

Selvin Rolando Orozco Miranda

PROYECTO DE PLANIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE
SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN
SECTOR LA CRUZ, ALDEA CANTEL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN
MARCOS.



Asesor General Metodológico:
Ing. Agr. Juan Pablo Gramajo Pineda

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre de 2,023

Informe final de graduación

PROYECTO DE PLANIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE
SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN
SECTOR LA CRUZ, ALDEA CANTEL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN
MARCOS.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Selvin Rolando Orozco Miranda

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, septiembre de 2,023

Informe final de graduación

PROYECTO DE PLANIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE
SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN
SECTOR LA CRUZ, ALDEA CANTEL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN
MARCOS.



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, septiembre de 2,023

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

Prólogo

Debido a la inexistencia del proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, se ha identificado un incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos 5 años, en consecuencia, surge la propuesta de trabajar un Proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, para la solución del problema.

Para lograr la solución a la problemática se establecen los procedimientos de cómo reducir las aguas residuales sin tratamiento en el sector de la aldea en estudio, los mecanismos a utilizar, los criterios técnicos que se utilizan para que sea funcional y la investigación necesaria para lograr efectividad.

La información que se obtenga por parte de los habitantes de la aldea en estudio, el trabajo de campo y la investigación de los temas necesarios, relacionados a esta propuesta, ayudarán a conformar un planteamiento claro y conciso sobre la solución y el proceso a establecerse para desarrollarlo.

Con la implementación del proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales se busca cubrir a la población de todo el sector de la aldea en estudio, se contempla aparte de la solución al problema social que existe, mitigar o disminuir el impacto ambiental que actualmente se manifiesta, de la misma forma en no perjudicar otros sectores o crear un nuevo problema al poner en marcha el sistema.

Con esta investigación se podrá aportar de manera técnica, la implementación de una correcta solución que pueda llevarse a cabo para mejorar la calidad de vida de la población en estudio.

Presentación

De conformidad con los estatutos de la casa de estudios de la Universidad Rural de Guatemala, previo a optar al título universitario de Licenciatura en Ingeniería Civil con Énfasis en Construcciones Rurales. Se presenta el trabajo denominado “Proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos”, el cual se presenta estructurado con la síntesis denominada “modelo de investigación y proyectos: Dominó” la cual analiza el problema, ayuda a realizar la propuesta de solución a la problemática identificada y evalúa los indicadores verificadores y cooperantes del objetivo general.

Según el presente documento se ha establecido la inexistencia de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, lo que provoca un incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos cinco años.

Se propone el Proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, que tendrá la cobertura necesaria para toda la población del sector de la aldea en estudio, se toma en cuenta todos los aspectos técnicos necesarios, los cuales se estudiarán a fondo por medio de la investigación.

La información que se obtenga en el transcurso de la investigación de campo que forma parte de este documento, ayudará a identificar los aspectos básicos y necesarios a tomar en cuenta para realizar la propuesta de la solución a la problemática. De la misma forma, la investigación técnica de los temas necesarios a desarrollar dentro del contexto que forma parte del proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, ayudará a visualizar un panorama claro y una ruta objetiva del procedimiento a seguir.

INDICE GENERAL.

Numero	Contenido	Pág.
I.	INTRODUCCIÓN	1
I.1	Planteamiento del problema	2
I.2.	Hipótesis	3
I.3.	Objetivos	3
I.3.1.	General	3
I.3.2.	Específico	3
I.4.	Justificación.....	4
I.5.	Metodología	5
I.5.1.	Métodos.....	5
I.5.2.	Técnicas.....	7
II.	MARCO TEÓRICO	10
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.	855
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	966
IV.1	Conclusiones:	966
IV.2	Recomendaciones.	97
	BIBLIOGRAFÍA.	
	ANEXOS.	

INDICE DE CUADROS.

Numero	Contenido	Pág.
1.	Consideraciones de sistemas de tratamiento de aguas residuales más utilizados en Centroamérica.....	18
2.	Comparación simple de sistemas de tratamiento de aguas residuales más utilizados en Centroamérica.....	21
3.	Monitoreo de sistemas de manejo de aguas residuales.....	23
4.	Unidades para el Tratamiento de Aguas Residuales.....	54
5.	Habitantes que consideran que existe incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez.....	86
6.	Tiempo durante el cual existe incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez.....	87
7.	Habitantes que consideran que el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, es causado por inexistencia de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento.....	88
8.	Habitantes que consideran que afecta negativamente a su familia el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez.....	89
9.	Habitantes que consideran que pueda existir alguna solución para el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez.....	90
10.	Integrantes que conocen si existen una planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.....	91
11.	Integrantes que consideran si es necesario implementar una planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.....	92

12. Integrantes que apoyarían la implementación de un proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. 93

13. Integrantes que consideran que pueda beneficiar la implementación de una planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. 94

14. Integrantes que consideran que un proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, sea una solución 95

INDICE DE GRÁFICAS.

Numero	Contenido	Pág.
1.	Tipo de tratamiento que realizan los hogares para mejorar la calidad del agua....	28
2.	Gasto mensual de agua para consumo humano por hogar (Dólares por mes).....	42
3.	Habitantes que consideran que existe incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez.....	86
4.	Tiempo durante el cual existe incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez.....	87
5.	Habitantes que consideran que el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, es causado por inexistencia de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento.....	88
6.	Habitantes que consideran que afecta negativamente a su familia el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez.	89
7.	Habitantes que consideran que pueda existir alguna solución para el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez.	90
8.	Integrantes que conocen si existen una planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.....	91
9:	Integrantes que consideran si es necesario implementar una planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.	92
10.	Integrantes que apoyarían la implementación de un proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.	93
11.	Integrantes que consideran que pueda beneficiar a la población la implementación de un planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de	

aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos..... 94

12. Integrantes que consideran que un proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, sea una solución. 95

INDICE DE FIGURAS

Numero	Contenido	Pág.
1.	Pasos en el proceso de Tratamiento de Aguas Residuales	16
2.	Esquema del proceso de Tratamiento de Aguas Residuales.	17
3.	Cadena de los servicios de saneamiento.....	26
4.	Descarga inadecuada de aguas residuales a las cunetas.	27
5.	Esquema representativo de un Sistema de Drenaje Sanitario	35
6.	El Ciclo del Agua	39
7.	Contaminación de acuíferos por descargas inadecuadas de aguas servidas.....	41
8.	Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales	48
9.	Tratamiento de aguas residuales con filtros percoladores	49
10.	Esquema de Tanque séptico con sistema de absorción.	55
11.	Esquema de Tanque séptico con sistema de infiltración	56
12.	Esquema de Sistema de tratamiento con - Caja derivadora - Canal de rejillas - Canal Desarenador - Tanque Imhoff - Filtros percoladores - Sedimentador secundario - Patio de secado de lodos.....	56
13.	Esquema de Sistema de tratamiento con Caja derivadora - Canal de rejillas - Canal desarenador - Sedimentador primario - Filtros percoladores - Sedimentador secundario - Digestor de lodos - Patio de secado de lodos.....	56
	Esquema de Sistema de tratamiento con Caja derivadora - Canal de rejillas -Canal desarenador – RAFA - Filtros percoladores - Patio de secado de lodos.....	57
15.	Esquema de Sistema de tratamiento con Lagunas anaerobias primarias - Laguna facultativa secundaria - Laguna de maduración.....	57
16.	Esquema de Sistema de tratamiento con Laguna facultativa primaria -Laguna facultativa secundaria - Laguna de maduración.....	58
17.	Detalle típico de acometida domiciliar en planta y seccion.....	73
18.	Detalle típico de pozo de visita en planta y secciones	76
19.	Esquema de la normativa de agua y saneamiento en Guatemala.....	78
20.	Regulación de las aguas residuales	84

I. INTRODUCCIÓN

Previo a optar al título universitario de Licenciatura en Ingeniería Civil con Énfasis en Construcciones Rurales, se elaboró el trabajo denominado “Proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos”, identificado el problema, se realizó un estudio sobre las descargas inadecuadas de aguas residuales en este sector de la aldea, donde se contempla analizar la magnitud de la problemática identificada, las causas, efectos y la propuesta de solución a esta problemática.

Debido al incremento de aguas residuales sin tratamiento por carencia del conocimiento de procedimientos correctos y al crecimiento poblacional, los habitantes han implementado las descargas superficiales a terrenos de cultivo, áreas no adecuadas o a la construcción de fosas sin el tratamiento necesario y perforación de pozos artesanales para la absorción de aguas servidas, lo cual genera de esta manera la contaminación del manto freático del suelo, y otros factores que contribuyen a la contaminación ambiental.

El capítulo uno (I) está conformado por: introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivos (general y específico), metodología (métodos y técnicas). En el capítulo dos (II) se desarrolla el marco teórico, donde se incluyen temas relacionados a descargas inadecuadas de aguas residuales, sistemas de drenaje sanitario y al tratamiento de aguas residuales.

El capítulo tres (III) incluye la comprobación de la hipótesis, donde se demuestra gráficamente los resultados obtenidos en la encuesta realizada. El capítulo cuatro (IV) se conforma por las conclusiones y recomendaciones. Además se incluye un conjunto de anexos de acuerdo a la estructura metodológica utilizada, lo cual sustenta información sobre las diferentes etapas del documento.

I.1 Planteamiento del problema

El presente documento contiene información sobre el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos cinco años, esto debido a que no existe una red de drenaje sanitario ni planta de tratamiento de aguas residuales que permita evacuar el agua residual de cada uno de los hogares de este sector de la aldea, con lo cual se crea incertidumbre en la población y obliga a que cada uno busque la manera de solventar esta necesidad.

Las descargas inadecuadas de aguas residuales en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, ocasionadas por inexistencia de un proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales adecuada obliga a los habitantes al recurso de la implementación métodos poco confiables e inadecuados que ocasionan problemas de salud, de higiene, de saneamiento e incluso afecta la economía de las familias.

La inexistencia de un drenaje sanitario provoca incluso conflictos entre los habitantes ya que, cuando se improvisa una descarga superficial de agua servida hacia cualquier terreno o área particular genera molestias de cualquier tipo entre los habitantes cercanos al lugar.

Al ser área rural, el distanciamiento entre las viviendas es un obstáculo para la implementación de un sistema integral de alcantarillado sanitario que cubra a la aldea en su totalidad, es necesario buscar consecuentemente la posibilidad de darle una solución de manera sectorizada.

Un factor muy importante que se desea contrarrestar es la contaminación ambiental generada por las descargas inadecuadas hacia los terrenos, ya que los mismos son utilizados por los habitantes para cultivo de productos de consumo humano.

I.2 Hipótesis

A continuación, se plantea de manera simplificada la hipótesis en base al efecto, problema central y a la causa principal.

“El incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos cinco años, por descargas inadecuadas, se debe a la inexistencia de proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales.”

¿Es la inexistencia de proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, la causante del incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos cinco años, por descargas inadecuadas?

I.3 Objetivos

La finalidad que tendrán las operaciones del presente proyecto irán dirigidas a la obtención de una solución concreta. Derivado del problema central que se centra en las descargas inadecuadas de aguas residuales en el sector, lo que se desea es comprobar o rechazar la hipótesis.

Los objetivos de la investigación son los siguientes:

I.3.1 General

Reducir aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

I.3.2 Específico

Disminuir descargas inadecuadas de aguas residuales en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

I.4 Justificación

El incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos cinco años ha provocado diversos problemas de carácter social, de salud, de higiene, de bienestar y de desarrollo en los habitantes de este sector de la aldea.

Aldea Cantel se encuentra ubicada en el transcurso de la ruta nacional departamental RD-28 que comunica a la cabecera municipal de San Cristóbal Cucho y el municipio de San Marcos, departamento de San Marcos. Dicha ruta es considerada anexa a la ruta RN-12SUR que comunica a la cabecera departamental de San Marcos y la zona costera y suroccidente del país, por lo que se considera muy importante para la economía y el desarrollo, no solo local, sino también nacional y al momento de mejorar dicha ruta, es necesario contar con un servicio básico estable y digno como el servicio de drenaje sanitario.

Al llevarse a cabo la ejecución del Proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, no solo se obtiene una solución a la problemática en estudio, sino que también se contribuye al desarrollo bajo cualquier punto de vista en cuanto a la calidad de vida de cada uno de los habitantes, ya que al año 2023 se disminuye a 362.55 m³ que equivale al 5% del volumen de aguas residuales sin tratamiento, según se estima en la proyección con proyecto.

Si esta propuesta no se lleva a cabo, el incremento de aguas residuales sin tratamiento aumentará un 7% cada año, significa que al año 2023 serían 7251.10 m³ de aguas residuales sin tratamiento, según se estima en la proyección sin proyecto. Un factor importante a considerar en este aspecto es la contaminación directa al área de cultivos de los propietarios de los terrenos donde se producen las descargas inadecuadas, ya que los productos obtenidos por medio de la actividad agrícola son para consumo de los mismos habitantes.

I.5 Metodología

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

I.5.1 Métodos

Los métodos utilizados varían en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así:

Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue el deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en el árbol de problemas y objetivos. Los cuales forman parte del anexo de este documento.

Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, analítico y sintético. La forma del empleo de los métodos citados se expone a continuación:

Métodos utilizados en la formulación de la hipótesis

Método deductivo

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales del sector de la aldea donde se ubica la problemática en estudio; a través de distintas técnicas las cuales serán descritas. Posteriormente se procedió a la formulación de la hipótesis.

Método del marco lógico

Este permitió localizar 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, y la diagramación de la hipótesis que se encuentra en el anexo "I" o árbol de problemas. El método del marco lógico, permitió entre otros aspectos,

encontrar el objetivo general y específico de la investigación.

Modelo de investigación y proyectos: Dominó

Es el instrumento de investigación que ayuda a identificar el problema a través de la formulación del efecto, el problema central y la causa principal, con estos elementos se genera una hipótesis y el inicio de una posible solución. Se genera también una propuesta con la creación de un objetivo general y un objetivo específico que ayudan a mostrar los resultados producto del análisis de la hipótesis planteada. Por medio de los indicadores, verificadores y cooperantes se puede realizar una evaluación de los resultados obtenidos, como en los campos que ayudan a solucionar la problemática identificada.

Métodos utilizados en la comprobación de la hipótesis

Método inductivo

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado fue el inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos; lo cual sirvió para definir las conclusiones y premisas generales, a partir de tales se definieron los resultados específicos.

Método estadístico y de análisis

Después de recopilar la información contenida en las boletas utilizadas para realizar la encuesta, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método estadístico y el método de análisis.

Estos métodos consisten en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que obtuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada, las tabulaciones de los datos se realizan en hojas de cálculo que ayudan a generar las gráficas necesarias.

Método de síntesis.

Ya interpretada la información recabada, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación realizado; el que sirvió además para poder realizar la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación técnica realizada en el sector de la aldea.

I.5.2 Técnicas

Las técnicas empleadas, varían de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis

Observación directa

Esta técnica se utilizó directamente en el sector de la aldea, a cuyo efecto, se observó que no existe un sistema de drenaje sanitario ni planta de tratamiento de aguas residuales; así como la inexistencia de una propuesta que proporcione la solución a la problemática.

Investigación documental

Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de obtener un historial que permitiera justificar el estudio mediante una proyección y correlación acerca de la problemática; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada.

Entrevista

Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a habitantes del sector de la aldea citada, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada, para ello, se formularon preguntas claves cuyas respuestas ayuden a sustentar las conclusiones.

Para que la información recabada a través de la entrevista realizada a la población seleccionada proporcionara información efectiva, fue necesario seleccionar de manera minuciosa las preguntas a realizar, como también las posibles respuestas a obtener, se contempló la brevedad y sencillez de tal forma que sea entendible la interpretación y posibilitar responder de manera instantánea.

Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

La hipótesis fue planteada de manera simplificada en base al efecto, problema central y a la causa principal.

Para la comprobación de la hipótesis se aplicaron las siguientes técnicas:

Encuesta

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

Las boletas utilizadas para realizar la encuesta, previo a ser aplicadas a la población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y hacer que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.

Las boletas para la realización de la encuesta fueron dirigidas a la muestra seleccionada de los habitantes del sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, las cuales fueron simplificadas de la mejor manera posible, es necesario tomar en cuenta el contexto del tema abordado para el cual se desea saber la opinión y la necesidad de obtener una respuesta de los habitantes, enfocados en la solución que se desea proporcionar al problema de descargas inadecuadas de aguas residuales en el sector.

Cálculo de la muestra

Se utilizó para comprobar el efecto el caso de la población finita cualitativa, la aplicación de la formula correspondiente arrojó una muestra final de 60 habitantes cuyos datos proporcionan un 90% de nivel de confianza y un 9.5% de error de muestreo, el total de la población, se conforma de 304 habitantes del lugar en la fecha que se realizó el trabajo de investigación.

Censo

Esta técnica se utilizó con integrantes de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) y la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS) de la municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos e integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de la aldea, mediante el uso de la Boleta de investigación que ayuda a obtener la información necesaria para comprobar la causa principal. Estas boletas fueron dirigidas a 10 integrantes que forman parte de las entidades mencionadas, se utilizó esta técnica debido a que el total de personas es menor a 35.

Técnica del coeficiente de correlación

Esta técnica fue utilizada para determinar la relación entre la variable independiente y la variable dependiente, la cual debe estar comprendida dentro de un rango de 0.80 a 1.00, al realizar las operaciones correspondientes, para el presente estudio se obtuvo el valor de 0.9775.

Proyección

Se utilizó esta técnica para determinar en los 5 años futuros, el comportamiento y el escenario que se tendrá con el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, así también se utilizó para establecer los beneficios al implementar esta propuesta, con lo que se prevé reducir la cantidad de aguas residuales sin tratamiento en el sector de la aldea en estudio.

II. MARCO TEÓRICO

Para tomar un buen criterio, se conceptualizan a continuación varios temas relacionados al Proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, se desarrolla cada tema con bibliografías y referencias confiables y sustentables que demuestren credibilidad.

Aguas residuales

Son las aguas cuyas características originales son modificadas derivado de las actividades y necesidades humanas, y que por su calidad requieren un tratamiento previo antes de reutilizarlas, desfogarlas a algún cuerpo natural de agua o descargarlas a un sistema de alcantarillado municipal. (Llerena, 2017)

Clasificación de las aguas residuales

Aguas residuales urbanas

Las aguas residuales domésticas tienen una composición más o menos uniforme, lo que facilita los procesos de limpieza y se pueden distinguir mejor de las aguas residuales industriales, que varían hasta tal punto que sus componentes no pueden separarse. Sin embargo, aunque provenga únicamente de residuos domésticos, algunos factores afectan a su composición, como los hábitos alimentarios, el consumo de agua, el uso de productos de limpieza en el hogar, etc. (Llerena, 2017)

Los componentes del agua que pueden marcar la diferencia se clasifican en físicos, químicos y biológicos.

Aguas residuales industriales

La diversidad de las aguas residuales industriales resulta de los procesos de los que se originan, y según ellos, su composición puede ser más o menos constante, o su calidad y/o cantidad puede variar significativamente según los horarios de apertura industrial, la demanda del mercado. O posible efecto estacional sobre la producción. Los

componentes de estas emisiones se pueden clasificar según los métodos de tratamiento. (Llerena, 2017)

Aguas residuales agrícolas

Comprenden una mezcla de aguas servidas que incluyen aguas domésticas, riego de cultivos y manejo de ganados. Con el objetivo de mejorar la productividad de las tierras se han implementado procesos por medio de los cuales se emplea el uso del agua, lo cual a la par de la generación de productos agrícolas también de forma indirecta se puede afectar el ambiente. De la misma forma los fertilizantes o sustancias químicas pueden producir un efecto toxico en cualquier región. En el caso de los pesticidas a ser disueltos en el agua, debe asegurarse que su degradación sea efectiva y no presente ningún efecto negativo. (Llerena, 2017)

Importancia ecológica y sanitaria de las aguas residuales

Las aguas residuales contienen una gran cantidad de sustancias, las cuales se convierten en un centro de contaminación cuando son descargadas superficialmente en lugares inadecuados, estas modificaciones a las propiedades naturales del agua definitivamente son provocadas por el hombre, lo cual en algún momento puede convertirse peligroso para el mismo ser humano. Con estas prácticas no adecuadas también se vulnera y se pone en peligro los hábitats de otras especies como las actividades que éstas realizan para obtener su alimento.

Principales inconvenientes con las aguas residuales

Malos olores y sabores

Se forman como resultado de diversas sustancias que transportan principalmente sus productos de descomposición, especialmente en aquellos procesos, particularmente anaeróbicos, donde la materia orgánica se descompone con liberación de gases. A esto hay que sumar las causas naturales de los olores y sabores: la proliferación de microorganismos, los procesos de descomposición, la presencia de vegetación

acuática, mohos, hongos, etc., y la reducción de sulfatos a sulfuros en condiciones ácidas (LÓPEZ, 1985)

Acción toxica

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

Los efectos tóxicos de las aguas residuales pueden ser letales, subletales, agudos, crónicos o acumulativos

Origen de los compuestos tóxicos:

Compuestos orgánicos de efluentes domésticos e industriales

Existen muchas sustancias orgánicas diferentes en el medio acuático que provocan su contaminación, y existen muchas técnicas para su detección. Se pueden mencionar los hidrocarburos y dentro de ellos los hidrocarburos aromáticos policíclicos, algunos de los cuales son cancerígenos. Los fenoles también son muy importantes porque agravan los problemas de olor y sabor al reaccionar con el cloro en los procesos de cloración del agua. (LÓPEZ, 1985)

Compuestos inorgánicos y minerales

Proviene de la industria minera y de la industria química inorgánica. Estos incluyen amonio, cianuros, fluoruros, sulfuros, sulfitos y nitritos. También hay metales pesados que se acumulan en la cadena alimentaria a través del fitoplancton, los peces y los

organismos que se alimentan por filtración y pueden afectar De todos los desechos industriales, el drenaje ácido de las minas tiene el récord de daños causados por el agua porque aumenta los costos de manipulación y distribución y causa corrosión. (LÓPEZ, 1985)

Compuestos procedentes de efluentes agrícolas

En las áreas rurales, la agricultura es de sumo interés para el desarrollo de las comunidades y de las familias que de esta actividad dependen sus ingresos económicos, sin embargo, muchas veces inconscientemente, se realizan prácticas para mejorar la productividad agrícola que perjudica y daña los suelos, el aire y el agua, para evitar este daño es necesario que las personas que se dedican a las actividades agrícolas sean capacitadas y asesoradas por personas profesionales que ayuden a brindar las dosis correctas de los compuestos químicos.

Los residuos agrícolas contienen muchos nitratos, fosfatos, amonio y sulfuros, el drenaje de los silos puede ser tóxico debido al bajo valor del pH. Los compuestos más tóxicos de estas aguas residuales son los fertilizantes, herbicidas, fungicidas e insecticidas. (LÓPEZ, 1985).

Tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales es el conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos cuyo objetivo principal es eliminar los elementos que contaminan el agua, efluente del uso humano o de otros usos. Los elementos contaminantes pueden ser retirados mediante el mantenimiento necesario.

El proceso de tratamiento de aguas residuales no cuenta con un patrón específico a seguir o un diseño único, su proceso depende de las actividades de donde provienen las mismas, condiciones topográficas, ubicación geográfica, población, entre otros factores que hacen que su diseño sea de carácter individual.

Objetivos del tratamiento de las aguas residuales

- a) Disminuir la carga orgánica del caudal en términos de demanda bioquímica de oxígeno (DBO 5) o demanda química de oxígeno (DQO).
- b) Remover los nutrientes para evitar la infiltración en el subsuelo que contamine las aguas subterráneas.
- c) Inactivar a los organismos patógenos que incluyen las formas parasitarias.
- d) Cumplir con las normas legales del país para que las aguas servidas puedan ser reutilizadas.

Funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales

Las funciones principales de una planta de tratamiento de aguas residuales son las siguientes:

- a) La eliminación de desechos sólidos que llegan de cualquier forma.
- b) Disminuir la materia orgánica y sus elementos que causan contaminación por medio de bacterias que son útiles para éste proceso.
- c) Restituir la presencia de oxígeno en el agua.

Para lograr el correcto tratamiento de las aguas residuales es necesario contemplar los siguientes procesos:

Tratamiento primario

Los drenajes sanitarios llevan las aguas residuales desde las casas y negocios a la planta de tratamiento de aguas residuales; otros drenajes combinados llevan el agua de tormenta de los drenajes de aguas pluviales. Durante el tratamiento primario pueden utilizarse unidades de separación de materiales, sólidos o desechos de alto volumen, debe utilizarse para ello los Reservorios, Áreas de Cribas o Canal de Rejas, Separadores de Partículas Sólidas y Sedimentadores Primarios. La sedimentación primaria comprende la evacuación de tanta materia sólida remanente como sea posible. (BELZONA, 2010)

La finalidad del tratamiento primario es la eliminación de los elementos de alto volumen por métodos como desechos sólidos o sencillamente los lodos más densos que por su propio peso tienden a sedimentarse para posteriormente evacuarlos a un área de secado de lodos, el efluente que pasa posterior al tratamiento primario contiene únicamente partículas menores que se trasladan a un área de tratamiento secundario.

Tratamiento secundario

El objetivo del tratamiento secundario es completar el proceso de tal forma que se elimine el 90% de las impurezas. Los dispositivos utilizan un tanque de aire que proporciona una gran cantidad de aire a la mezcla de aguas residuales, bacterias y otros microorganismos. El oxígeno del aire acelera el crecimiento de microorganismos beneficiosos, que consumen la materia orgánica nociva contenida en las aguas residuales. (BELZONA, 2010)

En este proceso se eliminan los materiales degradables y de mal olor por medio de un tipo de microbio distinto que las destruye y lo convierte en gas que contiene metano.

Tratamiento terciario

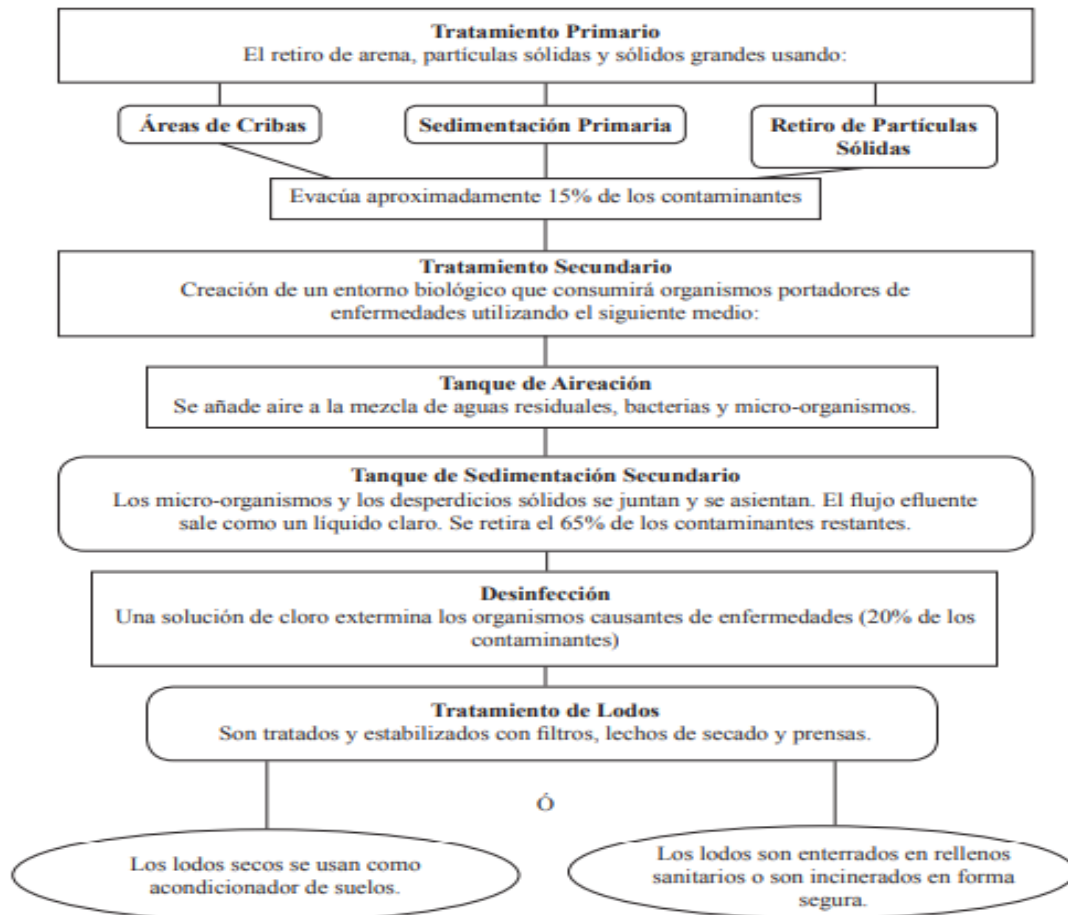
Este proceso consiste en procesos físicos y químicos especiales con los que se consigue limpiar las aguas de contaminantes concretos: fósforo, nitrógeno, minerales, metales pesados, virus, compuestos orgánicos, etc. Una mejor posibilidad para el tratamiento terciario consiste en agregar uno o más estanques en serie a una planta de tratamiento convencional, que mejorará el proceso. Este método de tratamiento puede ser apropiado para emplear en los efluentes para el riego de cultivos o zonas verdes y en acuicultura. (BELZONA, 2010)

Desinfección

La parte final del proceso es la adición de cloro. Generalmente se agrega a las aguas residuales antes de que salgan de la planta de tratamiento. El desinfectante mata los

patógenos en el agua. (BELZONA, 2010).

Figura 1: Pasos en el proceso de Tratamiento de Aguas Residuales



Fuente: Belzona, 2010

Posterior al proceso de desinfección debe realizarse pruebas de calidad del agua para darle uso de consumo humano o ponerla a disposición de reutilización para cualquier actividad.

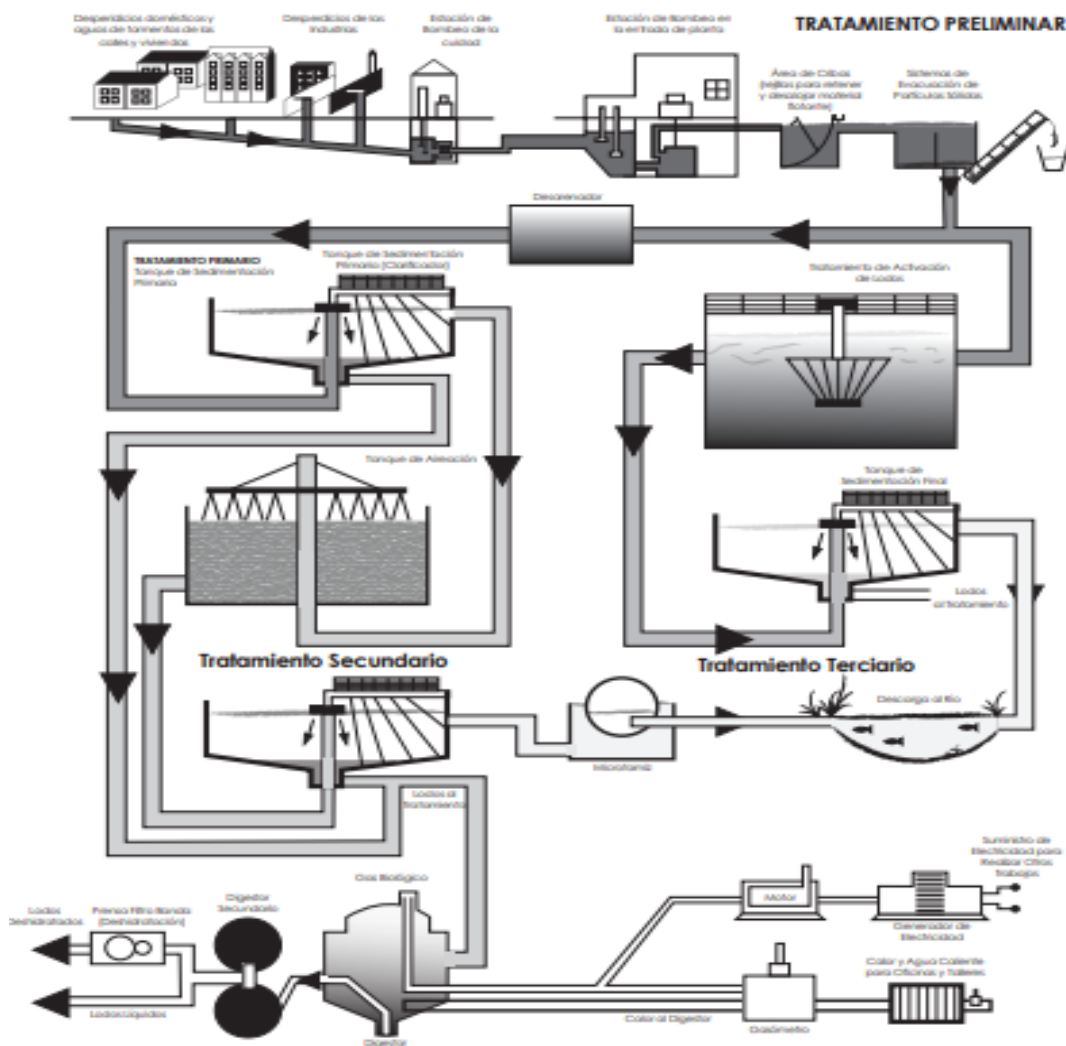
Tratamiento de lodos

Los lodos pueden tratarse o espesarse para eliminar parte del agua y luego tratarse para estabilizarlos. Se utilizan productos químicos especiales para la estabilización.

El lodo estabilizado es inodoro y libre de patógenos. Se utilizan filtros, animales secadores y prensas diversas. Finalmente, el lodo seco está listo para su uso o eliminación. (BELZONA, 2010)

Los lodos procesados pueden ser reutilizados para el acondicionamiento de suelos, en algunos casos, mediante algunos procesos, se puede utilizar para la producción de gas metano, el cual, se puede utilizar mediante la combustión para producir energía.

Figura 2: Esquema del proceso de Tratamiento de Aguas Residuales



Fuente: Belzona, 2010

Cuadro 1: Consideraciones de sistemas de tratamiento de aguas residuales más utilizados en Centroamérica

SISTEMA DE TRATAMIENTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS O CONSIDERACIONES	POBLACIÓN	EFICIENCIA
Fosa séptica Sistema de absorción	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No contamina cuerpo de agua debido a que se infiltra el efluente. ▪ Requiere muy poca área para su construcción. ▪ Por estar enterrada, se puede colocar en área verde. ▪ No requiere energía para su funcionamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limpieza de la fosa muy costosa ▪ Produce malos olores ▪ Lodos no estabilizados ▪ Saturación del área de absorción por falta de mantenimiento. ▪ Depende de la calidad del suelo, el área requerida para infiltración. ▪ Requiere equipo especial para su limpieza. 	<p>5 a 300 hab/máx.</p> <p>Área requerida aprox. 0,10-0,25m²/hab</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ S.S.: 95 - 100% ▪ DBO: 95% ▪ Patógenos: 50–99%
Caja derivadora Canal de rejillas Canal desarenador Tanque Imhoff Filtros percoladores Sedimentador secundario Patio de secado de lodos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El proceso de sedimentación y digestión se realiza en la misma unidad. ▪ Se debe de construir en terreno quebrado. ▪ Produce un efluente clarificado ▪ Bajo costo de operación y mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Costo de construcción elevado ▪ Su construcción se debe de realizar en terrenos quebrados para evitar el uso de energía. ▪ Producción de vectores (mosquitos) en el área de filtros. 	<p>300 – 5 000 hab/máx.</p> <p>Área requerida Aprox. 0.25-0.75m²/hab</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ S.S.: 95 - 100% ▪ DBO: 95% ▪ Patógenos: 30–4 %

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Producto final inodoro. ▪ se puede realizar la recolección de gas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Problemas de infestaciones de moscas es común y afecta eficiencia del tratamiento. 		
Caja derivadora Canal de rejas Canal desarenador Sedimentador primario Filtros percoladores Sedimentador secundario Digestor de lodos Patio de secado de lodos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produce un efluente clarificado ▪ Bajo costo de operación y mantenimiento. ▪ Producto final inodoro. ▪ Su construcción se debe de realizar en terrenos quebrados para evitar el uso de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Costo de construcción elevado ▪ Producción de vectores (mosquitos) en el área de filtros. ▪ El proceso de sedimentación se realiza en diferentes unidades por lo que requiere mayor área ▪ Su construcción se debe de realizar en terrenos quebrados para evitar el uso de energía. 	300 hab. en adelante Área requerida Aprox. 0.35-0.75m ² /hab	<ul style="list-style-type: none"> ▪ S.S.: 95 - 100% ▪ DBO: 95% ▪ Patógenos: 30– 40%
Caja derivadora Canal de rejas Canal desarenador RAFA Filtros percoladores Patio de secado de	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El proceso de sedimentación y digestión se realiza en la misma unidad. ▪ Se debe de construir en terreno quebrado. ▪ Produce un efluente clarificado 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Costo de construcción elevado ▪ Producción de vectores (mosquitos) en el área de filtros. ▪ Altos costos de operación y mantenimiento. ▪ Sensible a cambios 	1000 hab. En adelante Área requerida aprox. 0.75 - 1.5 m ² /hab	<ul style="list-style-type: none"> ▪ S.S.: 95 - 100% ▪ DBO: 95% ▪ Patógenos: 30– 40%

lodos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Producto final inodoro. ▪ Se puede realizar la recolección de gas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Requiere de energía para su operación ▪ Su construcción se debe de realizar en terrenos quebrados para evitar el uso de energía. 		
Laguna anaerobia primaria Laguna facultativa secundaria Laguna de maduración	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alto índice de remoción de patógenos ▪ Permite el reúso de subproductos ▪ Bajo costo de operación y mantenimiento ▪ Bajo costo de construcción ▪ No requiere de energía para su operación ▪ No requiere equipo especial para su operación 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Requiere de grandes áreas para su construcción. ▪ Puede provocar malos olores la laguna primaria. 	1000 hab. En adelante Área requerida aprox. 1.5–7.00 m ² /hab	<ul style="list-style-type: none"> ▪ S.S.: 95 - 100% ▪ DBO: 95% ▪ Patógenos: 95–99,9%
Laguna facultativa primaria Laguna facultativa secundaria Laguna de maduración	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alto índice de remoción de patógenos ▪ Permite el reúso de subproductos ▪ Bajo costo de operación y mantenimiento ▪ Bajo costo de construcción ▪ No requiere equipo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Requiere de grandes áreas para su construcción. 	1000 hab. En adelante Área requerida aprox. 1.5–7.00	<ul style="list-style-type: none"> ▪ S.S.: 95 - 100% ▪ DBO 95% ▪ Patógenos: 95–99,9% ▪ Quistes de protozoarios y huevos de helmintos 100%

	especial para su operación.		m ² /hab	
--	-----------------------------	--	---------------------	--

Fuente: Belzona, 2010.

Cuadro 2: Comparación simple de sistemas de tratamiento de aguas residuales más utilizados en Centroamérica

Sistema de tratamiento	Nivel de tratamiento	Área requerida	Costo de Construcción (sin terreno)	Costo de operación	Malos olores	Tendencia a problemas operativos
Fosa séptica Sistema de absorción	Primario	Bajo	Bajo	Bajo	Mediano	Bajo
Caja derivadora Canal de rejillas Canal desarenador Tanque Imhoff Filtros percoladores Sedimentador secundario Patio de secado de lodos	Secundario	Bajo	Mediano	Mediano	Mínimo: sólidos	Mediano
Caja derivadora Canal de rejillas Canal desarenador Sedimentador primario Filtros percoladores Sedimentador secundario Digestor de lodos Patio de secado de lodos	Secundario	Bajo	Mediano	Mediano	Mínimo: sólidos	Mediano
Caja derivadora Canal de rejillas	Secundario	Bajo	Mediano	Mediano	Mínimo: sólidos	Alto

Canal desarenador RAFA Filtros percoladores Patio de secado de lodos						
Laguna anaerobias primarias, Laguna facultativa secundaria, Laguna de maduración	Secundario o terciario; elimina patógenos	Alto	Bajo	Bajo	Mínimo: en condicio nes normales	Bajo
Laguna facultativa primaria Laguna facultativa secundaria Laguna de maduración	Secundario o terciario; elimina patógenos	Alto	Bajo	Bajo	Mínimo	Bajo

Fuente: Belzona, 2010

Manual de operación y mantenimiento

Cada sistema o planta de tratamiento de aguas residuales como se mencionó con anterioridad presentan un proceso único, es necesaria la implementación de un manual de operación y mantenimiento que debe ser elaborado por un profesional experto en temas sanitarios, donde se indique el ciclo a seguir para que su funcionalidad sea óptima.

Monitoreo de sistemas de tratamiento de aguas residuales

Es importante verificar periódicamente que la población utilice correctamente el alcantarillado y que no existan suficientes conexiones al alcantarillado; el caudal de agua que entra y sale del sistema de tratamiento; cantidad de lodos contenidos en las aguas residuales; cajas de registro y pozos para sistemas de recolección o drenaje; Calidad del agua en la instalación receptora antes y después de la descarga de la planta de tratamiento. (SALAZAR, 2004)

Monitorear la calidad del agua que sale de la planta de tratamiento es importante para determinar el cumplimiento de las normas y regulaciones aplicables, determinar la efectividad de los procesos de tratamiento y tomar acciones correctivas. (SALAZAR, 2004)

Cuadro 3: Monitoreo de sistemas de manejo de aguas residuales

ELEMNTO	PARÁMETRO	COBERTURA	FRECUENCIA
Tanques sépticos	Inspección de natas y lodos y constatar el flujo de entrada y salida	5% del total de fosas, elegidas aleatoriamente	Dos veces al año
Dispositivos de limpieza en alcantarillado	Inspeccionar para verificar su estado de limpieza	5% del total elegidos aleatoriamente	Una vez al mes
Planta de tratamiento	Caudal	Entrada de la planta	De 3 veces por semana a 3 veces por día
Planta de tratamiento	DBO ₅ y SST nitritos, nitratos y fosfatos, parásitos, coliformes fecales	Entrada y salida de la planta	De cada mes a tres meses, según el tamaño de la planta
Agua del cuerpo receptor (río o lago)	DBO ₅ y SST nitritos, nitratos y fosfatos	Cuenca arriba y cuenca abajo de la salida de la planta	De cada tres a seis meses, Según el tamaño de la planta y los usos del río

Fuente: Belzona, 2010

Descargas inadecuadas de aguas residuales

En las zonas rurales de nuestra región, la densidad de viviendas es relativamente dispersa, es decir, las viviendas se encuentran demasiadas separadas unas de otras, las zonas céntricas de las comunidades rurales son las únicas que pueden estar

concentradas, pero representan una mínima parte de la población total.

Bajo esta circunstancia, considerar un proyecto de alcantarillado sanitario para una comunidad rural, representa una inversión alta, se suman a ello, otros factores como las condiciones topográficas, carencia o deficiencia de servicio de agua potable, permisos de paso, ya que la mayoría de la tubería que corresponde a la red general, deberá instalarse en propiedades privadas y de cultivos, al ser imposible realizarla en la vía pública.

Dotación de agua potable

Según (MARN, 2020) en Guatemala el 75 por ciento de la población se abastece por medio de una cañería de agua potable, de este total, el 60 por ciento corresponde a áreas urbanas mientras que un 40 por ciento corresponde a áreas rurales. Sin embargo, el servicio que abastece a esta población, en un alto índice no se garantiza la calidad del servicio o en muchos casos, la cobertura del servicio no es permanente, los caudales en su mayoría tienden a disminuir.

Perspectiva Regional

Para evaluar los niveles de cobertura de los servicios de Guatemala en el contexto de América Latina, se consideran solamente los servicios que se prestan por medio de una conexión a una red de tuberías a fin de tener un indicador representativo y homogéneo sobre el grado de cobertura. No obstante lo anterior, se debe ser cuidadoso al momento de extraer conclusiones sobre las comparaciones que surjan debido a las considerables diferencias en la calidad de los servicios que las encuestas y estadísticas no alcanzan a captar. (Lentini, 2010)

El abastecimiento de agua potable juega un papel importante dentro de un sistema de drenaje sanitario, de la misma manera el uso adecuado que se le pueda dar, ya que este servicio imposibilita poder separar el agua que se necesita para abastecer un

inodoro, un lavamanos, un lavatrastos o una ducha, para toda esta instalación, la fuente de abastecimiento es una sola, es allí donde entra la conciencia humana y el buen uso del servicio de agua potable.

El saneamiento como un tema de desarrollo humano

En muchos lugares del mundo existen sistemas de saneamiento inadecuados que contribuyen a la contaminación principalmente ambiental, especialmente suele suceder en áreas rurales, donde por falta de recursos y atención de las autoridades no es posible trabajar un sistema de alcantarillado sanitario.

A nivel mundial, muchas personas defecan al aire libre y muchas otras carecen de los medios para prevenir la contaminación ambiental con desechos fecales. En muchos países de ingresos bajos y medianos, las zonas rurales están desatendidas y las ciudades luchan por satisfacer las necesidades de saneamiento de la rápida urbanización. Al mismo tiempo, mantener los sistemas de saneamiento en todo el mundo es difícil y costoso. (Organización Mundial de la Salud, 2019)

Un tema que puede ser preocupante que tiene que ver con el saneamiento y la contaminación ambiental es que por falta de espacios, en las zonas rurales se construyen edificaciones que tendrán funciones de carácter industrial en donde evidentemente se va a ocasionar daño al medio ambiente al no contar con un sistema apto para la recolección de las aguas servidas utilizadas en estas áreas y mucho menos el tratamiento adecuado de las mismas.

Los retos planteados por el cambio climático exigen una adaptación continua con el objetivo de garantizar que los sistemas de saneamiento protejan la salud pública. En este contexto, deben evaluarse los servicios básicos y la calidad de los mismos que abastecen a las personas en las distintas zonas, tanto urbanas como rurales. (Organización Mundial de la Salud, 2019)

Figura 3: Cadena de los servicios de saneamiento.



Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2019.

Aplicabilidad de los sistemas de saneamiento

Se debe tener en cuenta el contexto físico e institucional específico de un lugar determinado al momento de elegir los sistemas sanitarios a implementar. Esto incluye aspectos como la densidad de población, las condiciones climáticas y paisajísticas y la disponibilidad de tierras, así como los recursos humanos y la capacidad institucional. También se deben tener en cuenta los cambios en estas condiciones durante la vida esperada del sistema (20 años como regla general), especialmente en áreas propensas a cambios rápidos como la urbanización. (Organización Mundial de la Salud, 2019)

Servicio de saneamiento

En 2002, la cobertura de servicios mejorados de saneamiento era del 47% a nivel nacional. Del 47% reportado, sólo el 36% contaba con conexión a la red de alcantarillado. En las ciudades de Guatemala y Sacatepéquez, 69 categorías de hogares o residencias contaban con alcantarillado conectado a redes de alcantarillado. En los departamentos de Suchitepéquez, Quetzaltenango, Chimaltenango, Escuintla y Zacapa, esa cobertura oscilaba entre el 30 y el 40 por ciento. En otros departamentos, entre 10 y 30.000 viviendas estaban conectadas a la red de alcantarillado, mientras que en el municipio de Petén menos del 2% estaban conectadas. (Lentini, 2010)

Cobertura de alcantarillas en área urbana y rural

Los servicios de alcantarillado o alcantarillado son muy deficientes en las zonas rurales. Según el Instituto Nacional de Estadística, datos del 2016, el 60% de las

personas en las zonas urbanas tienen acceso al agua del grifo, y solo el 40% en las zonas rurales. En cuanto al saneamiento, el 48,36% tiene acceso a ese servicio básico relacionado con el control del tratamiento del agua en la zona urbana y sólo el 2,05% en la zona rural%. (SORIA, 2009).

