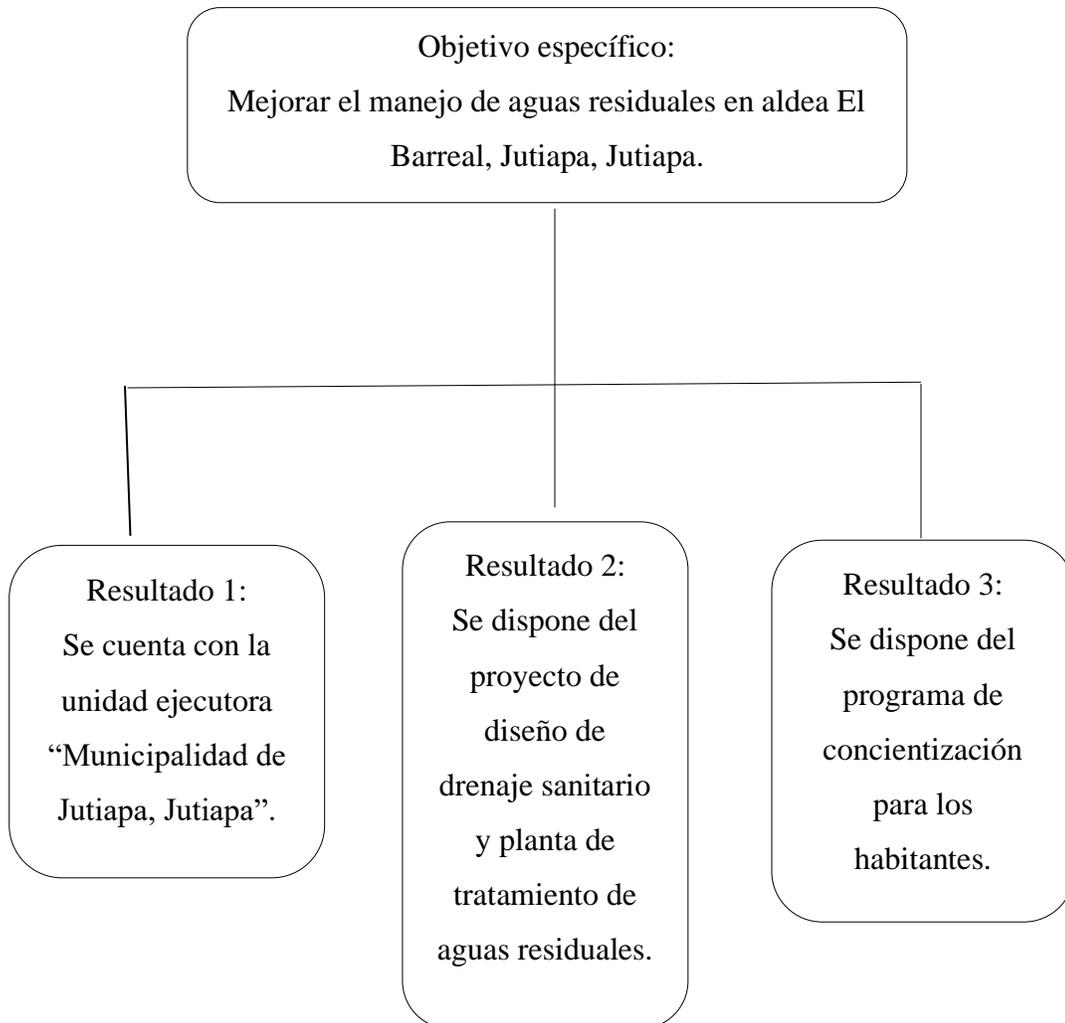
Después de haber realizado la investigación del tema y haber comprobado la problemática de la población, se detalla la recomendación principal:

Implementar la propuesta de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en la aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, para la reducción de las enfermedades gastrointestinales y mejorar la salud de los habitantes.

ANEXOS

Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática.

Diagrama de medio de solución de la problemática



Con la unidad ejecutora al frente en la realización de la propuesta planteada, con esta aceptada y un óptimo programa de concientización a los habitantes de la aldea, en los próximos años será notable el decremento de las enfermedades gastrointestinales que los afectan.

Resultado 1. Se cuenta con la unidad ejecutora: “Municipalidad de Jutiapa, Jutiapa”.

Actividad 1: Presentación de la propuesta.

En esta actividad se presentará la propuesta planteada en el presente trabajo de investigación a los miembros del Honorable Consejo Municipal y Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Jutiapa, Jutiapa, por medio de una exposición sobre la construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, las enfermedades gastrointestinales causadas por el mal manejo de las aguas residuales por la falta de este.

Actividad 2: Análisis de la propuesta por parte del Consejo Municipal.

Los miembros del Honorable Consejo Municipal, conformado por el Alcalde Municipal, Concejales, Síndicos, de la Municipalidad de Jutiapa, Jutiapa, someterán a evaluación y análisis la propuesta planteada previo a su aprobación técnica y financiera, junto con las Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.) discutirán los requisitos técnicos que deberán cumplir las empresas constructoras que mostrarán interés en la ejecución del proyecto.

Actividad 3: Aprobación del presupuesto por parte del Consejo Municipal.

Con el informe técnico que realizaron las Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.), donde especifican planos del proyecto, bases para el concurso y precio techo del proyecto, en reunión de Consejo Municipal se aprueba el presupuesto para su ejecución.

Actividad 4: Subir concurso al sistema Guatecompras.

Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.), después de haber sido aprobado el presupuesto por parte del Honorable Consejo Municipal, proceden a realizar los trámites correspondientes para colocar el concurso en el portal de Guatecompras, donde podrá ser consultado por las empresas constructoras oferentes.

Actividad 5: Adjudicación del evento a empresa constructora.

En esta etapa, posterior a que las empresas constructoras presentaran su muestra de interés en la ejecución del proyecto, Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.) proceden a la evaluación de la oferta técnica, donde tendrán que cumplir con todos los requisitos establecidos en las bases del concurso, y oferta económica de cada oferente, previo a anunciar la empresa constructora ganadora.

Actividad 6: Ejecución del proyecto.

La empresa constructora que resultare ganadora en el evento apertura de plicas, se trasladará al lugar donde se ejecutará el proyecto, se construye un campamento permanente por el tiempo contractual contratado, donde será construida una bodega para almacenamiento de los materiales, herramientas, maquinarias, entre otros, que serán utilizados en la ejecución del proyecto, deberá estar lo más cerca posible para que no existan atrasados.

Actividad 7: Supervisión del proyecto.

La Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.), a través de su departamento técnico, realizará visitas de campo periódicas al proyecto, esto con el fin de garantizar la buena ejecución, calidad de los materiales, que se cumplan todas las especificaciones técnicas descritas en las bases del concurso y que se cumplan todos los estándares de calidad para garantizar la durabilidad y funcionalidad el proyecto.

Actividad 8: Terminación del proyecto.

Con el tiempo contractual terminado, todos y cada uno de los trabajos concluidos por parte de la empresa ejecutora del proyecto, se procede por parte del departamento técnico de la Dirección Municipal de Planificación, junto con el Ingeniero Civil residente de parte de la empresa constructora, a realizar una última supervisión al proyecto, esto con el fin de garantizar el trabajo realizado, previo a la redacción del acta de recepción de obra.

Actividad 9: Inauguración del proyecto.

Las Autoridades Municipales, Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.), Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), reunidos en un acto protocolario, dirigido a los habitantes de la aldea, harán entrega del proyecto finalizado, efectuarán una prueba del proyecto y procederán a la inauguración del mismo.

Resultado 2: Se dispone del proyecto de diseño de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales.

Actividad 1: Topografía.

Se realiza previo al diseño de planos, en el levantamiento topográfico se especifica por donde estará el paso de la tubería de drenaje sanitario a través de lo largo de la aldea, para que sean transportados los sólidos, el agua residual, por medio del drenaje sanitario domiciliar, agua de lluvia recolectada a través de las rejillas y reposaderas, hacia la planta de tratamiento por gravedad, también indicará donde se darán los cambios de dirección de la tubería para que sean construidos los pozos de visita, utilizados para esta propuesta.

En topografía se utilizan dos tipos de direcciones denominadas: rumbos y azimut, las cuales se describen a continuación:

Rumbos:

Es la dirección que tomamos o en la que nos movemos en el plano cartesiano, en topografía, cuando medimos un ángulo no puede ser mayor a 90^0 y se debe acompañar con la letra N o S (norte o sur), posteriormente le asignamos el valor y le acompañamos con la letra E o W (este y oeste), donde nos ubicaría si nos encontramos en el Noreste, Sureste, Noroeste, Suroeste.

Azimut:

Su valor puede ser de 0^0 hasta los 360^0 , siempre se mide en sentido a las agujas del reloj y a partir del norte, este sistema nos permite calcular la posición en la que nos encontramos.

También es importante conocer acerca de estos dos temas esenciales en topografía:

Planimetría:

Procedimiento para la toma de datos en campo, que nos permitan proyectar sobre un plano horizontal la forma del terreno, aspectos naturales o producidos por el hombre.

Altimetría:

Donde se determina la altura de los diferentes puntos del terreno que se han de trabajar, usualmente se compara con la altura del nivel sobre el mar, la diferencia con la planimetría es que esta mide la altura del terreno.

Agrimensura:

Determina la superficie de los terrenos por medio de procedimientos gráficos, mecánicos y analíticos.

Taquimetría:

Donde se combina el levantamiento planimétrico y altimétrico.

Actividad 2: Aprobación del terreno para planta de tratamiento.

Este será aprobado por las Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.) con el fin de que sea un terreno adecuado para que la planta trabaje en un cien por ciento, que todo lo transportado por la tubería llegue a ella por gravedad, y que, si esta contempla un patio de secado de lodos, el terreno cuente con una buena entrada de luz solar.

Es recomendable sea un terreno alejado de algún río, laguna, entre otros, para evitar contaminación por filtración futura en alguna tubería de conexión cercana a la planta de tratamiento filtración en alguna de las paredes de la misma, mientras no es tratada adecuadamente.

Actividad 3: Diseño de planos.

Se diseñarán con los datos obtenidos del levantamiento topográfico realizado en la aldea los siguientes planos: perfil del tramo 1, perfil del tramo 2, detalles de pozo de visita, detalle de tubo perforado, detalle de rejilla, planta de instalaciones hidráulicas, planta de estructuras, planta de recirculación, detalle de tapa de pozo.

Actividad 4: Inicio del proyecto.

Después de haber concluido con el proceso administrativo por las Autoridades de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.), aprobación de los fondos para la ejecución del proyecto por las Autoridades Municipales, adjudicación del proyecto, firma del contrato y firma del acta de inicio a la empresa constructora, se procede a dar inicio a la ejecución del proyecto.

Actividad 5: Zanqueo para colocación de tubería y candelas domiciliarias.

Esta actividad se realiza a lo largo del tramo donde será colocada la tubería de drenaje sanitario que conectará a los usuarios con la planta de tratamiento de aguas residuales, deberá cumplir con el ancho y profundidad descritos en las especificaciones técnicas para el proyecto.

Generalmente el ancho de las zanjas oscila entre 75 y 80 cms a lo largo de todo el tramo, con una profundidad que iniciará con pocos centímetros, a lo largo del tramo no deberá ser mayor a los 2 metros, porque el sistema de drenaje sanitario trabaja a gravedad, el tubo deberá ser colocado lo más centrado posible dentro de la zanja y luego se procederá a fijarlo con la misma tierra extraída para evitar su movilidad.