Cobertura de alcantarillas en América Latina

En 2004, en un grupo de 20 países latinoamericanos, el tratamiento de aguas residuales recolectadas en redes de alcantarillado sanitario alcanzó en promedio sólo el 28 por ciento de las cantidades recolectadas. Guatemala es uno de los países con un bajo nivel de tratamiento de agua. Se estima que actualmente el 5 por ciento de las aguas residuales recolectadas en Guatemala son tratadas y el resto se vierte a los cursos de agua sin tratamiento, y solo una pequeña fracción de las 87 plantas de tratamiento de aguas residuales existentes en el país están operativas debido a problemas de mantenimiento. (Lentini, 2010)

Figura 4: Descarga inadecuada de aguas residuales a las cunetas



Fuente: Orozco S., diciembre, 2022.

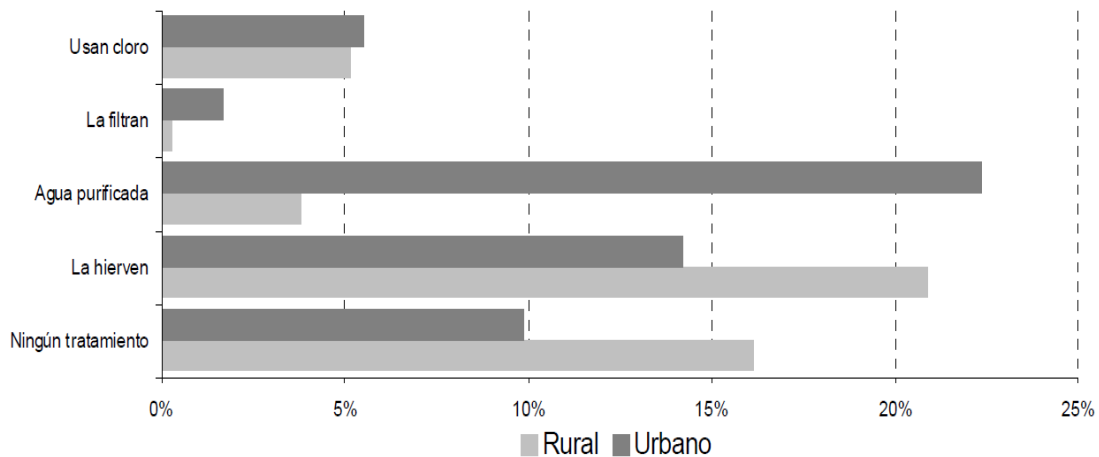
Acción sobre el entorno

Aparte de los problemas ecológicos, sanitarios y ambientales, las descargas inadecuadas de aguas residuales a los cuerpos de agua, se produce otro tipo de contaminación psicosocial que altera el entorno natural del ser humano que afecta el paisaje y genera incomodidad. Este tipo de fenómeno se puede apreciar en lugares turísticos como lagos, ríos y mares cuyo aspecto de sus aguas varían debido a la contaminación generada.

Contaminación de las aguas subterráneas

El problema es muy difícil de detectar y aún más difícil de eliminar, muchas veces ocurre en áreas rurales, donde la densidad de población se considera más dispersa que en la ciudad, por lo que el costo residual del sistema de recolección de agua es demasiado alto. Y en muchos casos las condiciones topográficas no favorecen la aplicación del sistema. Debido a este fenómeno, es necesario introducir botes de basura utilizados por los residentes como sanitarios, y para satisfacer esta necesidad, esta actividad contamina el suelo y las aguas subterráneas.

Grafica 1: Tipo de tratamiento que realizan los hogares para mejorar la calidad del agua:



Fuente: Lentini, 2010.

El área en estudio se encuentra dentro de las zonas rurales de la región, en esta zona no existe ningún cuerpo de agua superficial que pueda ser contaminado por las descargas inadecuadas de las aguas servidas, sin embargo, las descargas de algunas viviendas se desfogan a los zanjones, terrenos cultivables o en algunos casos a las cunetas de la carretera.

Recolección de Lodos Fecales

Las fosas de aguas residuales y los baños secos y comunes se limpian con aspirado de los lodos fecales de las instalaciones sanitarias del lugar. El proceso continúa con el traslado de los lodos fecales a contenedores herméticos, que luego son vertidos a la red de alcantarillado sanitario o plantas de tratamiento de aguas residuales, este proceso se lleva a cabo con la utilización de equipo mecánico adecuado y el uso de equipo personal que garantice seguridad. (ORTUSTE, 2012)

Normativa en recolección de Lodos Fecales

El Acuerdo Gubernativo 236-2006 establece los límites de descargas de aguas residuales permitidos, tanto para cuerpos receptores como para alcantarillados sanitarios. Específicamente en el Capítulo VIII, se establecen disposiciones sobre los lodos fecales. Entre ellas, destaca que su comercialización será libre siempre y cuando cumplan con (a) límites de metales pesados, (b) ser recogidos en recipientes y vehículos acondicionados para evitar fugas y derrames, y (c) la autorización del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Adicionalmente, la norma exhorta a las empresas de recolección a tomar y analizar muestras.

Drenajes

En ingeniería y urbanismo, el drenaje es un sistema de tuberías interconectadas que permite la evacuación del agua de lluvia u otro tipo de líquidos. El drenaje sanitario es aquel que transporta los residuos líquidos desde las viviendas o la industria hasta las plantas de tratamiento, donde se realiza el tratamiento para que el líquido puede

entrar al flujo de agua y el ciclo hidrológico continúa. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013)

El objetivo principal de un sistema de drenaje es permitir la retirada de las aguas que se acumulan en depresiones topográficas del terreno que causan inconvenientes ya sea a la agricultura o en zonas urbanizadas.

Clasificación de los drenajes

Los sistemas de drenajes pueden ser de dos tipos: convencionales o no convencionales. Los convencionales son sistemas con tuberías de grandes diámetros que permiten una gran flexibilidad en la operación del sistema, debido en muchos casos a la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal, densidad poblacional y su estimación futura, mantenimiento inadecuado o nulo. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013)

Los sistemas de drenajes no convencionales surgen como una respuesta de saneamiento básico de poblaciones de bajos recursos económicos, son sistemas poco flexibles, que requieren de mayor definición y control de en los parámetros de diseño. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013)

Los sistemas convencionales de alcantarillado se clasifican en:

Alcantarillados separadores. Es un sistema que utiliza un mecanismo para independizar el caudal de agua residual y el caudal de agua pluvial, los alcantarillados separadores se subdividen en dos grupos:

- a) Alcantarillado sanitario: Sistema que se diseña para recolectar exclusivamente aguas residuales domésticas e industriales.
- b) Alcantarillado pluvial: Es el sistema diseñado para la evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación.

Alcantarillado combinado. Conduce simultáneamente las aguas residuales, domesticas e industriales, y las aguas de lluvia.

Los sistemas de alcantarillado no convencionales regularmente se limitan a la evacuación de aguas residuales se clasifican de la siguiente manera:

Alcantarillado simplificado: Es diseñado con los mismos parámetros de un alcantarillado convencional, con la posibilidad de reducir diámetros y disminuir distancias entre pozos al disponer de mejores equipos de mantenimiento.

Alcantarillados condominales: Son sistemas de alcantarillas que reúnen el caudal con los recursos mínimos de un grupo de viviendas y los transporta a un sistema convencional.

Alcantarillado sin arrastre de sólidos. Son sistemas que funcionan a presión ya que los elementos solidos son eliminados previamente por medio de un tanque interceptor de sólidos.

El tipo de alcantarillado a elegir depende de las necesidades a subsanar, condiciones topográficas población a cubrir o de la capacidad económica del proyecto. Con relación al drenaje pluvial, la mayoría de veces se opta por dejar fluir la escorrentía de forma superficial, ya sea en las calles, zanjones o zonas que no presentan riesgo alguno y son captadas cuando las condiciones naturales no son óptimas o causen problemas como inundaciones o socavamientos.

Unir las aguas residuales con las aguas pluviales, alcantarillado combinado, es una solución económica inicial desde el punto de vista de la recolección, pero no lo será tanto cuando se piense en la solución global de saneamiento que incluye la planta de tratamiento de aguas residuales, por la variación de los caudales, lo que genera

perjuicios en el sistema de tratamiento de aguas. Por tanto, hasta donde sea posible se recomienda la separación de los sistemas de drenaje de aguas residuales y agua pluvial. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013)

Red de alcantarillas

Las redes de alcantarillado tienen como objetivo recoger y transportar las emisiones de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales hasta colectores y trampas. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013)

La red de alcantarillado está constituida por varias tuberías por medio de las cuales se transporta las aguas residuales, la recolección de aguas servidas es acumulativa conforme incrementan los caudales captados, lo cual genera ampliación del diámetro durante el trayecto de la línea principal. De esta forma se obtienen en el diseño las mayores secciones en los tramos finales de la red. No se permite reducir los diámetros de la tubería cuando se trabaja en dirección al fluido.

El sistema se inicia con la descarga domiciliaria o conexión domiciliaria desde el exterior de los edificios. En la mayoría de los casos, el mínimo recomendado sería un diámetro de escape doméstico de 4 pulgadas, pero esta medida puede variar según las regulaciones del gobierno local y el tipo de tubería. La conexión entre la junta y el desagüe debe ser hermética, como también todas las unidades de mantenimiento o registro como los pozos de visita y la pendiente del tubo de conexión debe ser de al menos el 1 por ciento. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013)

Ubicación de las líneas de drenaje

La línea principal de la red de drenajes sanitario se localiza generalmente al centro de las calles, las cuales recolectan las aportaciones de las acometidas. El diámetro mínimo que se utiliza en la red de un sistema de drenaje separado es de 6 pulgadas en tuberías de PVC, y su diseño, en general debe seguir la pendiente natural del terreno,

siempre y cuando cumpla con los límites máximos y mínimos de velocidad y la condición mínima de tirante. La estructura típica de liga entre dos tramos de la red es el pozo de visita, que permite el acceso del exterior para su inspección y maniobras de limpieza, también tiene la función de ventilación de la red para la eliminación de gases. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013)

La unión entre tubería y pozos de visita debe ser hermética, los pozos de visita serán ubicados en las intersecciones de calle, cambio de dirección, cambio de pendientes y para dividir tramos largos que estén fuera del rango permisible. La tubería a diseñar debe ser óptima para el transporte del fluido, pero con los diámetros mínimos a manera de aprovechar la capacidad de la misma, es necesario verificar el área para definir la ubicación de pozos de visita, la dirección del trazo y la descarga final.

Dentro de los componentes y equipo utilizados para la construcción de sistemas de drenaje sanitario se puede mencionar:

Materiales

Es el conjunto de elementos que son necesarios para actividades o tareas específicas. La noción de materiales puede aplicarse a diferentes situaciones y espacios, pero en este caso será sobre Red de Drenaje. En la actualidad se usan materiales que comprenden tuberías de drenaje y sus accesorios, envolturas y estructuras auxiliares de drenaje. Ahora están claramente establecidos sin ambigüedades criterios para diseñar tuberías de drenaje, tanto en lo que respecta a tamaño de tubería, como a material de tubería. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013)

Tuberías

Existe variedad de tipos de tuberías que se emplean para la construcción de drenajes, clasificándose según el tipo de material por el cual se compone para utilizarse en zonas de acuerdo a las condiciones topográficas, geológicas e hidrológicas del terreno y la

región a emplearse.

A continuación, se describen los diferentes tipos de tubería utilizados para la construcción de drenajes:

Tuberías de concreto simple.

Se trata de tuberías económicas, pero que hoy en día no se utilizan mucho debido a su fragilidad, dificultad de manipulación y poco avance en la instalación. Los tubos de hormigón convencionales tienen un diámetro más pequeño y varían de 4 a 18 pulgadas. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013)

Tuberías de concreto reforzado.

También son económicos y se utilizan para caudales mayores donde se requiere un gran diámetro, el transporte, la maniobrabilidad y el peso hacen imprescindible el uso de varillas de refuerzo. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013).

Tuberías de barro vitrificado.

Se trata de tuberías de pequeño diámetro utilizadas en condiciones topográficas, demasiado quebradas, que pueden soportar pendientes y altas velocidades, porque su factor de rugosidad es menor que el de las tuberías de hormigón. Su precio puede ser alto. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013).

Tuberías de asbesto de cemento.

Son poco utilizadas por su alto costo, este tipo de tubería es completamente hermética y no permite filtración, el uso de este material es en casos especiales como el cruce de un río u otro paso complicado. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013).

Tuberías de acero y hierro galvanizado.

El costo de tubería HG es demasiado alto para incluirlo en una red de drenaje sanitario,

sin embargo, pueden utilizarse para un paso aéreo o cruce de arroyos por ser un tipo de material rígido y resistente. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013).

Tuberías de P.V.C.

Se trata de tuberías de cloruro de polivinilo. Los costos suelen ser elevados, pero la instalación y uso resultan demasiado prácticos, actualmente se ha decidido utilizar un tubo corrugado, lo cual se debe a la rapidez y durabilidad del material. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013).

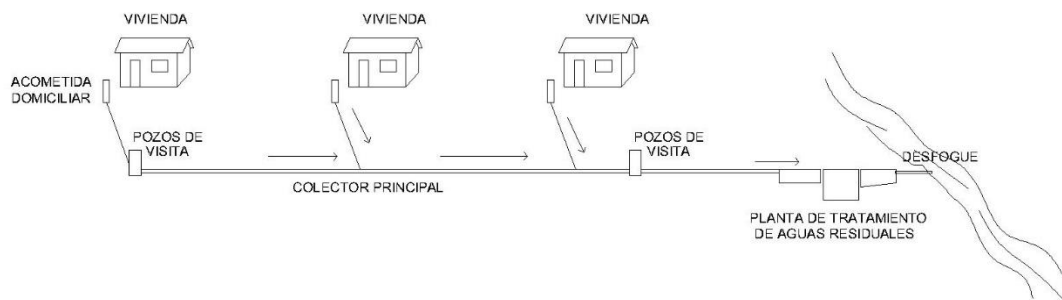
Tuberías ADS (Alta Densidad).

Están fabricadas de polietileno de alta densidad, de alta resistencia. Para su instalación utilizan un sistema de junta de empaques que sellan el sistema y no permiten ningún tipo de filtración. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013).

Drenaje sanitario

Es un sistema de recogida diseñado exclusivamente para la eliminación de aguas residuales domésticas de la población. Las aguas residuales, o aguas residuales, consisten en tuberías, instalaciones y equipos diseñados para la recolección y transporte continuo y ambientalmente seguro de aguas residuales hasta un destino final apropiado. (SORIA, 2009)

Figura 5: Esquema representativo de un Sistema de Drenaje Sanitario



Fuente: Orozco S., diciembre, 2022

Las aguas residuales incluyen aguas residuales humanas y domésticas de inodoros, baños y otros desagües. La industria, las escuelas y las empresas traen consigo productos químicos y otros residuos de procesos en fábricas, restaurantes, aeropuertos, centros comerciales, etc. Las aguas pluviales, la más variada de las tres fuentes, incluyen agua de las alcantarillas de las calles y agua subterránea que ingresa a las alcantarillas pluviales a través de grietas, para contrarrestar este problema es necesario considerar un factor de caudal extra. (BELZONA, 2010)

En el caso de las industrias y comercios deben sujetarse a normas que los obliga a brindar un pre tratamiento a sus descargas de aguas servidas previo a disponer de ellas en el sistema de recolección. Debe implementarse un sistema de tratamiento proporcional al tipo de comercio y la naturaleza de los contaminantes para que posterior a la conexión al sistema se disponga de un tratamiento final, siempre y cuando garantice el proceso.

Dentro de los principales componentes de un sistema de drenaje sanitario se puede mencionar:

Tuberías para drenajes

Son los elementos cuyo compuesto varían conforme a las condiciones topográficas, costos y otros factores, la función principal será de transportar las aguas residuales desde el lugar donde surgen hasta el lugar donde serán tratadas y tendrán su disposición final.

Pozos de visita

Estas unidades subterráneas son puntos de entrada y salida para el mantenimiento y registro del sistema colector. Los materiales utilizados para la construcción de estas unidades pueden ser de ladrillos de arcilla o fundidos con concreto armado, los materiales a emplear deben garantizar que no se produzcan filtraciones.

Los pozos de visita se instalan normalmente en intervalos de entre 90 a 150 metros en instalaciones rectas, puntos grandes de concurrencia dentro del sistema, cambios en la elevación o cambios en la dirección del flujo (BELZONA, 2010)

Estaciones de bombeo

En algunas zonas, las condiciones del terreno hacen imposible un sistema completamente basado en la gravedad. En este caso, las bombas elevadoras ayudan a desplazar el drenaje hasta la planta. En tales casos, los sistemas locales basados en la gravedad llenan una piscina o cámara central hasta un nivel predeterminado. Cuando la descarga alcanza este nivel, las bombas de elevación se activan y bombean las aguas residuales hasta donde pueden fluir hacia la planta de tratamiento. Estas bombas también pueden bombear todas las aguas residuales de regreso al dispositivo si es necesario. (BELZONA, 2010)

Las bombas sumergibles utilizadas para este tipo de trabajos deben ser capaces de evacuar lodos y deben estar diseñadas para soportar las partículas químicas que puedan ocasionar daños al sistema de bombeo.

Tipos de bombas utilizadas en servicios de recolección de aguas residuales

Las bombas deben ser capaces de evacuar grandes volúmenes de aguas que contengan lodos o cualquier elemento sólido que pueda contener las aguas residuales. Dentro de las bombas utilizadas para este proceso se pueden mencionar:

Bombas centrífugas

Están disponibles en diferentes tipos. Las bombas de flujo radial desarrollan presión en los tubos de escape mediante fuerza centrífuga. Esta fuerza se aplica al líquido a través de un impulsor giratorio. Las bombas o impulsores de flujo axial aplican presión al líquido, lo que lo eleva físicamente a las superficies del impulsor. (BELZONA, 2010)

Bombas sumergibles

Las bombas sumergibles son un caso especial de bomba especial diseñada para funcionar cuando el motor y la carcasa de la bomba están sumergidos en el líquido bombeado. Esto elimina la necesidad de un segundo pozo para un sistema de pozo seco y una caseta de bombas sobre el suelo. De esta manera, la estación de bombeo se integra mejor visualmente con el paisaje circundante y no obstaculiza la circulación de peatones. (BELZONA, 2010)

Bombas trituradoras

Las bombas trituradoras son bombas sumergibles que se utilizan en sistemas de drenaje presurizados. Tienen una hoja de acero inoxidable endurecido que descompone los sólidos del desagüe y forma lodos. Utiliza una tubería de plástico de pequeño diámetro sumergida por debajo del punto de congelación del suelo y transporta los lodos deshidratados a baja presión desde la fuente hasta la planta de tratamiento. (BELZONA, 2010)

Descargas domiciliarias

Las descargas domiciliarias deben colocarse en cada predio o vivienda hacia la red de drenaje de la calle, deben prevenirse pendientes mínimas del 1 por ciento, debe haber un registro en el interior del predio por medio de una caja o unidad similar para la verificación previo a la conexión a la red. Éstas se deben construir diagonalmente al tubo central y a la corriente de agua con un ángulo de 45 grados.

Manejo de aguas residuales

Como parte del manejo de aguas residuales, debe entenderse inicialmente que es necesario identificar y clasificar las aguas residuales servidas o utilizadas para algún proceso, antes de realizar la descarga hacia un sistema de drenaje o tratamiento seleccionado. Es necesario que la población tenga la educación pertinente o que tenga un conocimiento mínimo de cómo funcionan los sistemas sanitarios y cómo es el

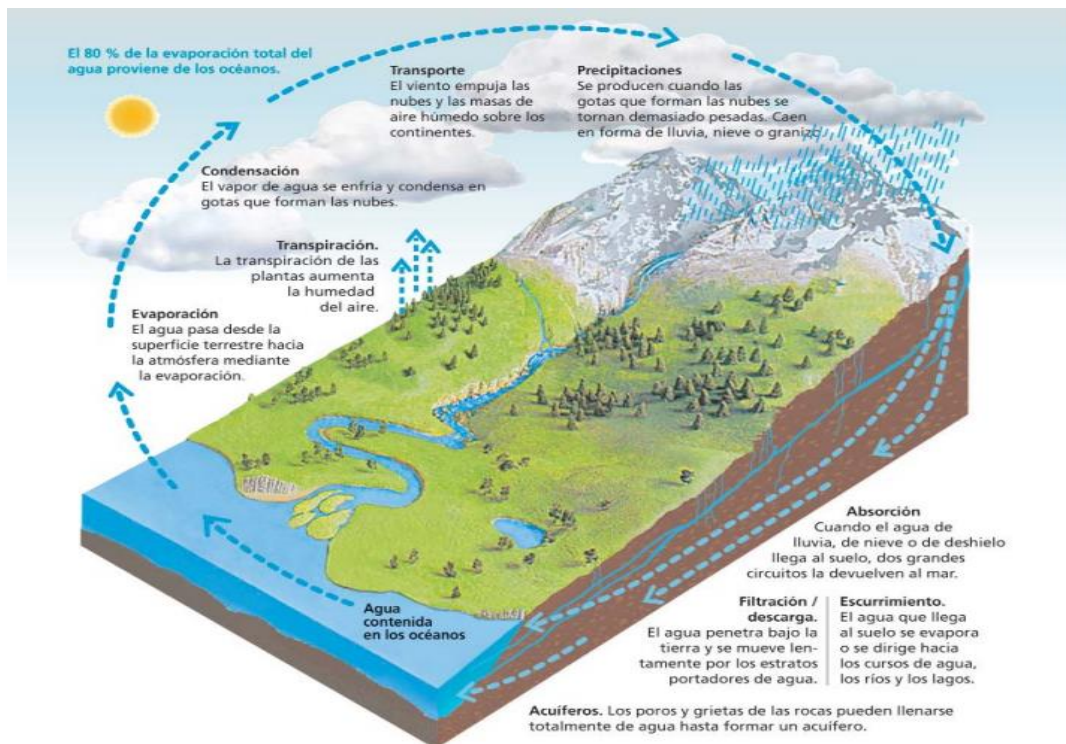
proceso de tratamiento, de esa manera puede generarse conciencia en los habitantes para que el sistema sea eficiente.

Introducción al manejo de aguas residuales

El ciclo hidrológico

El agua se encuentra en todas partes del planeta en estado sólido, líquido o gaseoso. El agua en sus distintos estados está en constante movimiento en la Tierra. Todos los cuerpos de agua cambian constantemente, el agua superficial se evapora, el agua de las nubes cae, la lluvia penetra en la tierra, etc. Sin embargo, la cantidad total de agua no cambia. La Tierra es esencialmente un sistema cerrado. Esto significa que el planeta en su conjunto no gana ni pierde materia ni agua en ninguna etapa del ciclo. (Dra. Carolina Vera, 2002)

Figura 6: El Ciclo del Agua



Fuente: Dra. Carolina Vera y Dra. Inés Camilloni, 2,002

La contaminación del agua

La principal fuente de contaminación al suelo es producida por el ser humano con sus malas prácticas en la disposición de desechos sólidos y líquidos como las descargas sanitarias, esto genera que las descargas se infiltren al suelo o sean transportadas a cuerpos de agua a través de escorrentías pluviales hacia fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano. Este fenómeno es más común en zonas rurales donde no existen sistemas de drenaje sanitario y se producen alimentos de actividades agrícolas.

Enfermedades gastrointestinales graves, como cólera, tifus, disentería, disentería, diarrea, hepatitis y otras enfermedades causadas por el consumo de alimentos o bebidas contaminadas, afectan a millones de personas en Centroamérica cada día. En estos casos destacan los daños y consecuencias para los niños menores de 5 años, quienes son más susceptibles a enfermedades. (SALAZAR, 2004)

Implementación de un plan para el manejo de aguas residuales

Los planes de gestión que abarquen toda una comunidad, área urbana o cuenca hidrográfica son importantes porque los beneficios para la salud y el medio ambiente no se obtienen a pequeña escala y las soluciones individuales maximizan la eficiencia del uso de los recursos. Es importante llevar a cabo una planificación integral e integral que incluya a todos los actores clave, representantes de todos los niveles socioeconómicos y tenga en cuenta aspectos de sostenibilidad técnica, financiera e institucional. El plan debe contener medidas a implementar en el corto y mediano plazo. (SALAZAR, 2004)

El agua como vehículo de infección

El agua contaminada con aguas residuales o excrementos humanos o animales puede prevenir directa o indirectamente la propagación de enfermedades o propagar enfermedades infecciosas provenientes de las heces de personas enfermas y de portadores que pueden ingresar al agua a través de ellas. La forma como estas aguas

residuales pueden llegar al consumo humano puede ser directa o a través de actividades como el riego. El vertido de estas aguas al mar contribuye al envenenamiento de peces y crustáceos en estuarios y zonas costeras, así como en criaderos de ostras y piscifactorías. (LÓPEZ, 1985)

Figura 7: Contaminación de acuíferos por descargas inadecuadas de aguas servidas



Fuente: Orozco S., diciembre, 2022

Contaminación hídrica

Se considera contaminación del agua la presencia de formas de energía, elementos, compuestos orgánicos o inorgánicos que al disolverse, dispersarse o suspenderse alcanzan una concentración tal que limita otros usos del agua. Esta definición deja claro que el uso del agua depende inevitablemente de sus características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales, que determinan su calidad en función del uso regulado reglamentariamente. (RIVAS, 2012)

La contaminación de los cuerpos de agua puede ocasionar incluso el desequilibrio de la vida, ya que de ella dependen las plantas, animales y personas. El agua como

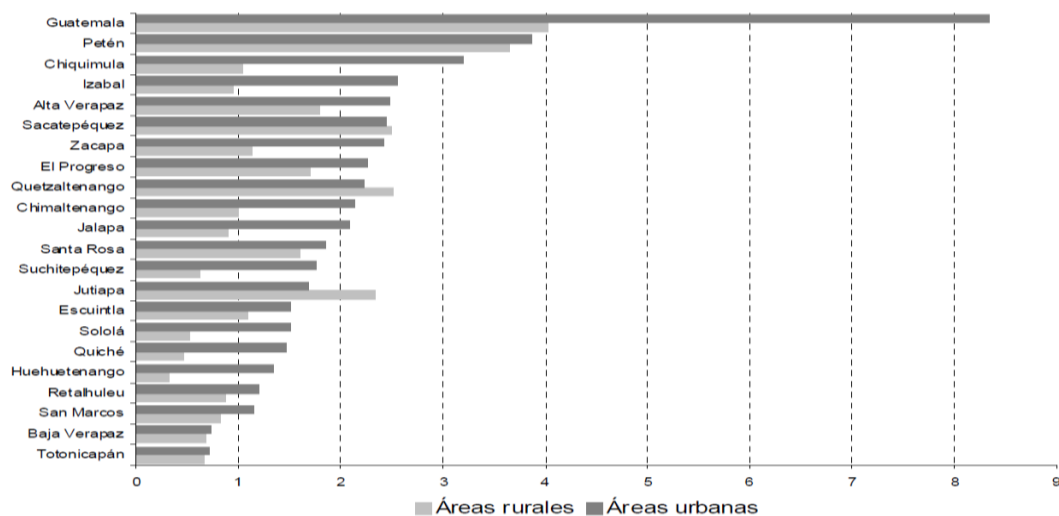
principal fuente de vida también suele ser el primer recurso vulnerable a la contaminación por el ser humano.

Manejo integrado de los recursos hídricos

El vital líquido debe mantener su calidad para consumo humano, existen instituciones a nivel nacional e internacional que velan por el manejo integrado de los recursos hídricos, quienes desarrollan planes de apoyo para velar por la protección de cuencas o subcuencas, cauces y desembocadura hacia los cuerpos receptores de agua.

En el manejo integrado de los recursos hídricos se considera: los impactos de cualquier decisión en la cuenca arriba, en la cuenca media, en la cuenca baja, en el agua subterránea y en los recursos costeros; la eficiencia y aprovechamiento del agua, así como las acciones de reúso de aguas residuales; el involucramiento de los sectores interesados en el uso de agua y los reglamentos institucionales necesarios para promover el uso equitativo y eficiente del agua, así como la calidad de la misma. (SALAZAR, 2004)

Grafica 2: Gasto mensual de agua para consumo humano por hogar (Dólares por mes)



Fuente: Lentini, 2010.

Características fisicoquímicas de las aguas residuales

Para asegurar el éxito de un buen tratamiento de aguas residuales, es necesario realizar una cuidadosa y completa caracterización de las mismas, esto ayudara a seleccionar el correcto proceso y aplicar criterios acertados para proponer un diseño efectivo de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Materia orgánica:

Es la parte más importante de los elementos contaminantes de las aguas residuales domésticas y municipales porque ésta materia ocasiona la pérdida de oxígeno en los cuerpos de agua. Se compone principalmente de carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y azufre, que forman proteínas, carbohidratos, aceites, grasas y tensioactivos. (RIVAS, 2012)

Los desechos de materia orgánica vertidas en las aguas residuales suelen componerse principalmente de restos de origen animal y vegetal en descomposición, residuos de cocinas e industrias como grasas y los detergentes que son transportadas a través de las aguas grises.

Oxígeno disuelto:

Es un parámetro clave en los ecosistemas acuáticos y debe ser superior a 4 mg/L para garantizar la supervivencia de la mayoría de los organismos superiores. Se utiliza como indicador de contaminación del agua o de salud. (RIVAS, 2012)

Demanda bioquímica de oxígeno (dbo):

Es una medida indirecta de la cantidad de materia orgánica en una muestra de agua, determinada por el consumo de oxígeno por el que los microorganismos descomponen los compuestos biodegradables. Esto se evalúa analíticamente con el proceso de incubación de la muestra con microorganismos durante 5 días a 20°C, después de lo cual se lee la concentración final de oxígeno y se compara con la original. Esta prueba

se conoce como DBO5 o DBO estándar. (RIVAS, 2012)

Esta prueba es muy importante realizarla principalmente en las fuentes de abastecimiento para consumo humano. Al realizar un tratamiento a un caudal de agua que ha sido utilizada para sistemas de drenaje y pretender utilizarla para consumo humano debe tenerse un estricto control de ésta prueba.

Demanda química de oxígeno (dco):

También es una medida indirecta de la cantidad de materia orgánica en la muestra. A diferencia de la DBO, esta prueba utiliza un oxidante fuerte (dicromato de potasio - $K_2Cr_2O_7$) en un ambiente ácido (ácido sulfúrico - H_2SO_4) en lugar de microorganismos. Este método es mejor que la DBO en términos de control de secuestrantes, porque el resultado de DCO se obtiene en aproximadamente 3 horas y con mucho menos error que el resultado de DBO obtenido después de 5 días. (RIVAS, 2012)

La relación entre la DCO y la DBO es usada para estimar la biodegradabilidad de un vertido así:

$DQO/DBO \geq 5$ No biodegradable

$DQO/DBO \leq 1,7$ Muy biodegradable

Para ARD, esta relación está entre 2,0 y 2,5. Tanto la DCO como la DBO se utilizan para determinar la calidad del agua o las emisiones contaminantes, diseñar plantas de tratamiento biológico y analizar y/o monitorear la eficiencia del tratamiento. (RIVAS, 2012)

Sólidos

El material orgánico se presenta, regularmente en forma de sólidos. Estos sólidos pueden ser suspendidos, disueltos, los que también pueden ser volátiles, los cuales se

presumen orgánicos, o fijos, que suelen ser inorgánicos. Parte de los sólidos suspendidos pueden ser también sedimentables. Todos ellos se determinan por peso. (RIVAS, 2012)

Potencial de hidrógeno (pH):

Esto es importante en el control de procesos biológicos en el tratamiento de aguas residuales. La mayoría de los microorganismos responsables del tratamiento de aguas residuales prosperan en un rango de pH óptimo de 6,5 a 8,5 unidades. (RIVAS, 2012)

Nitrógeno:

Es un componente importante de las proteínas y un nutriente importante para las algas y bacterias involucradas en el tratamiento de aguas residuales. Puede existir como nitrógeno orgánico, nitrógeno amónico y formas oxidadas como nitritos y nitratos. Se considera que valores demasiado elevados de nitrógeno amónico, habitualmente superiores a 1.500 mg/l, inhiben los microorganismos responsables del tratamiento de las aguas residuales. (RIVAS, 2012)

Fósforo:

Junto con el nitrógeno, es un nutriente necesario para el crecimiento de microorganismos. Sin embargo, grandes cantidades pueden provocar problemas de hipereutrofización en aguas iónicas y esto puede provocar una gran contaminación. (RIVAS, 2012)

Características microbiológicas de las aguas residuales

En un vertido de aguas residuales tributa una gran cantidad de componente orgánico que sirve de alimento para hongos y bacterias encargados de la mayor parte de su desintegración. Finalmente, los protozoos ciliados se nutren de las bacterias, al pulir y optimizar el tratamiento del agua, con este proceso se logra una automatización para la eliminación de elementos contaminantes.

Bacterias:

Son los principales responsables de la descomposición y estabilización de la materia orgánica en las aguas residuales. Su crecimiento óptimo se produce a un pH de 6,5 a 7,5. Algunas bacterias son patógenas, como la *Escherichia coli*, que es un indicador de contaminación fecal. (RIVAS, 2012)

Hongos:

Son habituales en las aguas residuales industriales porque son muy resistentes a los valores bajos de pH y a la falta de nutrientes. (RIVAS, 2012).

Protozoos:

En particular, los ciliados se alimentan de bacterias y materia orgánica que mejoran la calidad microbiológica de las aguas residuales de las plantas depuradoras. (RIVAS, 2012).

Actinomicetos:

Se trata de bacterias filamentosas que se sabe que causan problemas en los reactores de lodos activados, esto provoca formación de espuma y pérdida de sedimentabilidad de los lodos, hinchazón o masa filamentosas, lo que aumenta el contenido de sólidos de las aguas residuales y reduce la eficiencia del tratamiento de aguas residuales. Uno de los actinomicetos recurrentes en los reactores es *Nocardia*. (RIVAS, 2012)

Paralela a la línea de aguas, en donde se emplean etapas para depurar los efluentes, se tienen la línea de manejo de gases y la de manejo de lodos.

Manejo de gases

Se pueden eliminar los olores en algunos sistemas de tratamiento, al implementar Biofiltros los cuales llevan un lecho de soporte en donde se adhieren microorganismos que degradan sustancias que producen mal olor por medio de procesos oxidativos, el

éxito del proceso depende de mantener altos los niveles de humedad. Estos gases generados por la descomposición anaerobia de lodos y de materia orgánica se pueden utilizar como combustibles para generar energía y para elevar las temperaturas de los digestores de lodos. En algunos casos es necesario consumir estos gases por medio de estructuras diseñadas para este propósito.

Manejo de lodos

Los lodos recolectados en los sistemas de drenaje sanitario deben ser reducidos en volumen, para este efecto, es necesario retirar toda la humedad inmersa en su composición, con esto se logrará facilitar el manejo de los mismos y disponer de esta materia procesada sin el riesgo que presentan los factores contaminantes.

Plantas de tratamiento de aguas residuales

Las plantas de tratamiento de aguas residuales son un conjunto integrado de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos, que se utilizan con la finalidad de depurar las aguas residuales hasta un nivel tal que permita alcanzar la calidad requerida para su disposición final, o su aprovechamiento mediante el reúso. Los niveles de tratamiento pueden resumirse de la siguiente forma: preliminar o pre tratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario o avanzado. (Llerena, 2017)

Efectividad de los procesos de tratamiento

En los últimos años se ha invertido mucho dinero en la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales. Desgraciadamente, el funcionamiento de muchas de estas instalaciones no ha satisfecho plenamente las condiciones exigidas por la normativa sobre vertidos. En muchos casos, y con sobrecostos importantes, han tenido que ser replanteadas y modificadas instalaciones recién construidas, para cumplir las normas existentes y para asegurar un mejor rendimiento. De cara al cumplimiento de las cada vez más exigentes normativas sobre vertidos, será necesario el diseño de

plantas de tratamiento más modernas cuya explotación y mantenimiento sean más sencillos. (METCALF&EDDY, 1995)

Figura 8: Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales



Fuente: Orozco S., diciembre, 2022.

Las características de cada nivel de tratamiento se describen a continuación:

Tratamiento preliminar

El objetivo del tratamiento preliminar es la retención de sólidos gruesos y sólidos finos con mayor densidad al agua y arenas, con el fin de facilitar el tratamiento posteriormente, el mantenimiento de estas unidades regularmente se realiza manualmente. Estas unidades, en ocasiones obviadas en el diseño de plantas de tratamiento, son necesarias para evitar problemas por el paso de arena, basura, plásticos, etc., hacia los procesos de tratamiento propiamente dichos. (Llerena, 2017)

En condiciones normales será necesario un control visual frecuente ya que cualquier materia sólida retenida será preciso retirarla inmediatamente.

Unidades de tratamiento primario

Equipo de tratamiento primario es cualquier sistema capaz de eliminar material en suspensión distinto del material coloidal o sustancias disueltas en agua. Así, la eliminación del tratamiento primario de las aguas residuales permite eliminar entre un 60-70% de la cantidad total de materia en suspensión y hasta un 30% de la DBO orgánica sedimentaria. El tanque Imhoff se utilizó como un buen sistema de tratamiento básico en ciudades medianas. Los sistemas de lagunas de estabilización también utilizan tanques de sedimentación primarios, tanques de flotación y lagunas primarias. (Llerena, 2017)

Unidades de tratamiento secundario

La base del tratamiento secundario es la inclusión de procesos biológicos en los que predominan las reacciones bioquímicas, generadas por microorganismos que logran eficientes resultados en la remoción de entre el 50% y 95% de la DBO, éste proceso necesita del diseño de tanques sedimentadores. (Llerena, 2017).

Figura 9: Tratamiento de aguas residuales con filtros percoladores



Fuente: Orozco S., diciembre, 2022.

Los sistemas empleados con mayor frecuencia son: Biofiltros o filtración biológica, filtros percoladores, filtros rotatorios o biodiscos; lodos activados, entre los que se encuentran los convencionales y los de aireación prolongada; lagunas de estabilización de los tipos facultativas y aireadas. (Llerena, 2017)

Unidades de tratamiento terciario

La necesidad de realizar un tratamiento terciario depende de la disposición final que se pretende dar a las aguas residuales tratadas.

El tratamiento de nivel terciario tiene como objetivo lograr fundamentalmente la remoción de nutrientes como nitrógeno y fósforo. Regularmente, la finalidad del tratamiento de nivel terciario es evitar que la descarga del agua residual, tratada con anterioridad, ocasione la eutrofización o crecimiento generalizado de algas en lagos, lagunas o cuerpos de agua de baja circulación, ya que ello libera el consumo de oxígeno disuelto con los consecuentes impactos sobre la vida acuática del cuerpo de agua receptor de la descarga. (Llerena, 2017)

Otros usos que se le puede dar al efluente del tratamiento terciario es la posible recarga hídrica de acuíferos o usos industriales, depende del caudal que integra la descarga, la ubicación donde será vertida la descarga y las condiciones topográficas con que se cuentan en el área.

Desinfección

Se utiliza para reducir la concentración de bacterias y virus en aguas residuales tratadas antes de considerar su disposición final. La desinfección es la destrucción selectiva de organismos que causan enfermedades. Los tres principales métodos de desinfección de aguas residuales son la cloración, la ozonización y la radiación ultravioleta. El uso de cloro para desinfectar aguas residuales es un método muy utilizado. (Llerena, 2017)

Tratamiento de residuos sólidos retenidos y lodos producidos

La porción de residuos sólidos que quede para el pretratamiento podrá eliminarse adecuadamente en un vertedero sanitario oficialmente reconocido. Por otro lado, los lodos generados en los procesos de limpieza deben ser manipulados y tratados mediante procesos establecidos antes de su disposición final. Debido a la alta concentración de materia orgánica creada, los lodos suelen ser tratados mediante secado y, si es posible, un tratamiento especial mediante procesos de digestión biológica: digestión anaeróbica, aeróbica, oxidación, compostaje e incineración. (Llerena, 2017)

Procesos utilizados en la etapa de pre tratamiento

Previo a la depuración de sustancias, el efluente total es sometido a un pre tratamiento que comprende un proceso de operaciones que pueden ser físicas o mecánicas. La finalidad de estas etapas es principalmente separar la mayor parte de impurezas o sustancias contaminantes de volumen alto del agua, lo cual podría perjudicar al sistema si no se consideran los componentes necesarios para este proceso.

Dentro de las unidades de pre tratamiento se pueden mencionar:

Vertederos de rebalse

Consiste en eliminar el excedente de caudal sobre el que se ha calculado como tope para funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. El vertedero de rebalse lo que hace es cumplir con una función de frenado y regulación de caudales de exceso o pluviales.

Pozo de gruesos

Esto se aplica cuando se espera que las aguas residuales contengan grandes cantidades de sólidos debido a las características del drenaje o al diseño del colector. Se sitúa en la zona de entrada y es importante que parte del mismo esté formado por un muro

truncopiramidal inclinado para evitar la acumulación de sólidos y arena en los laterales y esquinas y eliminar eficazmente la máxima cantidad de residuos entre sólidos y lodos. (Llerena, 2017)

Desarenadores

Son utilizados para separar arenas, gravas, partículas minerales, materiales granulares o cualquier elemento pesado que tenga velocidad de sedimentación o peso específico superiores a los de los sólidos orgánicos. Regularmente deben eliminarse las partículas que tienen una granulometría superior a 200 micras. El objetivo de estas unidades es evitar la sobrecarga de sedimentos en las fases de tratamiento posteriores

Caja trampa de grasas

Con estas unidades se deben eliminar grasas, espumas, aceites y materiales flotantes de menor densidad que el agua, los cuales pueden alterar los procesos de tratamiento diseñados posteriormente. Estas unidades deberán contener una tapadera movable para realizar el respectivo mantenimiento.

Procesos utilizados en el tratamiento primario

Sedimentación

Es el proceso por el cual, por medios físicos, se pretenden eliminar las partículas en suspensión que no son retenidas en la etapa de pre tratamiento, cuando este proceso se desarrolla con reactivos se puede determinar que es un tratamiento fisicoquímico. Regularmente el tratamiento fisicoquímico se divide en dos etapas, en la primera, por medio de tanques, se produce la coagulación de materia y en la segunda, también por medio de tanques, se produce la floculación.

Coagulación y floculación

La coagulación es un fenómeno de desestabilización de partículas coloidales, que se puede lograr principalmente al neutralizar sus cargas eléctricas con un coagulante.

La floculación es la agrupación de partículas eliminadas al entrar en contacto entre sí, algunos productos llamados floculantes favorecen esta agrupación. Las escamas permanecen en la última fase del tratamiento. Las sales más utilizadas son las sales de aluminio y hierro. (Llerena, 2017)

Procesos utilizados en el tratamiento secundario

Posterior al pre tratamiento y tratamiento primario el material orgánico que queda disuelto y en suspensión, así como el resto de las partículas sólidas que no se han eliminado en los tratamientos anteriores, son eliminados por medio de los procesos biológicos. Estos son realizados por determinado grupo de microorganismos que en presencia de oxígeno, actúan sobre la materia orgánica e inorgánica disuelta, suspendida y coloidal existente en el agua residual, transformándola en gases y materia celular, que puede separarse fácilmente mediante procesos de sedimentación a posterior. (Llerena, 2017)

Tratamiento Terciario

Consiste en disminuir los parámetros que en los otros tratamientos no son eliminados y que afectan a la calidad del efluente de la planta de tratamiento como son el nitrógeno y el fósforo, materia orgánica no degradada, sustancias inorgánicas disueltas, patógenos. El diseño de procesos biológicos combinados de desnitrificación y desfosfatación se basa en ciclos de condiciones aerobias, anaerobias y anóxicas, que se pueden llevar a cabo en depósitos separados o conjuntamente, seguidos de una precipitación de la biomasa formada. (Llerena, 2017)

Tratamiento de lodos

Los residuos del tratamiento de las aguas residuales, lodos en exceso, no pueden ser desechados sin un tratamiento adecuado; puede existir una variedad de métodos para el tratamiento de lodos en exceso, sin embargo, el más utilizado es el de deshidratación de fangos o lodos que consiste en la eliminación del mayor porcentaje

posible del agua contenida en los lodos, los cuales se extraen hacia un patio o área libre de humedad y techada. (Llerena, 2017)

Alternativas de solución

Lo primero que hay que abordar son los problemas patógenos, que es un problema directo de salud, que no sólo se logra con cloro, sino también cuando se mantiene el agua en lagunas cuyo tratamiento se logra de esta forma, para esto es necesario que se cuente con terreno disponible. Otra forma de combatir el problema es combinar técnicas como el uso de lagunas opcionales con lagunas anaeróbicas o reactores anaeróbicos a contracorriente. (SALAZAR, 2004)

Una planta de tratamiento de aguas residuales se integra de varios componentes en conjunto. En el siguiente cuadro se resume las consideraciones de las unidades de tratamiento más adecuadas para incluir en plantas para el tratamiento de aguas residuales. Cada Se presentan esquemas sobre la combinación de unidades de tratamiento que han sido más aplicadas con éxito en Centroamérica.

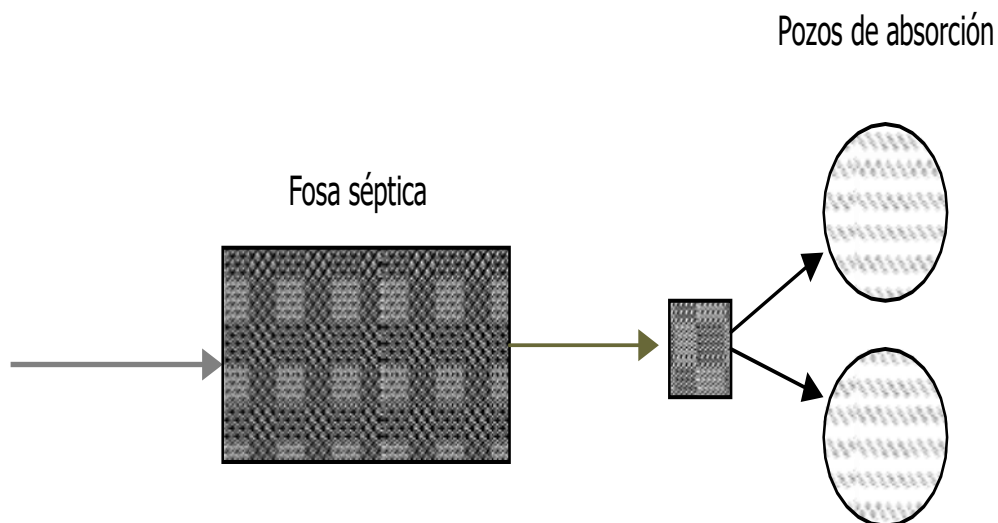
Cuadro 4: Unidades para el Tratamiento de Aguas Residuales

UNIDAD DE TRATAMIENTO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CONSIDERACIONES
Fosas sépticas	Primario avanzado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proceso de sedimentación y descomposición anaerobia. Los lodos se remueven parcialmente estabilizados y digeridos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Debe de ir seguido por un tratamiento secundario o infiltración del efluente.
Tanque Imhoff	Primario avanzado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proceso de sedimentación y descomposición anaerobia. ▪ Los lodos salen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Debe de ir seguido por un tratamiento secundario.

		estabilizados y digeridos.	
Sedimentador primario	Primario	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lodos no salen estabilizados 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Debe de ser antecedido de una unidad desarenadora.
Reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA)	Primario avanzado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proceso de sedimentación y descomposición anaerobia. ▪ Produce lodos estabilizados y digeridos. ▪ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Debe de ir seguido por un tratamiento secundario, por ejemplo, lagunas, filtros percoladores (lo que ha sido más aplicado en Centroamérica) o filtros anaerobios de flujo ascendente.
Filtros percoladores	Secundario	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Funcionamiento por gravedad. ▪ Proceso aerobio que genera un comensalismo bacteriano. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Va antecedido por sistema de sedimentación. ▪ Si no existe un sitio con suficiente pendiente, el bombeo es necesario
Lagunas de estabilización	Primario, secundario y terciario	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trabajan de forma anaerobia o facultativa, de acuerdo a sus dimensiones. ▪ Producen lodo estabilizado. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pueden ser utilizadas como unidades individuales de tratamiento o como un solo sistema.

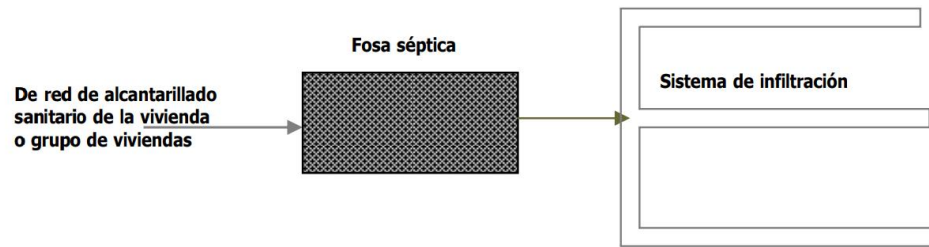
Fuente: Brown, 2004.

Figura 10: Esquema de Tanque séptico con sistema de absorción.



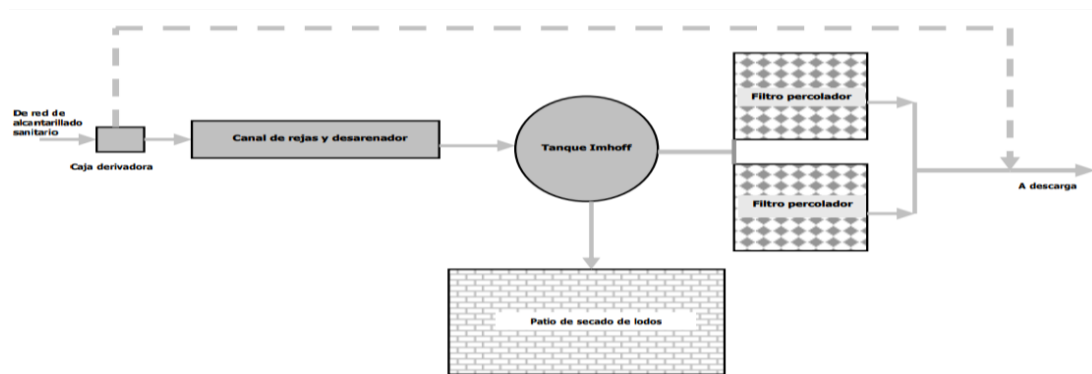
Fuente: Brown, 2004.

Figura 11: Esquema de Tanque séptico con sistema de infiltración.



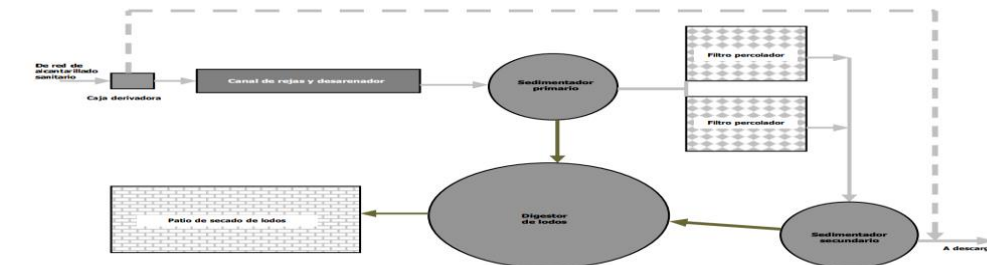
Fuente: Brown, 2004.

Figura 12: Esquema de Sistema de tratamiento con - Caja derivadora - Canal de rejillas - Canal Desarenador - Tanque Imhoff - Filtros percoladores - Sedimentador secundario - Patio de secado de lodos



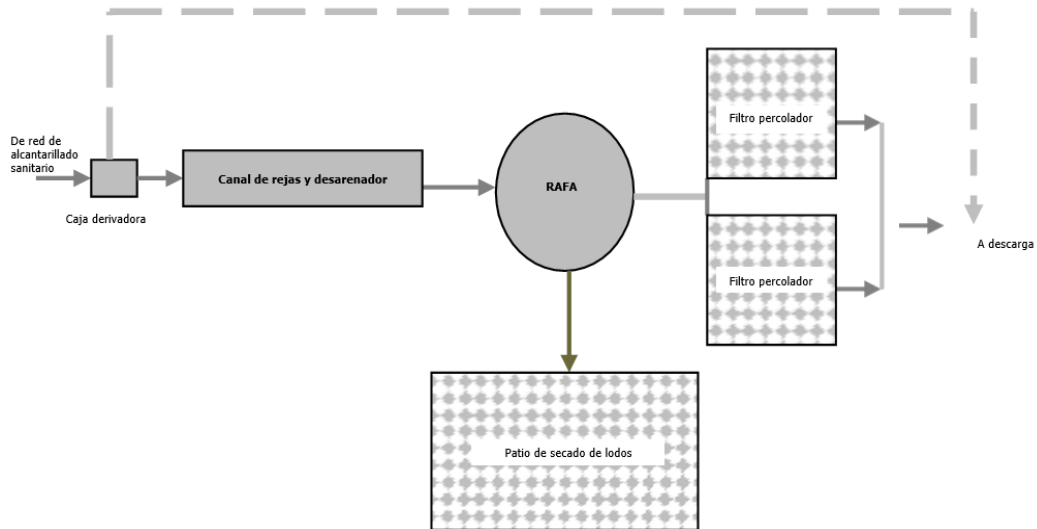
Fuente: Brown, 2004.

Figura 13: Esquema de Sistema de tratamiento con Caja derivadora - Canal de rejillas - Canal desarenador - Sedimentador primario - Filtros percoladores - Sedimentador secundario - Digestor de lodos - Patio de secado de lodos



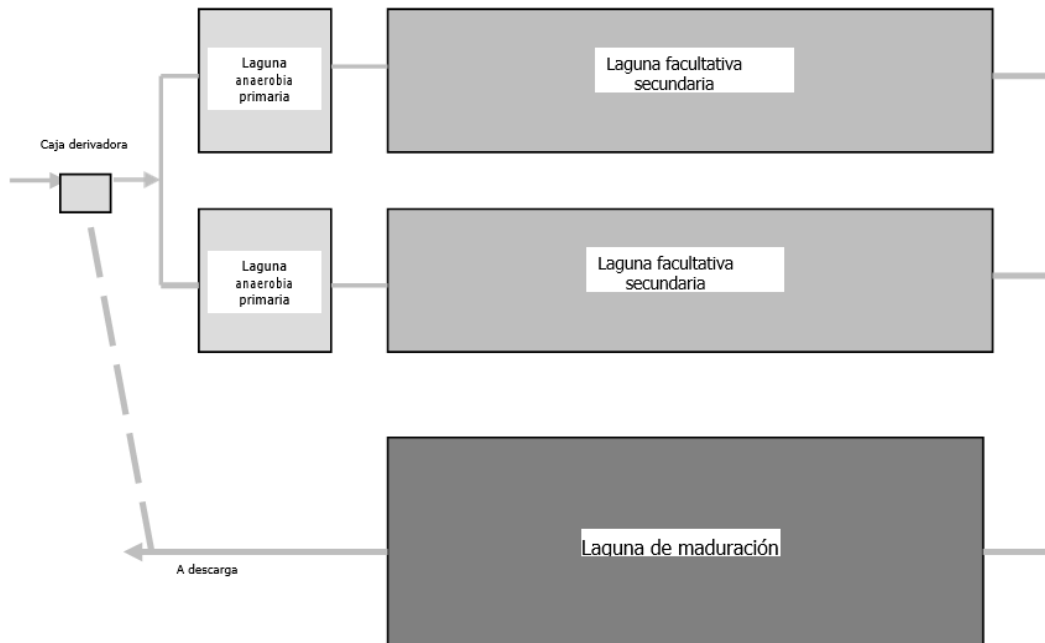
Fuente: Brown, 2004.

Figura 14: Esquema de Sistema de tratamiento con Caja derivadora - Canal de rejas - Canal desarenador – RAFA - Filtros percoladores - Patio de secado de lodos



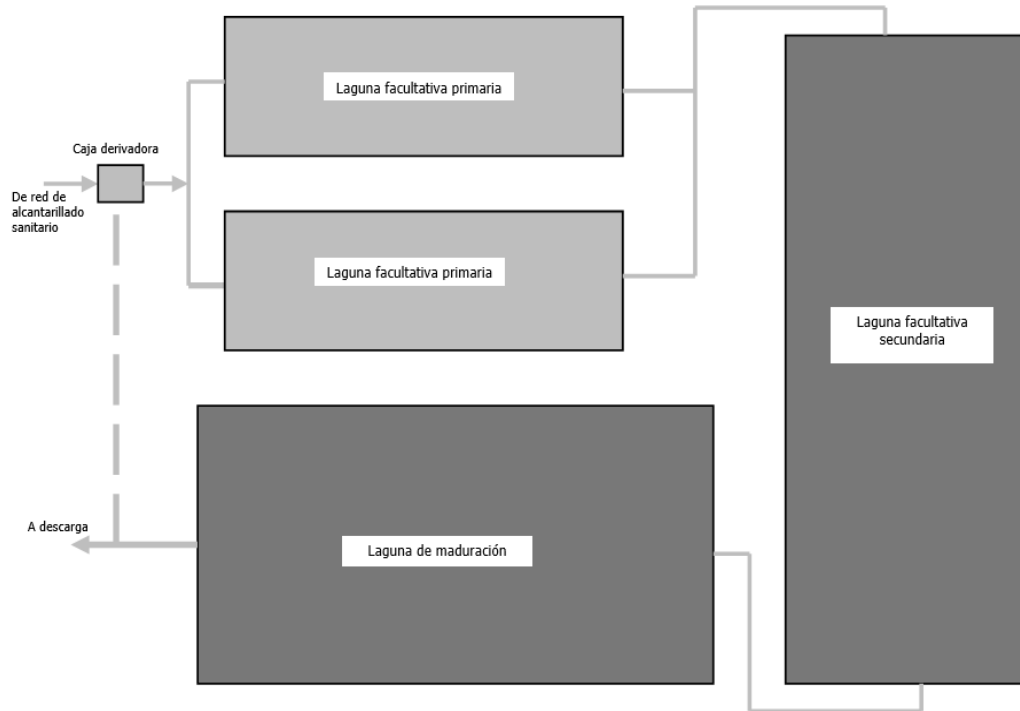
Fuente: Brown, 2004.

Figura 15: Esquema de Sistema de tratamiento con Lagunas anaerobias primarias - Laguna facultativa secundaria - Laguna de maduración



Fuente: Brown, 2004.

Figura 16: Esquema de Sistema de tratamiento con Laguna facultativa primaria - Laguna facultativa secundaria - Laguna de maduración



Fuente: Brown, 2004.

Criterios que se deben tomar en cuenta para seleccionar un sistema de tratamiento para aguas residuales:

- a). Identificar las exigencias de calidad del agua a tratar para realizar su disposición final, de manera coherente con la realidad actual y proyectada a futuro.
- b). Buscar posibilidades de reutilización de las aguas tratadas, para obtener el mayor beneficio social, ambiental y económico.
- c). Incluir dentro de los costos de inversión, operación y mantenimiento, un presupuesto para la intervención social y análisis de agua necesarios para la evaluación y monitoreo del sistema de tratamiento.

- d). Contar con la información básica necesaria para elaborar el estudio final y el expediente técnico, cuyo contenido y especificaciones se regulan en sus aspectos técnicos y parámetros de calidad del agua.
- e). Planificar la disponibilidad del área, conseguir la aceptación de la localidad y lograr el compromiso y organización de la sociedad civil y sus autoridades.
- f). Conocer los parámetros legales y técnicos sobre sistemas de drenaje sanitario y plantas de tratamiento de aguas residuales.
- g). Considerar la calidad del efluente, para los fines del aprovechamiento deseado.
- h). Ser eficiente en la remoción de patógenos y ajustarse a los parámetros convencionales de los procesos más utilizados en el área.
- i). Contar con equipo y personal responsable del mantenimiento y operación de la planta, debidamente capacitado y sensibilizado.

Diseño y planificación de sistemas de drenaje sanitario

El diseño y la planificación de una red o un sistema de drenaje sanitario supone la determinación del caudal de aguas residuales, el cálculo hidráulico del colector principal, grandes conducciones y estructuras de enlace y derivación, selección adecuada del terreno para la planta de tratamiento y de ser necesario considerar estaciones de bombeo. (LÓPEZ, 1985)

Diseño

Tipo de sistema a utilizar

Existen sistemas de alcantarillado sanitario planificados, de los cuales se excluye el flujo de agua de lluvia de calles, techos y otras superficies. En aquellas poblaciones o

zonas con sistema combinado, donde las viviendas existentes cuentan con una única salida de alcantarillado o pluvial, se investigará la posibilidad de convertirlo a un sistema de separación. Si esto no es posible, se investigará la posibilidad de hacer un nuevo sistema de separación para la zona. Por términos de tratamiento de aguas residuales, es preferible utilizar un sistema separativo, para que los caudales no sean alterados. (INFOM, 2009)

Cuando el uso del sistema combinado sea indispensable, deberán considerarse obras accesorias que permitan desviar los excesos al curso de agua más cercano durante las precipitaciones. Los sistemas se diseñarán como sistemas por gravedad, con los conductos que funcionan como canales parcialmente llenos. Sin embargo, en los casos en que sea indispensable que el sistema tenga 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. (INFOM, 2009)

Periodo de diseño

Los sistemas de drenaje sanitario serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante el periodo de 20 a 30 años a partir de la fecha que según el estudio empiece a operar el sistema.

Estimación de la población tributaria:

En sistemas sanitarios combinados, la población que tributará caudales, será estimada con la utilización de alguno de los siguientes métodos: incremento geométrico que calcule la relación entre habitantes y área superficial, incremento aritmético, incremento o porcentaje decreciente y proyección gráfica a ojo.

Para elegir el método utilizado, el diseñador debe realizar evaluaciones con la utilización de al menos dos de los métodos mencionados, procesar los resultados en papel cuadriculado e indicar qué método se utilizó. (INFOM, 2009)

Estimación de las áreas tributarias:

Las áreas tributarias a sistema de drenaje serán estimadas de acuerdo con la localidad en estudio, la cual deberá considerarse como completar un todo con las áreas adyacentes y que sean tributarias al sistema por razones topográficas, demográficas y urbanísticas.

Deberá considerarse para el diseño, fijar la capacidad y profundidad de los colectores, áreas de futura expansión que lleguen a ser tributarios al sistema.

Puntos de descarga:

En la selección de los puntos de descarga, se tendrá en cuenta que estas obras no deben ocasionar problemas sanitarios a las localidades ubicadas aguas abajo, por lo que todos los vertidos deben ser tratados con bastante cuidado tanto para la propiedad privada como al medio ambiente. Salvo que las condiciones no lo permitan, se debe elegir un solo punto donde existan condiciones para la construcción de una planta de tratamiento.

Determinación del caudal de aguas servidas:

La población tributaria será calculada en base al número de habitantes al final del período de diseño.

El cálculo se hará de acuerdo con lo indicado a continuación:

Caudal medio diario:

El caudal medio diario se calcula como mínimo en 200 litros diarios por habitante, se debe tomar en cuenta la población proyectada. En todo caso, se considera si por la presencia de industria es necesario introducir el mayor caudal antes mencionado o asumir un desarrollo industrial, recreativo o de otro tipo. Cuando sea el caso, deberá investigarse el caudal que tributen al sistema. (INFOM, 2009)

Caudal de hora máximo:

Es el caudal de agua potable estimado para la hora de máximo consumo. Si no existen registros que indiquen un valor más alto, se considerará que es el caudal medio multiplicado por un factor de 2.5.

Caudal máximo de origen domestico:

Será calculado para cada tramo en base al número de conexiones futuras que contribuyan al tramo, el que expresado en litros por segundo será:

a) Para tramos que tenga una contribución de menos de 100 conexiones futuras, se determinará según la fórmula:

$$q = 0.45 * (n-1)^{0.5}$$

Dónde: q = Caudal Máximo

n = Número de conexiones

b) Para tramos que tengan contribución de 100 a 1000 conexiones futuras, se determinará según la fórmula:

$$q = 75\% \text{ del Caudal Medio} * [(18 + p^{0.5}) / (4 + p^{0.5})]$$

Dónde: q = Caudal Máximo

p = Población tributaria en miles de habitantes

Expresado en función de las conexiones (n) es:

$$q = 0.75 * n * 6 * 200 / 86400 * [(18 + p^{0.5}) / (4 + p^{0.5})]$$

O bien:

$$q = 0.75 * n * 6 * 200 / 86400 * [(18 + (n*.006)^{0.5}) / (4 + (n*.006)^{0.5})]$$

Dónde: q = Caudal Máximo

p = Población tributaria en miles de habitantes

c) Para tramos que tengan contribución de más de 1000 conexiones se usará el caudal de hora máxima

$$q = n * 6 * 200 * 2.5 / 86400$$

Se utilizará la relación de 6 habitantes por conexión para determinar el número de conexiones cuando solo se tenga la población, deberá realizarse sondeos para determinar si es posible utilizar un valor más alto. Para el caso de instituciones como centros educativos, hospitales, cuarteles, etcétera. Se hará una correlación de población con conexiones. Para zonas de desarrollo futuro deberá estimarse la población en función de la densidad que se observe en la población actual, o se podrá estimar entre 20 a 40 conexiones por hectárea en bruto. (INFOM, 2009)

Infiltración:

Para la estimación del caudal de infiltración que entra a las alcantarillas, se tomará en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías y el tipo de tubería. Los caudales para cada kilómetro de tubería que contribuya en tramos estimarán, se deben calcular los tubos centrales y los de conexión domiciliar así, en litros por segundo:

a) Para tuberías que quedarán sobre el nivel freático

a.1) Tuberías de cemento $q_i = 0.025 * \text{diámetro en pulgadas}$

a.2) tuberías de PVC: $q_i = 0.01 * \text{diámetro en pulgadas}$

b) Para tuberías que quedaran bajo el nivel freático

b.1) Tuberías de cemento $q_i = 0.15 * \text{diámetro en pulgadas}$

b.2) tuberías de PVC: $q_i = 0.02 * \text{diámetro en pulgadas}$

Caudal de diseño:

La cantidad de caudal con la que se diseña cada parte del sistema es: a) la suma de los caudales máximos de origen doméstico; b) tasa de infiltración; c) Flujo ilegal causado por agua de lluvia, conectada accidentalmente a la terraza o techo; A este concepto se le suma un 10 por ciento de flujo interno. Sin embargo, en zonas donde no hay drenaje de aguas pluviales, se podrá utilizar un valor mayor. (INFOM, 2009)

Diseño de secciones y pendientes:

Calculo hidráulico

En general se usará en el diseño, secciones circulares que funcionen como canales a sección parcialmente llena. El máximo que se permite lleno para diseño, es un 74 por ciento del diámetro del tubo. El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se hará con la aplicación de la fórmula de Manning en sistema métrico para secciones circulares así:

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

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

D = Diámetro de la sección circular (pulgadas)

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

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

= 0.014 para tubos de concreto

= 0.010 para tubos de PVC

Las condiciones hidráulicas para tuberías parcialmente llenas se calculan con el uso de gráficos de relación de sección parcial o, preferiblemente, métodos analíticos. (INFOM, 2009)

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

Sifones

Solo se permitirá el empleo de sifones cuando sea imposible la instalación de tubos con la pendiente y altura necesarias como canal parcialmente lleno. Se debe diseñar para obtener una velocidad mayor que para canal abierto, de preferencia alrededor de 1 m/s aunque se utilizan diámetros menores a los indicados, para el uso de sifones será necesario planificar registros en sus dos extremos y utilizar curvas de radio largo en los cambios de dirección vertical, de modo que se puedan utilizar limpiadores mecánicos o hidráulicos.

Diámetros mínimos

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 8" para tubos de concreto y de 6" para tubos de PVC.

En las conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo será de 6" en concreto y de 4" en PVC, debe utilizarse en este caso un reductor de 4"x3" Como protección de obstrucciones, a la entrada de la conexión, En la Candela de registro domiciliario, la cual será un diámetro vertical mínimo de 12".

En los conductos de presión de los sistemas de bombeo deberá utilizarse el diámetro que sea adecuado para tener velocidades dentro de los límites aceptables, aunque se utilicen diámetros menores a los indicados.

Velocidades máximas y mínimas

La velocidad máxima con el caudal de diseño será de 2.50 m/s

La velocidad mínima con el caudal de diseño será de 0.60 m/s

Profundidad de las tuberías

La profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie Del terreno será de 1.00 metro.

Cuando la altura de corona de la tubería principal se encuentre a una profundidad mayor de 3 metros bajo la superficie del terreno, se diseñará una tubería auxiliar, sobre la principal para las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente.

Obras accesorias

Pozos de visita

Se diseñarán pozos de visita para localizarlos en los siguientes casos:

- a) En cambios de diámetro
- b) En cambios de pendiente
- c) En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24”
- d) En las intersecciones de tuberías colectoras
- e) En los extremos superiores ramales iniciales
- f) A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24”
- g) A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24”

La diferencia entre la cota invertida de las tuberías que entran y la cota invertida de la tubería que sale de un pozo de visita será como mínimo la carga de velocidad en el tubo de salida ($h_v = v^2/(2 \cdot g)$). Se exceptúa el caso cuando el tubo de entrada y el de salida son del mismo diámetro y están en línea recta, en cuyo caso las tuberías se instalan según la pendiente. El fondo de los pozos deberá tener canales para dirigir los caudales hacia el tubo de salida.

Construcción de sistemas de drenaje sanitario

Un sistema de drenaje consta de tuberías y servicios necesarios para complementar el sistema para recibir y eliminar las aguas residuales municipales y el agua de lluvia. (SORIA, 2009).

Los sistemas urbanos

“Durante los últimos años, se han realizado varios estudios para analizar el estado de

los servicios de agua potable y saneamiento de Guatemala. En todos ellos se destacan los problemas de gestión de las entidades prestadoras, situación que en términos generales se mantiene. La debilidad de la capacidad de gestión municipal se evidencia en varios aspectos. Desde el punto de vista de la planificación, la falta de conocimiento y la necesidad de contar con aportes del municipio (o del Gobierno Nacional) que suelen ser discrecionales, dificultan la definición de una programación de mediano y largo plazo”. (Lentini, 2010, pág. 51)

Los sistemas Rurales

2En las zonas rurales también se presentan problemas que evidencian serias falencias de gestión. En este caso, los problemas de irregularidad en el servicio o ausencia del mismo son provocados por deficiencias técnicas, a veces por desastres naturales, y sobre todo por una deficiente gestión comunitaria que, por lo general, no cuenta con la atención necesaria, la asistencia económica y técnica de las autoridades municipales”. (Lentini, 2010)

Participación de los usuarios y de la comunidad

En Guatemala existe una considerada participación de la comunidad en la construcción y operación de los servicios del área rural. Sin embargo, esa intervención requeriría de una mayor promoción y fortalecimiento por parte del Estado en sus diferentes niveles, debe tenerse en cuenta la relevancia que esta actividad puede lograr no sólo en la mejora de los servicios de las áreas rurales, sino también en las zonas marginales y periurbanas de las ciudades, donde habita población en condiciones de extrema pobreza y son vulnerables socialmente. (Lentini, 2010)

Planificación de los sistemas de saneamiento

Para formular soluciones inclusivas, equitativas y prácticas, es importante comprender la combinación de sistemas de saneamiento en uso y planificar cómo esa combinación debe evolucionar con el tiempo a medida que las políticas locales y

nacionales avanzan hacia objetivos establecidos de saneamiento e higiene. La combinación de sistemas y objetivos será diferente para los diferentes tipos de comunidades y se deben definir objetivos intermedios y finales para cada uno. (Organización Mundial de la Salud, 2019)

Evaluación y gestión de riesgos

Una evaluación de riesgos debe orientar las intervenciones de saneamiento a fin de garantizar la protección de la salud pública al controlar los riesgos que surgen del manejo de las excretas a lo largo de la cadena de saneamiento desde el inodoro hasta su disposición o uso final. La evaluación de riesgos debe reconocer y determinar los riesgos más altos, darles prioridad y utilizarlos para fundamentar las mejoras del sistema, con una serie de controles a lo largo de la cadena de saneamiento. Las mejoras pueden consistir en actualizaciones tecnológicas, mejores procedimientos operativos y cambios del comportamiento. (Organización Mundial de la Salud, 2019)

Recolección de aguas residuales

La preocupación por el problema de la evacuación y eliminación de residuos sólidos y sanitarios de la actividad humana, ha obligado a las autoridades a construir redes de alcantarillado para retirar las aguas residuales del núcleo de la población hacia zonas donde no pueda causar molestia y daño.

Inicialmente se construían pozos ciegos para el almacenamiento de aguas residuales, lo cual representa un índice de contaminación a los pozos de agua potable o agua subterránea, para contrarrestar este problema se ha optado por la construcción de alcantarillas que evacuen el agua residual hacia áreas a un nivel bajo de la población. Actualmente esa descarga es necesario brindar un tratamiento para evitar contaminar el ambiente natural.

El tipo de drenaje a utilizar depende de las características de tamaño, topografía y

condiciones económicas del proyecto. Al unir las aguas residuales con aguas pluviales, puede ser una solución económica inicial desde el punto de vista de la recolección, pero cuando se piense en la solución global de saneamiento que incluye la planta de tratamiento de aguas residuales ya no lo será, ya que el caudal varía en cantidad y calidad y genera perjuicios en los sistemas de tratamiento. Se debe buscar una solución separada al problema de la conducción de aguas residuales y aguas pluviales.

Según el modo en que se transporten las diferentes clases de aguas residuales existen los siguientes sistemas:

Sistema unitario

Utiliza una red que se dimensiona para absorber la totalidad de las aguas residuales y pluviales, suele ser económico, ya que solo necesita para su construcción una única red de canalización, sin embargo, suele presentar inconvenientes como la variación del volumen del caudal al tomar en cuenta que contiene agua pluvial y aguas negras, por esta razón se necesita crear dispositivos de rebalse lo cual puede generar contaminación.

Sistema separativo.

Utiliza dos redes de drenaje completamente independientes, con diferentes tareas. Una de las redes evacúa volúmenes bajos y conocidos de aguas residuales y aguas industriales que no deben tener fermentaciones anaeróbicas prematuras y espontáneas dentro de un alcantarillado con recorridos largos.

Sistema pseudo separativo.

Dentro de los sistemas utilizados también se desarrolla un sistema de pseudoseparación con dos redes separadas, una de las cuales dirige el escurrimiento de carreteras, parques, plazas y jardines, la otra conduce a la red las aguas residuales

domésticas, industriales y de lluvia de los tejados y patios de los edificios. Este sistema se utiliza para implementar un sistema de separación de drenajes y el edificio tiene un único sistema. (SORIA, 2009)

Para la elección del sistema adecuado a la zona en estudio, deben conocerse varios factores naturales y acontecimientos que caracterice esa área. Por cuestiones de caudales altos, lo ideal es no mezclar el agua pluvial con el drenaje sanitario ya que el tratamiento se vuelve complicado al mezclarlas. En cualquier sistema será necesario separar el agua de lluvia que puede ser desfogada superficialmente hacia escorrentías o a la calle, siempre y cuando se garantice que no contiene aguas servidas.

Sistema doblemente separativo.

En un sistema de doble separación, las aguas residuales municipales e industriales se conducen a través de tuberías independientes sin mezclarse. Este sistema se utiliza cuando las aguas residuales industriales son altamente tóxicas. (SORIA, 2009)

Sistema restringido.

El sistema restringido solo canaliza las aguas negras. Cuando se adopta este sistema hay que tener en cuenta las siguientes recomendaciones: El área a resolver debe ser de escasas dimensiones; Las pendientes de la red varia, no pueden superar el 6%; Las calles deben estar asfaltadas en su totalidad. (SORIA, 2009)

Sistema deficitario.

Los sistemas deficientes desvían las aguas residuales sin comprobar las condiciones previas, lo que hace que no cumplan con los estándares establecidos y puedan causar dificultades incontrolables. (SORIA, 2009)

Según el modelo de circulación de las aguas residuales pueden existir los siguientes sistemas:

Sistema por gravedad.

En los sistemas por gravedad, las aguas circulan a lo largo de las redes a causa de las pendientes de los conductos, en los sistemas de alcantarillado sanitario se busca que los fluidos circulen de esta manera con el objetivo de optimizar los recursos económicos. (SORIA, 2009)

Sistema por elevación.

El sistema por elevación se utiliza cuando un fluido llega a una zona donde ya no puede circular por gravedad o se necesita profundizarla a una cota muy grande y peligrosa, se emplea un tramo para ganar altura y continuar nuevamente por gravedad.

Sistemas por impulsión.

En los sistemas de trabajo por impulsión, las aguas residuales elevan su caudal en determinadas partes de la red. (SORIA, 2009)

El sistema de impulsión se trabaja con equipo mecánico apto para la realización del bombeo, debe de tomarse en cuenta que el efluente a bombear incluye lodos y sedimentos de proporciones considerables que puede dañar el funcionamiento mecánico de artefactos frágiles, por lo que será necesario realizar un análisis minucioso antes de seleccionar un sistema de bombeo, para realizar dicho análisis será necesario contar con equipo adecuado.

Sistemas a presión.

En los sistemas de drenaje a presión, las aguas residuales corren por diferencia de presión gracias sobre todo a la utilización de bombas dilaceradoras. (SORIA, 2009).

En este sistema se trabajan filtros previamente calculados para eliminar sedimentos de grandes proporciones con la finalidad de que el caudal fluya de forma efectiva y no se obstaculice en su tránsito.

Según el planteamiento conceptual existen los sistemas de alcantarillado sanitario siguientes:

Sistemas convencionales.

Son todos los sistemas ya señalados que se basan en el transporte de residuos a largas distancias dentro de redes de drenaje de desarrollo territorial. (SORIA, 2009).

Sistemas sostenibles.

Con éste sistema se verifica la premisa de que el mejor residuo es el que no se produce. Los sistemas convencionales de alcantarillado dotados de Estaciones de Depuración de Aguas Residuales territoriales, no deben considerarse como la única solución cuando se resuelven los problemas de saneamiento en zonas urbanas. Cuando se emplean sistemas de saneamiento sostenibles, se hace una distinción entre: Aguas negras con un alto contenido de residuos biológicos; Aguas grises, procedentes de lavadoras, duchas, lavabos, lavaderos, etc.; Aguas pluviales producidas por escorrentías. (SORIA, 2009)

Cada sistema tiene ventajas y desventajas, el sistema unitario es más económico, ya que solo se tendría que construir un oleoducto por calle, pero tiene inconvenientes, ya que el volumen de agua es mayor. Además, se deben construir redes capaces de resistir las variaciones de flujo debido a la precipitación atmosférica.

Consideraciones importantes en los sistemas de alcantarillado sanitario:

Geometría de la red

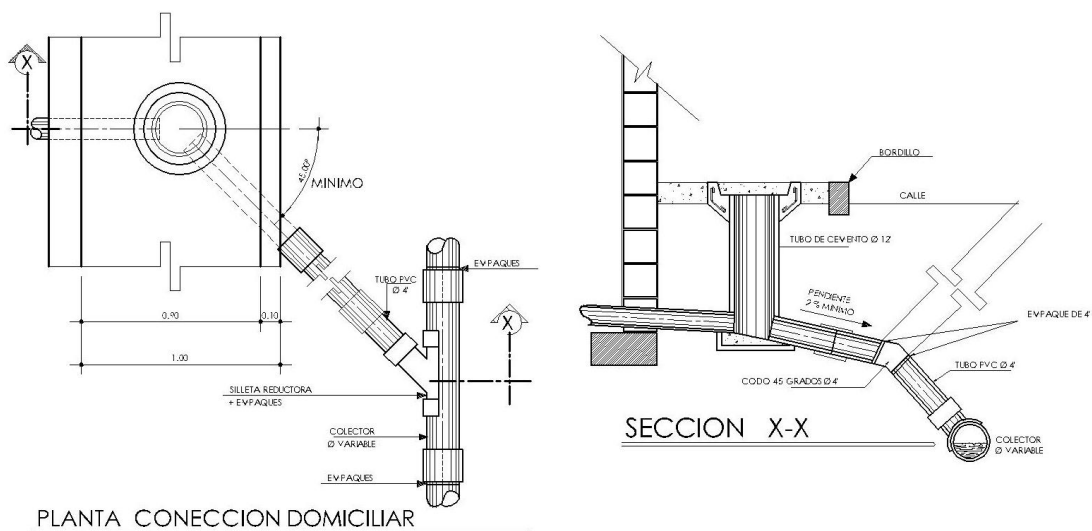
La ubicación de las tuberías de drenaje debe diseñarse en el centro de las calles. La disposición de los tramos de tubería entre pozos de registro debe diseñarse en línea recta. Los oleoductos no deben cruzar lotes o terrenos privados. En ningún caso se aceptará la colocación de tuberías de drenaje en aceras o camellones, dada la complejidad de las tareas de mantenimiento y limpieza.

En todas las calles, con anchos mayores a 12 metros con camellón, como bulevares o avenidas, se debe instalar una doble línea de recolección para cada efluente, en caso de que sean peatonales o calles estrechas se aceptará una sola línea por el centro. Todas las juntas de las tuberías que componen las redes de alcantarillado deben ser herméticas. El diámetro mínimo de las tuberías en la red de alcantarillado debe ser de 6 pulgadas.

En acometidas domiciliars

Las conexiones domiciliars deben colocarse una por cada propiedad u hogar hacia la red, debe preverse una pendiente mínima del 1 por ciento, además de un registro dentro de la propiedad, a un metro de su fachada, y con medidas que cumplan con un área mínima de 0,10 metros cuadrados y una profundidad de 0,90 metros. Para descargas domiciliars se puede utilizar tubería de concreto de 12 pulgadas de diámetro, con junta hermética, y para descargas industriales debe indicarse según el proyecto; Estos deben construirse en diagonal al tubo central y al efluente en un ángulo de 45 grados.

Figura 17: Detalle típico de acometida domiciliar en planta y seccion



Fuente: Orozco S., enero, 2022

En las conexiones domiciliarias a la red central de drenaje, para todos los tipos de material con que se construyan las descargas, la conexión debe realizarse con la utilización de silletas herméticas del mismo material de la tubería; las descargas domiciliarias solo serán conectadas a las tuberías que pertenecen a la red de alcantarillado; no se permitirá la conexión de descargas en las tuberías pertenecientes a subcolectores, colectores o emisores: debe evitarse la conexión de más de una descarga domiciliar en un sólo tubo de cualquier alcantarilla; ninguna acometida domiciliar debe ser conectada directamente a un pozo de visita.

Los drenajes deben enterrarse a una distancia de 40 cm del perímetro del inmueble, cubrir el extremo con mampostería de block o concreto pobre y marcar su ubicación con mayor facilidad. La profundidad mínima para las acometidas domiciliarias es de 90 centímetros en el área donde se ofrece el servicio. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013)

Para instalación de tuberías

En drenaje la profundidad de la zanja para la instalación de tuberías, se realizará en base a los niveles de terreno natural y niveles de plantilla de diseño y el ancho de la zanja, será necesario tomar en cuenta que hay tramos donde la excavación no será uniforme en cuanto a la profundidad, debido al acomodo de niveles de diseño. La profundidad mínima debe cumplir dos condiciones:

a). El colchón mínimo necesario para evitar rupturas del conducto ocasionadas por cargas vivas, que en general para tuberías con diámetros hasta de 18 pulgadas, se acepta de 90 centímetros y para diámetros mayores de 18 pulgadas, se acepta de 1.00 a 1.50 metros.

b). Que permita la correcta conexión de las descargas domiciliarias. La base compactada sobre la que se sienta la tubería de drenaje, podrá tener diferentes

espesores en función de su diámetro. Nunca será menor de 10 centímetros de espesor.

La tubería deberá quedar perfectamente sentada sobre la base de material granular para evitar fracturas. La tubería debe quedar bien alineada tanto horizontal como verticalmente. La tubería se colocará con la campana hacia aguas arriba y se empezará su colocación desde aguas abajo hacia aguas arriba. Las tuberías de drenaje deberán ser acomodadas lateralmente con arena o tepetate fino compactado al 90% de peso volumétrico seco máximo.

Los primeros 30 centímetros de la superficie de relleno se pueden girar si no hay pavimento. Durante el recubrimiento, todo el relleno debe compactarse al 90 por ciento de su peso seco máximo y verificarse con equipo de laboratorio. La última capa, que debe tener un espesor mínimo de 15 centímetros, debe compactarse al 95° con respecto a la densidad máxima. Se utilizará una prueba Proctor estándar para comprobar el porcentaje de humedad. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013)

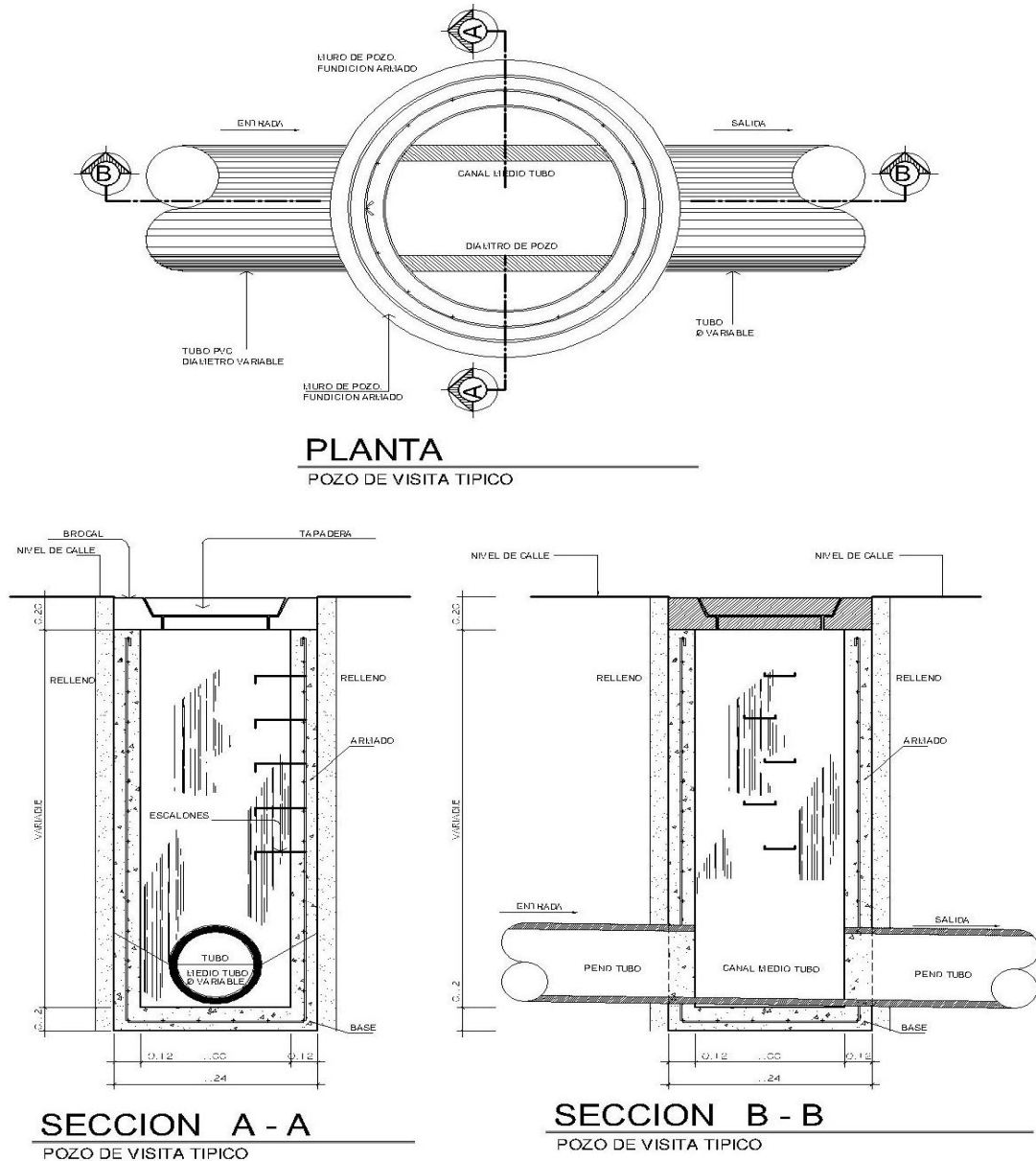
Por ningún motivo debe instalarse en una misma zanja tuberías de agua potable y drenaje sanitario. En caso de que existan cruces de líneas de agua potable y drenaje sanitario, las primeras pasarán a un nivel más alto que las segundas con la utilización de sifones, con el fin de prever contaminación del líquido, debido a fugas de agua negra por fallas de la tubería de drenaje, en todo caso la tubería de agua potable debe quedar por arriba del drenaje. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013)

Para pozos de visita

Deberán construirse pozos de visita en cada cambio de dirección horizontal, transición de la sección, conexiones de conductos y cambios de pendiente. Se recomienda que la separación entre pozos de visita sea de 100 metros debido a los alcances del equipo de mantenimiento. En pozos de visita con profundidades mayores a 1.00 metro deben colocarse escalones. Todos los pozos de visita llevarán una base de concreto simple o

reforzado de 20 centímetros como mínimo de espesor.

Figura 18: Detalle típico de pozo de visita en planta y secciones



Fuente: Orozco, S., enero, 2022.

Todos los pozos deben estar perfectamente contruidos con fondo semicircular. El diámetro interno de la boca de los pozos de visita debe ser de al menos 60 centímetros

debido al tamaño estándar de los extremos. El brocal debe estar inclinado o desnivelado según el terreno o el perfil de la calle. La tubería de alcantarillado siempre debe pasar por el centro del pozo. En pozos con caída de tubería de entrada mayor o igual a 50 centímetros, se deberá llevar un registro de las ubicaciones de la caída o hundimiento junto con las conexiones al lado del pozo de visita. (Instituto Tecnológico de Tuxtepec, 2013)

Legislación nacional vigente, relacionada con el tratamiento de aguas residuales

El agua es un recurso fundamental para la vida del ser humano y de cualquier organismo que cumple un ciclo biológico en el planeta. Hay que tomar en cuenta que de este concepto, surgen medidas, normas y leyes que se enfocan en la protección y el cuidado de este recurso. Esta legislación busca proteger al máximo este recurso vital de cualquier amenaza de contaminación y acciones que representen daño.

Marco Legal y Regulatorio

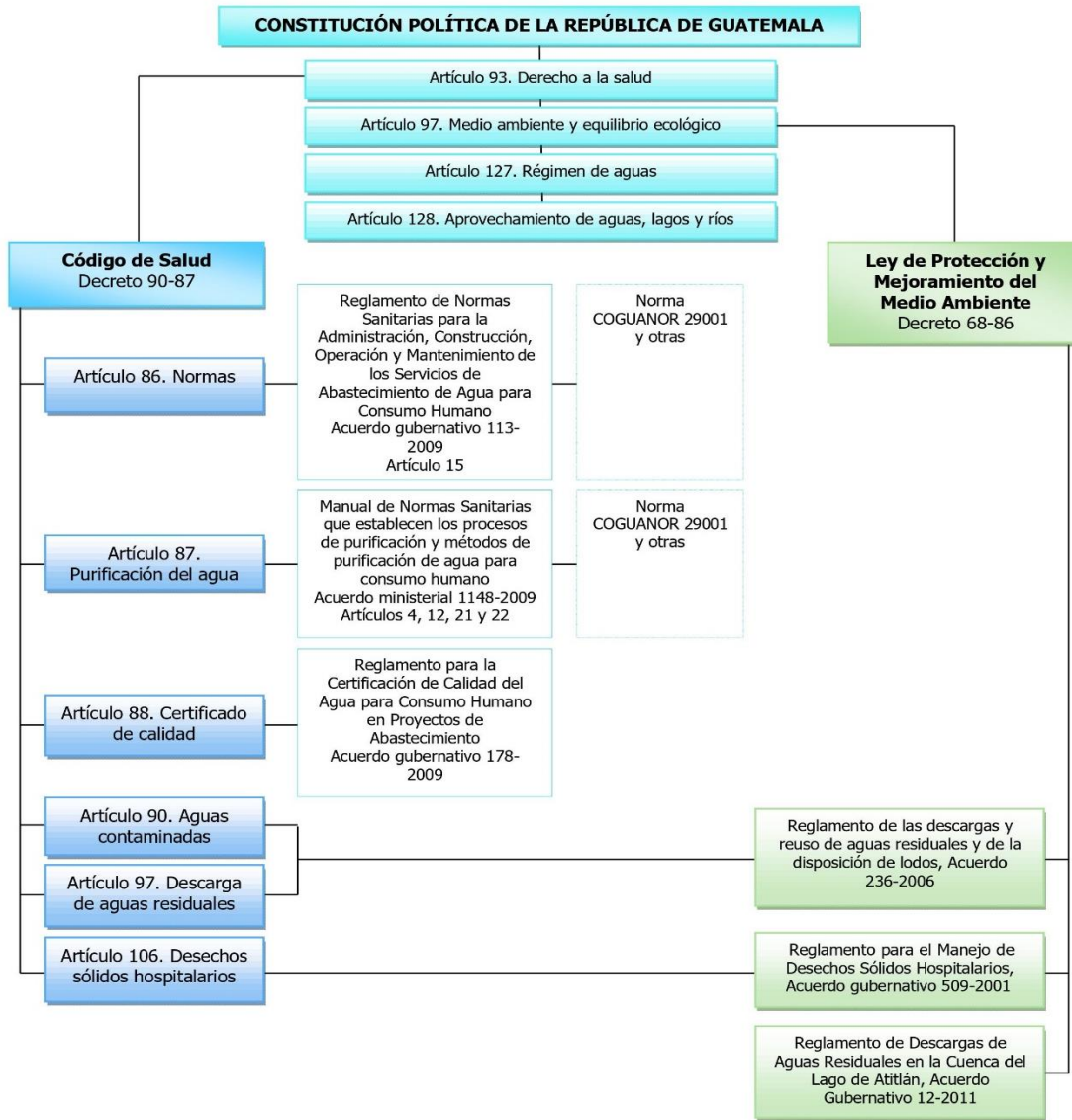
El marco legal y regulatorio define las "reglas del juego" que rigen la interacción de los diversos actores en la industria del agua potable y de las aguas residuales. Por lo tanto, su calidad, evaluada, por ejemplo, por la especificidad y claridad de la asignación de derechos y responsabilidades, o la capacidad de la agencia ejecutiva para monitorear el cumplimiento, es importante para la implementación política en el sector y por lo tanto. Orientar y proporcionar los incentivos adecuados con respecto al comportamiento deseado de los que intervienen. (Lentini, 2010)

Las autoridades de salud ambiental y su rol en el saneamiento

Los ministerios de salud suelen tener un equipo dedicado a la salud ambiental. La salud ambiental cubre temas como agua potable, saneamiento, contaminación del aire, salud ocupacional y seguridad química. Para lograr los objetivos de salud pública, los departamentos de salud ambiental deben involucrar a muchas más partes interesadas fuera del sector de la salud que otros departamentos de los ministerios de salud.