Se debe tomar en cuenta la recomendación siguiente: para evitar que la tubería pvc de drenaje sanitario se fisure por la vibración de la bailarina o vibrocompactador, la zanja debe tener la suficiente profundidad, y contar con la suficiente cantidad de tierra que la cubrirá.

Existen varios tipos de zanjeo, entre estos:

Zanja estrecha:

Donde es colocado un tubo pvc conductor de agua o drenaje pluvial, usualmente usada en el sistema de riego de siembras de verduras, hortalizas, entre otros, no debe ser demasiado estrecha, pues para el acomodo de la tubería se utiliza tierra existente.

Zanja terraplén:

La tubería es colocada en el fondo de la zanja, para fijarla se coloca por encima un terraplén y posteriormente se procede a su compactación.

Zanja de corona:

Son construidas sobre taludes, su función es la recolección del agua de lluvia, y evita que esta ingrese al talud.

Actividad 6: Construcción de pozos de visita.

Serán construidos de acuerdo a las especificaciones técnicas para el proyecto, se utilizan a lo largo del tramo donde será colocada la tubería de drenaje sanitario, en cada cambio de dirección que exista y en cada cambio de diámetro que sea requerido.

El pozo de visita que se presenta en esta propuesta, será de ladrillo, pegado con mampostería, en la parte inferior será más ancho que en la parte superior, esto debido a las características de estos pozos, en la parte superior se le colocará un cincho o brocal y su respectiva tapadera, ambos fabricados de concreto.

Par la construcción de los pozos de visita, se comenzará con un agujero circular, de forma general, este tipo de pozo son de un metro con quince centímetros de profundidad, un metro de altura de la base fundida en el lugar, y quince centímetros de cimient fundido, el levantado comenzará con un diámetro de un metro hasta la mitad, posteriormente se reducirá para que en la parte superior termine con un diámetro de sesenta centímetros.

La tapadera como el brocal, serán construidos con varillas de ½” y varilla de ¼”, en sentido horizontal como en sentido vertical, fundido con concreto.

Los pozos de visita son utilizados para la recolección de agua de drenaje sanitario y agua de lluvia, en cambios de direcciones de tubería, en cambio de diámetro de tubería, no deben ser construidos a más de cien metros lineales entre ellos, debido a que si es mayor la distancia podría ocasionar mala distribución de los sólidos.

Actividad 7: Construcción de planta de tratamiento.

Se construirá de acuerdo a las especificaciones técnicas descritas en las bases del concurso por parte de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.), cabe resaltar que existen diferentes tipos de plantas para cada necesidad de la población.

La planta de tratamiento propuesta tiene las características siguientes:

La entrada de la planta donde se conectará la tubería que conduce las aguas residuales a lo largo del tramo, tendrá el diámetro requerido a manera que estos se conecten eficientemente y no exista alguna filtración de agua.

Se dispone de dos rejillas metálicas, las cuales serán utilizadas para la verificación de que no exista obstrucción por parte de algún solido o basura inorgánica que impida el buen funcionamiento de la planta.

La losa y las paredes serán de concreto armado, el espesor será indicado en las bases de contratación al igual que el tipo de hierro, número, grado, entre otros, se tiene una tubería de ventilación, esto con el fin de evitar que, si la planta llegare a trabajar a su máxima capacidad, exista algún taponamiento por la falta de aire y por la presión que el tanque lleno haría.

El patio de lodos, es donde se depositarán los sólidos recogidos en el proceso de sedimentación, donde por medio del sistema aeróbico el cual por medio de bacterias utiliza oxígeno para el secado.

Se dispondrá de tres bombas de sumidero para extraer los sólidos hacia el patio de secado de lodos, las cuales serán de medio caballo de fuerza., debido a que, si se colocan de más potencia, podrían romper las tuberías de conducción. Serán colocadas quince tapaderas de metal, distribuidas en toda la losa de la planta de tratamiento, las cuales serán construidas con varillas de media pulgada y tubo de media pulgada, marco angular de dos pulgadas.

El sistema eléctrico, con el que funcionará la planta de tratamiento, contará con tres bombas de sumidero para la evacuación de los sólidos que fueron separados en el proceso de sedimentación hacia el patio de lodos, donde serán procesados por el sistema aeróbico, se construirá una caseta de máquinas, donde se colocara el generador que trabaja con gasolina, con el suficiente caballaje para cumplir con su trabajo, se colocará un tablero con tres flipones, los cuales serán utilizados por las bombas de sumidero, se coloca por separado, debido a que si alguno fallara aun trabajan dos.

El tanque rafa descrito en esta propuesta, es el encargado de la separación de la materia resultante del proceso de separación de solidos con el agua residual, y el gas que se produce dentro de la planta de tratamiento.

La tubería para el tanque será de 6” de diámetro, con perforaciones de una 1”.

Resultado 3: Se dispone del programa de concientización para los habitantes.

Actividad 1: Programa de concientización.

Esta actividad será realizada por el Centro de Atención al Paciente (C.A.P.), dirigida a los habitantes de la aldea, donde se les hará conciencia de la importancia de mantener una buena higiene personal, mantener el adecuado funcionamiento del drenaje sanitario, no lanzar objetos que puedan obstruir el paso de los sólidos, y hacer uso del mismo, si se desea una pronta reducción de las enfermedades gastrointestinales.

Actividad 2: Plan educacional sobre enfermedades gastrointestinales.

Para esta actividad, el Centro de Atención al Paciente (C.A.P.) contará con estrategias para que la información transmitida a los habitantes de la aldea, sea asimilada de una forma clara y precisa, y no existan mayores dudas sobre cómo mantener una buena higiene personal.

Actividad 3: Campaña de capacitación.