(Organización Mundial de la Salud, 2019)

Figura 19: Esquema de la normativa de agua y saneamiento en Guatemala



Fuente: Tejada, 2006.

Los instrumentos relacionados con agua y saneamiento surgen de lo que se establece en la Constitución Política, en su Capítulo II, Sección Séptima: Salud, seguridad y asistencia social.

Breve descripción de cada artículo mencionado:

Artículo 93. Derecho a la salud. Gozar de salud es derecho fundamental de todo ser humano.

Artículo 97. Medio ambiente y equilibrio ecológico. Todo habitante debe propiciar el equilibrio de los recursos y que este sea racional.

Artículo 127. Régimen de Aguas. El goce y aprovechamiento de este recurso debe estar regulado por una ley específica.

Artículo 128. Aprovechamiento de aguas, lagos y ríos. El aprovechamiento del recurso está al servicio de los habitantes sin embargo es necesario implementar planes que ayuden a la recarga hídrica como la reforestación entre otras actividades.

De la Constitución Política de la República de Guatemala derivan la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente con base en el Artículo 97 y el Código de Salud que se fundamenta en el Artículo 93. (TEJADA, 2006).

Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente

La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86, contiene el fundamento para reglamentos relacionados con el manejo del agua: el Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos, Acuerdo 236-2006, el Reglamento de vertidos para cuerpos receptores de la cuenca del lago de Utatlán, Acuerdo gubernativo 12-2011, y el Reglamento para el manejo de desechos sólidos hospitalarios, Acuerdo gubernativo 509-2001. (TEJADA, 2006)

La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente fue emitida en 1986, cuando el ente rector en materia ambiental era la Comisión Nacional del Medio Ambiente, sustituida por la creación del Ministerio de Ambiente y Recursos

Naturales, por lo que la misma refiere que el Estado, las municipalidades y los habitantes deben prevenir la contaminación del medio ambiente y mantener el equilibrio ecológico, se debe indicar para ese fin la necesidad de usar los recursos naturales de manera racional. (TEJADA, 2006)

Esta ley contiene también un capítulo donde indica que el gobierno debe velar por cantidades de agua para el consumo humano y evaluar la calidad periódicamente de este recurso.

Código de salud

La obligatoriedad del Estado es cumplir con garantizar el derecho a la salud de la población, el acceso y cobertura universal de agua potable, la coordinación interinstitucional entre el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el Instituto de Fomento Municipal y otras instituciones en impulsar políticas que garanticen el acceso de la población a estos servicios, así como su manejo sostenible. Es importante observar, que el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, determina encargar al Instituto de Fomento Municipal, la gestión de las políticas y estrategias del sector agua potable y saneamiento para la población. (TEJADA, 2006)

Aspectos importantes que establece el código de salud

El Estado, a través del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social -MSPAS- y el Instituto de Fomento Municipal -INFOM- deben impulsar políticas que garanticen el acceso y cobertura para el agua y su manejo sostenible. (TEJADA, 2006).

Las municipalidades están obligadas a abastecer de agua potable a las comunidades que corresponden a su territorio.

Es necesario proteger las fuentes hídricas para evitar su contaminación, tratar de que las mismas se conserven para su aprovechamiento y uso racional.

Se faculta la declaración de uso público del servicio por medio de un dictamen técnico sobre cualquier fuente de agua.

Fomentar la construcción de sistemas necesarios para el abastecimiento de agua potable en áreas urbanas y rurales.

Priorizar las actividades de abastecimiento de agua potable a través de las instituciones gubernamentales como también abastecer de agua potable las áreas de trabajo. Prohibir o controlar la tala de árboles en zonas donde brota o circula agua.

Para hacer operativo lo dispuesto en el Artículo 86 del Código de Salud, que refiere que el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social establecerá las normas en relación a la administración, construcción y mantenimiento de los servicios de agua potable, en conjunto con las Municipalidades, en el año 2009 fue creado el Reglamento de Normas Sanitarias para la Administración, Construcción, Operación y Mantenimiento de los Servicios de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano, Acuerdo gubernativo 113- 2009. (TEJADA, 2006)

En este reglamento se disponen las normas sanitarias, registros de servicios, vigilancia y control del agua que los prestadores de servicios de agua potable, Municipalidad y demás instituciones o personas públicas o privadas, deben cumplir para el uso adecuado del agua con base en los métodos establecidos por dicho Ministerio. Por su parte, el Código Municipal, Decreto 12-2002, establece lo que compete a la municipalidad en relación al abastecimiento domiciliario de agua potable, debidamente clorada.

En la sección II del Código de Salud establece, la prohibición de suspender el servicio de agua potable a cualquier ciudadano, salvo algún evento de fuerza mayor, en el caso de suspender el servicio por mantenimiento al sistema debe informarse.

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social establece las normas y métodos para la purificación del agua en el Manual de Normas Sanitarias que constituyen los procesos de desinfección y métodos de purificación de agua para consumo humano, Acuerdo gubernativo 1148-2009, con base en el Artículo 87 del Código de Salud. (TEJADA, 2006)

El Código de Salud en su Artículo 88, determina que: todo proyecto de abastecimiento de agua, previa ejecución, debe contar con un certificado de calidad de agua abastecida, extendido por ese Ministerio. Para ello debe referirse al Reglamento para la Certificación de Calidad del Agua para Consumo Humano en Proyectos de Abastecimiento, Acuerdo gubernativo 178-2009.

El Acuerdo Gubernativo 178-2009, establece que: para realizar una Solicitud de algún Certificado de Calidad del Agua debe incluirse la siguiente información: Nombre del proyecto; ubicación del proyecto de abastecimiento; Información de la unidad responsable de prestar el servicio; Información de la unidad responsable de la ejecución de la obra; Identificación y ubicación de las fuentes de agua a utilizar; Aforos obtenidos de las fuentes tanto en época de estiaje como en invierno; Número de beneficiarios; Componentes del proyecto y Valor de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua a utilizar.

Aguas de descarga, aguas residuales, aguas de reúso y lodos

El Código de Salud en el Artículo 90, establece la prohibición de utilizar agua contaminada para cultivo de vegetales o cualquier alimento de consumo humano. También se menciona en la sección III sobre la eliminación de excretas y disposición de aguas residuales en los siguientes artículos:

Artículo 92. Dotación de servicios.

Artículo 93. Acceso y cobertura.

Artículo 94. Normas sanitarias.

Artículo 95. Disposición de excretas.

Artículo 96. Construcción de obras de tratamiento.

Artículo 97. Descarga de aguas residuales.

Artículo 98. Autorización de licencias.

Artículo 99. Conexión.

Artículo 100. Sistemas privados.

Artículo 101. Autorizaciones.

Para cumplir con lo que se establece en el Código de Salud respecto a aguas de descarga, aguas residuales, aguas de reutilización y lodos, aplica el Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos, Acuerdo 236-2006 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN- que tiene por objeto establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reúso de aguas residuales. (TEJADA, 2006)

En el Acuerdo Gubernativo 236-2006, en el Artículo 34 del Capítulo VII, se autoriza los siguientes tipos de reúso de aguas residuales:

Reúso para riego agrícola general, (Tipo I)

Reúso para cultivos comestibles (Tipo II)

Reúso para acuicultura (Tipo III)

Reúso para pastos y otros cultivos (Tipo IV)

Reúso recreativo (Tipo V)

El Acuerdo Gubernativo 236-2006, regula lo establecido en la Sección III del Código de Salud en cuanto a: Descarga de aguas residuales; Lodos generados por las plantas de tratamiento de agua residual; Exención de medición de parámetros y Caracterización del afluente y del efluente de aguas residuales.

En 2008, se crea el Acuerdo ministerial 105-2008 Manual General del Reglamento de

las descargas y reúso de aguas residuales y disposición de lodos, que consiste en instructivos generales destinados a las entidades que vierten sus aguas residuales especiales al alcantarillado público, a las personas que producen aguas residuales para su reúso, a las personas que reutilizan parcial o totalmente las aguas residuales y a las personas que son responsables del manejo, tratamiento y almacenamiento final de sedimentos. (TEJADA, 2006)

Desechos sólidos

En el Código de Salud, Sección IV se establece lo relacionado al tratamiento de desechos sólidos desde el artículo 102 al artículo 108. Respecto a lo que les corresponde a las municipalidades el Decreto 12-2002 en el artículo 7 y artículo 68 hacen referencia a la responsabilidad que le compete en el tema de saneamiento y su obligación a gestionar servicios y proyectos que contribuyan a la salud de los ciudadanos.

Figura 20: Regulación de las aguas residuales

ACUERDOS GUBERNATIVOS Y MINISTERIALES	
ACUERDO	DESCRIPCIÓN
Acuerdo Gubernativo 236-2006	Reglamento de las Descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos
Acuerdo Gubernativo 12-2011	Reglamento de descargas de aguas residuales en la cuenca del Lago de Atitlán
Acuerdo Ministerial 105-2008	Manual General del Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y disposición de lodos

Fuente: Tejada, 2006.

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Para la comprobación de la hipótesis sobre “El incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos cinco años, por descargas inadecuadas, se debe a la inexistencia de proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento”, se identificaron dos poblaciones a encuestar.

Para la primera población se trabajó la técnica del muestreo para encuestas por medio de la población finita cualitativa, con el 90% del nivel de confianza y el 9.5% de error de muestro. Se estima que el total de la población del sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, es de 304 habitantes, de los cuales se tomó una muestra de 60 habitantes para realizar la encuesta.

La segunda población de estudio está comprendida por integrantes de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS) de la municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos e integrantes del Concejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de aldea Cantel, se direccionó a obtener información sobre la causa de la problemática. Se trabajó la técnica censal, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error, con 10 boletas.

Los resultados se presentan a través de un cuadro que contabiliza las respuestas obtenidas y con los datos obtenidos se procede a realizar las gráficas.

De la gráfica tres a la gráfica siete se comprueba la variable Y o efecto principal, con las respuestas obtenidas de los habitantes encuestados; mientras que de la gráfica ocho a la gráfica doce, se comprueba la variable X o causa principal, a través de las respuestas brindadas por integrantes de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) y Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS) e integrantes del Concejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de aldea Cantel.

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

Cuadro 5.

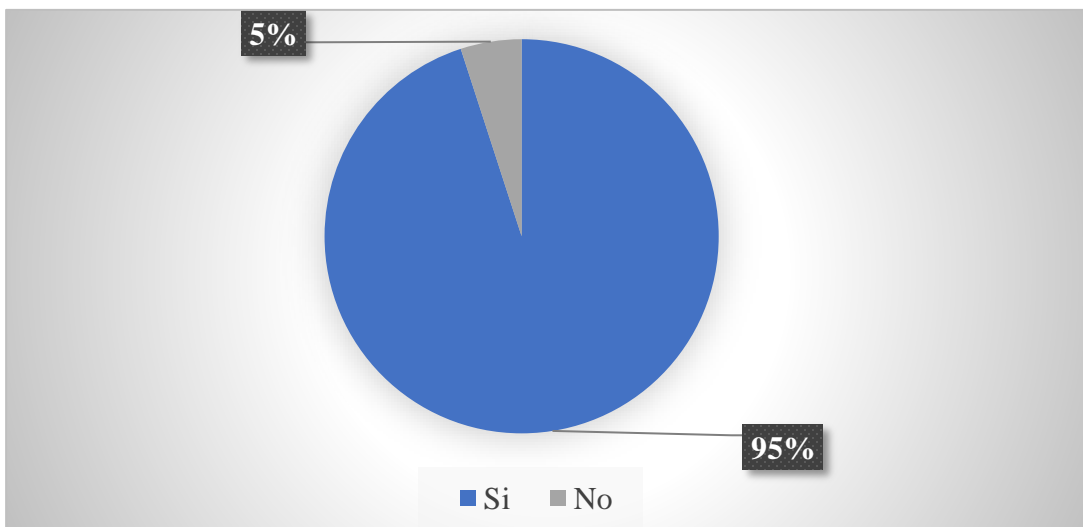
Habitantes que consideran que existe incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	57	95
No	3	5
TOTAL	60	100

Fuente: Habitantes del sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, enero de 2021.

Gráfica 3.

Habitantes que consideran que existe incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez.



Fuente: Habitantes del sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, enero de 2021.

Análisis: Casi la totalidad de los habitantes indica que existe incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, debido a la carencia de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, ésto contribuye a confirmar el efecto.

Cuadro 6.

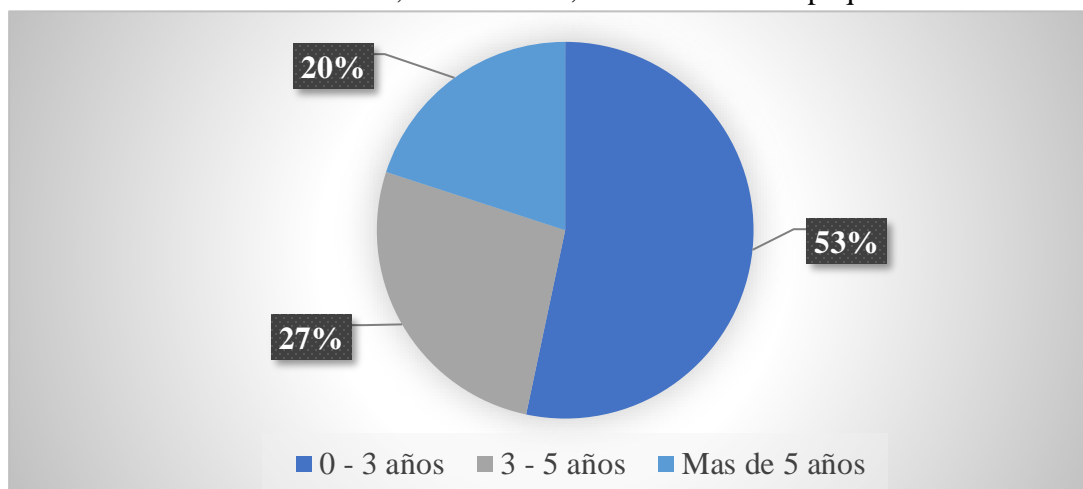
Tiempo durante el cual existe incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)	Valor relativo (%) acumulado
0 - 3 años	32	53	53
3 - 5 años	16	27	80
Más de 5 años	12	20	100
TOTAL	60	100	

Fuente: Habitantes del sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, enero de 2021.

Gráfica 4.

Tiempo durante el cual existe incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez



Fuente: Habitantes del sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, enero de 2021.

Análisis: Una quinta parte indica que, existe incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, desde hace más de 5 años; más de una cuarta parte indica que ha sido en los últimos 3 a 5 años; mientras que más de la mitad de la población indica que ocurre en los últimos 3 años, lo cual ayuda a confirmar el efecto.

Cuadro 7.

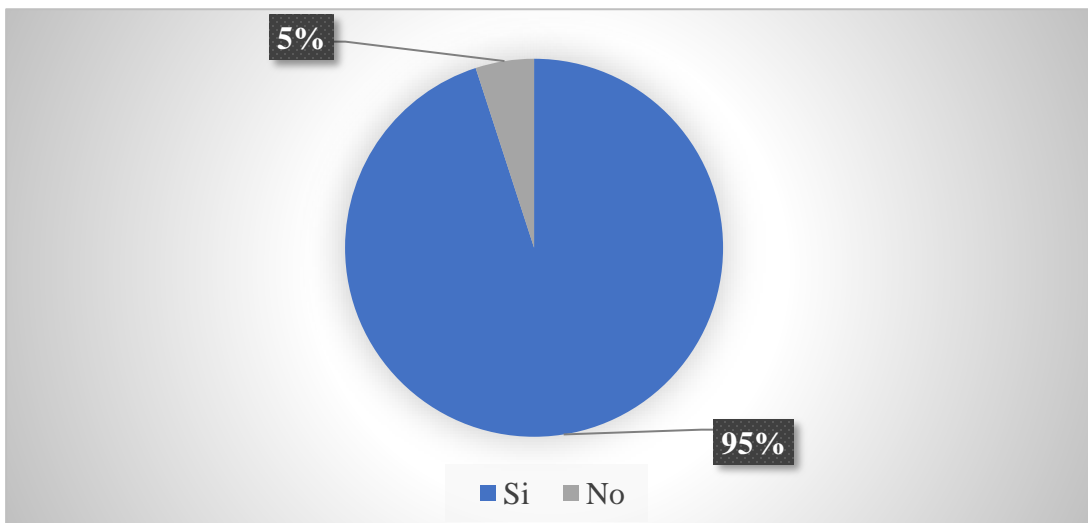
Habitantes que consideran que el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, es causado por inexistencia de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	57	95
No	3	5
TOTAL	60	100

Fuente: Habitantes del sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, enero de 2021.

Gráfica 5.

Habitantes que consideran que el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, es causado por inexistencia de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento



Fuente: Habitantes del sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, enero de 2021.

Análisis: Casi la totalidad de los habitantes indica que, el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, es causado por la inexistencia de una planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento, esto ayuda a confirmar el efecto.

Cuadro 8.

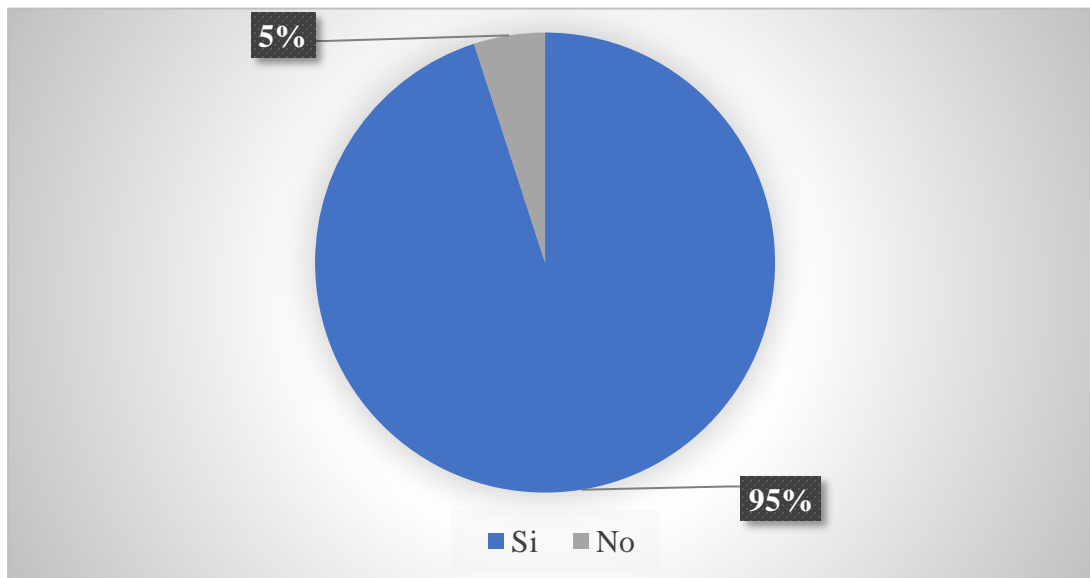
Habitantes que consideran que afecta negativamente a su familia el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	57	95
No	3	5
TOTAL	60	100

Fuente: Habitantes del sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, enero de 2021.

Gráfica 6.

Habitantes que consideran que afecta negativamente a su familia el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez



Fuente: Habitantes del sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, enero de 2021.

Análisis: Casi la totalidad de los habitantes indica que afecta negativamente a su familia, el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, con esto se ayuda a confirmar el efecto.

Cuadro 9.

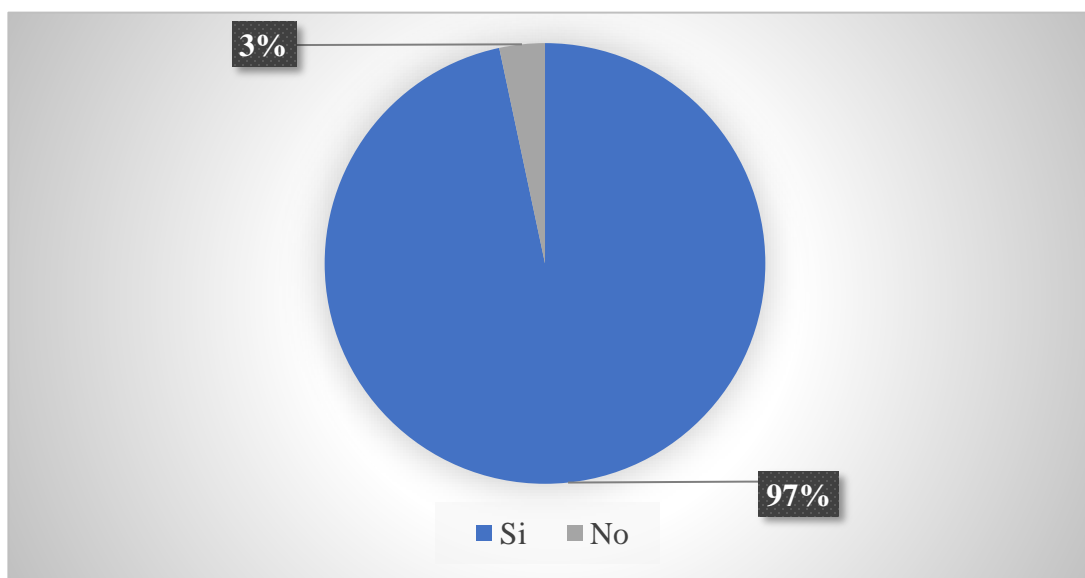
Habitantes que consideran que pueda existir alguna solución para el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	58	97
No	2	3
TOTAL	60	100

Fuente: Habitantes del sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, enero de 2021.

Gráfica 7.

Habitantes que consideran que pueda existir alguna solución para el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez



Fuente: Habitantes del sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, enero de 2021.

Análisis: Casi la totalidad de los habitantes indica que puede existir una solución para el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, este resultado ayuda a confirmar el efecto.

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

Cuadro 10.

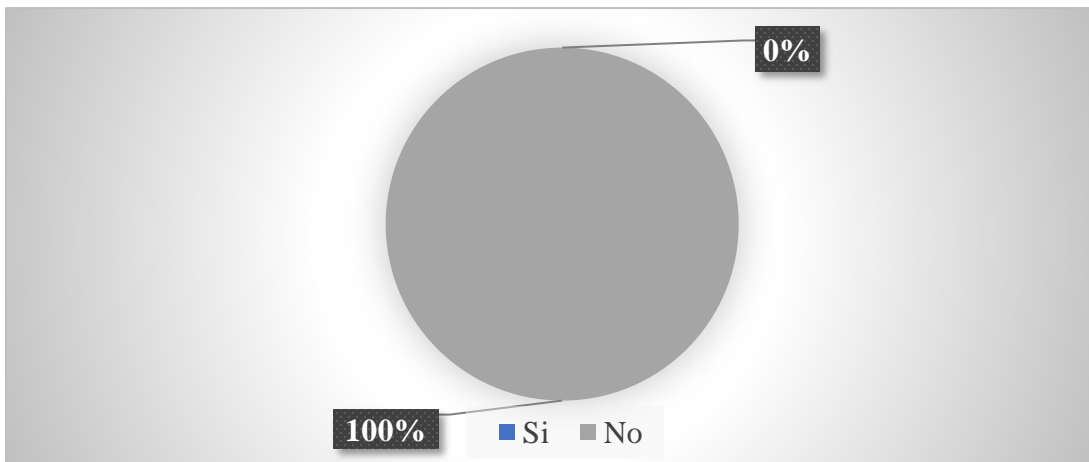
Integrantes que conocen si existen una planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	0	0
No	10	100
TOTAL	10	100

Fuente: Integrantes de Dirección Municipal de Planificación (DMP), Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS), Concejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, enero de 2021.

Gráfica 8.

Integrantes que conocen si existen una planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.



Fuente: Integrantes de Dirección Municipal de Planificación (DMP), Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS), Concejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, enero de 2021.

Análisis: Se ayuda a confirmar la causa mediante la opinión de integrantes al indicar en su totalidad que no se conoce si existe una planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento en sector.

Cuadro 11.

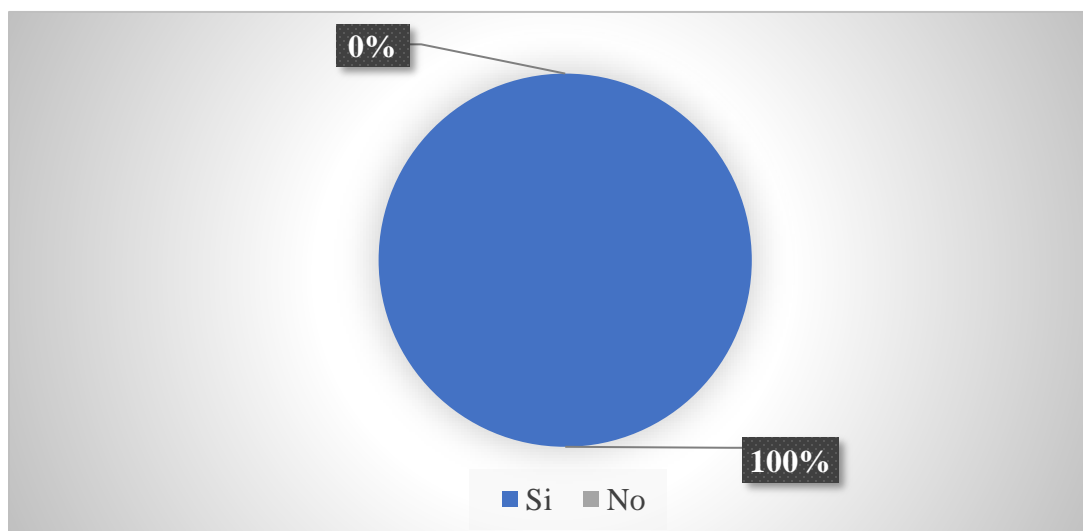
Integrantes que consideran si es necesario implementar una planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	10	100
No	0	0
TOTAL	10	100

Fuente: Integrantes de Dirección Municipal de Planificación (DMP), Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS), Concejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, enero de 2021.

Gráfica 9.

Integrantes que consideran si es necesario implementar una planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos



Fuente: Integrantes de Dirección Municipal de Planificación (DMP), Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS), Concejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, enero de 2021.

Análisis: Todos los integrantes indican que es necesario implementar una planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector. Esto contribuye a confirmar la causa.

Cuadro 12.

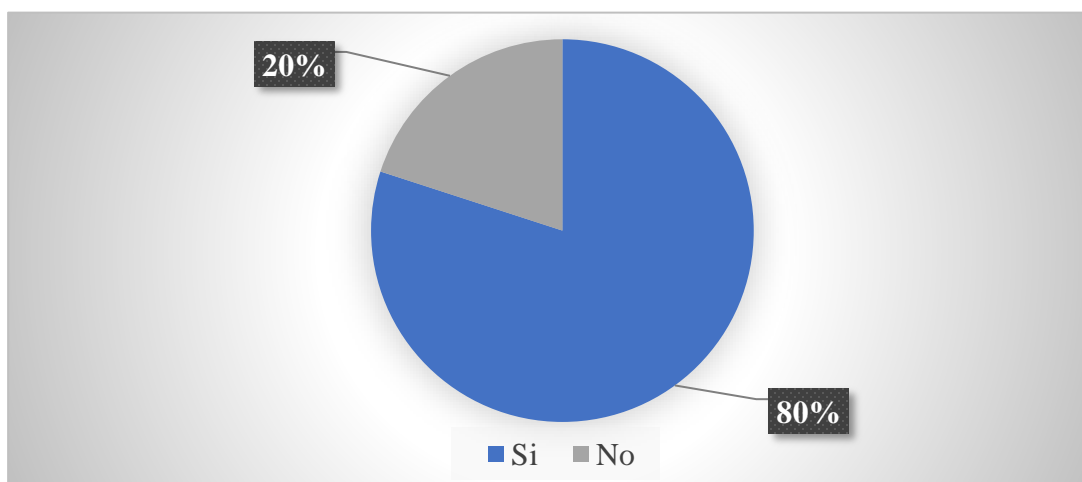
Integrantes que apoyarían la implementación de un proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	8	80
No	2	20
TOTAL	10	100

Fuente: Integrantes de Dirección Municipal de Planificación (DMP), Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS), Concejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, enero de 2021.

Gráfica 10.

Integrantes que apoyarían la implementación de un proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos



Fuente: Integrantes de Dirección Municipal de Planificación (DMP), Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS), Concejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, enero de 2021.

Análisis: Cuatro de cada cinco integrantes indican que apoyarían la implementación de un proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector, mientras que uno de cada cinco indica lo contrario. Este resultado contribuye a confirmar la causa.

Cuadro 13.

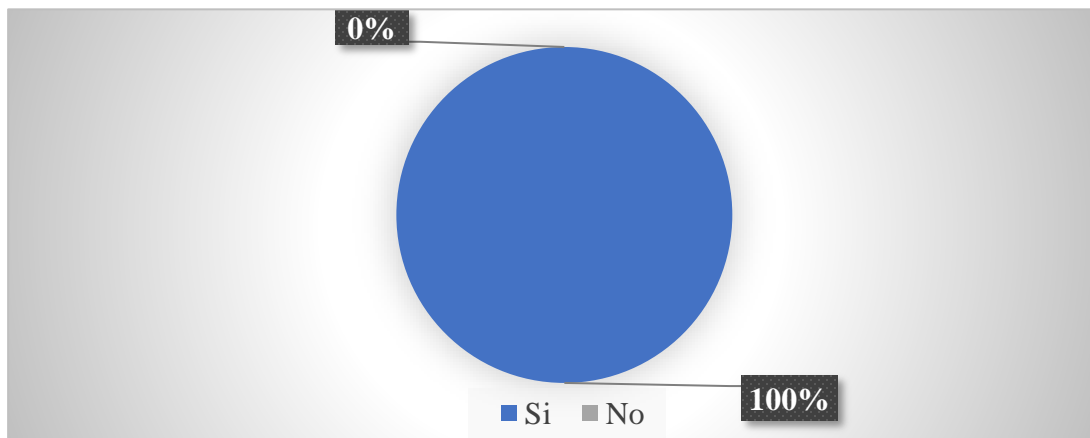
Integrantes que consideran que pueda beneficiar la implementación de una planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	10	100
No	0	0
TOTAL	10	100

Fuente: Integrantes de Dirección Municipal de Planificación (DMP), Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS), Concejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, enero de 2021.

Gráfica 11.

Integrantes que consideran que pueda beneficiar a la población la implementación de una planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos



Fuente: Integrantes de Dirección Municipal de Planificación (DMP), Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS), Concejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, enero de 2021.

Análisis: Todos los integrantes consideran que puede beneficiar a la población la implementación de una planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector, con ello se ayuda a confirmar la causa.

Cuadro 14.

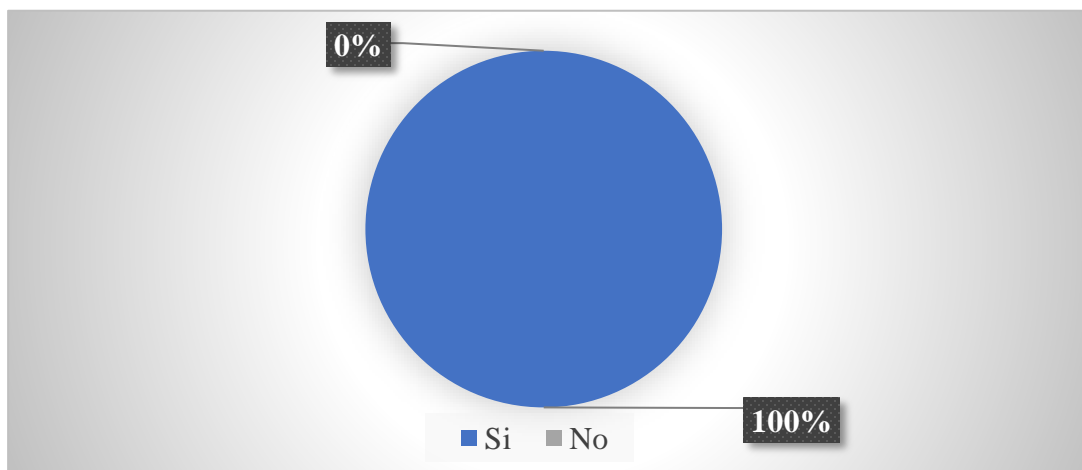
Integrantes que consideran que un proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, sea una solución

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	10	100
No	0	0
TOTAL	10	100

Fuente: Integrantes de Dirección Municipal de Planificación (DMP), Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS), Concejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, enero de 2021.

Gráfica 12.

Integrantes que consideran que un proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, sea una solución



Fuente: Integrantes de Dirección Municipal de Planificación (DMP), Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS), Concejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, enero de 2021.

Análisis: Todos los integrantes indican que un proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, será una solución. Con este resultado se ayuda a confirmar la causa.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En base a los resultados obtenidos en las encuestas realizadas tanto a los habitantes como a los técnicos de la Dirección Municipal de Planificación (DMP), Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS) e integrantes del Concejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de aldea Cantel, se contemplan las siguientes conclusiones y recomendaciones.

IV.1 Conclusiones:

1. Se comprueba la hipótesis siguiente: “El incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos cinco años, por descargas inadecuadas, se debe a la inexistencia de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento” por medio de la población finita cualitativa, con el 90% del nivel de confianza y el 9.5% de error de muestreo.
2. Existe incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector desde hace más de cinco años, debido a que no se cuenta con una planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, esto debido al crecimiento poblacional y el aumento de viviendas.
3. El incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector, afecta negativamente a las familias, el daño se causa directamente al realizar las descargas a terrenos utilizados para cultivos y el mal olor que se genera en época de verano.
4. Por el momento no se conoce si existe un proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento en el sector, las autoridades no se interesan por realizar un estudio de este tipo para poblaciones rurales por el costo alto que representa y los estudios necesarios para la planificación de este tipo

comprende varios pasos y campos.

5. Es necesario implementar un proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector, por el impacto ambiental que genera las malas prácticas de descargas inadecuadas de aguas residuales.

IV.2 Recomendaciones:

1. Implementar la propuesta de realizar un proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, para controlar o parar el incremento de aguas residuales sin tratamiento.
2. Controlar el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector, causado por inexistencia del proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento y aplicar de manera correcta la solución planteada.
3. Reducir los efectos negativos a las familias, causados por el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector, con la concientización y la correcta operación del sistema cuando sea implementado.
4. Definir técnicamente el proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en el sector, necesario para que cubra a la mayor cantidad posible de la población que habita en el área.
5. Determinar el método a utilizar para definir un proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en el sector, que sea efectivo para contrarrestar el impacto que se genera.

BIBLIOGRAFÍA

1. BELZONA. (2010). *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*. LA PLATA.
2. Carreño, C. A. (2016). *Biotecología Ambiental de Aguas y Aguas Residuales*. Bogotá.
3. Cruz, Z. T. (2019). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Mexico.
4. Dra. Carolina Vera, D. I. (2002). El Ciclo del Agua. En D. I. Dra. Carolina Vera, *El Ciclo del Agua* (pág. 2). Buenos Aires.
5. INFOM. (2009). *NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADOS*. GUATEMALA.
6. Instituto Tecnológico de Tuxtepec. (2013). *Proceso constructivo de red de drenaje o alcantarillado sanitario*. Oaxaca.
7. Lentini, E. (2010). *Servicios de agua potable y saneamiento en Guatemala: beneficios potenciales y determinantes de éxito*. Chile .
8. Llerena, J. V. (2017). *SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*. PERU.
9. LÓPEZ, M. E. (1985). *AGUAS RESIDUALES*. GRANADA.
10. METCALF&EDDY. (1995). *INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES. TRATAMIENTO, VERTIDO Y REUTILIZACION, VOLUMEN I*. ESPAÑA.
11. Organizacion Mundial de la Salud. (2019). *GUIAS PARA EL SANEAMIENTO Y LA SALUD*. GINEBRA.
12. ORTUSTE, F. R. (2012). *Viviendo sin alcantarillado sanitario*. Lima, Perú.
13. RIVAS, W. A. (2012). *DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*. COLOMBIA.

14. SALAZAR, D. B. (2004). *GUIA PARA EL MANEJO DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES*. EL SALVADOR.
15. SIAPA. (2014). *Lineamientos Tecnicos para Factibilidades*. Mexico.
16. SORIA, S. F. (2009). *DISEÑO Y MÉTODOS CONSTRUCTIVOS DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO Y EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES*. BOLIVIA.
17. TEJADA, S. A. (2006). *GUÍA DE NORMAS Y ESTÁNDARES TÉCNICOS APLICADOS A AGUA Y SANEAMIENTO*. GUATEMALA.

ANEXOS

Anexo 1: Modelo de investigación y proyectos: Dominó

Modelo de investigación y proyectos: Dominó

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

Elaborado por: Selvin Rolando Orozco Miranda

Para: Programa de Graduación de la
Universidad Rural de Guatemala

Fecha: 1 de septiembre de 2023

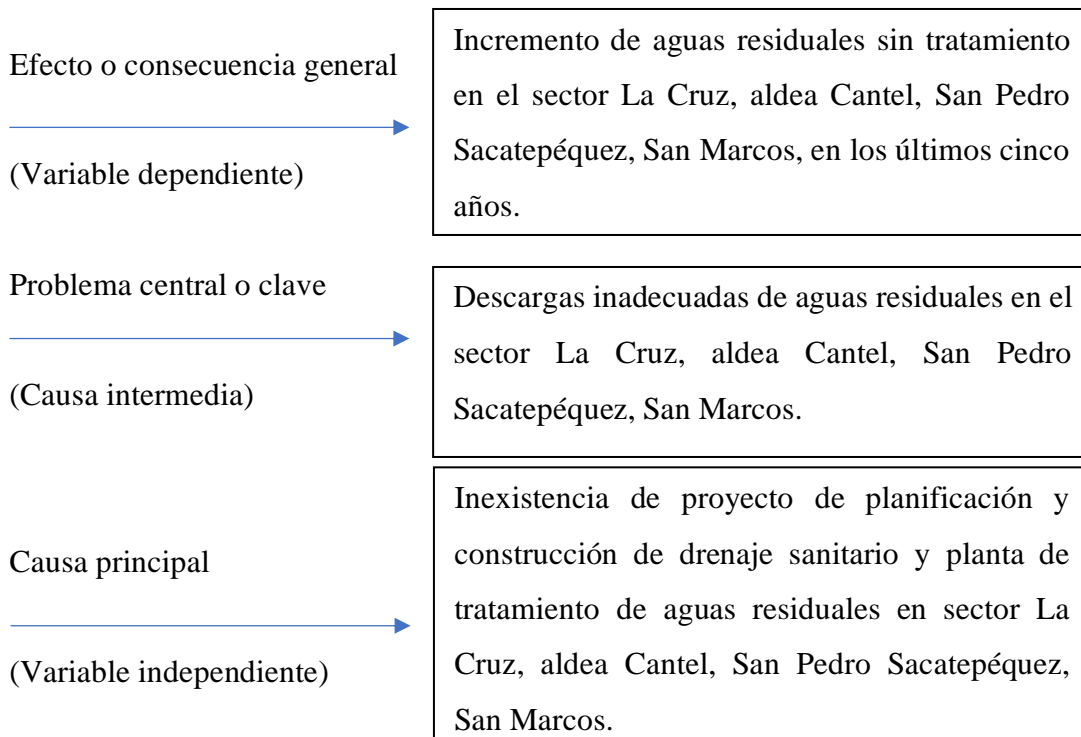
Problema	Propuesta	Evaluación
1) Efecto o variable dependiente Incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos cinco años.	4) Objetivo general Reducir aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.	15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Indicadores: Al segundo año de implementado el proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, se reducen las aguas residuales sin tratamiento, en un 97%. Verificadores: Registro de ejecución del proyecto, informe de la unidad ejecutora, entrevistas a los habitantes, fotografías. Cooperantes o Supuestos: las familias reciben apoyo de DMP y OMAS para reducir las aguas residuales sin tratamiento.
2) Problema central Descargas inadecuadas de aguas residuales en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.	5) Objetivo específico Disminuir descargas inadecuadas de aguas residuales en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.	16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Indicadores: Al primer año de implementado el proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, se disminuyen las descargas inadecuadas de aguas residuales en un 95%. Verificadores: informes de la unidad ejecutora, bitácoras de ejecución del proyecto, entrevistas a los habitantes, fotografías. Cooperantes o Supuestos: DMP y OMAS actualizan el proceso e implementan mejoras cada año.
3) Causa principal o variable independiente Inexistencia de proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.	6) Nombre Proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.	
7) Hipótesis “El incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos cinco años, por descargas inadecuadas, se debe a la inexistencia de proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento”.	12) Resultados o productos R1: Se cuenta con la unidad ejecutora “Dirección Municipal de Planificación (DMP)”. R2: Se dispone del proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. R3: Se cuenta con el programa de sensibilización para los habitantes.	

<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>a) ¿Considera usted que existe incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez?</p> <p>Sí_____ No_____</p> <p>Será dirigida a 304 habitantes del sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.</p> <p>Boletas 60, población finita cualitativa, con el 90% de nivel de confianza y 9.5% de error.</p>	<p>13) Ajuste de costos y tiempo (por separado)</p> <p>(No aplica)</p>
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>a) ¿Conoce si existe algún proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos?</p> <p>Sí_____ No_____</p> <p>Sera dirigida a los 10 integrantes de Dirección Municipal de Planificación (DMP), Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS) de la municipalidad y Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, mediante un censo.</p>	<p>14) Anotaciones, Aclaraciones y advertencias</p> <p>El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1: Se cuenta con la unidad ejecutora “Dirección Municipal de Planificación (DMP)”.</p> <p>A1</p> <p>An</p> <p>R2: Se dispone del proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.</p> <p>A1</p> <p>An</p> <p>R3: Se cuenta con el programa de sensibilización para los habitantes.</p>
<p>10) Temas del Marco Teórico</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aguas Residuales. 2. Tratamiento de aguas residuales. 3. Descargas inadecuadas de aguas residuales. 4. Drenajes. 5. Drenaje Sanitario. 6. Manejo de aguas residuales. 7. Plantas de tratamiento de aguas residuales. 8. Diseño y planificación de sistemas de drenaje sanitario. 9. Construcción de sistemas de drenaje sanitario. 10. Legislación nacional vigente. 	<p>A1</p> <p>An</p>
<p>11) Justificación</p> <p>El investigador debe evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas.</p>	

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

Árbol de problemas

Tópico: Descargas inadecuadas de aguas residuales.



Hipótesis:

“El incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos cinco años, por descargas inadecuadas, se debe a la inexistencia de proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento”

¿Es la inexistencia de proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento, la causante del incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos cinco años, por descargas inadecuadas?

Árbol de objetivos

Fin u objeto general



Reducir aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Objetivo específico



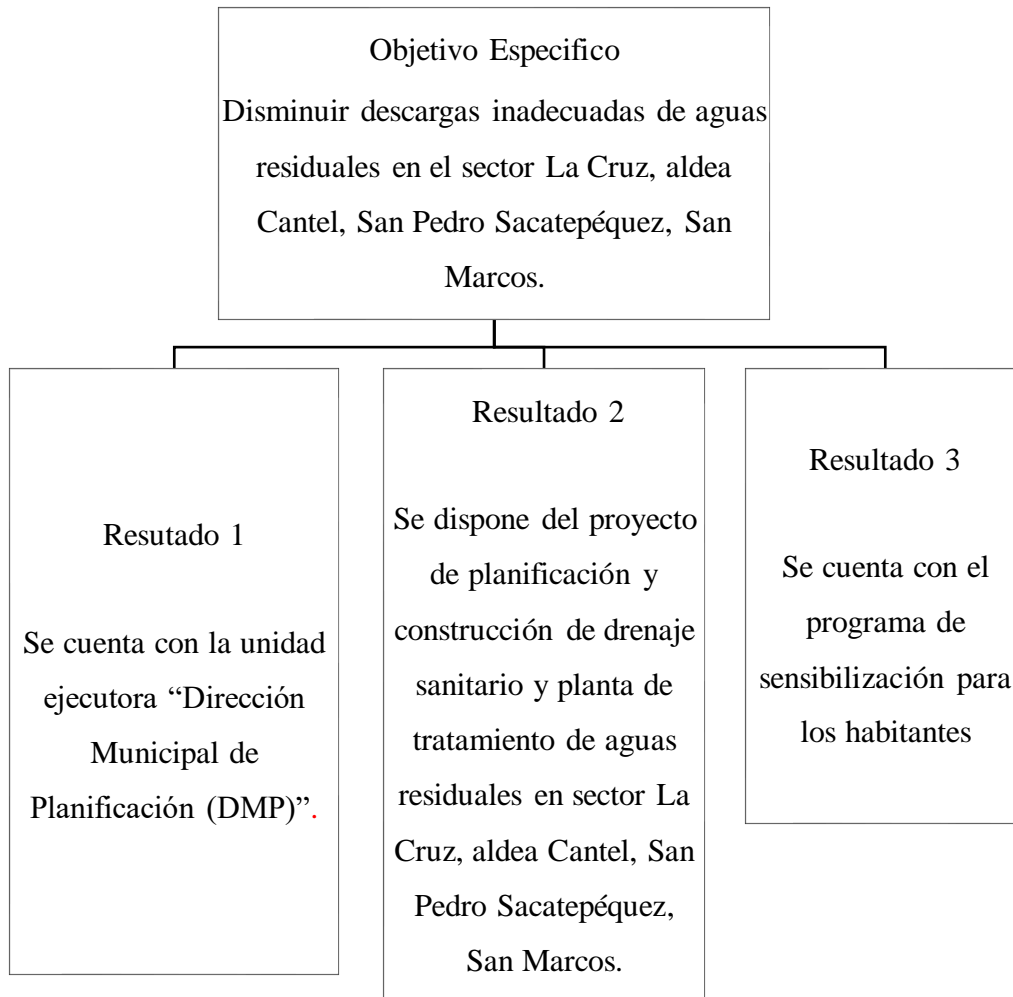
Disminuir descargas inadecuadas de aguas residuales en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Medio de solución



Proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Anexo 3: Diagrama del medio de solución de la problemática



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

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: “Incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos cinco años”

Esta boleta está dirigida a los habitantes del sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos; 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 con una “X” sobre la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Considera usted que existe incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez?

Sí_____ No_____

2. ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez?

2.1 De 0 a 3 años_____

2.2 De 3 a 5 años_____

2.3 Más de 5 años_____

3. ¿Cree que el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, es causado por inexistencia de una planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento?

Sí_____ No_____

4. ¿Considera usted que afecta negativamente a su familia el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez?

Sí_____ No_____

5. ¿Cree que pueda haber una solución para el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez?

Sí_____ No_____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

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

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: “Inexistencia de proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos”

Esta boleta censal está dirigida a los integrantes de la Dirección Municipal de Planificación (DMP), Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS) y Concejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

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

1. ¿Conoce si existe algún proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos?

Sí_____ No_____

2. ¿Considera usted que es necesario implementar el proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos?

Sí_____ No_____

3. ¿Apoyaría usted la implementación del proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos?

Sí_____ No_____

4. ¿Considera usted que pueda beneficiar a la población la implementación del proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos?

Sí_____ No_____

5. ¿Considera usted que el proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, sea una solución?

Sí_____ No_____

Observaciones: _____

Lugar y fecha: _____

Anexo 6: Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Población finita cualitativa

Variable dependiente

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 habitantes del sector La Cruz, Aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

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

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

De 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 = 60

N = Población = 304

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

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

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

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2018 a 2022); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece a “Incremento de aguas residuales sin tratamiento”.

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

Año	X (años)	Y (m ³ . de aguas residuales sin tratamiento)	XY	X ²	Y ²
2018	1	4894	4894.00	1	23951236.00
2019	2	5151	10302.00	4	26532801.00
2020	3	5546	16638.00	9	30758116.00
2021	4	6130	24520.00	16	37576900.00
2022	5	6937	34685.00	25	48121969.00
Totales	15	28658	91039.00	55	166941022.00

n= 5
 $\sum X = 15$
 $\sum XY = 91039$
 $\sum X^2 = 55$

Fórmula:

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

1

$\sum Y^2 =$	166941022.00
$\sum Y =$	28658
$n \sum XY =$	455195
$\sum X * \sum Y =$	429870
Numerador =	25325
$n \sum X^2 =$	275
$(\sum X)^2 =$	225
$n \sum Y^2 =$	834705110.00
$(\sum Y)^2 =$	821280964.00
$n \sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
$n \sum Y^2 - (\sum Y)^2 =$	13424146
$(n \sum X^2 -$	
$(\sum X)^2) * (n \sum Y^2 -$	671207300.00
$(\sum Y)^2) =$	
Denominador:	25907.66875
r =	0.977509796

Análisis: Debido a que el coeficiente de correlación $r = 0.977$ se encuentra dentro del rango establecido, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática y se procede a la proyección mediante la línea recta.

Anexo 8: Anexo metodológico de la proyección

$$y = a + bx$$

Año	X (años)	Y (m ³ . de aguas residuales sin tratamiento)	XY	X ²	Y ²
2018	1	4894	4894	1	23951236.00
2019	2	5151	10302	4	26532801.00
2020	3	5546	16638	9	30758116.00
2021	4	6130	24520	16	37576900.00
2022	5	6937	34685	25	48121969.00
Totales	15	28658	91039	55	166941022.00

$$n = 5$$

$$\sum X = 15$$

$$\sum XY = 91039$$

$$\sum X^2 = 55$$

$$\sum Y^2 = 166941022.00$$

$$\sum Y = 28658$$

$$n \sum XY = 455195$$

$$\sum X * \sum Y = 429870$$

$$\text{Numerador de b: } 25325$$

Denominador de b:

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

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

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

$$b = 506.5$$

Fórmulas:

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

Fórmulas:

$$\sum y - b \sum x$$

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

Numerador de a:

$$\sum Y = 28658$$

$$b * \sum X = 7597.5$$

Numerador de a: 21060.5

$$a = 4212.1$$

Cálculos de la proyección sin proyecto

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2023)=	a	+	(b	* X)
Y(2023)=	4212.1	+	506.5	X
Y(2023)=	4212.1	+	506.5	6
Y(2023)=	7251.1 m ³ . de aguas residuales sin tratamiento			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2024)=	a	+	(b	* X)
Y(2024)=	4212.1	+	506.5	X
Y(2024)=	4212.1	+	506.5	7
Y(2024)=	7757.6 m ³ . de aguas residuales sin tratamiento			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2025)=	a	+	(b	* X)
Y(2025)=	4212.1	+	506.5	X
Y(2025)=	4212.1	+	506.5	8
Y(2025)=	8264.1 m ³ . de aguas residuales sin tratamiento			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2026)=	a	+	(b	* X)
Y(2026)=	4212.1	+	506.5	X

Y(2026)=	4212.1	+	506.5	9
Y(2026)=	8770.6 m ³ . de aguas residuales sin tratamiento			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2027)=	a	+	(b	* X)
Y(2027)=	4212.1	+	506.5	X
Y(2027)=	4212.1	+	506.5	10
Y(2027)=	9277.1 m ³ . de aguas residuales sin tratamiento			

Estimación de la proyección con proyecto.

Secuencial	Año	Proyección sin proyecto	Porcentaje propuesto	Solución propuesta	Proyección con proyecto
6 (2023)	2023	7251.1	95.00%	6888.55	362.55
7 (2024)	2024	7757.6	1.90%	6.89	355.67
8 (2025)	2025	8264.1	1.40%	4.98	350.69
9 (2026)	2026	8770.6	1.05%	3.68	347.00
10 (2027)	2027	9277.1	0.65%	2.26	344.75

Cuadro comparativo sin y con proyecto

Año	Proyección sin proyecto (m ³ . de aguas residuales sin tratamiento)	Proyección con proyecto (m ³ . de aguas residuales sin tratamiento)
2023	7251.1	362.55
2024	7757.6	355.67
2025	8264.1	350.69
2026	8770.6	347.00
2027	9277.1	344.75

Gráfica del comportamiento de la problemática sin y con proyecto.



Análisis: Como se puede notar en la información anterior, la problemática crece a medida que pasa el tiempo; de no ejecutarse la presente propuesta, la situación del efecto identificado, seguirá en condiciones negativas, al 2023 serán 7251.10 m³. de aguas residuales sin tratamiento e incrementará un 7% cada año, por lo que se hace evidente la necesidad de la pronta implementación del Proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. Para solucionar a la brevedad posible la problemática identificada.

Selvin Rolando Orozco Miranda

TOMO II

PROYECTO DE PLANIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE
SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN
SECTOR LA CRUZ, ALDEA CANTEL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN
MARCOS.



Asesor General Metodológico:
Ing. Agr. Juan Pablo Gramajo Pineda

Universidad Rural de Guatemala
Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre de 2,023

Informe final de graduación

PROYECTO DE PLANIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE
SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN
SECTOR LA CRUZ, ALDEA CANTEL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN
MARCOS.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Selvin Rolando Orozco Miranda

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, septiembre de 2,023

Informe final de graduación

PROYECTO DE PLANIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE
SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN
SECTOR LA CRUZ, ALDEA CANTEL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN
MARCOS.



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, septiembre de 2,023

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

Prólogo

Debido a la inexistencia del proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, se ha identificado un incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos 5 años, en consecuencia, surge la propuesta de trabajar un Proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, para la solución del problema.

Para lograr la solución a la problemática se establecen los procedimientos de cómo reducir las aguas residuales sin tratamiento en el sector de la aldea en estudio, los mecanismos a utilizar, los criterios técnicos que se utilizan para que sea funcional y la investigación necesaria para lograr efectividad.

La información que se obtenga por parte de los habitantes de la aldea en estudio, el trabajo de campo y la investigación de los temas necesarios, relacionados a esta propuesta, ayudarán a conformar un planteamiento claro y conciso sobre la solución y el proceso a establecerse para desarrollarlo.

Con la implementación del proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales se busca cubrir a la población de todo el sector de la aldea en estudio, se contempla aparte de la solución al problema social que existe, mitigar o disminuir el impacto ambiental que actualmente se manifiesta, de la misma forma en no perjudicar otros sectores o crear un nuevo problema al poner en marcha el sistema.

Con esta investigación se podrá aportar de manera técnica, la implementación de una correcta solución que pueda llevarse a cabo para mejorar la calidad de vida de la población en estudio.

Presentación

De conformidad con los estatutos de la casa de estudios de la Universidad Rural de Guatemala, previo a optar al título universitario de Licenciatura en Ingeniería Civil con Énfasis en Construcciones Rurales. Se presenta el trabajo denominado “Proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos”, el cual se presenta estructurado con la síntesis denominada “modelo de investigación y proyectos: Dominó” la cual analiza el problema, ayuda a realizar la propuesta de solución a la problemática identificada y evalúa los indicadores verificadores y cooperantes del objetivo general.

Según el presente documento se ha establecido la inexistencia de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, lo que provoca un incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos cinco años.

Se propone el Proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, que tendrá la cobertura necesaria para toda la población del sector de la aldea en estudio, se toma en cuenta todos los aspectos técnicos necesarios, los cuales se estudiarán a fondo por medio de la investigación.

La información que se obtenga en el transcurso de la investigación de campo que forma parte de este documento, ayudará a identificar los aspectos básicos y necesarios a tomar en cuenta para realizar la propuesta de la solución a la problemática. De la misma forma, la investigación técnica de los temas necesarios a desarrollar dentro del contexto que forma parte del proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, ayudará a visualizar un panorama claro y una ruta objetiva del procedimiento a seguir.

ÍNDICE

I. RESUMEN	1
II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	10
ANEXOS	

I. RESUMEN

El presente trabajo de graduación fue desarrollado bajo los lineamientos de Universidad Rural de Guatemala, realizado específicamente para el Proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Se presenta la propuesta para la solución de la problemática generada, la cual incluye diagramas y resultados que demuestran el trabajo de campo y la información recabada para fortalecer el planteamiento propuesto.

Se presenta la estructura de la matriz lógica que servirá para evaluar el cumplimiento de los objetivos de la propuesta presentada, cuando ya ha sido desarrollada.

Se incluyen los costos y el ajuste respectivo del tiempo proyectado para el desarrollo de las actividades tomadas en cuenta dentro del proyecto.

Planteamiento del problema

El presente documento contiene información sobre el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos cinco años, esto debido a que no existe una red de drenaje sanitario ni planta de tratamiento de aguas residuales que permita evacuar el agua residual de cada uno de los hogares de este sector de la aldea, con lo cual se crea incertidumbre en la población y obliga a que cada uno busque la manera de solventar esta necesidad.

Las descargas inadecuadas de aguas residuales en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, ocasionadas por inexistencia de un proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales adecuada obliga a los habitantes al recurso de la implementación métodos

poco confiables e inadecuados que ocasionan problemas de salud, de higiene, de saneamiento e incluso afecta la economía de las familias.

La inexistencia de un drenaje sanitario provoca incluso conflictos entre los habitantes ya que, cuando se improvisa una descarga superficial de agua servida hacia cualquier terreno o área particular genera molestias de cualquier tipo entre los habitantes cercanos al lugar.

Al ser área rural, el distanciamiento entre las viviendas es un obstáculo para la implementación de un sistema integral de alcantarillado sanitario que cubra a la aldea en su totalidad, es necesario buscar consecuentemente la posibilidad de darle una solución de manera sectorizada.

Un factor muy importante que se desea contrarrestar es la contaminación ambiental generada por las descargas inadecuadas hacia los terrenos, ya que los mismos son utilizados por los habitantes para cultivo de productos de consumo humano.

Hipótesis

A continuación, se plantea de manera simplificada la hipótesis en base al efecto, problema central y a la causa principal.

“El incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos cinco años, por descargas inadecuadas, se debe a la inexistencia de proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales.”

¿Es la inexistencia de proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, la causante del incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez,

San Marcos, en los últimos cinco años, por descargas inadecuadas?

Objetivos

La finalidad que tendrán las operaciones del presente proyecto irán dirigidas a la obtención de una solución concreta. Derivado del problema central que se centra en las descargas inadecuadas de aguas residuales en el sector, lo que se desea es comprobar o rechazar la hipótesis.

Los objetivos de la investigación son los siguientes:

Objetivo general

Reducir aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Objetivo específico

Disminuir descargas inadecuadas de aguas residuales en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Justificación

El incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos cinco años ha provocado diversos problemas de carácter social, de salud, de higiene, de bienestar y de desarrollo en los habitantes de este sector de la aldea.

Aldea Cantel se encuentra ubicada en el transcurso de la ruta nacional departamental RD-28 que comunica a la cabecera municipal de San Cristóbal Cucho y el municipio de San Marcos, departamento de San Marcos. Dicha ruta es considerada anexa a la ruta RN-12SUR que comunica a la cabecera departamental de San Marcos y la zona costera y suroccidente del país, por lo que se considera muy importante para la

economía y el desarrollo, no solo local, sino también nacional y al momento de mejorar dicha ruta, es necesario contar con un servicio básico estable y digno como el servicio de drenaje sanitario.

Al llevarse a cabo la ejecución del Proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, no solo se obtiene una solución a la problemática en estudio, sino que también se contribuye al desarrollo bajo cualquier punto de vista en cuanto a la calidad de vida de cada uno de los habitantes, ya que al año 2023 se disminuye a 362.55 m³ que equivale al 5% del volumen de aguas residuales sin tratamiento, según se estima en la proyección con proyecto.

Si esta propuesta no se lleva a cabo, el incremento de aguas residuales sin tratamiento aumentará un 7% cada año, significa que al año 2023 serían 7251.10 m³ de aguas residuales sin tratamiento, según se estima en la proyección sin proyecto. Un factor importante a considerar en este aspecto es la contaminación directa al área de cultivos de los propietarios de los terrenos donde se producen las descargas inadecuadas, ya que los productos obtenidos por medio de la actividad agrícola son para consumo de los mismos habitantes.

Metodología

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

Métodos

Los métodos utilizados varían en relación a la ondulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así:

Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue el deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de

la investigación, diagramados en el árbol de problemas y objetivos. Los cuales forman parte del anexo de este documento.

Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, analítico y sintético. La forma del empleo de los métodos citados se expone a continuación:

Métodos utilizados en la formulación de la hipótesis

Método deductivo

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales del sector de la aldea donde se ubica la problemática en estudio; a través de distintas técnicas las cuales serán descritas. Posteriormente se procedió a la formulación de la hipótesis.

Método del marco lógico

Este permitió localizar 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, y la diagramación de la hipótesis que se encuentra en el anexo "I" o árbol de problemas. El método del marco lógico, permitió entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y específico de la investigación.

Modelo de investigación y proyectos: Dominó

Es el instrumento de investigación que ayuda a identificar el problema a través de la formulación del efecto, el problema central y la causa principal, con estos elementos se genera una hipótesis y el inicio de una posible solución.

Se genera también una propuesta con la creación de un objetivo general y un objetivo específico que ayudan a mostrar los resultados producto del análisis de la hipótesis planteada. Por medio de los indicadores, verificadores y cooperantes se puede realizar

una evaluación de los resultados obtenidos, como en los campos que ayudan a solucionar la problemática.

Métodos utilizados en la comprobación de la hipótesis

Método inductivo

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado fue el inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos; lo cual sirvió para definir las conclusiones y premisas generales, a partir de tales se definieron los resultados específicos.

Método estadístico y de análisis

Después de recopilar la información contenida en las boletas utilizadas para realizar la encuesta, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método estadístico y el método de análisis.

Estos métodos consisten en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que obtuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada, las tabulaciones de los datos se realizan en hojas de cálculo que ayudan a generar las gráficas necesarias.

Método de síntesis.

Ya interpretada la información recabada, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación realizado; el que sirvió además para poder realizar la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación técnica realizada en el sector de la aldea.

Técnicas

Las técnicas empleadas, varían de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis

y a la comprobación de la misma; así:

Técnicas empleadas para la formulación de la hipótesis

Observación directa

Esta técnica se utilizó directamente en el sector de la aldea, a cuyo efecto, se observó que no existe un sistema de drenaje sanitario ni planta de tratamiento de aguas residuales; así como la inexistencia de una propuesta que proporcione la solución a la problemática.

Investigación documental

Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de obtener un historial que permitiera justificar el estudio mediante una proyección y correlación acerca de la problemática; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada.

Entrevista

Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a habitantes del sector de la aldea citada, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada, para ello, se formularon preguntas claves cuyas respuestas ayuden a sustentar las conclusiones.

Para que la información recabada a través de la entrevista realizada a la población seleccionada proporcionara información efectiva, fue necesario seleccionar de manera minuciosa las preguntas a realizar, como también las posibles respuestas a obtener por parte de los entrevistados.

Se contempló la brevedad y sencillez de tal forma que sea entendible la interpretación y posibilitar responder de manera instantánea.

Técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis

La hipótesis fue planteada de manera simplificada en base al efecto, problema central y a la causa principal.

Para la comprobación de la hipótesis se aplicaron las siguientes técnicas:

Encuesta

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

Las boletas utilizadas para realizar la encuesta, previo a ser aplicadas a la población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y hacer que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.

Las boletas para la realización de la encuesta fueron dirigidas a la muestra seleccionada de los habitantes del sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, las cuales fueron simplificadas de la mejor manera posible, es necesario tomar en cuenta el contexto del tema abordado para el cual se desea saber la opinión y la necesidad de obtener una respuesta de los habitantes, enfocados en la solución que se desea proporcionar al problema de descargas inadecuadas de aguas residuales en el sector.

Cálculo de la muestra

Se utilizó para comprobar el efecto el caso de la población finita cualitativa, la aplicación de la fórmula correspondiente arrojó una muestra final de 60 habitantes cuyos datos proporcionan un 90% de nivel de confianza y un 9.5% de error de

muestreo, el total de la población, se conforma de 304 habitantes del lugar en la fecha que se realizó el trabajo de investigación.

Censo

Esta técnica se utilizó con integrantes de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) y la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento (OMAS) de la municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos e integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de la aldea, mediante el uso de la Boleta de investigación que ayuda a obtener la información necesaria para comprobar la causa principal. Estas boletas fueron dirigidas a 10 integrantes que forman parte de las entidades mencionadas, se utilizó esta técnica debido a que el total de personas es menor a 35.

Técnica del coeficiente de correlación

Esta técnica fue utilizada para determinar la relación entre la variable independiente y la variable dependiente, la cual debe estar comprendida dentro de un rango de 0.80 y 1.00, al realizar las operaciones correspondientes, para el presente estudio se obtuvo el valor de 0.9775.

Proyección

Se utilizó esta técnica para determinar en los 5 años futuros, el comportamiento y el escenario que se tendrá con el incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, así también se utilizó para establecer los beneficios al implementar esta propuesta, con lo que se prevé reducir la cantidad de aguas residuales sin tratamiento en el sector de la aldea en estudio.

Resumen de resultados:

En los anexos de este tomo se describe la propuesta de solución a la problemática identificada, la cual se divide en los tres resultados siguientes: Se cuenta con la unidad

ejecutora Dirección Municipal de Planificación (DMP), Se dispone del proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos y Se cuenta con el programa de sensibilización para los habitantes, cada uno de estos resultados es descrito en actividades planteadas.

El primer resultado se enfoca en describir y generar actividades que tengan como objetivo el fortalecimiento de la Dirección Municipal de Panificación, de la municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en donde se toman en cuenta aspectos como el espacio físico necesario, el mobiliario y equipo para el desarrollo de las actividades de gabinete, el personal técnico que influirá dentro del trabajo técnico y los recursos financieros que serán fundamentales para llevar a cabo la propuesta planteada.

El segundo resultado está comprendido por la planificación y construcción del sistema de drenaje sanitario para el sector. Para esta resultado se englobaron todas las actividades de carácter técnico necesarias para el desarrollo de la planificación, dentro de ellas se pueden mencionar: la visita técnica inicial al área para conocer la problemática, el levantamiento topográfico y plotéo de la libreta topográfica, la definición de las bases de diseño a utilizar para el cálculo hidráulico, elaboración de planos, presupuesto y especificaciones técnicas y la propuesta de la planta de tratamiento de aguas residuales necesaria para el sistema.

El tercer resultado tendrá el desarrollo de actividades que contribuyan a la sensibilización y capacitación de los habitantes, dentro de las cuales se tomaron en cuenta la Convocatoria, Metodología y los Temas necesarios para concientizar y brindar información sobre el proyecto. Dentro de los anexos se contempla la matriz de la estructura lógica, la cual se utilizó para evaluar el cumplimiento de los objetivos de la propuesta, después de ser desarrollada.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de realizarse un análisis de todas las etapas comprendidas dentro del presente estudio, donde se evaluaron las actividades específicas sobre la problemática identificada y desarrollados los temas necesarios, se logra llegar a la siguiente conclusión y recomendación:

Conclusión

Se comprueba la hipótesis siguiente: “El incremento de aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, en los últimos cinco años, por descargas inadecuadas, se debe a la inexistencia de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento” por medio de la población finita cualitativa, con el 90% del nivel de confianza y el 9.5% de error de muestreo.

Recomendación

Por lo anterior se recomienda operativizar la solución de la problemática mediante la implementación del “Proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos”.

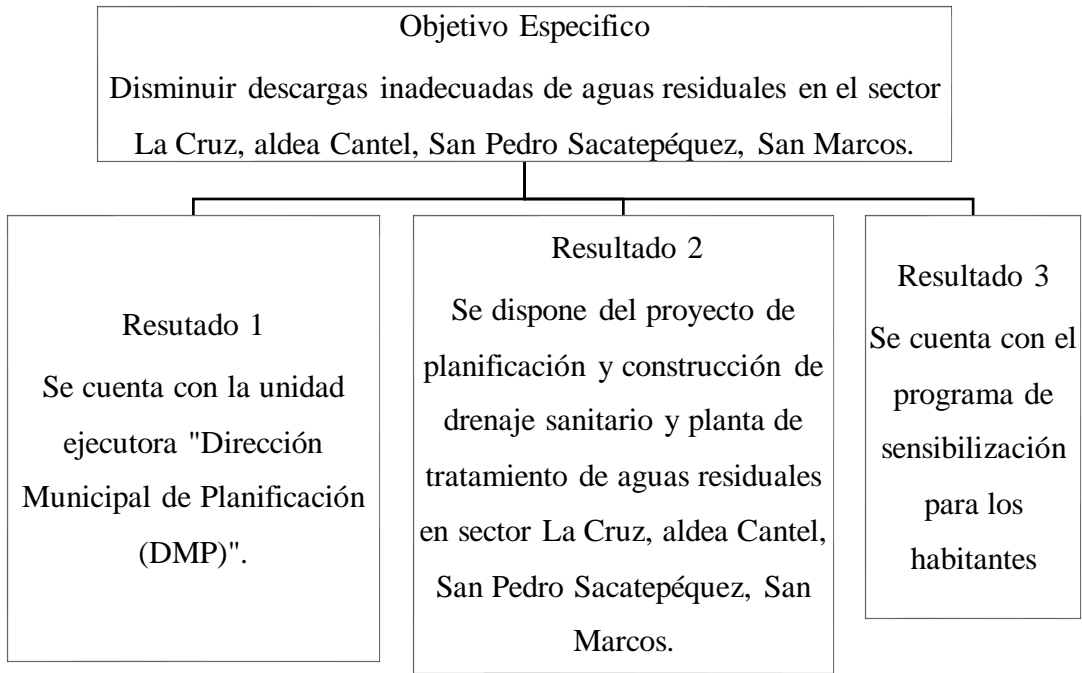
ANEXOS

Anexo 1: Propuesta para solucionar la problemática.

La propuesta de solución del problema se divide en tres resultados: Se cuenta con la unidad ejecutora Dirección Municipal de Planificación (DMP), Se dispone del proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos y Se cuenta con el programa de sensibilización para los habitantes.

El primer resultado se enfoca en describir y generar actividades que tengan como objetivo el fortalecimiento de la Dirección Municipal de Panificación (DMP), de la municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. El segundo resultado está comprendido por la planificación y construcción del sistema de drenaje sanitario para el sector. El tercer resultado tendrá el desarrollo de actividades que contribuyan a la sensibilización y capacitación de los habitantes.

Diagrama del medio de solución de la problemática



Resultado 1: Se cuenta con la unidad ejecutora “Dirección Municipal de Planificación (DMP)”.

La principal unidad para hechar andar la propuesta es la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de la municipalidad de San Pedro Sacatepequez, ya que será quien regule todos los procesos necesarios como la planificación, aspectos técnicos, plazos de ejecución y todas las disposiciones técnicas necesarias para el control técnico del proyecto.

Actividad 1: Espacio Físico

Para el desarrollo de las actividades comprendidas dentro del proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales es necesario contar con la disposición del espacio que tiene asignada esta unidad, dentro de la municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, para el desarrollo de las actividades de gabinete y administrativas, necesarias para la formulación del proyecto, como el manejo de plataformas digitales para el reporte de informes de avance físico durante la ejecución.

Será a través de esta unidad que inicialmente se programe una partida presupuestaria cuya cantidad será estipulada en la presente propuesta, la cual en coordinación con la Dirección de Administración Financiera Municipal debe ser incluida dentro del Plan Operativo Anual y de esa manera dar inicio al proceso administrativo para la ejecución del proyecto.

Actividad 2: Material y equipo

Deberá contarse con la disposición de materiales y equipo a utilizar en la Dirección Municipal de Planificación (DMP) tanto para la fase de planificación como para la fase de ejecución. Deberá contarse con los programas de cómputo y acceso a las plataformas gubernamentales necesarias para completar el proceso de la etapa de

planificación, publicar la convocatoria para participar al evento de licitación pública y publicar los informes de avance físico durante su ejecución.

Actividad 3: Personal técnico

La municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos deberá asignar las tareas administrativas correspondientes al Director Municipal de Planificación y sus técnicos, para que se incluyan dentro del Sistema Nacional de Inversión Pública el proyecto, mediante la asignación de un código generado por el mismo sistema donde se incluyan todas las cantidades de trabajo a realizar, las cuales estarán descritas dentro de la presente propuesta.

Posteriormente deberá completarse en el sistema una serie de avales que se extenderán por parte de las instituciones gubernamentales competentes para la aprobación final de la ejecución del proyecto.

Cuando la documentación este completa, deberá abrirse en el portal de Guatecompras, la convocatoria necesaria para las empresas que quieran ofertar para la fase de ejecución. Al realizarse esta actividad deberá considerarse dentro de las bases todos los aspectos necesarios que las empresas deben cumplir antes de trabajar su oferta y estipular dentro de las bases, la fecha y hora para realizarse el evento de recepción de ofertas por parte de la Municipalidad.

Deberá contratarse una empresa previamente calificada por la entidad que corresponde para ejecutar los trabajos contemplados en el listado de actividades que pertenecen al proyecto, a su vez, la empresa seleccionada deberá contar con la capacidad de contratar al personal necesario que proporcione la mano calificada y no calificada para el desarrollo de la fase de ejecución.

Por su parte, la municipalidad deberá nombrar a un profesional de ingeniería civil para

la supervisión de los trabajos a desarrollarse en la fase de ejecución del proyecto, el cual deberá controlar que los procesos de los trabajos a ejecutarse, sean correctos y de calidad como los materiales que serán utilizados.

Finalmente, cuando la etapa de ejecución esté finalizada, deberá contarse con un Plan de Operación y Mantenimiento necesario para monitorear constantemente el funcionamiento de la planta de tratamiento y el sistema en general, dicho Plan Operacional deberá contar con disponibilidad presupuestaria anual por parte de la Municipalidad de San Pedro Sacatépquez, San Marcos.

Actividad 4: Recursos financieros

Sera la municipalidad de San Pedro Sacatépquez, San Marcos, la encargada de realizar la gestión respectiva para obtener los fondos necesarios para la ejecución del proyecto. La municipalidad deberá nombrar a un profesional para la supervisión y elaboración de los informes de avance físico para efectos de pago durante la etapa de ejecución del proyecto, el supervisor deberá aprobar previamente los trabajos ejecutados, debe revisar la calidad de los mismos como también la calidad de los materiales utilizados.

Los informes de avance físico a presentar por parte de la supervisión, deberá encajar con el cronograma de ejecución que se elabore al inicio para definir el plazo contractual de ejecución, es decir, deberá controlarse los tiempos de ejecución de cada renglón para que toda la etapa de ejecución no sufra ninguna demora o retraso durante esta etapa.

Como se mencionó con anterioridad, dentro del Plan Operativo Anual, deberá incluirse el Costo de Operación y Mantenimiento del sistema de drenaje y Planta de Tratamiento. Este costo debe considerarse con mucho cuidado ya que de ello depende el buen funcionamiento durante la etapa de operación.

Resultado 2: Se dispone del proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Actividad 1: Visita técnica para conocer el área y la problemática

Se realizó una previa al sector La Cruz, donde se recorrió la probable ruta para el paso de la tubería del colector principal, se identificaron los puntos de unificación de ramales, pozos de visita y área para la construcción de la planta de tratamiento, la visita se realizó conjuntamente con vecinos del sector.

Actividad 2: Levantamiento topográfico

Realizada con equipo de precisión, para este estudio se utilizó un Teodolito, un estadal, un bastón con nivel de burbuja y estacas para puntos de referencia. Por las condiciones topográficas de los terrenos se trabajó el método de radiaciones, se obtuvieron los datos de lectura indicadas por el equipo en la libreta respectiva y se realizó el croquis correspondiente.

Los datos levantados en campo con el equipo de precisión fueron tabulados en trabajo de gabinete, para ser calculadas y ploteadas al programa de dibujo por el método de coordenadas.

Fórmulas utilizadas para el cálculo de coordenadas:

$$X = \text{Sen}\alpha * DH$$

$$Y = \text{Cos}\alpha * DH$$

$$Z = \text{Sen}\alpha_{\text{vert.}} * DH$$

Dónde: X, Y Z = Coordenadas

α = Angulo horizontal (Azimut) tomado del teodolito

$\alpha_{\text{vert.}}$ = Angulo Vertical tomado del teodolito

DH = Distancia Horizontal

La libreta topográfica obtenida en campo en el levantamiento topográfico se presenta en el anexo 6.

Actividad 3: Ploteo de libreta topográfica para elaboración de planos para diseño hidráulico

Es la importación de los puntos obtenidos con las coordenadas de la libreta topográfica, trasladados a la plataforma del programa AutoCAD a través de la herramienta CivilCAD. Con los puntos obtenidos se procedió a realizar el dibujo de la planta de la red de drenaje sanitario y los perfiles de los tramos a trabajar, se rotuló en cada punto, tanto en planta como en perfil, la estación topográfica, cota de terreno (coordenada Z) y la distancia horizontal entre cada estación topográfica.

Estos datos serán utilizados para el cálculo hidráulico del sistema de drenaje sanitario, de los cuales se obtendrá la pendiente, velocidades, entre otros datos.

Actividad 4: Diseño hidráulico:

Para el diseño hidráulico es necesario definir los parámetros a tomar en cuenta, los cuales servirán para realizar los cálculos siguientes: Caudales, Velocidades, Pendiente de tubería, diámetro de tubería, cotas invertidas en pozos de visita y alturas de pozos de visita.

Definición de las bases de diseño:

Para determinar los datos iniciales de los parámetros a tomar en cuenta en el diseño hidráulico, se tomaron en cuenta las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal –INFOM- el cual aplica la fórmula de Manning en sistema métrico para secciones circulares así:

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

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

D = Diámetro de la sección circular (pulgadas)

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

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

= 0.014 para tubos de concreto

= 0.010 para tubos de PVC

Para el presente caso se contabiliza inicialmente la cantidad de 38 viviendas, y una densidad poblacional de 8 habitantes por vivienda, lo cual da como resultado una población actual de 304 habitantes

Según el Instituto Nacional de Estadística –INE- la tasa de crecimiento poblacional actual está considerada en el 2.5%, dato que servirá para la proyección de vida útil del proyecto.

Periodo de Diseño: Los sistemas de alcantarillado sanitario serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante el periodo de 20 a 30 años a partir de la fecha en que se desarrolle su diseño. En el presente caso se tomará a 30 años.

Cálculo de la Población Futura: Para el cálculo de la población futura se aplicó la siguiente formula:

$$Pf = Po(1 + i)^n$$

Dónde: Pf = Población futura

Po = Población Inicial

i = Tasa de crecimiento poblacional %

n = Número de años a futuro

La dotación y el factor de retorno se consideraron basados en los parámetros de diseño de la Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del Instituto de Fomento Municipal –INFOM-

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 6” para tubos de PVC. En las conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo será de 4” en PVC.

Velocidades mínimas y máximas:

La velocidad máxima con el caudal de diseño será de 2.50 m/s

La velocidad mínima con el caudal de diseño será de 0.60 m/s

El diseño hidráulico se presenta en un cuadro de Excel en el anexo 6.

Actividad 5: Elaboración de Planos

Con los datos obtenidos en el diseño hidráulico se procedió a dibujar los planos constructivos del proyecto, en donde se plasman los datos calculados como: diámetros de tubería, cotas invertidas de entrada y de salida en los pozos de visita, caudales, pendiente de la tubería, velocidades del fluido y profundidad de los pozos de visita y del zanjeo para la colocación de la tubería.

Para la elaboración de los planos de la red del drenaje sanitario se toman los planos elaborados para el diseño hidráulico, los cuales se complementan al ingresar la información obtenida en el diseño. Se trabajaron con el programa de dibujo AutoCAD y el juego completo contempla el siguiente contenido:

- a) Plano de Localización y Ubicación del proyecto

- b) Planta de conjunto
- c) Perfiles de terreno
- d) Detalles de pozos de visita
- e) Planta de conjunto de PTAR
- f) Canal de entrada más desarenador
- g) Sedimentador primario y secundario
- h) Filtro percolador
- i) Patio de lodos
- j) Detalles de muro perimetral

Los planos elaborados para el presente estudio se presentan en el anexo 6.

Actividad 6: Elaboración de Presupuesto

Con los planos ya dibujados se cuantificaron todos los materiales a utilizar para la red del drenaje sanitario y para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. De esta manera se definieron los renglones de trabajo necesarios para la ejecución del proyecto como las cantidades de trabajo que deben llevarse a cabo dentro de la fase de ejecución del proyecto. El presupuesto elaborado tanto integrado como desglosado para el éste proyecto se presenta en el anexo 6.

Actividad 7: Elaboración de Especificaciones Técnicas

Comprende la descripción técnica de cada uno de los renglones de trabajo a ejecutar.

En las especificaciones técnicas se describe la calidad de los materiales, tipos de materiales, normas que deben cumplir y procedimientos de construcción.

Las especificaciones técnicas se elaboran con la finalidad de garantizar el control de calidad de los materiales a utilizar en la ejecución, como también, garantizar el procedimiento constructivo de cada una de las fases descritas en los renglones de trabajo. Las especificaciones técnicas elaboradas para el presente proyecto se

encuentran descritas en el anexo 6.

Actividad 8: Elaboración de cronograma para definir tiempo de ejecución

Para tener una proyección del tiempo de las actividades contempladas para la ejecución del proyecto, es necesario la utilización de la herramienta conocida como diagrama de Gantt, el cual nos ayuda a establecer un periodo determinado de ejecución.

Para la elaboración del cronograma de ejecución debe tomarse en cuenta varios aspectos que puedan intervenir durante el desarrollo de las actividades de ejecución como los factores climáticos, acceso de materiales al área de construcción, personal, entre otros factores. El cronograma elaborado para el presente estudio se encuentra dentro del anexo 6.

Actividad 9: Propuesta de diseño de planta de tratamiento de aguas residuales

Como parte complementaria del sistema de drenaje sanitario, se debe contemplar un elemento muy importante para la descarga de las aguas negras como lo es la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Como se menciona en la parte investigativa, existen diversos métodos y tipos de sistemas de tratamiento, los cuales se definen, según varios factores como: las condiciones topográficas del terreno, disponibilidad presupuestaria, volumen de caudales para la disposición final, criterios del diseñador, entre otros factores.

Se debe tomar en cuenta que para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales entran varios factores que abarcan campos que van más allá de la Ingeniería Civil, bajo este contexto, en el presente estudio, se presenta una propuesta donde se contemplan las normas constructivas de obra civil y parámetros establecidos en la mecánica de fluidos, mas no se consideran factores químicos, microbiológicos, físicos ni criterios ambientales.

Resultado 3: Se cuenta con el programa de sensibilización para los habitantes.

Será necesario incluir un programa que sensibilice y concientice a los habitantes y usuarios que serán tomados en cuenta dentro del proyecto, al ser un proyecto cuya finalidad a largo plazo será evitar la contaminación ambiental que ocasiona las aguas residuales.

Actividad 1: Convocatoria

El Concejo Comunitario de Desarrollo –COCODE- deberá convocar a los habitantes del sector La Cruz, aldea Cantel, para concientizar y brindar información sobre el proyecto. Para que el funcionamiento del proyecto sea óptimo, por parte de la municipalidad deberá proporcionarse a las autoridades de la aldea, el plan de operación y mantenimiento que esté al alcance de los habitantes, el cual deberá brindar información sobre el cuidado de la red y lineamientos que deben seguir para el funcionamiento.

El Plan inicial de Operación y Mantenimiento será coordinado de parte de la municipalidad, ya que será la municipalidad la encargada de proporcionar, herramienta, equipo de seguridad y la capacitación necesaria para realizar la inspección física y velar por que el sistema funcione de manera eficiente.

Actividad 2: Metodología

Por estar ubicados en un sector de la aldea, deberá conformarse un comité auxiliar para transmitir la información necesaria entre las autoridades y los habitantes que fungirá únicamente durante la gestión y ejecución física del proyecto, posterior a ello serán los miembros del Concejo Comunitario de Desarrollo –COCODE- de la aldea quienes se encargaran de coordinar las actividades necesarias para el monitoreo, operación y mantenimiento del sistema, el cual obedezca a los lineamientos proporcionados por parte de la municipalidad.

Deberá proporcionarse una copia del manual de operación y mantenimiento del proyecto para que se pueda velar por el cumplimiento del mismo. Este manual deberá ser transmitido a los pobladores en reuniones comunitarias o a través de redes sociales. El Concejo Comunitario de Desarrollo –COCODE- dispondrá de las sanciones necesarias para las personas que no cumplan con los lineamientos que se establezcan durante la operación del proyecto.

Será necesario que todos los usuarios del sistema reciban una orientación general sobre el funcionamiento del mismo, la idea es que todos conozcan como está conformado y la función que tendrá cada elemento que conforma el sistema durante la etapa de operación.

Actividad 3: Temas

Dentro de los temas que deben abordarse pueden estar incluidos:

El uso adecuado del agua potable.

Debe concientizarse a los pobladores sobre la manera correcta de utilizar el agua potable dentro del uso doméstico. Se estima que en las zonas rurales, no se cuenta con medidores de consumo o contadores, lo cual hace que las personas no tengan el cuidado necesario en su sistema o en desperdicios provocados.

Al ser un sistema que funcione principalmente por el flujo del agua, el principal recurso que se vulnere o que estará expuesto es específicamente el sistema que abastece de agua potable a la aldea, por esta razón, deberá enfocarse directamente sobre el uso correcto del vital líquido.

Descargas adecuadas de aguas servidas.

Se debe indicar algunos procesos de instalaciones sanitarias que no permitan que desechos sólidos o tóxicos puedan llegar al sistema y que puedan dañar u obstaculizar

el funcionamiento del mismo.

Deberá informarse a los habitantes sobre la disposición de los residuos sólidos de tal forma que se separen con eficiencia o que no tenga cabida de disponerse dentro del sistema de drenaje.

Método separativo de aguas residuales.

Dentro de la red doméstica debe implementarse la instalación de agua pluvial totalmente aislada y separada del drenaje sanitario, este caudal deberá desfogarse de manera superficial y no debe incluir ninguna descarga de agua servida.

Regularmente en las zonas rurales, se cuenta con el área libre necesaria para la disposición de descargas de agua pluvial, lo cual no puede representar un factor complicado para ser separado del sistema propuesto.

Mantenimiento a la red sanitaria doméstica.

En cada vivienda será necesario revisar y darle mantenimiento a la red interna, limpiar cajas de registro, trampas de grasa, sifones y la candela domiciliar.

Cada habitante usuario del servicio de agua potable deberá controlar que su servicio de abastecimiento funcione de buena manera, al igual que las instalaciones de uso que con este servicio realice en su hogar.

Será necesario que dentro de la aldea se establezca la sanción aplicable necesaria para los habitantes que incumplan los estatutos impuestos por parte de la misma comunidad.

El bien primario a controlar por parte de las autoridades comunitarias, será velar por que el funcionamiento de la red se dé, de manera eficaz.

Anexo 2: Matriz de la Estructura Lógica

Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Objetivo general:	Al segundo año de implementado el proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, se reducen las aguas residuales sin tratamiento, en un 97%.	Registro de ejecución del proyecto, informe de la unidad ejecutora, entrevistas a los habitantes, fotografías.	las familias reciben apoyo de DMP y OMAS para reducir las aguas residuales sin tratamiento.
Reducir aguas residuales sin tratamiento en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.			
Objetivo específico:	Al primer año de implementado el proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, se disminuyen las descargas inadecuadas de aguas residuales en un 95%.	Informes de la unidad ejecutora, bitácoras de ejecución del proyecto, entrevistas a los habitantes, fotografías.	DMP y OMAS actualizan el proceso e implementan mejoras cada año.
Disminuir descargas inadecuadas de aguas residuales en el sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.			

Resultado 1:			
Se cuenta con la unidad ejecutora “Dirección Municipal de Planificación (DMP)”.			
Resultado 2:			
Se dispone del proyecto de planificación y construcción de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en sector La Cruz, aldea Cantel, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.			
Resultado 3:			
Se cuenta con el programa de sensibilización para los habitantes.			