El Centro de Atención al Paciente (C.A.P.) hará campañas dirigidas a los habitantes de la aldea de forma periódica, a través de unidades móviles, anuncios de radio y televisión, volantes, entre otros.

Anexo 2: Matriz de la estructura lógica.

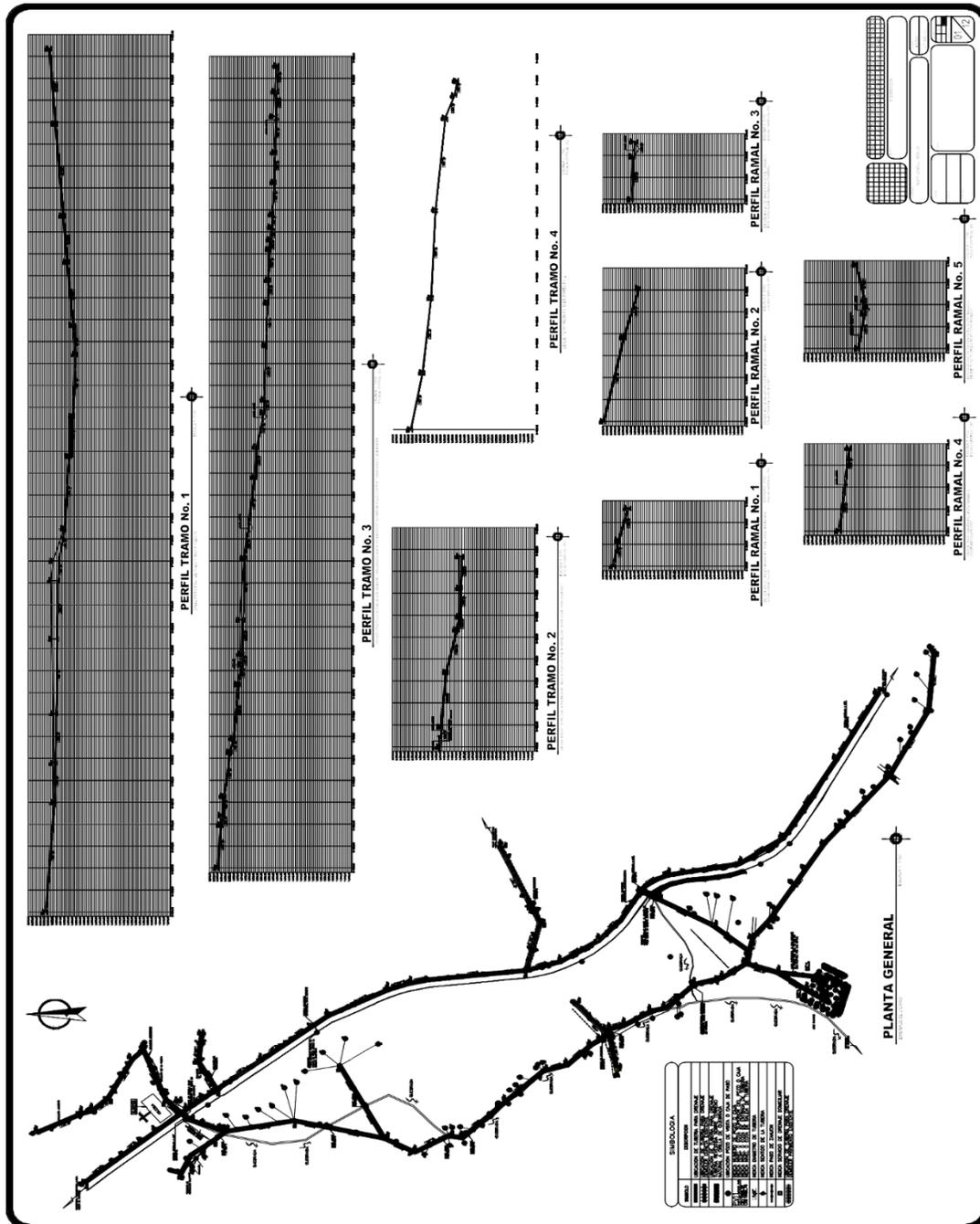
Es un instrumento que sirve para evaluar el cumplimiento de los objetivos después de desarrollada la propuesta, es una evaluación Expost.

COMPONENTES DEL PLAN	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
Objetivo general: Reducir el índice de enfermedades gastrointestinales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa.	Al cuarto año después de la ejecución del proyecto de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, se reducirá el índice de enfermedades gastrointestinales en un 72%.	Encuestas Reportes del Centro de atención al paciente (C.A.P.)	Centro de atención al paciente (C.A.P.), contribuyen con el programa de concientización para los habitantes
Objetivo específico: Mejorar el manejo de aguas residuales en aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa.	Al primer año después de la ejecución del proyecto de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, se mejorará el manejo	Encuestas Reportes de visitas de campo Inauguración del proyecto	Los habitantes contribuyen con el programa de concientización