Anexo 3: Ajuste de costos y tiempos

CUADRO DE AJUSTE DE COSTOS Y TIEMPOS:													
PROYECTO: LUGAR: FECHA:		PLANIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN SECTOR LA CRUZ, ALDEA CANTEL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS SECTOR LA CRUZ, ALDEA CANTEL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS JULIO DE 2023											
						CUADRO DE AJUSTE DE COSTOS Y TIEMPOS:							
NO.	DESCRIPCION DEL RENGLON	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO POR UNIDAD	TOTAL DE RENGLÓN	1	2	3	4	4	5	6	(%) POR RENGLON
1	TRAZO Y REPLANTEO	1492.94	ML	Q 2.00	Q 2,985.88	Q 2,985.88							0.217%
2	EXCAVACION + RELLENO DE LA ZANJA	550.70	M3	Q 75.00	Q 41,302.50	Q 10,325.63	Q 10,325.63	Q 10,325.63	Q 10,325.63				3.004%
3	TUBERIA PVC NORMA ASTM F949 D=6"	1002.73	ML	Q 325.00	Q 325,887.25	Q 81,471.81	Q 81,471.81	Q 81,471.81	Q 81,471.81				23.699%
4	TUBERIA PVC NORMA ASTM F949 D=4"	718.21	ML	Q 220.00	Q 158,006.20		Q 52,668.73	Q 52,668.73	Q 52,668.73				11.490%
5	ACOMETIDAS DOMICILIARES	38.00	UNIDAD	Q 1,920.00	Q 72,960.00			Q 24,320.00	Q 24,320.00	Q 24,320.00			5.306%
6	POZO DE VISITA H=1.00	1.00	UNIDAD	Q 4,785.00	Q 4,785.00						Q 4,785.00		0.348%
7	POZO DE VISITA H=1.20	27.00	UNIDAD	Q 5,140.00	Q 138,780.00			Q 34,695.00	Q 34,695.00	Q 34,695.00	Q 34,695.00		10.092%
8	POZO DE VISITA H=1.40	1.00	UNIDAD	Q 6,130.00	Q 6,130.00					Q 6,130.00			0.446%
9	POZO DE VISITA H=1.50	1.00	UNIDAD	Q 6,180.00	Q 6,180.00					Q 3,090.00	Q 3,090.00		0.449%
10	POZO DE VISITA H=1.60	1.00	UNIDAD	Q 6,375.00	Q 6,375.00						Q 6,375.00		0.464%
11	POZO DE VISITA H=2.20	1.00	UNIDAD	Q 7,670.00	Q 7,670.00					Q 7,670.00			0.558%
12	MURO PERIMETRAL, (BLOCK+MALLA+FG)	99.59	ML	Q 1,305.00	Q 129,964.95					Q 43,321.65	Q 43,321.65	Q 43,321.65	9.451%
13	MUROS PARA ANCLAJE DE DESCARGA	2.00	UNIDAD	Q 4,280.00	Q 8,560.00							Q 8,560.00	0.622%
14	LIMPIEZA DE LA OBRA TERMINADA	1.00	UNIDAD	Q 2,730.00	Q 2,730.00							Q 2,730.00	0.199%
PLANTA DE TRATAMIENTO													
15	MOVIMIENTO DE TIERRAS CORTE DE TERRENO	184.50	M3	Q 175.00	Q 32,287.50		Q 16,143.75	Q 16,143.75					2.348%
16	MOVIMIENTO DE TIERRAS RELLENO DE TERRENO	35.00	M3	Q 190.00	Q 6,650.00			Q 6,650.00					0.484%
17	CANAleta DE ENTRADA + DESARENADOR	1.00	UNIDAD	Q 36,645.00	Q 36,645.00				Q 36,645.00				2.665%
18	SEDIMENTADOR PRIMARIO	1.00	UNIDAD	Q 57,440.00	Q 57,440.00				Q 57,440.00				4.177%
19	FILTRO PERCOLADOR	1.00	UNIDAD	Q 152,720.00	Q 152,720.00					Q 76,360.00	Q 76,360.00		11.106%
20	SEDIMENTADOR SECUNDARIO	1.00	UNIDAD	Q 57,450.00	Q 57,450.00						Q 28,725.00	Q 28,725.00	4.178%
21	PATIO DE SECADO DE LODOS	1.00	UNIDAD	Q 83,510.00	Q 83,510.00							Q 83,510.00	6.073%
22	CAMINAMIENTOS FUNDIDOS INSITUIO T=0.08 MTS	77.00	M2	Q 215.00	Q 16,555.00						Q 8,277.50	Q 8,277.50	1.204%
23	CONDUCCION DE DESCARGAS CON TUBERIA PVC	66.00	ML	Q 296.00	Q 19,536.00							Q 19,536.00	1.421%
COSTO TOTAL DEL PROYECTO EN NUMEROS:					Q 1,375,110.28	Q 94,783.32	Q 160,609.92	Q 226,274.92	Q 297,566.17	Q 195,586.65	Q 205,629.15	Q 194,660.15	100.00%
						6.893%	11.680%	16.455%	21.639%	14.223%	14.954%	14.156%	
						Q 94,783.32	Q 255,393.24	Q 481,668.16	Q 779,234.33	Q 974,820.98	Q 1,180,450.13	Q 1,375,110.28	

Anexo 4: Plan de trabajo

PLAN DE TRABAJO:										
PROYECTO:		PLANIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN SECTOR LA CRUZ,								
LUGAR:		ALDEA CANTEL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS								
FECHA:		JULIO DE 2023								
				PLAN DE TRABAJO:						
NO.	DESCRIPCION DEL RENGLON	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	1	2	3	4	4	5	6
1	TRAZO Y REPLANTEO	1492.94	ML							
2	EXCAVACION + RELLENO DE LA ZANJA	550.70	M3							
3	TUBERIA PVC NORMA ASTM F949 D=6"	1002.73	ML							
4	TUBERIA PVC NORMA ASTM F949 D=4"	718.21	ML							
5	ACOMETIDAS DOMICILIARES	38.00	UNIDAD							
6	POZO DE VISITA H=1.00	1.00	UNIDAD							
7	POZO DE VISITA H=1.20	27.00	UNIDAD							
8	POZO DE VISITA H=1.40	1.00	UNIDAD							
9	POZO DE VISITA H=1.50	1.00	UNIDAD							
10	POZO DE VISITA H=1.60	1.00	UNIDAD							
11	POZO DE VISITA H=2.20	1.00	UNIDAD							
12	MURO PERIMETRAL, (BLOCK+MALLA+HG)	99.59	ML							
13	MUROS PARA ANCLAJE DE DESCARGA	2.00	UNIDAD							
14	LIMPIEZA DE LA OBRA TERMINADA	1.00	UNIDAD							
	PLANTA DE TRATAMIENTO									
15	MOVIMIENTO DE TIERRAS CORTE DE TERRENO	184.50	M3							
16	MOVIMIENTO DE TIERRAS RELLENO DE TERRENO	35.00	M3							
17	CANAleta DE ENTRADA + DESARENADOR	1.00	UNIDAD							
18	SEDIMENTADOR PRIMARIO	1.00	UNIDAD							
19	FILTRO PERCOLADOR	1.00	UNIDAD							
20	SEDIMENTADOR SECUNDARIO	1.00	UNIDAD							
21	PATIO DE SECADO DE LODOS	1.00	UNIDAD							
22	CAMINAMIENTOS FUNDIDOS INSITUO T=0.08 MTS	77.00	M2							
23	CONDUCCION DE DESCARGAS CON TUBERIA PVC	66.00	ML							

Anexo 5: Presupuesto

PROYECTO:		PLANIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN SECTOR LA CRUZ, ALDEA CANTEL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS			
LUGAR:		SECTOR LA CRUZ, ALDEA CANTEL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS			
FECHA:		JULIO DE 2023			
No.	DESCRIPCIÓN DEL RENGLON	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO POR UNIDAD	TOTAL DE RENGLÓN
	RED DE DRENAJE SANITARIO				Q 912,316.78
1	TRAZO Y REPLANTEO	1492.94	ML	Q 2.00	Q 2,985.88
2	EXCAVACION + RELLENO DE LA ZANJA	550.70	M3	Q 75.00	Q 41,302.50
3	TUBERIA PVC NORMA ASTM F949 D=6"	1002.73	ML	Q 325.00	Q 325,887.25
4	TUBERIA PVC NORMA ASTM F949 D=4"	718.21	ML	Q 220.00	Q 158,006.20
5	ACOMETIDAS DOMICILIARES	38.00	UNIDAD	Q 1,920.00	Q 72,960.00
6	POZO DE VISITA H=1.00	1.00	UNIDAD	Q 4,785.00	Q 4,785.00
7	POZO DE VISITA H=1.20	27.00	UNIDAD	Q 5,140.00	Q 138,780.00
8	POZO DE VISITA H=1.40	1.00	UNIDAD	Q 6,130.00	Q 6,130.00
9	POZO DE VISITA H=1.50	1.00	UNIDAD	Q 6,180.00	Q 6,180.00
10	POZO DE VISITA H=1.60	1.00	UNIDAD	Q 6,375.00	Q 6,375.00
11	POZO DE VISITA H=2.20	1.00	UNIDAD	Q 7,670.00	Q 7,670.00
12	MURO PERIMETRAL, (BLOCK+MALLA+HG)	99.59	ML	Q 1,305.00	Q 129,964.95
13	MUROS PARA ANCLAJE DE DESCARGA	2.00	UNIDAD	Q 4,280.00	Q 8,560.00
14	LIMPIEZA DE LA OBRA TERMINADA	1.00	UNIDAD	Q 2,730.00	Q 2,730.00
	PLANTA DE TRATAMIENTO				Q 462,793.50
15	MOVIMIENTO DE TIERRAS CORTE DE TERRENO	184.50	M3	Q 175.00	Q 32,287.50
16	MOVIMIENTO DE TIERRAS RELLENO DE TERRENO	35.00	M3	Q 190.00	Q 6,650.00
17	CANALETA DE ENTRADA + DESARENADOR	1.00	UNIDAD	Q 36,645.00	Q 36,645.00
18	SEDIMENTADOR PRIMARIO	1.00	UNIDAD	Q 57,440.00	Q 57,440.00
19	FILTRO PERCOLADOR	1.00	UNIDAD	Q 152,720.00	Q 152,720.00
20	SEDIMENTADOR SECUNDARIO	1.00	UNIDAD	Q 57,450.00	Q 57,450.00
21	PATIO DE SECADO DE LODOS	1.00	UNIDAD	Q 83,510.00	Q 83,510.00
22	CAMINAMIENTOS FUNDIDOS INSITUO T=0.08 MTS.	77.00	M2	Q 215.00	Q 16,555.00
23	CONDUCCION DE DESCARGAS CON TUBERIA PVC	66.00	ML	Q 296.00	Q 19,536.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO:					Q 1,837,903.78
<p><i>Monto en letras:</i></p> <p>UN MILLON TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL CIENTO DIEZ QUETZALES CON VEINTIOCHO CENTAVOS. -</p>					

Anexo 6. Planificación

LIBRETA TOPOGRAFICA

PROYECTO:		PLANIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN SECTOR LA CRUZ, ALDEA CANTEL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS						
MUNICIPIO:		SAN PEDRO SACATEPEQUEZ						
DEPARTAMENTO:		SAN MARCOS						
Est.	P.O.	azimut			distancia	Y	X	Cota (Z)
E0	E0	0	0	0	0	100.00	100.00	100.00
E0	E-1	188	5	30	27.69	72.59	96.10	97.78
E1	E-2	157	12	46	31.94	43.14	108.47	95.64
E2	E-3	123	5	17	34.46	24.33	137.34	93.22
E3	E-4	91	3	1	41.70	23.56	179.04	89.24
E4	E-5	95	41	19	73.48	16.28	252.16	82.65
E5	E-6	30	37	50	27.05	39.55	265.94	79.89
E6	E-7	272	16	23	22.73	40.46	243.23	82.76
E7	E-8	283	29	49	23.71	45.99	220.17	84.05
E8	E-9	277	0	46	19.76	48.40	200.56	85.97
E9	E-10	268	32	32	25.02	47.77	175.55	87.57
E10	E-11	8	32	42	17.70	65.27	178.18	87.92
E11	E-12	35	0	43	26.68	87.12	193.48	88.37
E12	E-13	39	32	46	35.76	114.70	216.25	88.73
E6	E-14	61	44	52	22.88	50.38	286.09	76.56
E14	E-15	27	10	57	24.31	72.01	297.20	75.54
E15	E-16	96	50	52	29.71	68.47	326.70	74.35
E16	E-17	118	31	41	38.29	50.18	360.34	72.95
E17	E-18	241	12	47	13.46	43.70	348.54	72.22
E18	E-19	192	59	41	15.13	28.96	345.14	73.03
E19	E-20	175	35	22	50.22	-21.12	349.00	75.47
E20	E-21	160	9	20	47.14	-65.46	365.00	77.22
E21	E-22	127	1	13	45.29	-92.73	401.16	78.64
E17	E-23	143	49	32	52.51	7.79	391.33	69.63
E23	E-24	110	17	22	40.66	-6.31	429.47	68.82
E24	E-25	334	10	14	27.28	18.25	417.58	69.98
E25	E-26	355	4	16	26.81	44.96	415.28	71.25

E26	E-27	39	49	30	39.98	75.66	440.88	73.34
E27	E-28	9	32	38	45.09	120.13	448.36	75.84
E28	E-29	0	33	40	25.40	145.53	448.61	77.32
E29	E-30	48	42	5	36.66	169.72	476.15	79.45
E30	E-31	103	16	50	20.88	164.93	496.47	79.90
E31	E-32	161	2	40	48.42	119.13	512.20	80.12
E32	E-33	157	23	40	23.79	97.17	521.34	80.68
E33	E-34	124	7	20	35.00	77.54	550.32	81.88
E31	E-35	331	30	10	44.30	203.86	475.34	80.36
E30	E-36	298	57	0	30.05	184.27	449.86	79.26
E36	E-37	294	5	10	34.91	198.52	417.98	82.66
E37	E-38	239	26	30	32.15	182.17	390.30	84.16
E24	E-39	142	32	10	34.24	-33.48	450.29	67.21
E39	E-40	228	1	30	20.64	-47.29	434.95	67.87
E40	E-41	214	49	30	12.31	-57.39	427.92	68.72
E41	E-42	141	57	10	33.42	-83.71	448.52	69.46
E42	E-43	154	21	0	36.01	-116.17	464.11	69.94
E43	E-44	146	12	50	25.23	-137.14	478.14	70.56
E43	E-45	230	39	10	12.05	-123.81	454.79	70.76
E45	E-46	280	33	20	27.79	-118.72	427.47	72.03

Parámetros de diseño considerados para el presente calculo hidráulico

PARAMETROS DE DISEÑO		
Fórmula de diseño	MANNING	
Método de diseño	INFOM	
No. De viviendas	38	
Densidad de vivienda (Va)	8	Hab/viv
Población actual (Pa)	304	Habitantes
Tasa de Crecimiento	2.50	%
Periodo de diseño (n)	30	años
Viviendas Futuras (Vf. = $Va (1 + \chi)n$)	80	Habitantes
Población Futura (Pf. = $Pa (1 + \chi)n$)	638	Habitantes
Dotación (Dot.)	90	Lts/hab/Día
Factor de retorno (F.R.)	0.70	
Tubería a utilizar	PVC	
Caudal de diseño Acumulado a futuro	5.00	Lts/seg

Diseño hidráulico

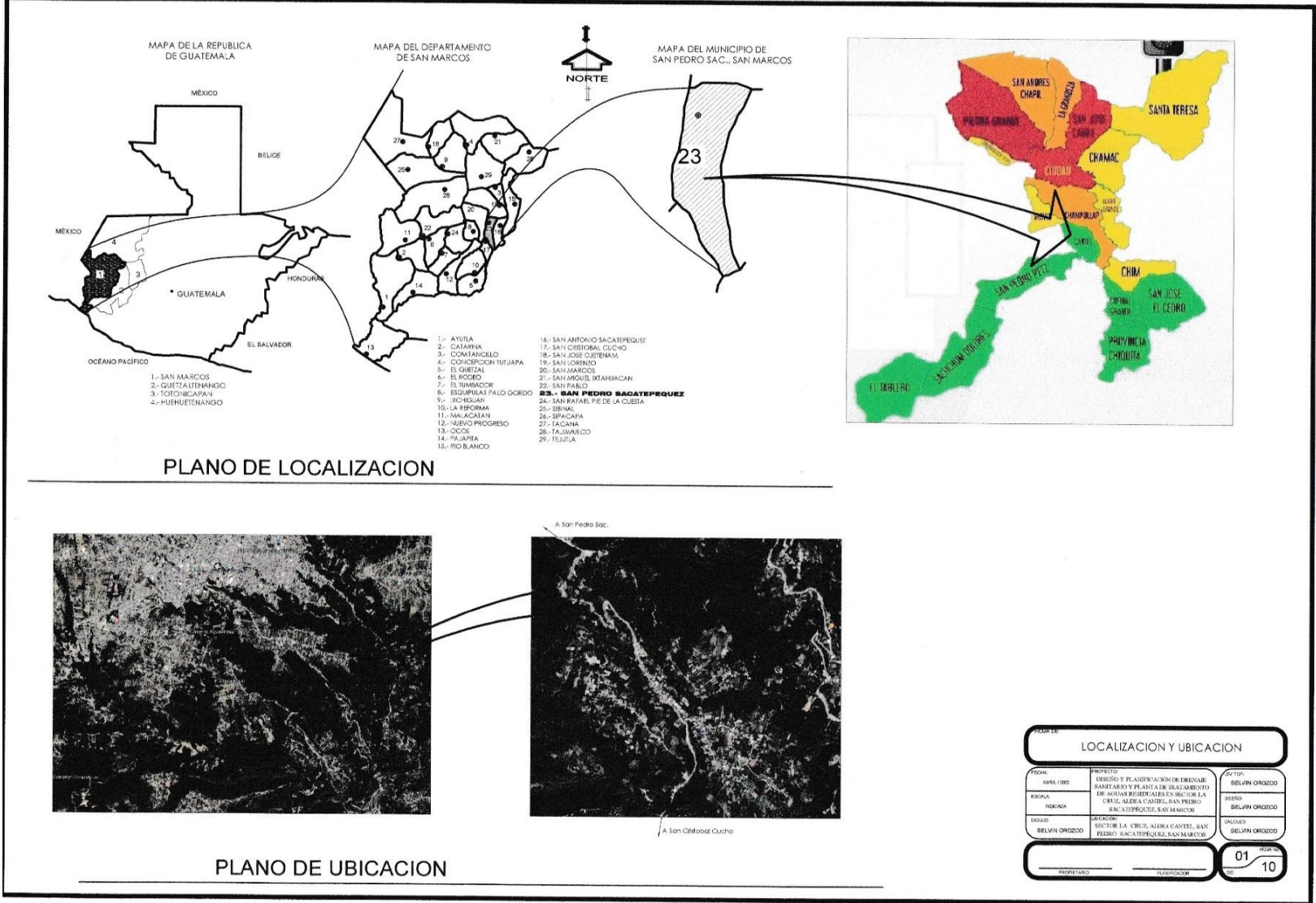
PROYECTO: PLANIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN SECTOR LA CRUZ, ALDEA CANTEL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS

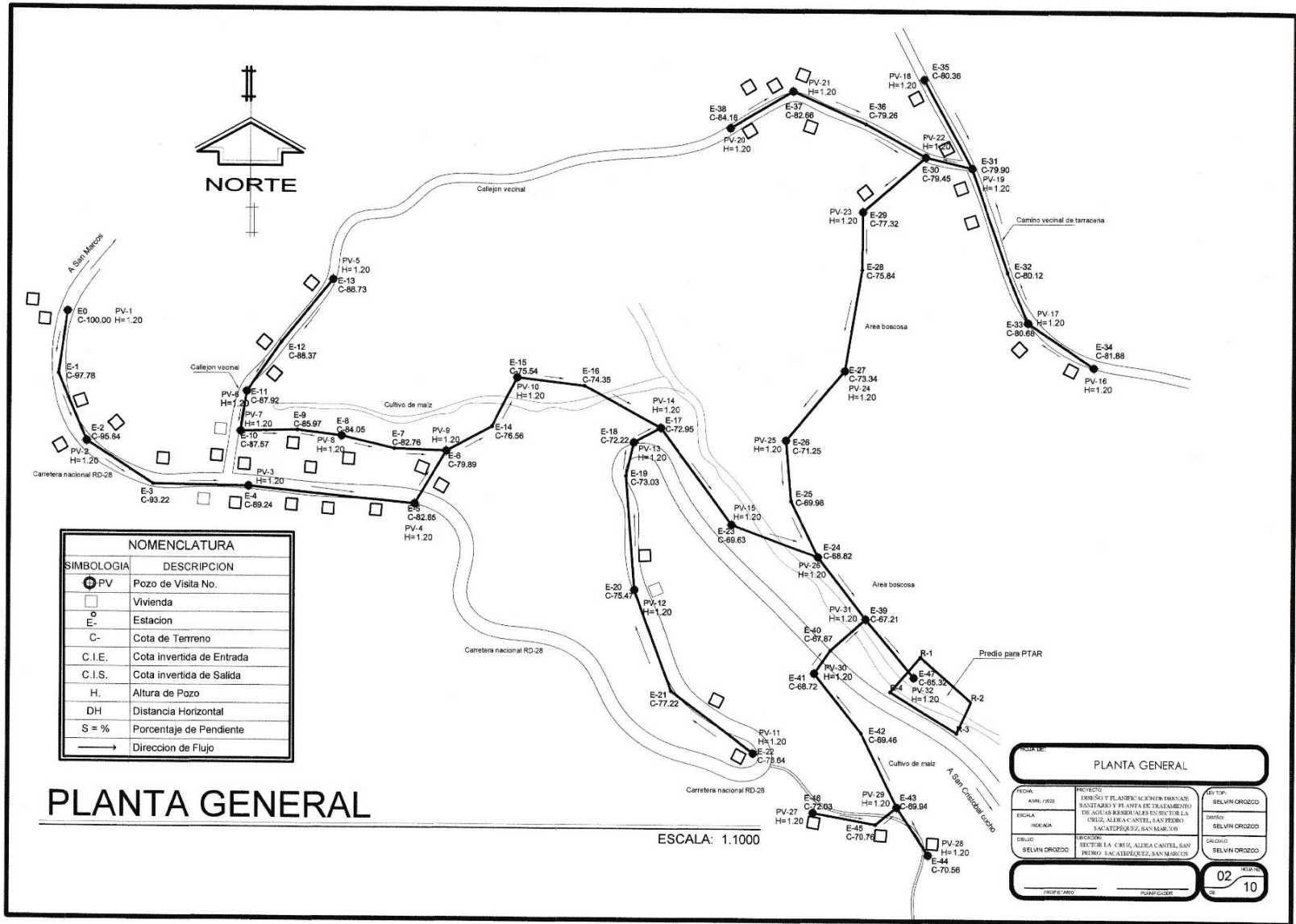
MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

DE PV	A PV	DE EST	A EST	COTAS DE TERRENO (m)		D H (mts)	PENDIENTE S(%) DEL TERRENO	No. CASAS		HAB. SERVIR ACTUAL		HAB. SERVIR FUTURO		CAUDAL (Lts/seg)		CAUDAL DE DISEÑO Qd (Lts/seg)		DIAM. (Pig.)	S(%) TUBO	SECCIÓN LLENA		VELOCIDAD DE DISEÑO (m/s)		COTA INVERT		PROF. POZO	
				INICIO	FINAL			LOCAL	ACUM	LOCAL	ACUM	LOCAL	ACUM	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.			V (ms./s)	Q (Lts./s)	ACT.	FUT.	SALIDA	ENTRADA	INICIO	FINAL
DISEÑO POR TRAMOS																											
1	2	0	2	100.00	95.64	59.63	7.31	4	4	32	32	67	67	0.023	0.049	0.278	0.576	6	7.14	3.03	55.20	0.94	0.92	98.80	94.54	1.20	1.20
2	3	2	4	95.64	89.24	76.16	8.40	3	7	24	56	50	117	0.041	0.086	0.482	0.992	6	8.27	3.26	59.40	1.14	1.13	94.44	88.14	1.20	1.20
3	4	4	5	89.24	82.65	73.48	8.97	3	10	24	80	50	168	0.058	0.122	0.683	1.401	6	8.83	3.36	61.38	1.27	1.28	88.04	81.55	1.20	1.20
4	9	5	6	82.65	79.89	27.05	10.20	2	12	16	96	34	201	0.070	0.147	0.816	1.670	6	9.83	3.55	64.77	1.36	1.45	81.45	78.79	1.20	1.20
5	6	13	11	88.73	87.92	62.42	1.30	3	3	24	24	50	50	0.018	0.037	0.210	0.434	6	1.62	1.44	26.27	0.61	0.53	87.53	86.52	1.20	1.50
6	7	11	10	87.92	87.57	17.70	1.98	2	5	16	40	34	84	0.029	0.061	0.347	0.715	6	1.98	1.59	29.04	0.72	0.65	86.42	86.07	1.50	1.60
7	8	10	8	87.57	84.05	44.78	7.86	2	7	16	56	34	117	0.041	0.086	0.482	0.992	6	6.74	2.94	53.64	1.04	1.04	85.97	82.95	1.60	1.20
8	9	8	6	84.05	79.89	46.44	8.96	1	8	8	64	17	134	0.047	0.098	0.549	1.129	6	8.74	3.35	61.07	1.19	1.21	82.85	78.79	1.20	1.20
9	10	6	15	79.89	75.54	47.19	9.22	0	20	0	160	0	336	0.117	0.245	1.338	2.723	6	9.01	3.40	61.98	1.53	1.59	78.69	74.44	1.20	1.20
10	11	15	17	75.54	72.95	68.00	3.81	0	20	0	160	0	336	0.117	0.245	1.338	2.723	6	5.13	2.57	46.79	1.33	1.37	74.34	70.85	1.20	2.20
11	12	22	20	78.64	75.47	92.43	3.43	2	2	16	16	34	34	0.012	0.024	0.141	0.292	4	3.32	1.57	12.77	0.67	0.60	77.44	74.37	1.20	1.20
12	13	20	18	75.47	72.22	65.35	4.97	1	3	8	24	17	50	0.018	0.037	0.210	0.434	4	4.82	1.90	15.38	0.82	0.77	74.27	71.12	1.20	1.20
13	14	18	17	72.22	72.95	13.46	5.42	0	3	0	24	0	50	0.018	0.037	0.210	0.434	4	1.26	0.97	7.87	0.56	0.49	71.02	70.85	1.20	2.20
14	15	17	23	72.95	69.63	52.51	6.32	0	23	0	184	0	386	0.134	0.281	1.531	3.110	6	4.23	2.33	42.47	1.25	1.28	70.75	68.53	2.20	1.20
15	26	23	24	69.63	68.82	40.66	1.99	0	23	0	184	0	386	0.134	0.281	1.531	3.110	6	1.75	1.50	27.29	0.95	0.93	68.43	67.72	1.20	1.20
16	17	34	33	81.88	80.68	35.00	3.43	2	2	16	16	34	34	0.012	0.024	0.141	0.292	4	3.14	1.53	12.42	0.66	0.58	80.88	79.78	1.00	1.00
17	19	33	31	80.68	79.90	72.21	1.08	2	4	16	32	34	67	0.023	0.049	0.278	0.576	4	1.22	0.95	7.73	0.60	0.52	79.68	78.80	1.00	1.20
18	19	35	31	80.36	79.90	44.30	1.04	2	2	16	16	34	34	0.012	0.024	0.141	0.292	4	1.26	0.97	7.88	0.52	0.43	79.36	78.80	1.00	1.20
19	22	31	30	79.90	79.45	20.88	2.16	0	6	0	48	0	101	0.035	0.073	0.415	0.854	6	1.68	1.47	26.74	0.68	0.62	78.70	78.35	1.20	1.20
20	21	38	37	84.16	82.66	32.15	4.67	3	3	24	24	50	50	0.018	0.037	0.210	0.434	6	4.35	2.36	43.10	0.75	0.70	82.96	81.56	1.20	1.20
21	22	37	30	82.66	79.45	64.96	4.94	2	5	16	40	34	84	0.029	0.061	0.347	0.715	6	4.79	2.48	45.19	0.88	0.84	81.46	78.35	1.20	1.20
22	23	30	29	79.45	77.32	36.66	5.81	1	12	8	96	17	201	0.070	0.147	0.816	1.670	6	5.54	2.66	48.60	1.14	1.15	78.25	76.22	1.20	1.20
23	24	29	27	77.32	73.34	70.49	5.65	0	12	0	96	0	201	0.070	0.147	0.816	1.670	6	5.50	2.66	48.46	1.14	1.15	76.12	72.24	1.20	1.20
24	25	27	26	73.34	71.25	39.98	5.23	0	12	0	96	0	201	0.070	0.147	0.816	1.670	6	4.98	2.53	46.08	1.11	1.11	72.14	70.15	1.20	1.20
25	26	26	24	71.25	68.82	54.09	4.49	0	12	0	96	0	201	0.070	0.147	0.816	1.670	6	4.31	2.35	42.87	1.10	1.06	70.05	67.72	1.20	1.20
26	34	24	39	68.82	67.21	34.24	4.70	0	35	0	280	0	587	0.204	0.428	2.291	4.625	6	4.41	2.38	43.37	1.40	1.44	67.62	66.11	1.20	1.20
27	29	46	43	72.03	69.94	39.84	5.25	2	2	16	16	34	34	0.012	0.024	0.141	0.292	4	4.99	1.93	15.66	0.75	0.70	70.83	68.84	1.20	1.20
28	29	44	43	70.56	69.94	25.23	2.46	1	1	8	8	17	17	0.006	0.012	0.071	0.147	4	2.06	1.24	10.06	0.50	0.41	69.36	68.84	1.20	1.20
29	30	43	41	69.94	68.72	69.43	1.76	0	3	0	24	0	50	0.018	0.037	0.210	0.434	4	1.90	1.19	9.66	0.64	0.57	68.74	67.42	1.20	1.40
30	31	41	39	68.72	67.21	32.95	4.58	0	3	0	24	0	50	0.018	0.037	0.210	0.434	4	3.67	1.66	13.42	0.74	0.69	67.32	66.11	1.40	1.20
31	32	39	47	67.21	65.22	33.24	5.99	0	38	0	304	0	638	0.222	0.465	2.478	4.996	6	5.69	2.70	49.25	1.55	1.88	66.01	64.12	1.20	1.20

Planos constructivos



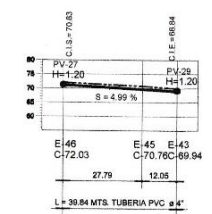
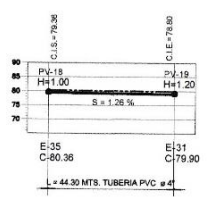
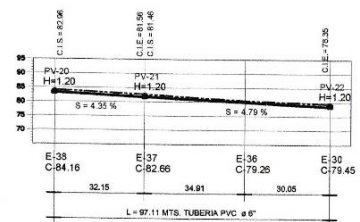
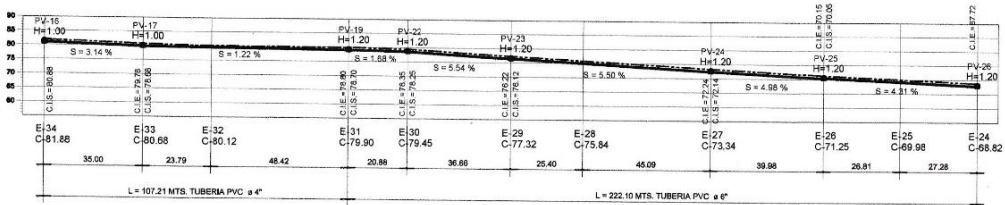
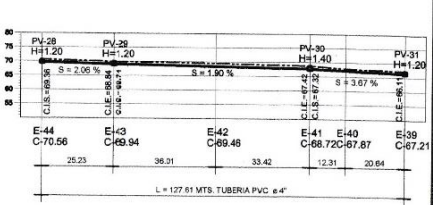
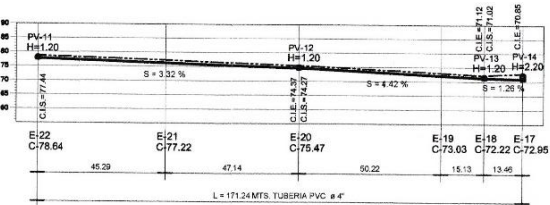
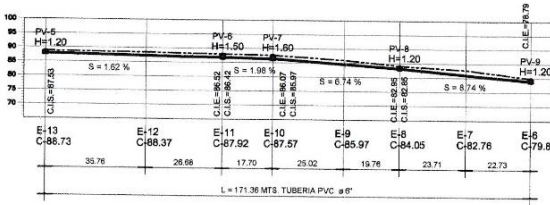
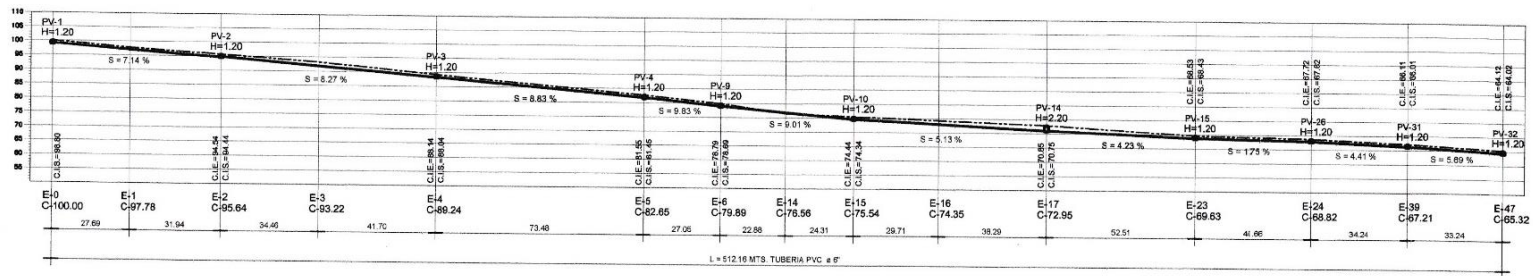


NOMENCLATURA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	PV Pozo de Vista No.
	Vivienda
	Estacion
C-	Cota de Terreno
C.I.E.	Cota invertida de Entrada
C.I.S.	Cota invertida de Salida
H.	Altura de Pozo
DH	Distancia Horizontal
S = %	Porcentaje de Pendiente
	Direccion de Flujo

PLANTA GENERAL

ESCALA: 1.1000

PLANTA GENERAL			
FECHA:	PROYECTO:	FECHA TOP:	
ANEXO:	BASE SOY Y PLANIFICACION DE REDES SANITARIAS Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR LA CRUZ, ALDEA CASTEL, SAN MARCO, SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS.	SELVIN OROZCO	
DISEÑO:		DISEÑO:	
SELVIN OROZCO		SELVIN OROZCO	
ELABORADO:	REVISADO:	VALIDADO:	
SELVIN OROZCO	SECTOR LA CRUZ, ALDEA CASTEL, SAN MARCO, SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS.	SELVIN OROZCO	
PÁGINA: 02		TOTAL: 10	



NOMENCLATURA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	PV Pozo de Visita No.
	Vivienda
	Estacion
	Cota de Terreno
	Cota invertida de Entrada
	Cota invertida de Salida
	Altura de Pozo
	Distancia Horizontal
	Porcentaje de Pendiente
	Direccion de Flujo

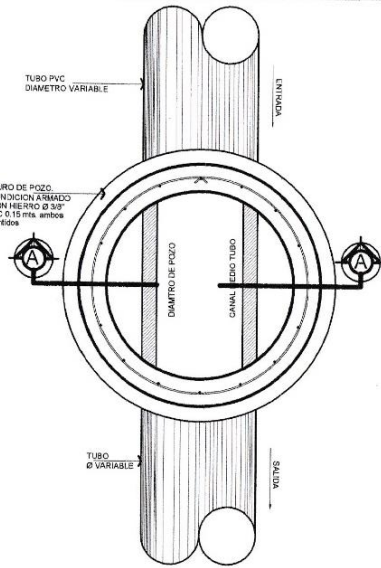
PROYECTO: PERFILES DE TERRENO

FECHA: ABRIL/2012	PROYECTO: DISEÑO Y PLANTACION DE TRENADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL LA CRUZ, ALDEA CASTEL, SAN FIERRO, SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS	AV. TOR: SELVIN ORCIZO
ESCALA: 1:1000	INDICADA: SELVIN ORCIZO	DIR: SELVIN ORCIZO
TITULO: SELVIN ORCIZO	PROYECTOR: SECTOR LA CRUZ, ALDEA CASTEL, SAN FIERRO, SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS	CALECULADO: SELVIN ORCIZO

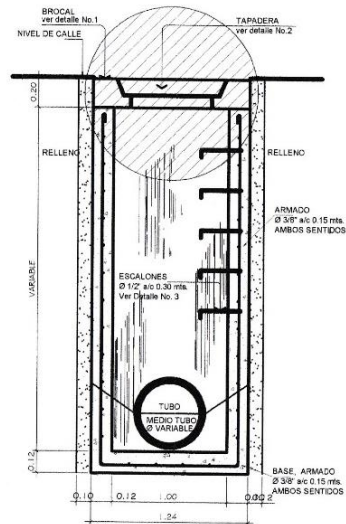
03 de 10

PERFILES DE TERRENO

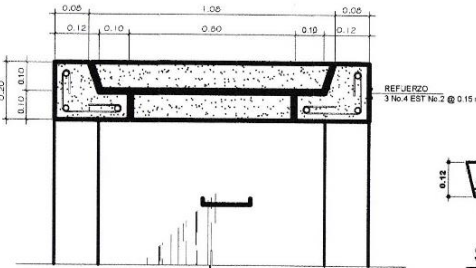
ESCALA: 1.1000



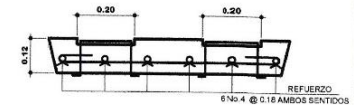
PLANTA
POZO DE VISITA TÍPICO
ESCALA: 1/20



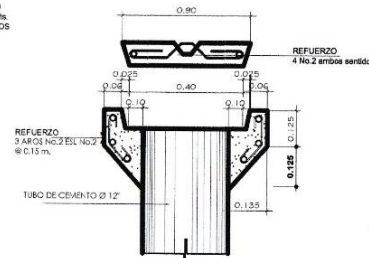
SECCION A - A
POZO DE VISITA TÍPICO
ESCALA: 1/20



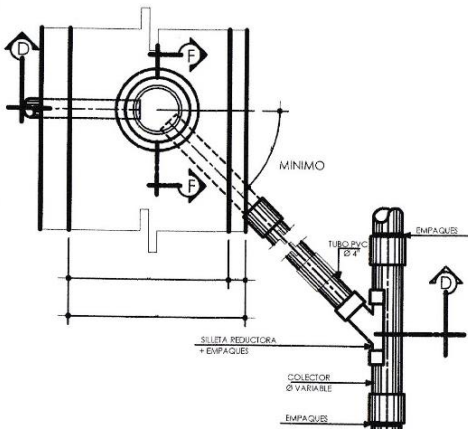
DETALLE No. 1
BROCAL
ESCALA: 1/10



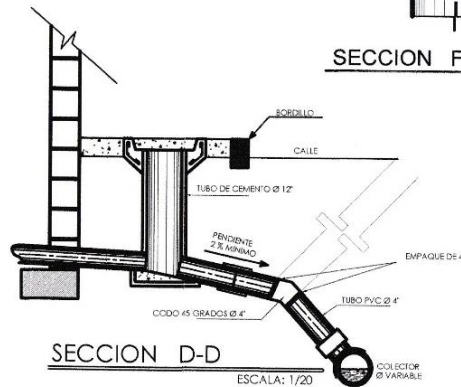
SECCION
ARMADO DE TAPADERA
ESCALA: 1/10



SECCION F - F
ESCALA: 1/10



PLANTA CONECCION DOMICILIAR
ESCALA: 1/20



SECCION D - D
ESCALA: 1/20

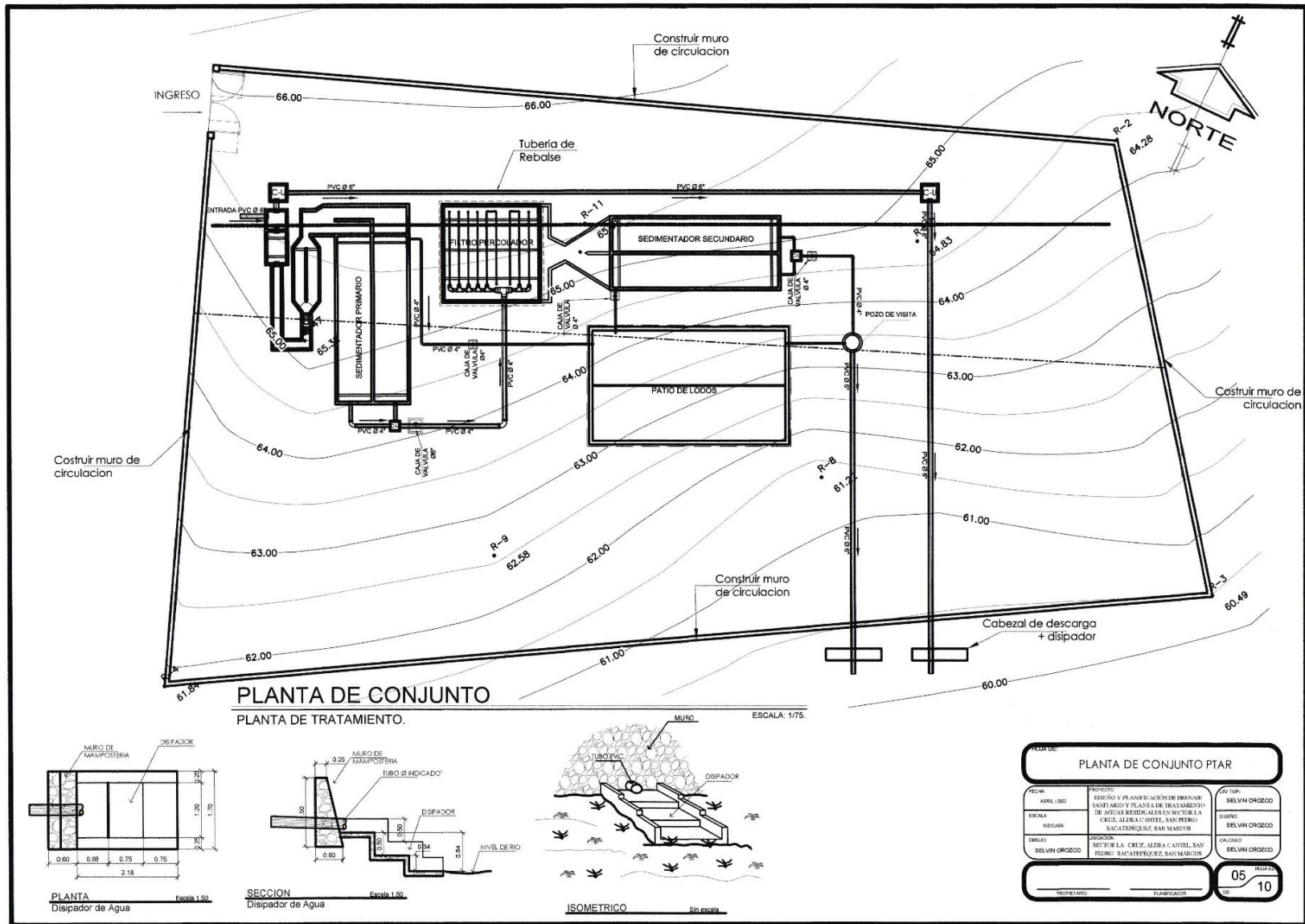
ESPECIFICACIONES:

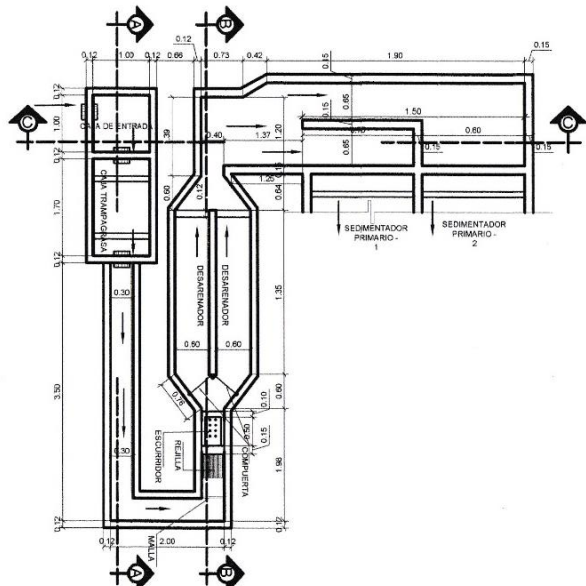
- ACERO:**
1.-El acero debera tener un $f_y = 2,800 \text{ kg/cm}^2$.
- CONCRETO:**
1.-El concreto debera tener un $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
2.-Relacion de agua/cemento maxima permitida 29.3 lts./saco de cemento.
3.-El agregado grueso (pedrin) debera tener un ϕ minimo de $1/2"$ y un maximo de $1 1/2"$.
4.-Proporcionamiento por metro de concreto= 0.44 metros de arena de rio, 0.89 metros de pedrin 8 sacos de cemento portland tipo 1, y 21.5 litros de agua/saco de cemento.
5.-El recubrimiento minimo para la base sera de 7 cm. en brocal y tapadera sera de 3 a 5 cm.
- TUBERIA PVC:**
1.-La tuberia sera PVC de ϕ indicado, no debe usarse tuberia de diametro menor a 4".
2.- Toda la tuberia se colocara alineada y con el desnivel, indicado en los planos.
3.- Los accesorios que se usen en juntas y acometidas seran PVC de diametro indicado en el perfil.

NOTAS:

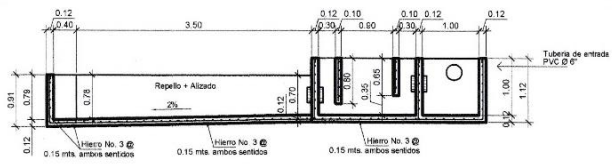
- 1.- Los brocales y tapaderas de los pozos deberan curarse , segun especificaciones ACI antes de su instalacion.

DETALLES DE POZO DE VISITA						
FECH: ABRIL/2002	PROYECTO: DISEÑO Y PLANEACION DE DRENAJE SANITARIO Y PLANEACION DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN SECTOR LA CRUZ, ALDEA CASTELL, SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS	NO. TOP: SELVIN ORCIZO				
ESCALA: INDICADA		PROYECTO: SELVIN ORCIZO				
DISEÑO: SELVIN ORCIZO	BRIGACION: SECTOR LA CRUZ, ALDEA CASTELL, SAN PEDRO, SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS	FECHA: SELVIN ORCIZO				
<table border="1"> <tr> <td>04</td> <td>HOJA No.</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>DE</td> </tr> </table>		04	HOJA No.	10	DE	
04	HOJA No.					
10	DE					

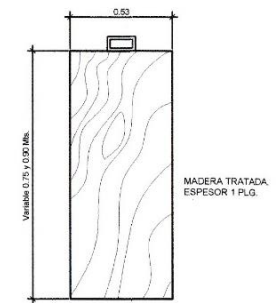




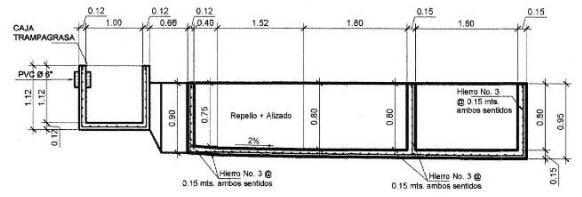
CANALETA DE ENTRADA DESARENADOR Y CAJA TRAMPA DE GRASA
ESCALA: 1:80



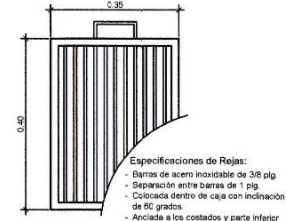
SECCION A-A' CANALETA DE ENTRADA Y DESARENADOR
ESCALA: 1:50



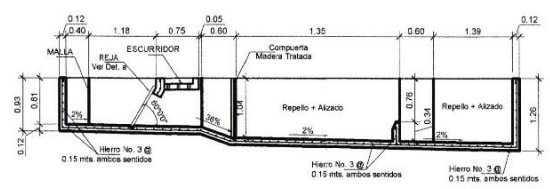
DETALLE DE COMPUERTA
ESCALA: 1:10



SECCION C-C' CANALETA DE ENTRADA Y DESARENADOR
ESCALA: 1:50



DETALLE DE REJILLA
ESCALA: 1:10

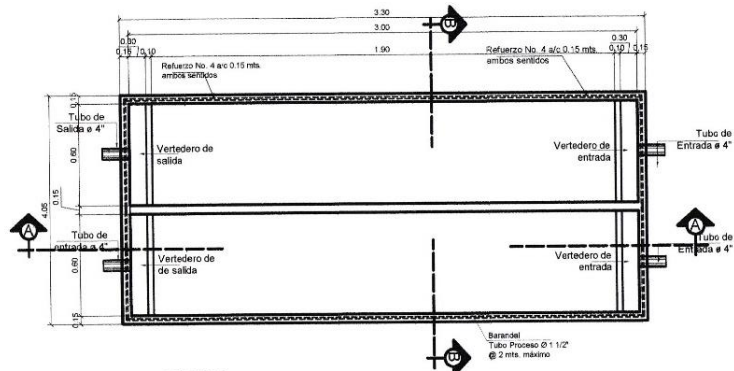


SECCION B-B' CANALETA DE ENTRADA Y DESARENADOR
ESCALA: 1:50

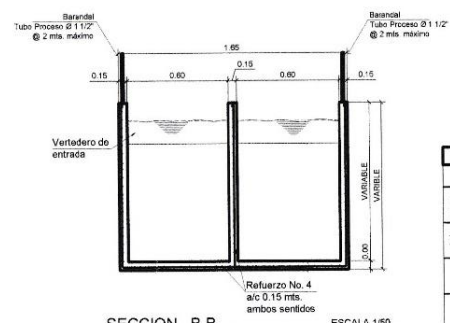


DETALLE DE VIGA
ESCALA: 1:10

FOCRA DE		
CANAL DE ENTRADA + DESARENADOR		
FECHA: ABRIL/2002	PROYECTO: DISEÑO Y PLANEACIÓN DE DRENAJE SUSTENTABLE Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL TERRITORIO LA CRUZ, ALDEA CANTIL, SAN PABLO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCELIN	LEV. TOP: SELVIN ORCICCO
ESCALA:	PROYECTOR: SELVIN ORCICCO	CHERO: SELVIN ORCICCO
REDICIA:	PROYECTOR: SECTOR LA CRUZ, ALDEA CANTIL, SAN PABLO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCELIN	CAJERO: SELVIN ORCICCO
DRABO: SELVIN ORCICCO		
PROPIETARIO:	PLANIFICADOR:	06 10

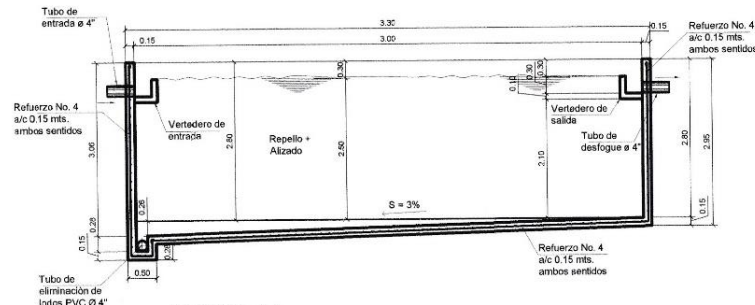


PLANTA
Tanque de Sedimentación Primario
ESCALA 1/50

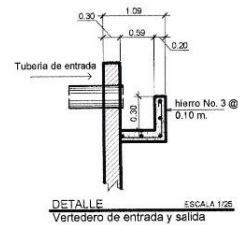


SECCION B-B
Tanque de Sedimentación Secundario
ESCALA 1/50

SIMBOLOGIA DE DRENAJES	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBO DE DRENAJE AGUAS NEGRAS PVC DIAMETRO INDICADO
	DIRECCION DE FLUJO
	YEE A 45° DIAMETRO INDICADO
	REDUCIDOR BUSHING
	CODO DE PVC 45° DIAMETRO INDICADO
	CODO 90° HORIZONTAL PVC DIAMETRO INDICADO
	CODO 90° VERTICAL PVC DIAMETRO INDICADO



SECCION A-A
Tanque de Sedimentación Primario
ESCALA 1/50

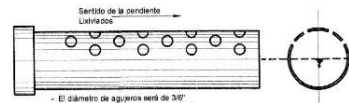


DETALLE
Vertederos de entrada y salida
ESCALA 1/25



TUBO PERFORADO

- El diámetro de agujero será de 1/4"
- Existirán 2 filas de agujeros espaciados 2" en sentido longitudinal



TUBO PERFORADO

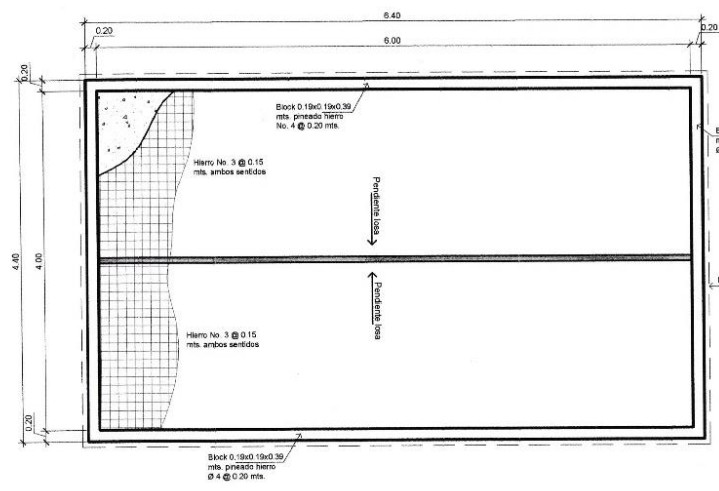
- El diámetro de agujero será de 3/8"
- Existirán 4 filas de agujeros espaciados 3" en sentido longitudinal.

PLAN DE
SEDIMENTADOR PRIMARIO Y SECUNDARIO

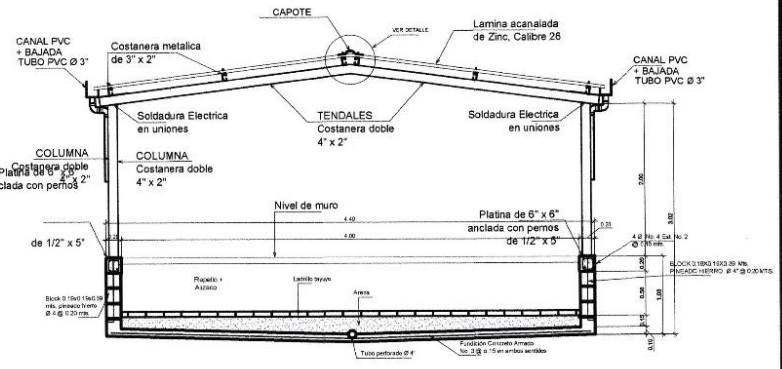
FECHA: ABRIL 2022	PROYECTO: DISEÑO Y FABRICACIÓN DE BARRIO DE TRATAMIENTO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES POR PARTE DE LA CIUDAD ALBA CASTEL, SAN PEDRO SUCATEPEQUEZ, SAN MARCOS	CLIENTE: SELYN OROZCO
ESCALA:	INDICADA	DISEÑO: SELYN OROZCO
DISEÑO: SELYN OROZCO	UBICACIÓN: SECTOR LA CRUZ, ALBA CASTEL, SAN PEDRO SUCATEPEQUEZ, SAN MARCOS	CALCULO: SELYN OROZCO

PROYECTADO: _____ PLANIFICADOR: _____

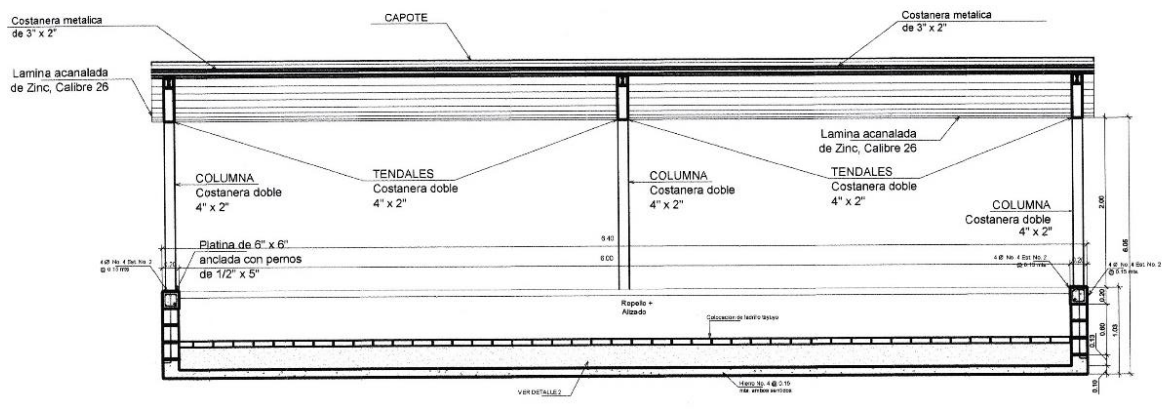
07 DE 10



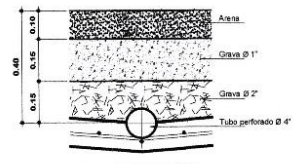
PLANTA PATIO DE SECADO DE LODOS
2 UNIDADES. ESCALA: 1/50



SECCION TRANSVERSAL
PATIO DE SECADO DE LODOS
2 UNIDADES. ESCALA: 1/50

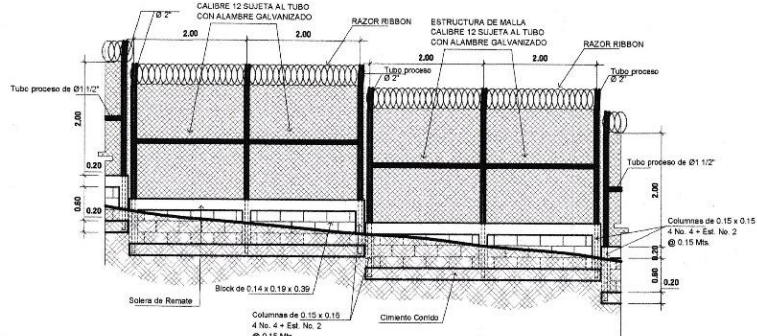


SECCION LONGITUDINAL
PATIO DE SECADO DE LODOS
2 UNIDADES. ESCALA: 1/50



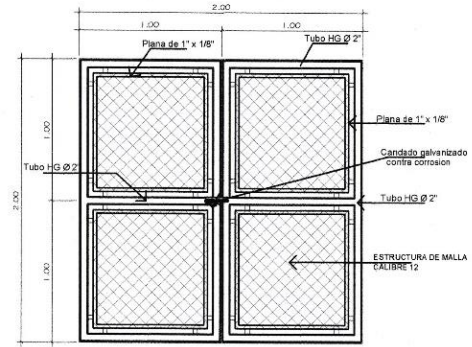
SECCION TUBO DE DRENAJE
Detalle 2. ESCALA: 1/10

PROYECTO: PATIO DE LODOS		
FORMA: APRIL 1992	PROYECTO: DISEÑO Y PLANEACIÓN DE OBRAS DE SANEAMIENTO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN SECTOR LA CRUZ, ALBA CASTELL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS	DISEÑO: SELVIN ORDOÑO
ESCALA: INDICADA		DISEÑO: SELVIN ORDOÑO
DIBUJO: SELVIN ORDOÑO	UBICACIÓN: SECTOR LA CRUZ, ALBA CASTELL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS	ORIGEN: SELVIN ORDOÑO
PROYECTADO: _____	PLANEADOR: _____	09/10



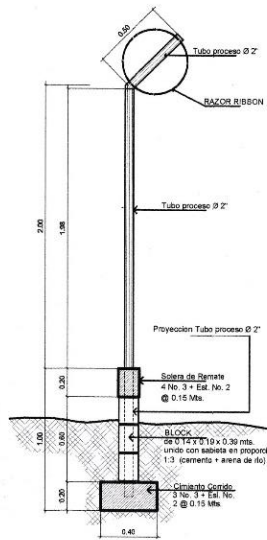
DETALLE DE MURO DE CIRCULACION
ELEVACION

ESCALA: 1:50



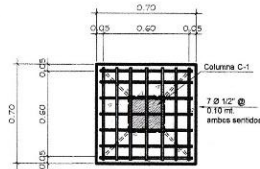
DETALLE DE PORTON DE ACCESO
ELEVACION

ESCALA: 1:20



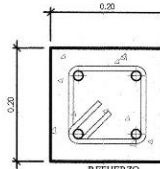
DETALLE DE MURO DE CIRCULACION
SECCION

ESCALA: 1:30



PLANTA
ZAPATA Z-1

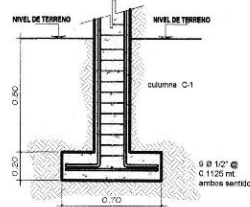
Escala 1/20



REFUERZO
4 No. 4 + Estribos
No. 2 en 0.12 mts

DETALLE
COLUMNA C-1

Escala 1/5



SECCION
ZAPATA Z-1

Escala 1/20
ESTRUCTURA DE MALLA

Tubo proceso

MURO DE CIRCULACION		
FECHA ABRIL 2002	PROYECTO DISEÑO Y PLANTACION DE BARRAS SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL SECTOR LA CRUZ ALDEA CANAL SAN PEDRO	REV. SOP. SELVIN OROZCO
ESCALA INDICAR	PROYECTOR SACATEPEQUEZ, SAN AGUSTIN	DISEÑO SELVIN OROZCO
DIBUJO SELVIN OROZCO	REVISOR SECTOR LA CRUZ, ALDEA CANAL, SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS	DIBUJO SELVIN OROZCO
PROYETADO	PLANTIFICADOR	10 DE 10

Presupuesto desglosado

INTEGRACIÓN DEL COSTO TOTAL						
PROYECTO:	PLANIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN SECTOR LA CRUZ, ALDEA CANTEL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS					
LUGAR:	SECTOR LA CRUZ, ALDEA CANTEL, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS					
FECHA:	JULIO DE 2023					

No.	DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO POR UNIDAD		TOTAL DE RENGLÓN	COSTO TOTAL
1	TRAZO Y REPLANTEO	1492.94	ML				
	Materiales						
	Estacas de madera	750.00	UNIDAD	Q 1.00	Q 750.00		
	Clavos para lamina	5.40	LIBRA	Q 7.89	Q 42.61		
	Hilo plastico	2.00	ROLLO	Q 22.50	Q 45.00		
	TOTAL DE MATERIALES:					Q	837.61
	MANO DE OBRA						
	Trazo y estaqueado	1492.94	M2	Q 0.55	Q 821.12		
	Trabajos preliminares	1492.94	M2	Q 0.45	Q 671.82		
	TOTAL DE MANO DE OBRA:					Q	1,492.94
	Gastos Indirectos						
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q 116.53	Q 116.53		
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q 163.14	Q 163.14		
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q 419.50	Q 375.66		
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:					Q	655.33
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>					<i>Q</i>	<i>2,985.88</i>
	<i>COSTO UNITARIO POR ML:</i>					<i>Q</i>	<i>2.00</i>

2	EXCAVACION + RELLENO DE LA ZANJA	550.70	M3				
	Materiales						
	Material de prestamo para rellenos en puntos criticos	150.00	M3	Q 80.00	Q 12,000.00		
	TOTAL DE MATERIALES:					Q	12,000.00
	MANO DE OBRA						
	Corte manual de terreno Para Zanja	550.70	M3	Q 14.65	Q 8,067.76		
	Sacado de tierra	770.98	M3	Q 5.00	Q 3,854.90		
	Relleno manual de la zanja con material excavado	400.70	M3	Q 10.00	Q 4,007.00		
	Compactación manual de rellelo	550.70	M3	Q 7.00	Q 3,854.90		
	TOTAL DE MANO DE OBRA:					Q	19,784.56
	Gastos Indirectos						
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q 1,589.23	Q 1,589.23		
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q 2,224.92	Q 2,224.92		
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q 5,721.22	Q 5,703.79		
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:					Q	9,517.94
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>					<i>Q</i>	<i>41,302.50</i>
	<i>COSTO UNITARIO POR M3:</i>					<i>Q</i>	<i>75.00</i>

3	TUBERIA PVC NORMA ASTM F949 D=6"	1002.73	ML			
	Materiales					
	Tuberia pvc de 6"	183.83	TUBOS	Q 805.00	Q 147,983.15	
	Empaque para tubería de 6"	183.83	UNIDAD	Q 15.00	Q 2,757.45	
	Wipe	250.00	LIBRA	Q 13.50	Q 3,375.00	
	TOTAL DE MATERIALES:					Q 154,115.60
	MANO DE OBRA					
	Instalacion tubería 8"	1002.73	ML	Q 96.30	Q 96,562.90	
	TOTAL DE MANO DE OBRA:					Q 96,562.90
	Gastos Indirectos					
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q 12,533.93	12533.93	
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q 17,547.50	17547.50	
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q 45,122.13	45127.32	
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:					Q 75,208.75
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>					<i>Q 325,887.25</i>
	<i>COSTO UNITARIO POR ML:</i>					<i>Q 325.00</i>

4	TUBERIA PVC NORMA ASTM F949 D=4"	718.21	ML			
	Materiales					
	Tuberia pvc de 4"	131.67	TUBOS	Q 385.00	Q 50,692.95	
	Epaque oara tubería de 4"	133.67	UNIDAD	Q 8.00	Q 1,069.36	
	Wipe	112.00	LIBRA	Q 13.50	Q 1,512.00	
	TOTAL DE MATERIALES:					Q 53,274.31
	MANO DE OBRA					
	Instalacion tubería 4"	718.21	ML	Q 95.05	Q 68,265.86	
	TOTAL DE MANO DE OBRA:					Q 68,265.86
	Gastos Indirectos					
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q 6,077.01	Q 6,077.01	
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q 8,507.81	Q 8,507.81	
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q 21,877.23	Q 21,881.21	
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:					Q 36,466.03
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>					<i>Q 158,006.20</i>
	<i>COSTO UNITARIO POR ML:</i>					<i>Q 220.00</i>

5	ACOMETIDAS DOMICILIARES	38.00	UNIDAD					
	Materiales							
	Tubo de concreto 12" reforzado	38.00	UNIDAD	Q	90.00	Q	3,420.00	
	Cemento gris	100.04	SACOS	Q	80.00	Q	8,003.20	
	Arena de rio	7.95	M3	Q	175.00	Q	1,391.25	
	Piedrin 1/2"	11.44	M3	Q	250.00	Q	2,860.00	
	Hierro #3	10.67	qq	Q	405.50	Q	4,326.69	
	Alambre de amarre	52.68	LIBRAS	Q	7.89	Q	415.65	
	Tabla de 12"x1"x3 yardas	4.20	DOCENA	Q	125.00	Q	525.00	
	Clavo para madera	23.22	LIBRAS	Q	7.89	Q	183.21	
	SILLETA YEE PVC DE 8"x4"	20.00	UNIDAD	Q	400.00	Q	8,000.00	
	SILLETA YEE PVC DE 6"x4"	18.00	UNIDAD	Q	200.00	Q	3,600.00	
	Empaque para Yee	38.00	UNIDAD	Q	32.40	Q	1,231.20	
	Codo 45 gds. De 4"	38.00	UNIDAD	Q	157.00	Q	5,966.00	
	Cabo reductor de 4"x3"	38.00	UNIDAD	Q	35.00	Q	1,330.00	
	Cemento solvente	3.00	GALON	Q	462.10	Q	1,386.30	
	TOTAL DE MATERIALES:						Q	42,638.50
	MANO DE OBRA							
	Excavacion para candela	32.30	M3	Q	45.00	Q	1,453.50	
	Colocacion del tubo DE 12"	38.00	M3	Q	30.00	Q	1,140.00	
	Alisado	12.74	M2	Q	25.00	Q	318.50	
	Colocacion del hierro #3	10.67	QQ	Q	117.00	Q	1,248.39	
	Formaleta	453.60	PIE TABLAR	Q	0.90	Q	408.24	
	Fundicion (BROCAL+TAPADERA+BASE)	11.38	M3	Q	401.13	Q	4,564.86	
	Desencofrado	453.60	PIE TABLAR	Q	0.45	Q	204.12	
	Instalacion de Accesorios PVC	152.00	UNIDAD	Q	27.30	Q	4,149.60	
	TOTAL DE MANO DE OBRA:						Q	13,487.21
	Gastos Indirectos							
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q	2,806.29	Q	2,806.29	
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q	3,928.80	Q	3,928.80	
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q	10,102.63	Q	10,099.20	
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:						Q	16,834.29
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>						<i>Q</i>	<i>72,960.00</i>
	<i>COSTO UNITARIO:</i>						<i>Q</i>	<i>1,920.00</i>

6	POZO DE VISITA H=1.00	1.00	UNIDAD					
	Materiales							
	Cemento gris con resistencia al sulfato	13.20	SACOS	Q	80.00	Q	1,056.00	
	Arena de rio	0.92	M3	Q	175.00	Q	161.00	
	Piedrin 1/2"	1.13	M3	Q	250.00	Q	282.50	
	Material granular	0.62	M3	Q	125.00	Q	77.50	
	Hierro # 2	0.15	QQ	Q	390.50	Q	58.58	
	Hierro # 3	1.07	QQ	Q	405.50	Q	433.89	
	Hierro # 4	0.72	QQ	Q	405.50	Q	291.96	
	Alambre de amarre	8.44	LIBRAS	Q	7.89	Q	66.59	
	Formaleta de pozo	1.00	UNIDAD	Q	200.00	Q	200.00	
	TOTAL DE MATERIALES:						Q	2,628.02
	MANO DE OBRA							
	Excavacion	1.77	M3	Q	35.00	Q	61.95	
	Alisado	6.74	M2	Q	30.00	Q	202.20	
	Instalacion hierro # 2	0.15	QQ	Q	62.40	Q	9.36	
	Instalacion hierro # 3	1.07	QQ	Q	117.00	Q	125.19	
	Instalacion hierro # 4	0.72	QQ	Q	99.45	Q	71.60	
	colocacion de Formaleta	1.00	UNIDAD	Q	75.00	Q	75.00	
	Fundición	1.14	M3	Q	401.13	Q	457.29	
	quitar formaletas	1.00	UNIDAD	Q	50.00	Q	50.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA:						Q	1,052.59
	Gastos Indirectos							
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q	184.03	Q	184.03	
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q	257.64	Q	257.64	
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q	662.51	Q	662.72	
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:						Q	1,104.39
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>						<i>Q</i>	<i>4,785.00</i>
	<i>COSTO UNITARIO:</i>						<i>Q</i>	<i>4,785.00</i>

7	POZO DE VISITA H=1.20	27.00	UNIDAD					
	Materiales							
	Cemento gris con resistencia al sulfato	368.78	SACOS	Q	80.00	Q	29,502.40	
	Arena de rio	28.01	M3	Q	175.00	Q	4,901.75	
	Piedrin 1/2"	33.82	M3	Q	250.00	Q	8,455.00	
	Material granular	19.49	M3	Q	125.00	Q	2,436.25	
	Hierro # 2	3.96	QQ	Q	390.50	Q	1,546.38	
	Hierro # 3	33.53	QQ	Q	405.50	Q	13,596.42	
	Hierro # 4	20.11	QQ	Q	405.50	Q	8,154.61	
	Alambre de amarre	221.92	LIBRAS	Q	7.89	Q	1,750.95	
	Formaleta de pozo	27.00	UNIDAD	Q	200.00	Q	5,400.00	
	TOTAL DE MATERIALES:						Q	75,743.76
	MANO DE OBRA							
	Excavacion	57.26	M3	Q	35.00	Q	2,004.10	
	Alisado	204.00	M2	Q	30.00	Q	6,120.00	
	Instalacion hierro # 2	3.96	QQ	Q	62.40	Q	247.10	
	Instalacion hierro # 3	33.53	QQ	Q	117.00	Q	3,923.01	
	Instalacion hierro # 4	20.11	QQ	Q	99.45	Q	1,999.94	
	colocacion de Formaleta	27.00	UNIDAD	Q	75.00	Q	2,025.00	
	Fundición	34.16	M3	Q	401.13	Q	13,702.60	
	quitar formaletas	27.00	UNIDAD	Q	37.50	Q	1,012.50	
	TOTAL DE MANO DE OBRA:						Q	31,034.25
	Gastos Indirectos							
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q	5,338.90	Q	5,338.90	
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q	7,474.46	Q	7,474.46	
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q	19,220.04	Q	19,188.63	
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:						Q	32,001.99
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>						<i>Q</i>	<i>138,780.00</i>
	<i>COSTO UNITARIO:</i>						<i>Q</i>	<i>5,140.00</i>

8	POZO DE VISITA H=1.40	1.00	UNIDAD					
	Materiales							
	Cemento gris con resistencia al sulfato	16.53	SACOS	Q	80.00	Q	1,322.40	
	Arena de rio	1.16	M3	Q	175.00	Q	203.00	
	Piedrin 1/2"	1.89	M3	Q	250.00	Q	472.50	
	Material granular	0.82	M3	Q	125.00	Q	102.50	
	Hierro # 2	0.15	QQ	Q	390.50	Q	58.58	
	Hierro # 3	1.41	QQ	Q	405.50	Q	571.76	
	Hierro # 4	0.77	QQ	Q	405.50	Q	312.24	
	Alambre de amarre	9.52	LIBRAS	Q	7.89	Q	75.11	
	Formaleta de pozo	1.00	UNIDAD	Q	300.00	Q	300.00	
	TOTAL DE MATERIALES:						Q	3,418.09
	MANO DE OBRA							
	Excavacion	2.47	M3	Q	35.00	Q	86.45	
	Alisado	8.37	M2	Q	30.00	Q	251.10	
	Instalacion hierro # 2	0.15	QQ	Q	62.40	Q	9.36	
	Instalacion hierro # 3	1.41	QQ	Q	117.00	Q	164.97	
	Instalacion hierro # 4	0.77	QQ	Q	99.45	Q	76.58	
	colocacion de Formaleta	1.00	UNIDAD	Q	100.00	Q	100.00	
	Fundición	1.39	M3	Q	401.13	Q	557.57	
	quitar formaletas	1.00	UNIDAD	Q	50.00	Q	50.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA:						Q	1,296.03
	Gastos Indirectos							
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q	235.71	Q	235.71	
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q	329.99	Q	329.99	
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q	848.54	Q	850.18	
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:						Q	1,415.88
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>						<i>Q</i>	<i>6,130.00</i>
	<i>COSTO UNITARIO:</i>						<i>Q</i>	<i>6,130.00</i>

9	POZO DE VISITA H=1.50	1.00	UNIDAD					
	Materiales							
	Cemento gris con resistencia al sulfato	17.76	SACOS	Q	80.00	Q	1,420.80	
	Arena de rio	1.45	M3	Q	175.00	Q	253.75	
	Piedrin 1/2"	1.53	M3	Q	250.00	Q	382.50	
	Material granular	0.88	M3	Q	125.00	Q	110.00	
	Hierro # 2	0.15	QQ	Q	390.50	Q	58.58	
	Hierro # 3	1.50	QQ	Q	405.50	Q	608.25	
	Hierro # 4	0.78	QQ	Q	405.50	Q	316.29	
	Alambre de amarre	9.92	LIBRAS	Q	7.89	Q	78.27	
	Formaleta de pozo	1.00	UNIDAD	Q	250.00	Q	250.00	
	TOTAL DE MATERIALES:						Q	3,478.44
	MANO DE OBRA							
	Excavacion	2.65	M3	Q	35.00	Q	92.75	
	Alisado	8.78	M2	Q	30.00	Q	263.40	
	Instalacion hierro # 2	0.15	QQ	Q	62.40	Q	9.36	
	Instalacion hierro # 3	1.50	QQ	Q	117.00	Q	175.50	
	Instalacion hierro # 4	0.78	QQ	Q	99.45	Q	77.57	
	colocacion de Formaleta	1.00	UNIDAD	Q	50.00	Q	50.00	
	Fundición	1.45	M3	Q	401.13	Q	581.64	
	quitar formaletas	1.00	UNIDAD	Q	25.00	Q	25.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA:						Q	1,275.22
	Gastos Indirectos							
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q	237.68	Q	237.68	
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q	332.76	Q	332.76	
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q	855.66	Q	855.90	
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:						Q	1,426.34
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>						<i>Q</i>	<i>6,180.00</i>
	<i>COSTO UNITARIO:</i>						<i>Q</i>	<i>6,180.00</i>

10	POZO DE VISITA H=1.60	1.00	UNIDAD					
	Materiales							
	Cemento gris con resistencia al sulfato	16.46	SACOS	Q	80.00	Q	1,316.80	
	Arena de rio	1.44	M3	Q	175.00	Q	252.00	
	Piedrin 1/2"	1.92	M3	Q	250.00	Q	480.00	
	Material granular	1.05	M3	Q	125.00	Q	131.25	
	Hierro # 2	0.15	QQ	Q	390.50	Q	58.58	
	Hierro # 3	1.59	QQ	Q	405.50	Q	644.75	
	Hierro # 4	0.79	QQ	Q	405.50	Q	320.35	
	Alambre de amarre	16.96	LIBRAS	Q	7.89	Q	133.81	
	Formaleta de pozo	1.00	UNIDAD	Q	250.00	Q	250.00	
	TOTAL DE MATERIALES:						Q	3,587.54
	MANO DE OBRA							
	Excavacion	2.83	M3	Q	35.00	Q	99.05	
	Alisado	9.19	M2	Q	30.00	Q	275.70	
	Instalacion hierro # 2	0.15	QQ	Q	62.40	Q	9.36	
	Instalacion hierro # 3	1.59	QQ	Q	117.00	Q	186.03	
	Instalacion hierro # 4	0.79	QQ	Q	99.45	Q	78.57	
	colocacion de Formaleta	1.00	UNIDAD	Q	50.00	Q	50.00	
	Fundición	1.51	M3	Q	401.13	Q	605.71	
	quitar formaletas	1.00	UNIDAD	Q	25.00	Q	25.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA:						Q	1,329.42
	Gastos Indirectos							
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q	245.85	Q	245.85	
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q	344.19	Q	344.19	
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q	885.05	Q	868.00	
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:						Q	1,458.04
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>						<i>Q</i>	<i>6,375.00</i>
	<i>COSTO UNITARIO:</i>						<i>Q</i>	<i>6,375.00</i>

11	POZO DE VISITA H=2.20	1.00	UNIDAD					
	Materiales							
	Cemento gris con resistencia al sulfato	20.67	SACOS	Q	80.00	Q	1,653.60	
	Arena de rio	1.89	M3	Q	175.00	Q	330.75	
	Piedrin 1/2"	1.88	M3	Q	250.00	Q	470.00	
	Material granular	1.39	M3	Q	125.00	Q	173.75	
	Hierro # 2	0.15	QQ	Q	390.50	Q	58.58	
	Hierro # 3	2.10	QQ	Q	405.50	Q	851.55	
	Hierro # 4	0.85	QQ	Q	405.50	Q	344.68	
	Alambre de amarre	14.24	LIBRAS	Q	7.89	Q	112.35	
	Formaleta de pozo	1.00	UNIDAD	Q	250.00	Q	250.00	
	TOTAL DE MATERIALES:						Q	4,245.26
	MANO DE OBRA							
	Excavacion	3.89	M3	Q	35.00	Q	136.15	
	Alisado	11.64	M2	Q	30.00	Q	349.20	
	Instalacion hierro # 2	0.15	QQ	Q	62.40	Q	9.36	
	Instalacion hierro # 3	2.10	QQ	Q	117.00	Q	245.70	
	Instalacion hierro # 4	0.85	QQ	Q	99.45	Q	84.53	
	colocacion de Formaleta	1.00	UNIDAD	Q	50.00	Q	50.00	
	Fundición	1.88	M3	Q	401.13	Q	754.12	
	quitar formaletas	1.00	UNIDAD	Q	25.00	Q	25.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA:						Q	1,654.06
	Gastos Indirectos							
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q	294.97	Q	294.97	
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q	412.95	Q	412.95	
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q	1,061.88	Q	1,062.76	
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:						Q	1,770.68
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>						<i>Q</i>	<i>7,670.00</i>
	<i>COSTO UNITARIO:</i>						<i>Q</i>	<i>7,670.00</i>

12	MURO PERIMETRAL, (BLOCK+MALLA+HG)	99.59	ML				
	Materiales						
	Cemento	135.00	SACOS	Q 80.00	Q 10,800.00		
	Arena de río	8.21	M3	Q 175.00	Q 1,436.75		
	Piedrín	12.32	M3	Q 250.00	Q 3,080.00		
	Hierro Numero 2 GD-40	6.58	QQ	Q 390.50	Q 2,569.49		
	Hierro Numero 3 GD-40	13.60	QQ	Q 405.50	Q 5,514.80		
	Hierro Numero 4 GD-40	1.39	QQ	Q 405.50	Q 563.65		
	Block de 0.14x0.19x0.39 mts.	822.00	UNIDAD	Q 6.00	Q 4,932.00		
	Alambre de amarre	86.28	LIBRAS	Q 7.89	Q 680.75		
	Alquiler de Madera para formaleta	1816.00	PIE TABLAR	Q 3.00	Q 5,448.00		
	Clavo para madera	73.00	LIBRAS	Q 7.89	Q 575.97		
	Portón de Malla+HG de 2" de 2.00x2.00 mts	1.00	UNIDAD	Q 4,500.00	Q 4,500.00		
	Tubería HG de 2-1/2" x 3.00 mts.	93.84	UNIDAD	Q 236.25	Q 22,169.70		
	Malla tipo ciclón de 2"x2" Calibre 12	214.20	M2	Q 43.56	Q 9,330.55		
	Electrodo	70.00	LIBRAS	Q 18.00	Q 1,260.00		
	TOTAL DE MATERIALES:					Q 72,861.66	
	MANO DE OBRA						
	Colocación de formaleta	1816.00	PIE TABLAR	Q 1.20	Q 2,179.20		
	Fundición	12.44	M3	Q 401.13	Q 4,990.06		
	Armar hierro No. 2	6.58	QQ	Q 62.40	Q 410.59		
	Armar hierro No. 3	13.60	QQ	Q 117.00	Q 1,591.20		
	Armar hierro No. 4	1.50	QQ	Q 99.45	Q 149.18		
	Excavación + relleno Estructural	41.80	M3	Q 35.00	Q 1,463.00		
	Transporte + Instalación de Portón	1.00	UNIDAD	Q 900.00	Q 900.00		
	Transporte + instalación de Tubería Hg	93.84	UNIDAD	Q 50.00	Q 4,692.00		
	Instalación de malla tipo ciclón Cal-12	214.20	M2	Q 18.00	Q 3,855.60		
	Repello+cernido de columnas	137.94	M2	Q 35.00	Q 4,827.90		
	Instalación de Block Visto	822.00	UNIDAD	Q 2.50	Q 2,055.00		
	TOTAL DE MANO DE OBRA:					Q 27,113.73	
	Gastos Indirectos						
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q 4,998.77	Q 4,998.77		
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q 6,998.28	Q 6,998.28		
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q 17,995.57	Q 17,992.51		
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:					Q 29,989.56	
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>					<i>Q 129,964.95</i>	
	<i>COSTO UNITARIO POR ML:</i>					<i>Q 1,305.00</i>	

13	MUROS PARA ANCLAJE DE DESCARGA	2.00	UNIDAD					
	Materiales							
	Cemento	51.23	SACOS	Q	80.00	Q	4,098.40	
	Arena de Rio	2.35	M3	Q	175.00	Q	411.25	
	Piedra bola	2.62	M3	Q	150.00	Q	393.00	
	Alquiler de madera para formaleta	30.00	PIE TABLAR	Q	3.00	Q	90.00	
	Clavo de diferentes medidas	1.36	LIBRA	Q	7.89	Q	10.73	
	Alambre de amarre	1.00	LIBRA	Q	7.89	Q	7.89	
	TOTAL DE MATERIALES:						Q	5,011.27
	MANO DE OBRA							
	Excavacion+Relleno para cimentacion	2.02	M3	Q	65.00	Q	131.30	
	Fundicion	3.28	M3	Q	432.00	Q	1,416.96	
	Encofrado	30.00	PIE TABLAR	Q	0.92	Q	27.60	
	Desencofrado	1.36	PIE TABLAR	Q	0.46	Q	0.63	
	TOTAL DE MANO DE OBRA:						Q	1,576.49
	Gastos Indirectos							
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q	329.39	Q	329.39	
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q	461.14	Q	461.14	
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q	1,185.80	Q	1,181.71	
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:						Q	1,972.24
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>						<i>Q</i>	<i>8,560.00</i>
	<i>COSTO UNITARIO POR u:</i>						<i>Q</i>	<i>4,280.00</i>

14	LIMPIEZA DE LA OBRA TERMINADA	1.00	UNIDAD					
	Materiales							
	TOTAL DE MATERIALES:						Q	-
	MANO DE OBRA							
	Retiro de material sobrante	5.00	VIAJE	Q	350.00	Q	1,750.00	
	Limpieza del area de trabajo	1492.94	M.L	Q	0.25	Q	373.24	
	TOTAL DE MANO DE OBRA:						Q	2,123.24
	Gastos Indirectos							
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q	106.16	Q	106.16	
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q	148.63	Q	148.63	
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q	382.18	Q	351.97	
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:						Q	606.76
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>						<i>Q</i>	<i>2,730.00</i>
	<i>COSTO UNITARIO:</i>						<i>Q</i>	<i>2,730.00</i>

15	MOVIMIENTO DE TIERRAS CORTE DE TERRENO	184.50	M3			
	MAQUINARIA					
	Retroexcavadora mediana	35.00	HORA	Q 475.00	Q 16,625.00	
	Camion de volteo	184.50	M3	Q 20.00	Q 3,690.00	
	Traslado de maquinaria	1.00	VIAJE	Q 2,800.00	Q 2,800.00	
	TOTAL DE ARRENDAMIENTO DE MAQUINARIA:					Q 23,115.00
	Mano de Obra					
	Operador	35.00	HORAS	Q 50.00	Q 1,750.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA:					Q 1,750.00
	Gastos Indirectos					
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q 1,243.25	Q 1,243.25	
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q 1,740.55	Q 1,740.55	
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q 4,475.70	Q 4,438.70	
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:					Q 7,422.50
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>					<i>Q 32,287.50</i>
	<i>COSTO UNITARIO POR M3:</i>					<i>Q 175.00</i>

16	MOVIMIENTO DE TIERRAS RELLENO DE TERRENO	35.00	M3			
	Materiales					
	Material granular	35.00	M3	Q 125.00	Q 4,375.00	
	TOTAL DE MATERIALES:					Q 4,375.00
	MAQUINARIA					
	Tendido y afinado de material granular	35.00	M3	Q 10.00	Q 350.00	
	Compactacion Con compactador pequeño	35.00	M3	Q 12.00	Q 420.00	
	TOTAL DE ARRENDAMIENTO DE MAQUINARIA:					Q 770.00
	Gastos Indirectos					
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q 257.25	Q 257.25	
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q 360.15	Q 360.15	
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q 926.10	Q 887.60	
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:					Q 1,505.00
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>					<i>Q 6,650.00</i>
	<i>COSTO UNITARIO POR M3:</i>					<i>Q 190.00</i>

17	CANALETA DE ENTRADA + DESARENADOR	1.00	UNIDAD					
	Materiales							
	Cemento gris con resistencia al sulfato	32.71	SACO	Q	80.00	Q	2,616.80	
	Cal Hidratada	9.82	BOLSA	Q	38.00	Q	373.16	
	Arena de rio	2.18	M3	Q	175.00	Q	381.50	
	Arena Amarilla Cernida	0.64	M3	Q	150.00	Q	96.00	
	Arena Blanca Cernida	0.32	M3	Q	150.00	Q	48.00	
	Piedrin	3.72	M3	Q	250.00	Q	930.00	
	Hierro No. 2	0.30	QQ	Q	390.50	Q	117.15	
	Hierro No. 3	6.11	QQ	Q	405.50	Q	2,477.61	
	Alambre de Amarre	25.64	LIBRAS	Q	7.89	Q	202.30	
	Tablas de pino de 1" * 12" * 9'	7.00	DOCENA	Q	380.00	Q	2,660.00	
	Parales de pino de 3" * 3" * 9'	3.00	DOCENA	Q	380.00	Q	1,140.00	
	clavo de 3"	31.00	LIBRAS	Q	7.89	Q	244.59	
	rejillas metalicas	1.00	UNIDAD	Q	200.00	Q	200.00	
	compuerta de madera tratada	1.00	UNIDAD	Q	200.00	Q	200.00	
	Baranda con tuberia tipo proceso	12.86	ML	Q	350.00	Q	4,501.00	
	TOTAL DE MATERIALES:						Q	16,188.11
	MANO DE OBRA							
	Acarreo cemento+cal hidratada	42.53	SACO	Q	2.50	Q	106.33	
	Acarreo de arenas	3.14	M3	Q	38.50	Q	120.89	
	Acarreo de piedrin	3.72	M3	Q	38.50	Q	143.22	
	Acarreo de hierro	6.41	QQ	Q	38.50	Q	246.79	
	Armaduria	6.41	QQ	Q	231.00	Q	1,480.71	
	Formaleta	1000.00	PIE TABLAR	Q	1.85	Q	1,850.00	
	Hechura+coloc. concreto	3.30	M3	Q	480.00	Q	1,584.00	
	Desenfofrado y limpieza mad	1000.00	PIE TABLAR	Q	0.92	Q	920.00	
	Excavacion	14.60	M3	Q	65.00	Q	949.00	
	colocacion de rejillas y compuertas	2.00	UNIDAD	Q	38.50	Q	77.00	
	Repello + alisado	32.00	M2	Q	65.00	Q	2,080.00	
	Instalacion de barandal de proteccion	12.86	ML	Q	190.00	Q	2,443.40	
	TOTAL DE MANO DE OBRA:						Q	12,001.34
	Gastos Indirectos							
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q	1,409.47	Q	1,409.47	
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q	1,973.26	Q	1,973.26	
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q	5,074.10	Q	5,072.82	
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:						Q	8,455.55
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>						<i>Q</i>	<i>36,645.00</i>
	<i>COSTO UNITARIO POR UNIDAD:</i>						<i>Q</i>	<i>36,645.00</i>

20	SEDIMENTADOR PRIMARIO	1.00	UNIDAD				
	Materiales						
	Cemento gris con resistencia al sulfato	66.38	SACO	Q	80.00	Q	5,310.40
	Cal Hidratada	8.10	BOLSA	Q	38.00	Q	307.80
	Arena de rio	4.43	M3	Q	175.00	Q	775.25
	Material GRANULAR	6.19	M3	Q	125.00	Q	773.75
	Arena Amarilla Cernida	0.54	M3	Q	150.00	Q	81.00
	Arena Blanca Cernida	0.27	M3	Q	150.00	Q	40.50
	Piedrin	6.76	M3	Q	250.00	Q	1,690.00
	Hierro No. 4	10.28	QQ	Q	405.50	Q	4,168.54
	Alambre de Amarre	42.80	LIBRAS	Q	7.89	Q	337.69
	Tablas de pino de 1" * 12" * 9'	8.24	DOCENA	Q	380.00	Q	3,131.20
	Parales de pino de 3" * 3" * 9'	6.00	DOCENA	Q	380.00	Q	2,280.00
	clavo de 3"	35.79	LIBRAS	Q	7.89	Q	282.38
	Tuberia de desfogue de 6" PVC	3.00	UNIDAD	Q	730.24	Q	2,190.72
	Tuberia de desfogue de 4" PVC	1.00	UNIDAD	Q	330.40	Q	330.40
	Valvula de compuerta de 4"	1.00	UNIDAD	Q	1,950.00	Q	1,950.00
	Baranda con tuberia tipo proceso	9.30	ML	Q	450.00	Q	4,185.00
	TOTAL DE MATERIALES:						Q 27,834.63
	MANO DE OBRA						
	Acarreo cemento+cal hidrat.	74.48	SACO	Q	2.50	Q	186.20
	Acarreo de arenas	11.43	M3	Q	38.50	Q	440.06
	Acarreo de piedrin	6.76	M3	Q	38.50	Q	260.26
	Acarreo de hierro	10.28	QQ	Q	38.50	Q	395.78
	Armaduria	10.28	QQ	Q	231.00	Q	2,374.68
	Formaleta	1375.92	PIE TABLAR	Q	1.85	Q	2,545.45
	Hechura+coloc. concreto	6.70	M3	Q	480.00	Q	3,216.00
	Desencofrado y limpieza mad	1375.92	PIE TABLAR	Q	0.92	Q	1,265.85
	Excavacion+acarreo de tierra	25.30	M3	Q	65.00	Q	1,644.50
	Instalacion de tubo PVC	4.00	UNIDAD	Q	77.00	Q	308.00
	Instalacion de valvula de 4"	1.00	UNIDAD	Q	175.00	Q	175.00
	Repello+Alisado	27.00	M2	Q	65.00	Q	1,755.00
	Instalacion de barandal de proteccion	9.30	ML	Q	192.50	Q	1,790.25
	TOTAL DE MANO DE OBRA:						Q 16,357.03
	Gastos Indirectos						
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q	2,209.58	Q	2,209.58
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q	3,093.42	Q	3,093.42
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q	7,954.50	Q	7,945.34
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:						Q 13,248.34
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>						<i>Q 57,440.00</i>
	<i>COSTO UNITARIO POR UNIDAD:</i>						<i>Q 57,440.00</i>

19	FILTRO PERCOLADOR	1.00	UNIDAD			
	Materiales					
	Cemento gris con resistencia al sulfato	117.69	SACO	Q 80.00	Q 9,415.20	
	Cal Hidratada	10.80	BOLSA	Q 38.00	Q 410.40	
	Arena de rio	7.85	M3	Q 175.00	Q 1,373.75	
	Rosetas plasticas	6750.00	UNIDAD	Q 5.80	Q 39,150.00	
	Material granular	7.00	M3	Q 125.00	Q 875.00	
	Arena Amarilla Cernida	0.72	M3	Q 150.00	Q 108.00	
	Arena Blanca Cernida	0.36	M3	Q 150.00	Q 54.00	
	Piedrin	12.19	M3	Q 250.00	Q 3,047.50	
	Hierro No. 4	19.82	QQ	Q 405.50	Q 8,037.01	
	Alambre de Amarre	79.28	LIBRAS	Q 7.89	Q 625.52	
	Tablas de pino de 1" * 12" * 9'	6.00	DOCENA	Q 380.00	Q 2,280.00	
	Parales de pino de 3" * 3" * 9'	6.00	DOCENA	Q 380.00	Q 2,280.00	
	clavo de 3"	26.11	LIBRAS	Q 7.89	Q 206.01	
	Tuberia de desfogue de 6" PVC	5.00	UNIDAD	Q 730.24	Q 3,651.20	
	Codo PVC 90° de 6"	2.00	UNIDAD	Q 326.00	Q 652.00	
	Tee PVC de 6"	1.00	UNIDAD	Q 425.00	Q 425.00	
	Valvula de compuerta de 4"	1.00	UNIDAD	Q 3,510.00	Q 3,510.00	
	Baranda con tuberia metalica tipo proceso	26.65	ML	Q 450.00	Q 11,992.50	
	TOTAL DE MATERIALES:					Q 88,093.09
	MANO DE OBRA					
	Acarreo cemento+cal hidrat.	128.49	SACO	Q 2.50	Q 321.23	
	Acarreo de arenas	15.93	M.3	Q 38.50	Q 613.31	
	Acarreo de piedrin+piedra	12.19	M.3	Q 38.50	Q 469.32	
	Acarreo de hierro	19.82	QQ	Q 38.50	Q 763.07	
	Armaduria	19.82	QQ	Q 231.00	Q 4,578.42	
	Formaleta	1134.00	PIE TABLAR	Q 1.85	Q 2,097.90	
	Hechura+coloc. concreto	11.89	M.3	Q 480.00	Q 5,707.20	
	Desencofrado y limpieza mad	1134.00	PIE TABLAR	Q 0.92	Q 1,043.28	
	Excavacion+acarreo de tierra	25.00	M.3	Q 65.00	Q 1,625.00	
	Instalacion de tubo PVC	5.00	UNIDAD	Q 75.00	Q 375.00	
	Instalacion de accesorios PVC	3.00	UNIDAD	Q 23.10	Q 69.30	
	Repello + alisado	36.00	M2	Q 65.00	Q 2,340.00	
	Instalacion de rosetas	6750.00	UNIDAD	Q 1.00	Q 6,750.00	
	Instalacion de valvula de 4"	1.00	UNIDAD	Q 350.00	Q 350.00	
	Instalacion de barandal de proteccion	12.00	ML	Q 190.00	Q 2,280.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA:					Q 29,383.03
	Gastos Indirectos					
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q 5,873.81	Q 5,873.81	
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q 8,223.33	Q 8,223.33	
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q 21,145.70	Q 21,146.74	
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:					Q 35,243.88
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>					<i>Q 152,720.00</i>
	<i>COSTO UNITARIO POR UNIDAD:</i>					<i>Q 152,720.00</i>

20	SEDIMENTADOR SECUNDARIO	1.00	UNIDAD					
	Materiales							
	Cemento gris con resistencia al sulfato	66.38	SACO	Q	80.00	Q	5,310.40	
	Cal Hidratada	8.10	BOLSA	Q	38.00	Q	307.80	
	Arena de río	4.43	M3	Q	175.00	Q	775.25	
	Material granular	6.19	M3	Q	125.00	Q	773.75	
	Arena Amarilla Cernida	0.54	M3	Q	150.00	Q	81.00	
	Arena Blanca Cernida	0.27	M3	Q	150.00	Q	40.50	
	Piedrin	6.76	M3	Q	250.00	Q	1,690.00	
	Hierro No. 4	10.28	QQ	Q	405.50	Q	4,168.54	
	Alambre de Amarre	42.80	LIBRAS	Q	7.89	Q	337.69	
	Tablas de pino de 1" * 12" * 9'	8.24	DOCENA	Q	380.00	Q	3,131.20	
	Parales de pino de 3" * 3" * 9'	6.00	DOCENA	Q	380.00	Q	2,280.00	
	clavo de 3"	35.79	LIBRAS	Q	7.89	Q	282.38	
	Tuberia de desfogue de 6" PVC	3.00	UNIDAD	Q	730.24	Q	2,190.72	
	Tuberia de desfogue de 4" PVC	1.00	UNIDAD	Q	330.40	Q	330.40	
	Valvula de compuerta de 4"	1.00	UNIDAD	Q	1,950.00	Q	1,950.00	
	Baranda con tuberia metalica tipo proceso	9.30	ML	Q	450.00	Q	4,185.00	
	TOTAL DE MATERIALES:						Q	27,834.63
	MANO DE OBRA							
	Acarreo cemento+cal hidrat.	74.48	SACO	Q	2.50	Q	186.20	
	Acarreo de arenas	11.43	M.3	Q	38.50	Q	440.06	
	Acarreo de piedrin	6.76	M.3	Q	38.50	Q	260.26	
	Acarreo de hierro	10.28	QQ	Q	38.50	Q	395.78	
	Armaduria	10.28	QQ	Q	231.00	Q	2,374.68	
	Formaleta	1375.92	PIE TABLAR	Q	1.85	Q	2,545.45	
	Hechura+coloc. concreto	6.70	M.3	Q	480.00	Q	3,216.00	
	Desenclafado y limpieza mad	1375.92	PIE TABLAR	Q	0.92	Q	1,265.85	
	Excavacion+acarreo de tierra	25.30	M.3	Q	65.00	Q	1,644.50	
	Instalacion de tubo PVC	4.00	UNIDAD	Q	77.00	Q	308.00	
	Instalacion de valvula de 4"	1.00	UNIDAD	Q	175.00	Q	175.00	
	Repello+Alisado	27.00	M2	Q	65.00	Q	1,755.00	
	Instalacion de barandal de proteccion	9.30	ML	Q	192.50	Q	1,790.25	
	TOTAL DE MANO DE OBRA:						Q	16,357.03
	Gastos Indirectos							
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q	2,209.58	Q	2,209.58	
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q	3,093.42	Q	3,093.42	
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q	7,954.50	Q	7,955.34	
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:						Q	13,258.34
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>						Q	57,450.00
	<i>COSTO UNITARIO POR UNIDAD:</i>						Q	57,450.00