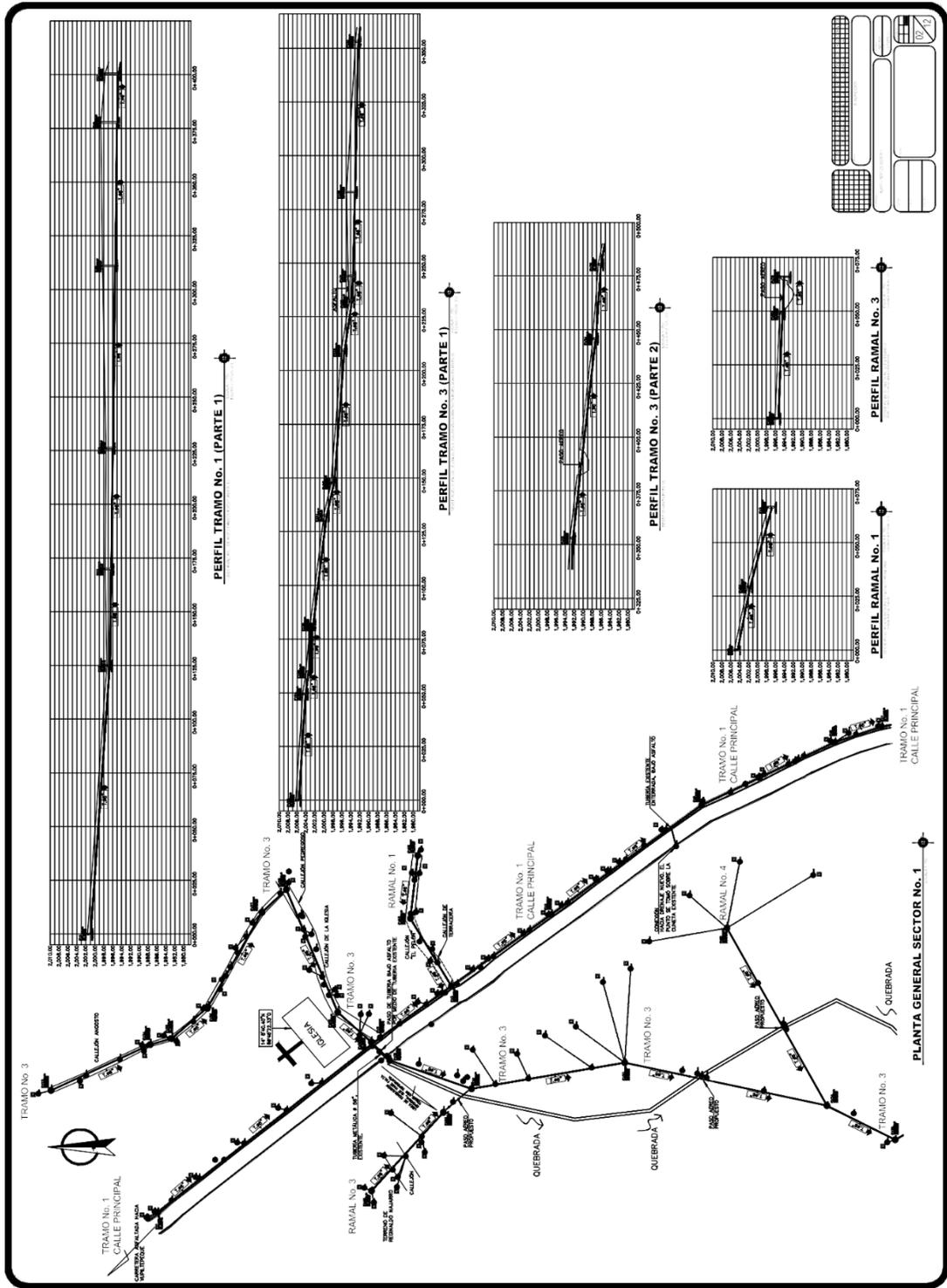
	de las aguas en un 95%.		
Resultado 1: Se cuenta con la unidad ejecutora “Municipalidad de Jutiapa, Jutiapa”.			
Resultado 2: Se dispone del proyecto de diseño y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales.			
Resultado 3: Se dispone del programa de concientización para los habitantes.			

Fuente: Vásquez, O., mayo de 2021

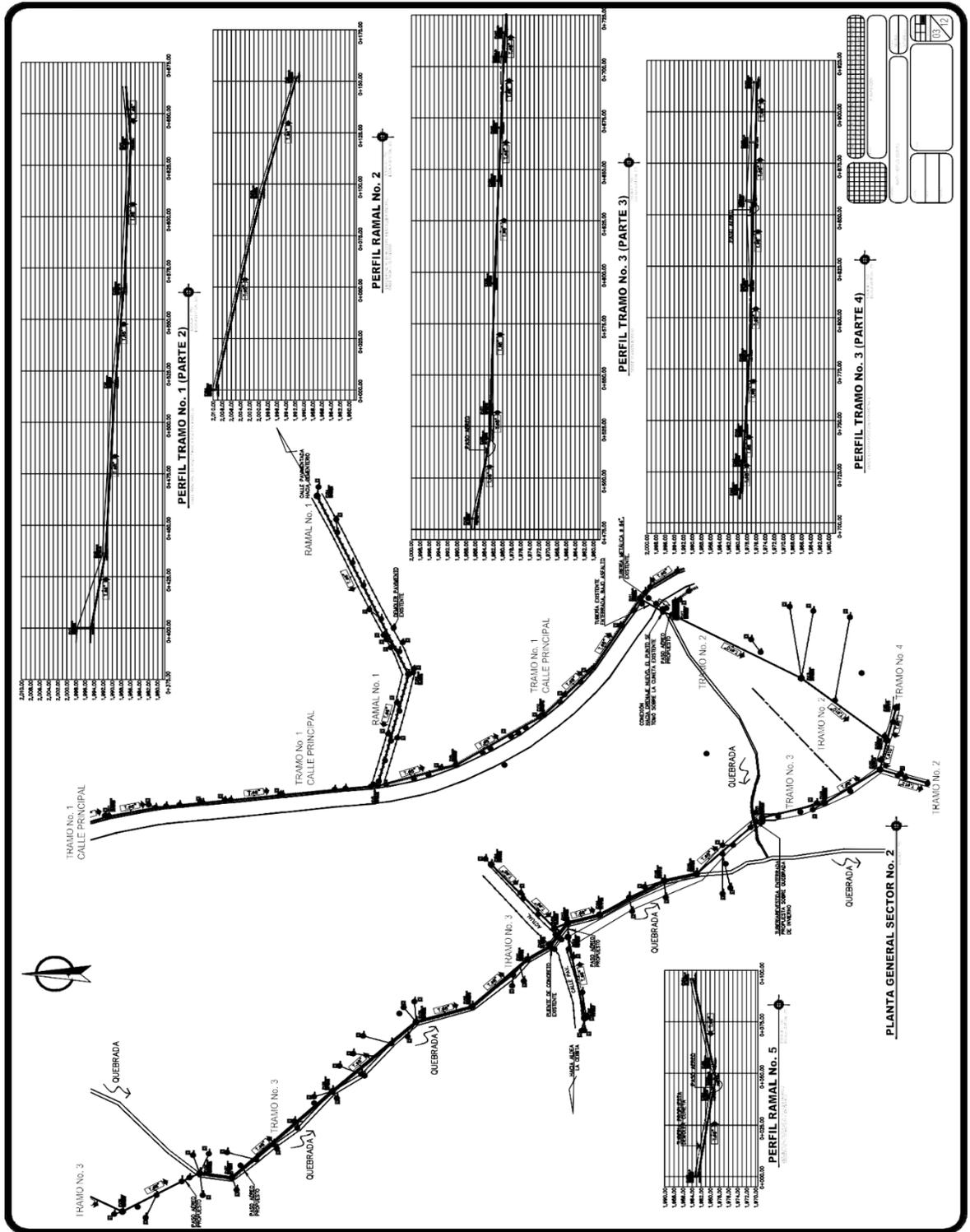
Anexo 3: Planos de diseño de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales



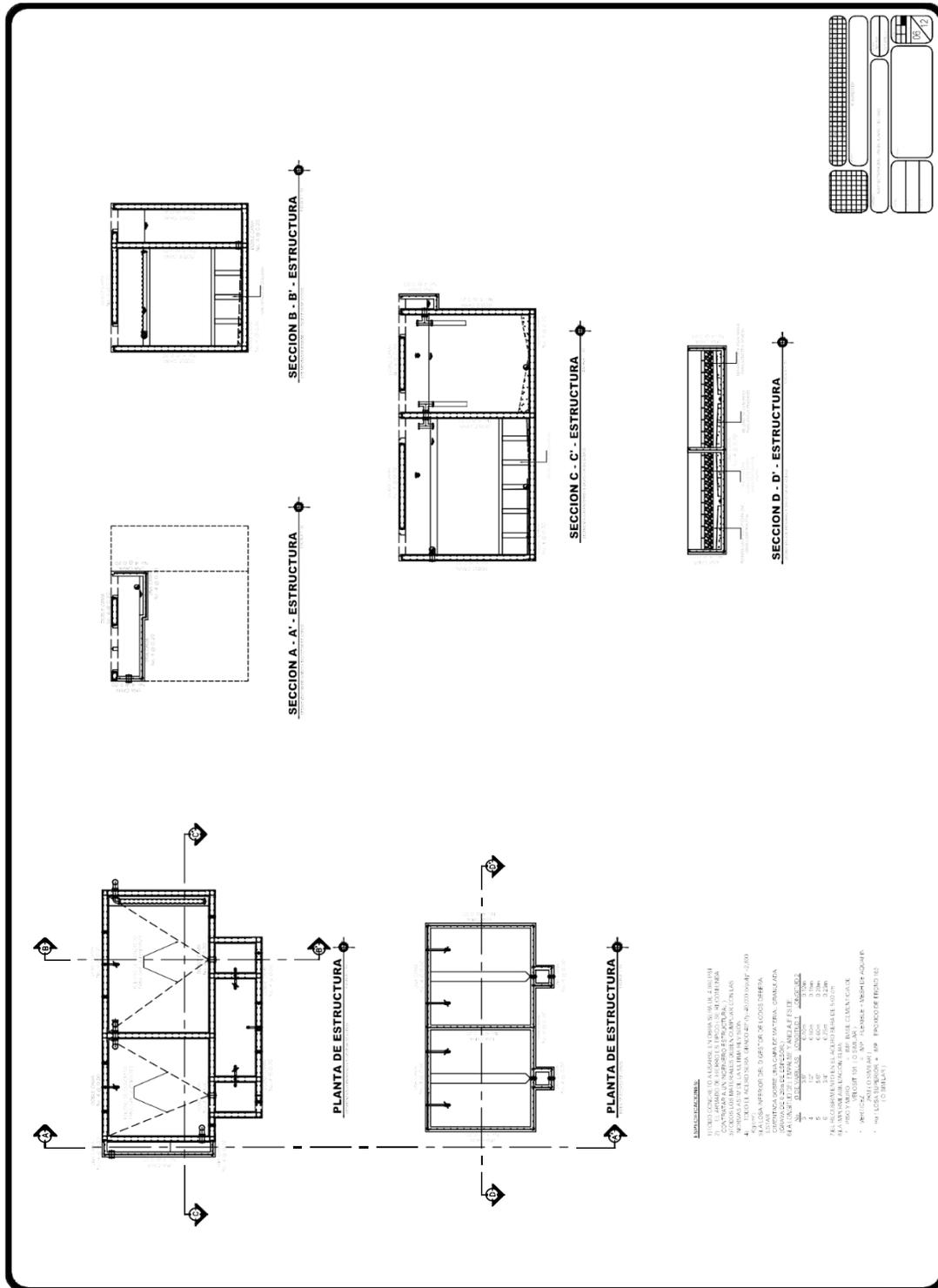
Fuente: Vásquez, O., enero de 2022.



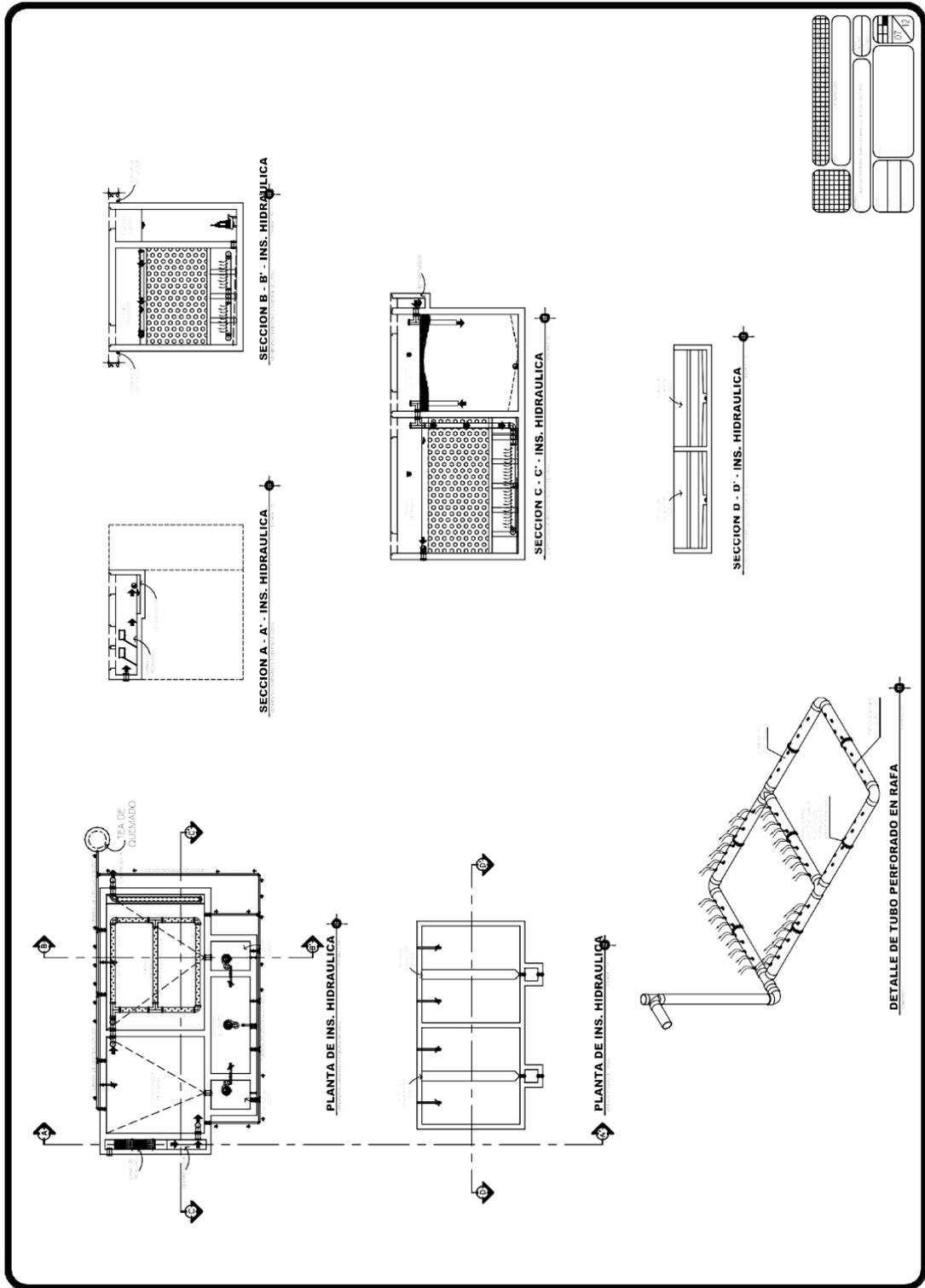
Fuente: Vásquez, O., enero de 2022.



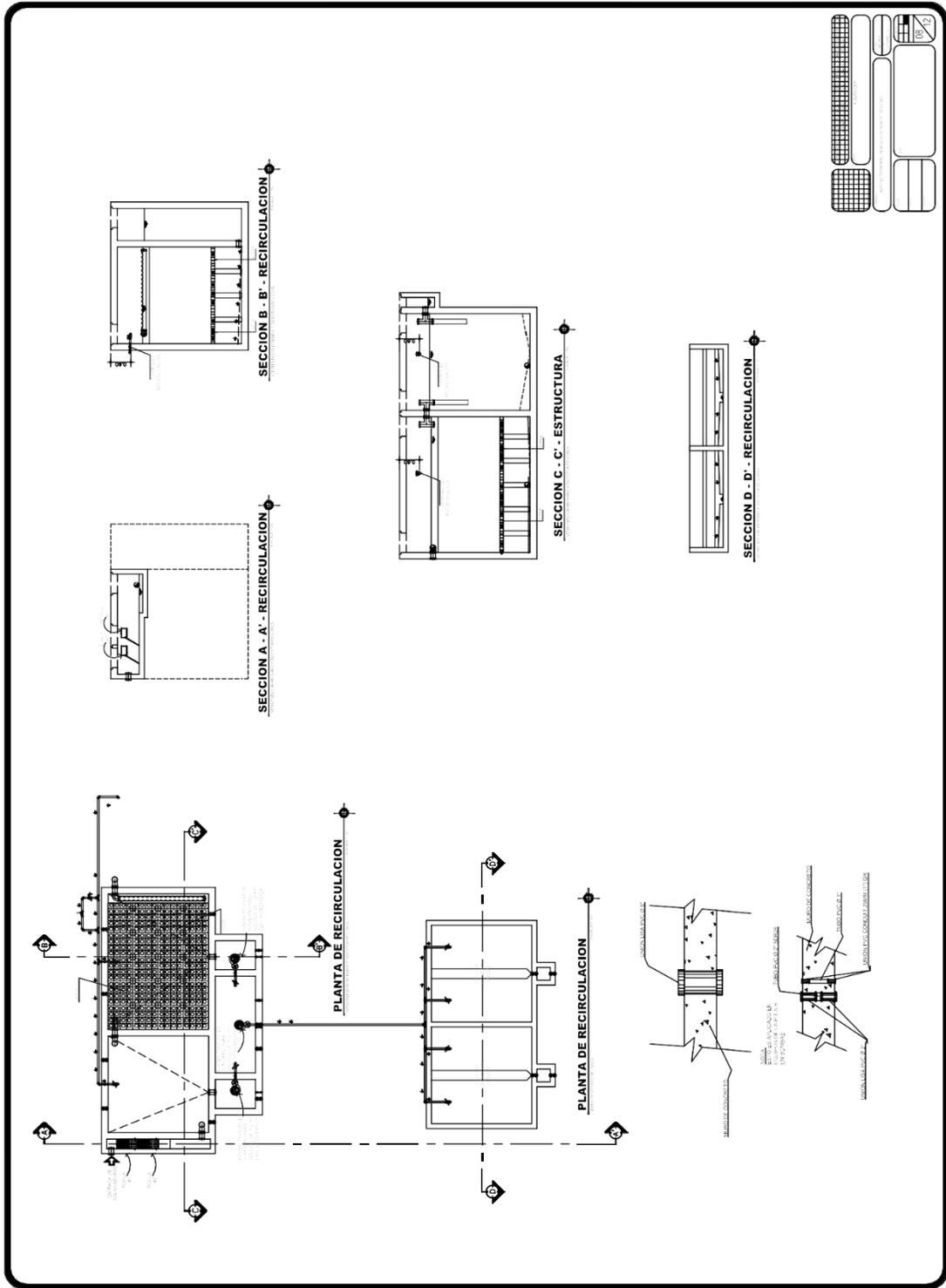
Fuente: Vásquez, O., enero de 2022.



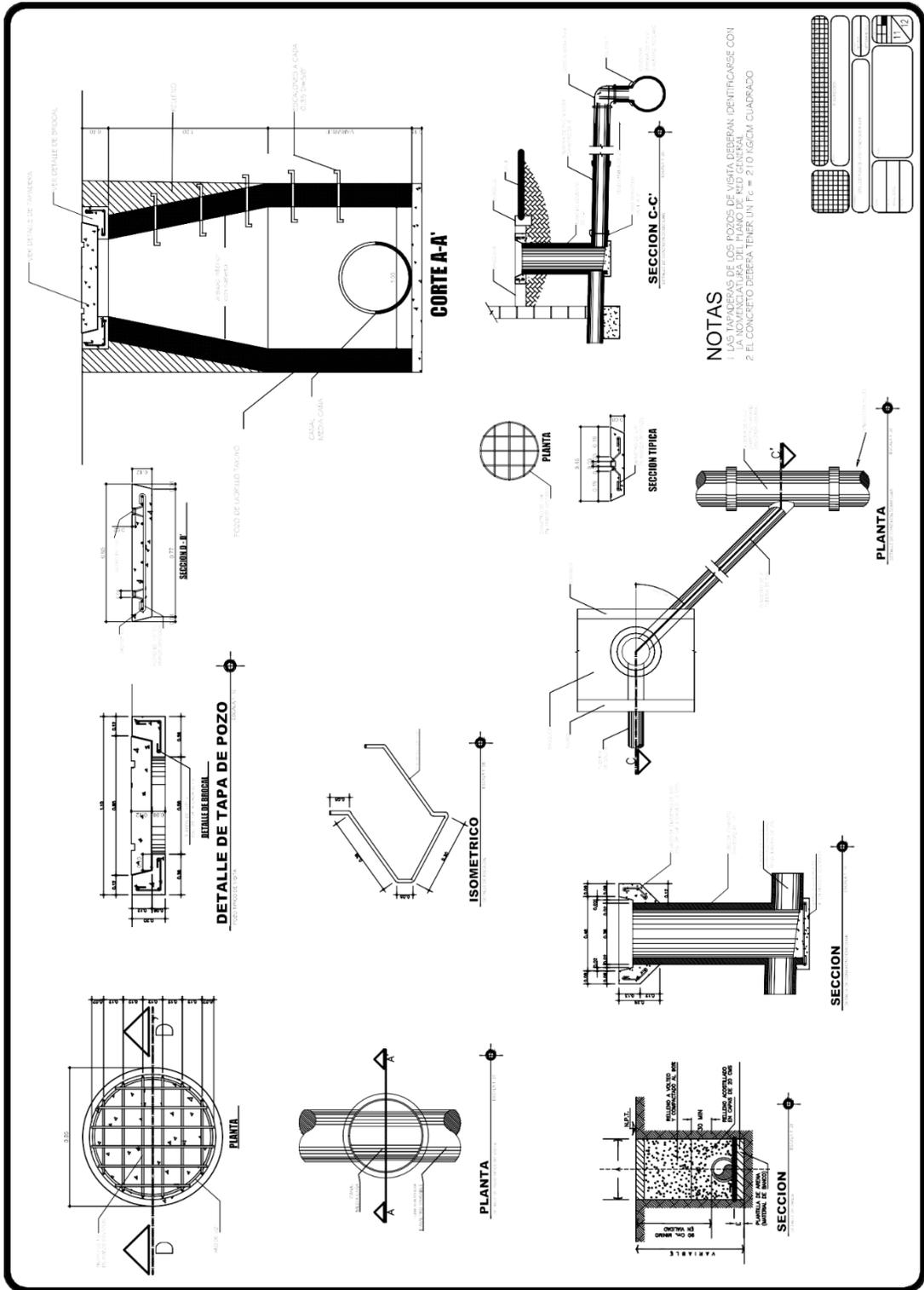
Fuente: Vásquez, O., enero de 2022.



Fuente: Vásquez, O., enero de 2022.



Fuente: Vásquez, O., enero de 2022.



Fuente: Vásquez, O., enero de 2022.