21	PATIO DE SECADO DE LODOS	1.00	UNIDAD				
	Materiales						
	Cemento gris con resistencia al sulfato	64.97	SACO	Q	80.00	Q	5,197.60
	Cal Hidratada	15.00	BOLSA	Q	38.00	Q	570.00
	Arena de rio	4.78	M3	Q	175.00	Q	836.50
	Material granular	6.69	M3	Q	125.00	Q	836.25
	Arena Amarilla Cernida	2.00	M3	Q	150.00	Q	300.00
	Arena Blanca Cernida	2.00	M3	Q	150.00	Q	300.00
	Block de 0.19X0.19X0.39 Mts.	156.00	UNIDAD	Q	9.00	Q	1,404.00
	Piedrin	4.16	M3	Q	250.00	Q	1,040.00
	Hierro No. 2	1.00	QQ	Q	390.50	Q	390.50
	Hierro No. 3	0.38	QQ	Q	405.50	Q	154.09
	Hierro No. 4	13.76	QQ	Q	405.50	Q	5,579.68
	Alambre de Amarre	60.56	LIBRA	Q	7.89	Q	477.82
	Tablas de pino de 1" * 12" * 9'	3.41	DOCENA	Q	380.00	Q	1,295.80
	Parales de pino de 3" * 3" * 9'	3.00	DOCENA	Q	380.00	Q	1,140.00
	clavo de 3"	14.83	LIBRA	Q	7.89	Q	117.01
	Tuberia de 4" PVC	4.50	UNIDAD	Q	330.40	Q	1,486.80
	Tuberia de 4" PVC perforada	1.00	UNIDAD	Q	413.00	Q	413.00
	tapon de 4"	1.00	UNIDAD	Q	12.00	Q	12.00
	capa de grava de 1" Y 2"	9.71	M3	Q	250.00	Q	2,427.50
	capa de arena tamizada	3.51	M3	Q	175.00	Q	614.25
	Techo con estructura metalica+lamina acanalada calibre 26+canal PVC+BAP	29.25	M2	Q	600.00	Q	17,550.00
	TOTAL DE MATERIALES:						Q 42,142.80
	MANO DE OBRA						
	Acarreo cemento+cal hidratada	79.97	SACO	Q	2.50	Q	199.93
	Acarreo de arenas	28.69	M3	Q	38.50	Q	1,104.57
	Acarreo de piedrin	7.67	M3	Q	38.50	Q	295.30
	Acarreo de hierro	15.14	QQ	Q	38.50	Q	582.89
	Armadura	15.14	QQ	Q	231.00	Q	3,497.34
	Formaleta	611.28	PIE TABLAR	Q	1.85	Q	1,130.87
	Colocacion de block	156.00	UNIDAD	Q	3.85	Q	600.60
	Hechura+coloc. concreto	4.20	M3	Q	480.00	Q	2,016.00
	Desencofrado y limpieza mad	611.28	PIE TABLAR	Q	0.92	Q	562.38
	Excavacion	24.00	M3	Q	65.00	Q	1,560.00
	Instalacion de tubo PVC+perforacion	5.50	UNIDAD	Q	77.00	Q	423.50
	Instalacion de accesorios PVC	1.00	UNIDAD	Q	15.40	Q	15.40
	Repello + alisado	56.58	M2	Q	65.00	Q	3,677.70
	Instalacion de arena y grava	13.22	M3	Q	77.00	Q	1,017.94
	Transporte + instalacion de techo	29.25	M2	Q	185.00	Q	5,411.25
	TOTAL DE MANO DE OBRA:						Q 22,095.67
	Gastos Indirectos						
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q	3,211.92	Q	3,211.92
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q	4,496.69	Q	4,496.69
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q	11,562.92	Q	11,562.92
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:						Q 19,271.53
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>						<i>Q 83,510.00</i>
	<i>COSTO UNITARIO POR UNIDAD:</i>						<i>Q 83,510.00</i>

22	CAMINAMIENTOS FUNDIDOS INSITUO T=0.08 MTS.	77.00	M2				
	Materiales						
	Cemento gris	58.60	SACO	Q 80.00	Q	4,688.00	
	Arena de rio	4.07	M3	Q 175.00	Q	712.25	
	Material GRANULAR	7.39	M3	Q 125.00	Q	923.75	
	Piedrin	5.54	M3	Q 250.00	Q	1,385.00	
	Alambre de Amarre	21.56	LIBRA	Q 7.89	Q	170.11	
	Tablas de pino de 1" * 12" * 9'	1.00	DOCENA	Q 380.00	Q	380.00	
	Parales de pino de 3" * 3" * 9'	0.70	DOCENA	Q 380.00	Q	266.00	
	TOTAL DE MATERIALES:					Q	8,525.11
	MANO DE OBRA						
	Acarreo cemento+cal hidratada	58.60	SACO	2.50	Q	146.50	
	Acarreo de arenas	11.46	M3	38.50	Q	441.21	
	Acarreo de pedrin+piedra	5.54	M3	38.50	Q	213.29	
	Formaleta	164.70	PIE TABLAR	1.85	Q	304.70	
	Hechura+coloc. concreto	6.16	M3	480.00	Q	2,956.80	
	Desencofrado y limpieza mad	164.70	PIE TABLAR	0.92	Q	151.52	
	TOTAL DE MANO DE OBRA:					Q	4,214.02
	Gastos Indirectos						
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q 636.96	Q	636.96	
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q 891.74	Q	891.74	
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q 2,293.04	Q	2,287.17	
	TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:					Q	3,815.87
	<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>					<i>Q</i>	<i>16,555.00</i>
	<i>COSTO UNITARIO POR M2:</i>					<i>Q</i>	<i>215.00</i>

23	CONDUCCION DE DESCARGAS CON TUBERIA PVC	66.00	ML				
Materiales							
	Tubo de PVC astm F949 DE 4"	8.00	TUBOS	Q	385.00	Q	3,080.00
	Tubo de PVC astm F949 DE 6"	3.00	TUBOS	Q	805.00	Q	2,415.00
	Waípe	14.50	LIBRAS	Q	13.50	Q	195.75
	Cemento Solvente	1.00	GALON	Q	462.10	Q	462.10
	materiales constructivos para caja y babezal	1.00	UNIDAD	Q	1,450.00	Q	1,450.00
TOTAL DE MATERIALES:							Q 7,602.85
MANO DE OBRA							
	Instalacion de tuberia	11.00	TUBO	Q	85.00	Q	935.00
	INSTALACION DE ACCESORIOS	1.00	UNIDAD	Q	1,345.00	Q	1,345.00
	excavacion y relleno	79.20	M3	Q	65.00	Q	5,148.00
TOTAL DE MANO DE OBRA:							Q 7,428.00
Gastos Indirectos							
	SUPERVISIÓN	1.00	UNIDAD	Q	751.54	Q	751.54
	ADMINISTRACIÓN	1.00	UNIDAD	Q	1,052.16	Q	1,052.16
	UTILIDADES	1.00	UNIDAD	Q	2,705.55	Q	2,701.45
TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS:							Q 4,505.15

<i>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN:</i>	Q	19,536.00
<i>COSTO UNITARIO POR UNIDAD:</i>	Q	296.00

COSTO TOTAL DE LA OBRA:	Q	1,375,110.28
--------------------------------	---	--------------

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El presente documento contiene las Especificaciones Técnicas y Generales del Proyecto en mención. Las siguientes Especificaciones se basan en las normativas y reglamentos creados por el INFOM, AIDIS y normativas internacionales.

El Proyecto consiste en un sistema de alcantarillado el cual evacuará todas las aguas servidas de las viviendas del sector La Cruz, transportándolas por tubería PVC de tipo y diámetros indicados y diseñados para el eficiente funcionamiento del sistema y manejo y transporte de las excretas. Se construirán pozos de visita los cuales funcionarán para el control, mantenimiento e inspección del sistema. El depósito de las aguas servidas y excretas será hacia un sistema compuesto por una planta de tratamiento de aguas residuales diseñada para tratar el volumen de residuos que generará el proyecto.

ESPECIFICACIONES TECNICAS, LINEAS PRINCIPAL

REGLON 1. TRAZO Y REPLANTEO = 1492.94 ML.

Este es uno de los puntos más importantes ya que de aquí parte la construcción del proyecto, para lo cual se respetarán las distancias y niveles estipulados en los planos y diseño. El trazo y replanteo definitivo será ejecutado, con la utilización de equipo de medición mecánico o digital el cual debe tener una precisión de entre 1" a 10" así como estacas que permitan ubicar los puntos indicados en planos y realizar la alineación de cada estación dentro del proyecto.

Se deberá contar con la suficiente cantidad de madera, para las estacas, las cerchas, así como también con los instrumentos topográficos correspondientes, los que, empleados convenientemente y por el personal capaz, brindarán la satisfacción de un trabajo bien realizado. Además del trazo y replanteo, este renglón también consiste en la limpieza, reacondicionamiento, reutilización o remoción de drenajes existentes y sus obras anexas de acuerdo a lo que indique el supervisor.

Todo el material resultante de la limpieza, chapeo y desmonte deberá ser convenientemente dispuesto donde no se ocasione daño a las propiedades vecinas, incinerarlo y/o retirarlos del lugar a un botadero autorizado.

REGLON 2. EXCAVACION DE LA ZANJA = 550.70 M3.

Este renglón incluye todos los trabajos relacionados a la excavación de la zanja, los cuales deben de realizarse de forma manual, ya que la mayor parte se realizará en terrenos de cultivo. Cuando la excavación se realice en las inmediaciones de estructuras o viviendas existentes o de futuras excavaciones, se tomará las precauciones que sean necesarias para evitar que las estructuras o viviendas sufran daños; los riesgos viajan a cuenta de los expuestos por no tomar las consideraciones necesarias.

La tierra extraída debe retirarse o colocarse a suficiente distancia de la excavación, de tal manera que no se convierta en sobrecarga que desestabilice los taludes, bloquear acceso a predios y viviendas o puedan obstaculizar las vías o áreas de trabajo. La excavación, instalación de la tubería y relleno deberá ejecutarse por tramos, entre cámaras y no mayores a 100 metros. Hasta que no se haya complementado el tramo anterior, no se podrá continuar con el siguiente.

En la excavación de las zanjas para tuberías, cuando sea necesario proteger la vida de las personas, la propiedad o la obra, y en cuanto al tipo de suelo se usará entibado o tablestaqueado de los taludes (No metálico) y acodalamiento para sostener los lados de la zanja.

Las zanjas hechas para la colocación de tubería deberán ser rellenadas después de la prueba de posibles fugas, y verificar que no hay fugas en la línea, tan pronto como se haya aprobado y aceptado su colocación por parte del supervisor. Se debe utilizar equipo mecánico manual para la compactación de la zanja luego de la cota de

coronamiento hasta cota de la sub rasante, cuyo proceso debe realizarse por capas no mayores de 30 centímetros.

REGLON 4. TUBERIA PVC NORMA ASTM F949 10" = 1002.73 ML

REGLON 5. TUBERIA PVC NORMA ASTM F949 12" = 718.21 ML

Este renglón comprende todos los trabajos de colocación e instalación de la tubería para las descargas del colector principal. Se debe de tener el cuidado necesario en los trabajos de colocación y pegado de cada una de las unidades, se debe verificar que esté en base a la pendiente indicada en planos y que sea el diámetro correcto.

El tipo de tubería a utilizar deberá cumplir con los estándares ASTM específicos para su aplicación en colectores de aguas negras, además que, desde luego, para aguas pluviales y de otros procesos o naturaleza.

Las tuberías ASTM F-949 / AASHTO M-304 son tubos de PVC de doble pared fabricados mediante el proceso de extrusión. Posee una pared interna lisa y una pared externa corrugada, para óptimo desempeño estructural e hidráulico.

Así mismo, la tubería PVC de doble pared para garantizar su hermeticidad entre la unión de tubo a tubo, entre tubo y accesorios, utiliza empaques de hule especialmente diseñados para cumplir ampliamente la norma ASTM F-477.

Se debe apilar los tubos correctamente, de tal forma que quede un macho, luego una hembra luego otro macho, y así, tratar de no estibar mucho peso sobre los tubos. Antes de bajar un tubo a una zanja hay que inspeccionarlo de tal forma, hay que descartar los que estén rotos o rajados.

Se debe colocar un hilo en la corona del tubo y pasar un escantillón para determinar el afinado de la zanja. Colocar el tubo de modo que toda su longitud quede apoyada

en el terreno. En la colocación de la tubería deberá observarse, como máximo, una desviación del eje central de 0.05 metros por cada 100.00 metros de tubería instalada.

Los tubos y accesorios serán manejados cuidadosamente para evitar agrietamientos y roturas. Por ningún motivo las tuberías y accesorios se dejarán descargar volcados desde los camiones de transporte o al bajarlos a las zanjas.

Cuando se suspenda la colocación de tubería, las extremidades abiertas deberán cerrarse con un tapón a prueba de agua, y tomarse todas las precauciones necesarias para evitar la flotación de la tubería en caso de que entre el agua a la zanja. El tapón deberá permanecer en su sitio hasta cuando el agua haya sido extraída de la zanja. No se permitirá dejar uniones sin terminar al suspender las jornadas de trabajo.

Antes de bajar los tubos a las zanjas, el espigo y la campana deberán limpiarse, dejándolos libres de toda suciedad. Preferiblemente, el sentido de instalación se hará de aguas abajo hacia aguas arriba. Tan pronto como el tubo esté en su lugar, se colocará y compactará el material de relleno hasta el medio diámetro de los tubos y por lo menos en una distancia igual a la mitad de la longitud del tubo.

- REGLON 6. POZO DE VISITA H. 1.00 = 1.00 UNIDAD
- REGLON 7. POZO DE VISITA H. 1.20 = 27.00 UNIDAD
- REGLON 8. POZO DE VISITA H. 1.40 = 1.00 UNIDAD
- REGLON 9. POZO DE VISITA H. 1.50 = 1.00 UNIDAD
- REGLON 10. POZO DE VISITA H. 1.60 = 1.00 UNIDAD
- REGLON 11. POZO DE VISITA H. 2.20 = 1.00 UNIDAD

Este trabajo consiste en el transporte, suministro o fabricación, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción. También se incluye en este trabajo, todas las operaciones necesarias para la correcta construcción de los pozos de visita de acuerdo con los planos. Las cotas, ubicación, las dimensiones,

tipos, materiales y formas de los pozos de visita están indicados en los planos.

El diámetro será el indicado en planos y las paredes se construirán de concreto reforzado, se utilizará concreto tipo 3000 PSI con acero de refuerzo Grado 40, el armado se realizará en base a lo indicado en planos; se utilizarán moldes prefabricados para crear cada una de las caras de los pozos y los trabajos de fundición se realizarán monolíticamente, se realizará un tallado final a las caras de cada pozo, se aplicará un acabado superficial tal como repello más cernido y en la zona inferior donde se localicen las cotas invert se realizará un alisado.

Las tapaderas y brocales serán construidos con la calidad de concreto y refuerzo indicados en los planos, así como el armado se debe regir tal y como aparece detallado en los planos del proyecto. Todas las dimensiones de cada pozo, así como la altura, la cual varía a lo largo de todo el proyecto deberán tomarse a consideración en base a las alturas detalladas en planos y en la memoria de cálculo del proyecto.

RENGLON 12. MURO PERIMETRAL (BLOCK+MALLA+HG+) = 99.59 ML

Incluye los trabajos para la construcción del muro perimetral el cual tendrá un cimiento corrido, columnas a cada 2.00 metros a una altura según detalle de planos, un levantado sobre el cimiento corrido con levantado de muro de block de concreto, el cual deberá ser de dimensiones y colores uniformes, textura fina y aristas rectas, con una resistencia mínima de 35 Kg/cm², seguidamente con una solera de remate de concreto armado.

En cada columna se dejará fundido un poste de tubo HG de 2 ½” el cual alcanzará la altura final del muro perimetral esta altura está indicada en planos, después se colocará malla galvanizada calibre 12.

Se deberán trazar los muros conforme las cotas indicadas en los planos, las hiladas de

block deberán construirse horizontalmente entrelazadas, las juntas verticales deberán construirse a plomo y las horizontales a nivel; debe tenerse cuidado de que las sisas coincidan en las paredes que se interceptan.

En la fundición de cimiento corrido, columnas y soleras se usará concreto clase 3000 psi y acero de refuerzo grado 40. Las dimensiones de los elementos estructurales serán las especificadas en los planos y la formaleta a usar deberá ser de buena calidad para evitar que se pandeen cuando se coloque el concreto. Se deberá usar vibrador para el correcto acomodamiento del concreto y de esta forma evitar segregación de los agregados.

REGLON 22. MUROS PARA ANCLAJE DE DESCARGA = 2.00 UNIDAD

Son las estructuras formadas por piedras labradas o no labradas unidas con mortero, que se utilizan para construir cajas y cabezales de alcantarillas, muros de protección y retención, pilas y estribos de puentes. Sección 565 libro azul, edición 2,001.

La piedra puede ser de canto rodado o material de cantera labrado o no labrado. La piedra debe ser dura, sana, libre de grietas u otros desperfectos que tiendan a reducir su resistencia a la intemperie. Las superficies de las piedras deben estar exentas de tierra, arcilla o cualquier materia extraña, que pueda obstaculizar la perfecta adherencia del mortero. Las piedras pueden ser de forma cualquiera y sus dimensiones pueden variar la menor de 10 a 20 centímetros y la mayor de 20 a 30 centímetros.

Las piedras deben ser de materiales que tengan un peso mínimo de 1,390 kg/m³. El mortero debe estar formado por una parte de cemento hidráulico y por tres partes de agregado fino. La separación entre piedra y piedra no debe ser menor de centímetro y medio ni mayor a 3 centímetros.

Se deben colocar las piedras de mayores dimensiones, en la base o parte inferior y una

selección de ellas en las equinas, de cualquier estructura, debe incluirse la primera hilada, las piedras se deben colocar de tal manera que las caras de mayores dimensiones queden en un plano horizontal.

No se debe aplicar ninguna carga exterior sobre o contra la mampostería de piedra terminada, por lo menos durante 14 días, después de haber terminado el trabajo. Las superficies y las uniones de las piedras de las estructuras de mampostería de piedra, no se deben repellar los planos si no indican lo contrario.

RENGLON 14. LIMPIEZA DE LA OBRA TERMINADA = 1.00 UNIDAD

Este renglón consiste en retirar todos los materiales producto de los trabajos últimos del proyecto, así como la limpieza general del módulo antes de recepcionarse. Todos los materiales o residuos producto de la construcción deberán depositarse en puntos autorizados previamente por la entidad contratante. El área deberá quedar libre de todo tipo de materiales que obstaculicen y perjudiquen el proyecto ya finalizado.

Se retirará todas las estructuras que fueron hechas provisionalmente para la realización de este proyecto. Se quitará también toda la maquinaria que se utilizó y se despejará el proyecto para su recepción.

Se retirará todo material sólido sobrante y desperdicio que fueron hechos en el lugar, para que no ocasione daños al medio ambiente y a la población. Se tirará todo el material de desperdicio en un lugar que estipule la municipalidad o la supervisión encargada del proyecto.

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA PLANTA DE TRATAMIENTO

RENGLON 15. MOVIMIENTO DE TIERRA CORTE DE TERRENO =184.50 M3

Comprenden los trabajos a realizar en la preparación del área del terreno donde se construirá la planta de tratamiento de aguas residuales. Incluyen los trabajos de limpia,

chapeo y destronque, retiro de estructuras, servicios existentes, obstáculos y retiro de material inadecuado.

Se realizará el trazo y replanteo antes de iniciar la construcción de cada una de las estructuras, cuyos trabajos se realizarán con equipo de medición con el cual puedan tomarse las medidas y verificar las dimensiones de cada elemento tal como se indica en planos y presupuesto. La verificación de cotas, alturas, espesores y áreas, deben de chequearse y verificarse de acuerdo a la indicación en planos.

Se efectuarán trabajos de corte y desmonte del terreno, se utilizarán herramientas de trabajo manuales para realizar el respectivo trazo antes de iniciar los trabajos de corte y nivelación del terreno si fueren necesarios. Las excavaciones deberán estar conforme a la planificación, no se modificarán las cotas de cimentación y/o altura de desplante sin la autorización del supervisor de obra en común acuerdo con el ejecutor y beneficiados. El subsuelo deberá tener las capacidades de soporte mínimas, en condiciones de cargas o esfuerzos de trabajo en base al estudio de suelos.

REGLON 16. MOVIMIENTO DE TIERRA RELLENO DE TERRENO (35.00 M3)

Constituye todos los trabajos a realizar en la preparación del área del terreno donde se construirá la planta de tratamiento de aguas residuales. En toda el área se deben realizar previamente los trabajos correspondientes a limpia, chapeo y destronque, retiro de estructuras, servicios existentes, obstáculos y el retiro de material inadecuado.

Se realizarán los rellenos en general en capas de un máximo de 20 cm. de altura. Se agregará agua para obtener una humedad óptima, sin inundar ni saturar el material de relleno y que permita la compactación mecánica al 95% mínimo de la humedad óptima y densidad máxima según la prueba Proctor Modificado AASHTO T-191.

El relleno deberá ser controlado, específicamente por capas con los espesores indicados en centímetros. La compactación debe realizarse con equipo mecánico, específicamente una compactadora la cual debe ser manipulada manualmente. Es importante mencionar que las excavaciones y rellenos de las estructuras se realizarán dentro de las instalaciones del predio, por lo que, las áreas de relleno no serán expuestas a presiones ocasionadas por tráfico de vehículos.

RENGLON 17. CANALETA DE ENTRADA+ DESARENADOR = 1.00 UNIDAD

Dentro del canal de entrada se encuentran los siguientes elementos:

Rejas y Escurridor:

Como la función principal es retener y remover sólidos de un tamaño mayor, es necesario que diariamente se revise el canal y semanalmente se proceda a rastrillar hacia el escurridor los materiales retenidos, estos materiales deben ser enterrados y/o transportados a un relleno sanitario existente en la población, pueden también deshidratarse en el lugar y luego incinerarlos.

Cada año es necesaria una limpieza total del sistema con un raspado.

Desarenador

En este elemento sedimentan las partículas correspondientes a las arenas, como se cuenta con dos cámaras; para limpiar una se maniobra la cortina de control y se procede a limpiar la válvula para su descarga, este trabajo puede efectuarse también por las condiciones de ubicación en algunos de los puntos de tratamiento; por medios directos debe extraerse las arenas con una pala especial.

El material extraído puede contener residuos orgánicos, por lo que será necesario que estos se trasladen al patio de secado para su deshidratación, su conducción puede hacerse por medio de una carretilla de mano.

REGLON 18. SEDIMENTADOR PRIMARIO = 1.00 UNIDAD

Estos son tanques cuya función principal consiste en separar los sólidos sedimentables de las aguas negras mediante el proceso de sedimentación. Los sólidos sedimentados se sustraen continuamente o a intervalos frecuentes, para no dar tiempo a que se desarrolle la descomposición con formación de gases.

Esta unidad debe construirse según la ubicación en planos, deberán respetarse las dimensiones indicadas. Las paredes y el piso se construirán de concreto reforzado, se utilizará concreto tipo 3000 PSI con acero de refuerzo Grado 40, el armado se realizará en base a lo indicado en planos.

El concreto deberá fabricarse in situ en base a la relación de materiales proporcionada por el diseño de mezcla realizado previamente, se debe de vibrar el concreto colocado con el objeto de evitar segregación de agregados, se debe de verificar que la armadura este centrado dentro de la formaleta según el espesor de los muros, para lo cual se pueden utilizar escantillones.

El acabado de las paredes como del piso será alisado con cemento gris, el cual tiene que quedar en perfectas condiciones sin poros para evitar que exista filtración de agua. Se deben de elaborar muestras o vástagos de concreto los cuales se ensayarán a compresión a los 7, 14 y 28 días de vida cuyos valores o resultados deberán superar la resistencia requerida.

REGLON 19. FILTRO PERCOLADOR = 1.00 UNIDAD

El método de tratamiento de aguas negras por medio de filtros se lleva a cabo de una o de dos maneras, por su paso a través de un lecho profundo de material grueso o mediante el uso de un medio filtrante más fino, en cualquiera de los casos los crecimientos orgánicos en las partículas del medio oxidan las delgadas películas de aguas negras que escurren a través del filtro.

El filtro de granos gruesos es un aparato de tratamiento estándar y el que se usara, en el filtro percolador o de escurrimiento consiste básicamente en un lecho de rosetas de plástico (es un anillo con 20 cavidades fabricadas en polipropileno, materiales que garantizan su durabilidad y resistencia al ataque de los hongos y bacterias.) y puede tener una profundidad variable entre 1.20 y 2.75 metros.

Las aguas negras se aplican continuamente a la superficie del lecho en láminas delgadas o como rocío y escurren hacia abajo lo cual envuelve las piezas de plástico hasta un sistema de drenaje inferior colocado en el fondo, después de un corto período de uso se forma una película gelatinosa en las partículas del filtro la cual es de la misma familia de los flóculos producidos en el proceso de los lodos activados.

Estos filtros se diseñan en base a la carga que se les va a aplicar las cuales están comprendidas por la carga hidráulica y la carga orgánica, la carga hidráulica es el ritmo de aplicación de las aguas negras en la superficie y la carga orgánica es el ritmo de aplicación de gramos de DBO sobre la superficie.

Esta unidad debe construirse según la ubicación en planos, debe respetarse las dimensiones indicadas. Las paredes y el piso se construirán de concreto reforzado, se utilizará concreto tipo 3000 PSI con acero de refuerzo Grado 40, el armado se realizará en base a lo indicado en planos. La formaleta a usar deberá ser de buena calidad para evitar que se pandeen cuando se coloque el concreto.

El concreto deberá fabricarse in situ en base a la relación de materiales proporcionada por el diseño de mezcla realizado previamente, se debe de vibrar el concreto colocado con el objeto de evitar segregación de agregados, se debe de verificar que la armadura este centrado dentro de la formaleta según el espesor de los muros, para lo cual se pueden utilizar escantillones.

El acabado de las paredes como del piso será alisado con cemento gris, el cual tiene que quedar en perfectas condiciones sin poros para evitar que exista filtración de agua. Se deben de elaborar muestras o vástagos de concreto los cuales se ensayarán a compresión a los 7, 14 y 28 días de vida cuyos valores o resultados deberán superar la resistencia requerida.

RENGLON 20. SEDIMENTADOR SECUNDARIO = 1.00 UNIDAD

Ya que los sólidos orgánicos en su mayor parte no son separados de las aguas negras, sino que convierten en parte integrante de los organismos vivos microscópicos o de la materia orgánica estable que se adhiere temporalmente al medio filtrante y de la materia inorgánica que sale en el efluente. El material adherido o retenido se desprende eventualmente y es arrastrado por el efluente del filtro, por esta razón los filtros percoladores deben preceder a tanques de sedimentación secundaria, para eliminar definitivamente los sólidos de las aguas negras.

Los tanques de sedimentación que preceden a los procesos de tratamiento biológico, podrán ser diseñados de forma que sus tiempos de detención sean menores y tengan una carga de superficie más alta que los tanques que se utilizan como único método de tratamiento, la función de éstas es producir un efluente clasificado. El tiempo de retención que tendrán estos tanques de sedimentación es de 90 minutos y a veces menor y su carga de superficie va de 36 a 58 m³/m² día.

Esta unidad debe construirse según la ubicación en planos, debe respetarse las dimensiones indicadas. Las paredes y el piso se construirán de concreto reforzado, se utilizará concreto tipo 3000 PSI con acero de refuerzo Grado 40, el armado se realizará en base a lo indicado en planos. La formaleta a usar deberá ser de buena calidad para evitar que se pandeen cuando se coloque el concreto.

El concreto deberá fabricarse in situ en base a la relación de materiales proporcionada

por el diseño de mezcla realizado previamente, se debe de vibrar el concreto colocado con el objeto de evitar segregación de agregados, se debe de verificar que la armadura este centrado dentro de la formaleta según el espesor de los muros, para lo cual se pueden utilizar escantillones. El acabado de las paredes como del piso será alisado con cemento gris, el cual tiene que quedar en perfectas condiciones sin poros para evitar que exista filtración de agua. Se deben de elaborar muestras o vástagos de concreto los cuales se ensayarán a compresión a los 7, 14 y 28 días de vida cuyos valores o resultados deberán superar la resistencia requerida.

RENGLON 21. PATIO DE SECADO DE LODOS = 1.00 UNIDAD

Los lodos de las aguas negras están constituidos por los sólidos que se eliminan en las unidades de tratamiento primario y secundario junto con el agua se separa con ellos. El objetivo de este tratamiento es eliminar parcial o totalmente el agua que contienen los lodos, para disminuir su volumen en fuerte proporción que resulta de la combinación de dos factores, drenaje y evaporación.

El escurrimiento más importante ocurre durante las primeras 12 a 18 horas, el subsecuente secado se debe principalmente a la evaporación a medida que esta tiene lugar. Las capas de lodo se adjuntan y se agrietan en la superficie, debe verificarse que también haya evaporación en las capas inferiores al profundizarse las grietas, La extensión de las capas de lodos sobre sus correspondientes sitios, deberán tener un espesor de 10 a 25 centímetros, los cuales se extraerán después y se podrán utilizar como material de relleno y en otros casos como fertilizante.

Esta unidad estará construida: el piso será de concreto armado el cual tendrá una pendiente según lo indicado en planos para evacuar el agua contenida en los lodos, seguidamente tendrá tres capas de material filtrante:

- Primera capa será de grava de partículas entre 2" de diámetro,

- Segunda capa de pedrín de 1" de diámetro y la última
- Tercera capa de arena de río.
- Por último, se colocará como lecho del patio ladrillo tayuyo de 0.23m x 0.11m x 0.065m, el cual al colocarlo tiene que quedar perfectamente alineado y a nivel debe ubicarse una sisa sin rellenar de entre 1.5 a 3 ml.

Los muros del patio serán de block de 0.19m x 0.19m x 0.39m el cual será de clase B con una resistencia mínima de 50 Kg/cm². Por último se construirá una cubierta metálica conformada por columnas metálicas de 4" x 2 " x 1/16", con doble costanera perfil C y según las medidas indicadas en planos, las vigas para la cubierta serán de doble costanera, y el techo será de lámina será acanalada calibre 26.

REGLON 22. CAMINAMIENTOS FUNDIDOS INSITUO T=0.08 M. = 77.00 M2

Todos los caminamientos entre cada uno de los elementos que constituye la planta de tratamiento deberá ser fundidos con concreto clase 3000 psi con un espesor de 0.08 Mts. Comprende los trabajos de fabricación, traslado, colocación, instalación, vertido, vibrado y curado de concreto además de colocación de formaleta en las áreas donde se fundirá concreto para los caminamientos y las gradas. El concreto será tipo B, de 3,000 PSI cuyas dimensiones vienen indicados en planos y las áreas a fundir se ejecutarán según las cantidades descritas en el contrato, el espesor de la fundición será de 0.08 m.

REGLON 23. CONDUCCION DE DESCARGAS CON TUBERIA PVC = 66.00 ML

Este renglón comprende todos los trabajos de colocación e instalación de la tubería para las descargas de la planta de tratamiento. Se debe de tener el cuidado necesario en los trabajos de colocación y pegado de cada una de las unidades, se debe verificar que esté en base a la pendiente indicada en planos y que sea el diámetro correcto.

El tipo de tubería a utilizar deberá cumplir con los estándares ASTM específicos para su aplicación en colectores de aguas negras, además que, desde luego, para aguas pluviales y de otros procesos o naturaleza. Las tuberías ASTM F-949 / AASHTO M-304 son tubos de PVC de doble pared fabricados mediante el proceso de extrusión. Posee una pared interna lisa y una pared externa corrugada, para óptimo desempeño estructural e hidráulico.

Las tuberías deberán limpiarse cuidadosamente y montarse libres de aceite, lodo o cualquier material que impida el correcto empalme de los elementos. Las tuberías de PVC no deben arrastrarse ni dejarse caer al piso. En general se deben seguir las recomendaciones de los fabricantes.

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Este Manual contiene una descripción de las acciones de mantenimiento preventivo que deben realizarse, con la frecuencia indicada, en todos y cada uno de los componentes de los sistemas de alcantarillado sanitario, a fin de conservarlos en óptimas condiciones de operación, y así, evitar molestias a los habitantes de la localidad causadas por malos olores, proliferación de mosquitos, y derrames provocados por obstrucciones.

El propósito fundamental de este documento, es proporcionar a los responsables de la operación y mantenimiento un instrumento que puedan aplicar a su debido tiempo para prevenir daños mayores en las instalaciones, reducir costos, proveer un buen servicio a los usuarios y asegurar la no contaminación del ambiente.

REQUERIMIENTOS BASICOS.

Los responsables de la operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado deberán disponer de planos actualizados de las redes, donde se pueda ver la ubicación

de las tuberías y cámaras de inspección, tener datos relacionados al material, diámetros, clase, fecha de instalación y cualquier otro detalle del sistema.

Esta información deberá ser actualizada toda vez que se realicen trabajos de reparación o se conecten nuevos servicios al sistema.

Personal

La cantidad de personas que se dedicarán a los trabajos de operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado debe ser adecuada a la extensión del sistema y al tipo de trabajo que se realizará, es difícil dar cifras adecuadas sobre la necesidad de personal, cada caso deberá ser evaluado particularmente.

Se deberá seleccionar personal físicamente capacitado. Los exámenes físicos rutinarios son necesarios. Las lesiones físicas están ligadas con los peligros inherentes al trabajo que se desarrollan en las calles y en las zanjas.

El personal seleccionado deberá ser entrenado en la rutina diaria, haciéndole conocer todas las medidas de seguridad que deberá adoptar, para protegerse y evitar accidentes que dañen su integridad física o afecten a su salud.

Equipos y herramientas.

El grupo de personas encargadas de las tareas de los trabajos de mantenimiento, deberá contar como mínimo con los siguientes equipos y materiales:

- Motobomba para evacuar las aguas de las cámaras atascadas y de las zanjas inundadas.
- Cable flexible de aleación de cobre, aproximadamente de 12 mm, en longitudes variables que se utilizará para “empujar” los materiales que normalmente producen las obstrucciones hacia abajo.

- Piochas, palas y herramientas para levantar las tapas, para reparar las tuberías.
- Cuerdas, linternas, escaleras.
- Indumentaria que incluya cascos, guantes largos, botas de hule, capas contra la lluvia, gafas, tapa bocas.
- Raspadores de paredes
- Guías para varillas
- Cortadora de pavimento
- Utensilios de limpieza

IDENTIFICACION DE PROBLEMAS EN LAS REDES DE ALCANTARILLADO

El responsable de la operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado deberá estar familiarizado con los problemas más frecuentes que ocurren en las redes; estos básicamente estarán relacionados con obstrucciones, pérdida de capacidad, roturas y malos olores.

Obstrucciones

Una de las funciones más importantes en el mantenimiento de un sistema de alcantarillado es la remoción de obstrucciones.

Grasas

Normalmente las zonas aledañas a mercados y restaurantes presentan mayor incidencia de obstrucciones por esta causa. Las grasas cuando llegan a las redes de alcantarillado se endurecen y progresivamente forman tacos de sebo que obstruyen las tuberías.

Trapos, plásticos y vidrios

Estos materiales se encuentran a menudo al causar obstrucción en las tuberías y su incidencia es mayor en aquellas zonas donde hacen mal uso del servicio de

alcantarillado, por ejemplo, casas donde arrojan trapos, cartones y plásticos en la taza sanitaria.

Raíces

Obstrucciones por raíces se presentan con mayor incidencia en zonas donde las redes de alcantarillado están ubicadas en zonas verdes con árboles. Las raíces penetran por las juntas o roturas de las tuberías y pueden llegar a causar obstrucciones completas. Estas obstrucciones pueden removerse con equipos corta raíces y también con la aplicación de sulfato de cobre.

Arenas y piedras

Estos materiales penetran con mayor incidencia en las calles con superficies en tierra o terracería, donde por causa de tuberías rotas o buzones sin tapa éstas penetran al alcantarillado sanitario. También se forma arena y sedimento en tramos con muy poca pendiente debido a la descomposición que sufre la materia orgánica

Pérdida de capacidad

Generalmente se produce por la formación de una capa de sedimentos en la tubería que se da con mayor incidencia en aquellos tramos de baja pendiente o en tramos de baja velocidad del flujo por un bajo caudal de aguas servidas. En muchos casos, viviendas que cuentan con la conexión domiciliar de alcantarillado, no hacen uso del servicio por influencia de hábitos y costumbres, como consecuencia el tramo transportará un bajo caudal. Muchas veces la solución de este problema, es el rediseño y cambio total del tramo afectado.

Roturas

Las roturas y fallas que se presentan en las redes de alcantarillado frecuentemente pueden ser resultado de algunas de las siguientes causas:

Soporte inapropiado del tubo

Cuando las tuberías del alcantarillado se colocan en una zanja de fondo rocoso, o con piedras en el fondo, con toda seguridad la tubería fallará por falta de uniformidad en la cama de apoyo. Contrariamente, si las mismas tuberías se colocan sobre una cama de apoyo correctamente construida, la capacidad de la tubería para soportar cargas se incrementará.

Fallas debidas a cargas vivas

Las tuberías colocadas con un inapropiado recubrimiento, con frecuencia tienen grandes probabilidades de colapsar debido a la sobrecarga a la que está sometida, sobre todo si está ubicada en una zona de tráfico pesado. En este caso, el personal de operación y mantenimiento, cuando realice la reparación de la tubería afectada, deberá darle protección adecuada, envolviéndola completamente en concreto para evitar que colapsen nuevamente.

Movimiento del suelo

Se presenta durante un sismo e implica la reconstrucción total del tramo fallado, la reposición de las tuberías rígidas por tuberías flexibles con uniones también flexibles soluciona el problema en muchos casos.

Daños causados por otras instituciones

Cuando se reparan calles o se colocan líneas de electricidad, tuberías de agua potable o riego, es muy frecuente que se dañen las tuberías de alcantarillado. El personal de operación y mantenimiento debe prever esta situación, indicar la ubicación y profundidad de las mismas a fin de evitar derramamientos de aguas negras.

Raíces

Cuando el problema de raíces se acentúa, éstas llegan a fracturar las tuberías por lo que es necesario cambiar los tramos afectados.

Vandalismo

Los problemas asociados con el vandalismo son bien conocidos. La sustracción de tapaderas deja los pozos de visita al descubierto que causa problemas de obstrucción de los colectores. Este problema se acentúa en red de alcantarillado a campo traviesa o ubicada en las márgenes de los ríos, quebradas y acequias, el personal de operación y mantenimiento deberá sellar las tapas con asfalto y arena o concreto si es necesario, a fin de evitar estos problemas.

Conexiones cruzadas con pluviales

Con frecuencia ocurren las conexiones clandestinas de aguas pluviales, lo cual provoca el rebose del alcantarillado sanitario durante las lluvias. Esto representa un peligro inminente para la salud y la propiedad. El personal operativo deberá ubicar estas conexiones y evaluar las redes de alcantarillado y las aguas arriba del lugar de ocurrencia de los reboses.

OPERACIONES DE LAS REDES DE ALCANTARILLALDO

Las labores de operación del sistema comienzan paralelamente a la aceptación final de las estructuras terminadas, verificar que la construcción realizada coincida con lo planeado en el proyecto y que se hayan realizado buenas prácticas de construcción.

El responsable de la operación del sistema (representante de la entidad administrativa), deberá realizar una inspección cuantitativa y cualitativa de las obras terminadas. La inspección cuantitativa consiste en comparar las dimensiones especificadas en el proyecto con las dimensiones reales obtenidas (dimensión longitudinal y transversal del alcantarillado, número y ubicación de las estructuras, etc.).

Puesta en marcha

Antes de poner en funcionamiento las redes de alcantarillado éstas deberán ser

limpiadas, deben eliminarse los desperdicios y los residuos de concreto y yeso, las alcantarillas inaccesibles se inspeccionan con ayuda de linternas y espejos, inspeccionar los buzones y cámaras y dispositivos simplificados de inspección, para asegurar el libre paso de la totalidad de la sección.

Inspección

La finalidad de la inspección de las redes de alcantarillado es el de tener conocimiento del estado de conservación, a través del tiempo, de los diversos componentes que conforman las redes y en especial las tuberías de drenaje. La inspección rutinaria debe dirigirse a los colectores conectados a las líneas de alcantarillado con mayor incidencia de problemas. La inspección ayudará a conocer lo siguiente:

- La vejez o antigüedad de la tubería.
- El grado de corrosión interna o externa.
- La formación de depósitos en el fondo o infiltraciones o fugas anormales.
- La penetración de raíces en la tubería.
- La limitación en la capacidad de transporte de las aguas residuales.
- Existencia de tapas de buzones y estado de conservación interno del buzón.

La inspección interna de los colectores y buzones será en forma visual con la ayuda de linternas, espejos y el equipo de seguridad personal. Lo más recomendable para la ejecución de esta tarea, es que el colector se encuentre sin flujo o tenga el mínimo nivel de agua. Normalmente, tales condiciones se tienen entre la medianoche y las cinco horas de la mañana. Como parte de las labores de inspección se debe verificar el estado de las tapas de los buzones y de las cajas de los registros domiciliarios

MANTENIMIENTO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO

En base a la información anterior, el responsable de la operación y mantenimiento deberá programar dos tipos de mantenimiento para cada uno de los componentes del

sistema de alcantarillado: Preventivo y Correctivo.

Mantenimiento preventivo

La mayoría de las obstrucciones ocurren dentro de las casas o propiedades, en las instalaciones sanitarias, así como en las conexiones domiciliarias. Por tanto, las labores de mantenimiento preventivo comienzan en las viviendas de los usuarios.

Se debe hacer un uso apropiado del servicio de alcantarillado, seguir las siguientes recomendaciones para evitar la obstrucción de los colectores de menor tamaño.

- No verter a los lavaderos residuos de comida, papeles, plásticos, ni otro material que pudiera ocasionar atoros de la red.
- No arrojar al inodoro papeles, toallas higiénicas, trapos, vidrios, aguas de lavado o con contenido de grasas, ni otros objetos extraños al desagüe.
- Las viviendas que cuentan con trampas de grasas internas, deberán realizar la limpieza frecuente del recipiente de retención de grasas.
- Limpieza de la trampa de grasas.
- Retirar la tapa de la trampa de grasas poniéndola a un costado con cuidado para no romperla.
- Retirar las grasas sobrenadantes de la trampa de grasas con un recipiente pequeño
- Con una escobilla pequeña retirar las grasas que se encuentren en las paredes y en la tubería de entrada y salida de la trampa de grasas.
- Obstruir la salida de agua de la trampa de grasas con una esponja y retirar el agua vertiéndola por la parte superior de la “T” de salida.
- Retirar los residuos que se hayan asentado en el fondo de la trampa de grasas y arrojarlos a la bolsa de basura.

Mantenimiento de los tanques interceptores

- Cuando se hayan acumulado bastantes sólidos y natas se deberán limpiar los

tanques, porque si no se corre el riesgo de permitir la salida de los lodos, que malograrían el funcionamiento de los colectores.

- Por lo menos una vez por año se inspeccionará la altura de lodos en el tanque.
- El tanque deberá ser limpiado cuando la capa del lodo sedimentada se encuentre a 30 cm del deflector de salida o cuando el fondo de la capa de espuma se halle a unos 8 cm. aproximadamente del mismo deflector.
- Para medir la altura de lodos y la profundidad del líquido, se utilizará una pértiga que tenga amarrado trapos o toallas blancas en un extremo, que se hace descender hasta el fondo del tanque. La altura de la mancha negra que queda sobre los trapos blancos será la altura correspondiente a los sedimentos.
- El espesor de la nata se medirá con una vara a la que se haya fijado una aleta con bisagra. La vara se introduce en la capa de nata hasta que la aleta se ponga en forma horizontal, al levantar la vara se podrá ver el fondo de la capa de nata y saber a qué profundidad se encuentra; con la misma vara se podrá determinar la profundidad del dispositivo de descarga; la diferencia entre estas dos medidas debe ser mayor a 8 cm., de lo contrario se deberá lavar el tanque.
- Los lodos deberán ser extraídos del tanque con una bomba, estos deben ser llevados a un relleno sanitario para su entierro.
- Durante la limpieza del tanque se deberá tener mucho cuidado con los gases tóxicos que salen del lodo, preferiblemente ninguna persona debe ingresar al tanque. Si es forzoso el ingreso, el tanque debe ser previamente ventilado por un largo tiempo, y a la persona que ingresará, se le atará una cuerda a la cintura, sujeta en su otro extremo por una persona fuerte que pueda sacarlo si al trabajador le llegaran a afectar los gases.

Limpieza de los colectores

- Se deberá identificar, en función a la antigüedad de la tubería y la pendiente de la misma, los tramos de la red críticos, que merece mantenimiento más frecuente, y

los no críticos, aquellos que necesitan mantenimiento más espaciados.

- La frecuencia de mantenimiento para los tramos críticos será de seis meses y para los no críticos un año.
- Se deberá realizar la limpieza de los tramos iniciales de los colectores con abundantes chorros de agua o el vehículo succionador.
- Se deberá realizar la limpieza manual de las alcantarillas, para lo cual podrán emplearse barras o varillas de acero.
- Se deberán abrir las tapas de los pozos de visita aguas abajo y aguas arriba del tramo afectado y esperar 15 minutos antes de ingresar, para permitir una adecuada ventilación de los gases venenosos que se producen en las alcantarillas.

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es el conjunto de trabajos necesarios a ejecutar para corregir algún problema que se presente durante el funcionamiento de los colectores. El planteamiento de las principales actividades de mantenimiento correctivo, así como los materiales, accesorios y procedimientos que se mencionan en el presente manual sólo son de carácter de recomendación, el mantenimiento correctivo comprende la intervención de los colectores en los siguientes casos:

- Atoros.
- Pique y desatoros.
- Rehabilitación de colectores.
- Construcción y reconstrucción de Pozos de visita.
- Cambio y reposición de tapa de Pozos de visita.

Atoros

Se produce cuando un tramo de tubería es obstruido por algún objeto o acumulación de sólidos que impiden en forma total o parcial el flujo normal de los desagües, y consecuentemente el represamiento de los desagües. Estas obstrucciones se deben

generalmente al arrojamiento de materiales por la boca de los pozos de visita al encontrarse sin tapa o la tapa deteriorada (rota) o la sedimentación de materiales por la poca velocidad de arrastre existente.

El mantenimiento correctivo comprende la eliminación de estos obstáculos o elementos extraños de los colectores, mediante el empleo de varillas de desatoros y a través de las bocas de inspección de los pozos de visita. Se utilizará también agua a presión o equipo succionador.

El procedimiento para el desarrollo de esta actividad se describe a continuación:

- Ubicación del tramo de la tubería a ser desatorada.
- Traslado de personal, equipo y herramienta a la zona de trabajo.
- Señalización zona de trabajo.
- Introducción de agua a presión.
- Introducción de accesorios metálicos a la tubería, como varillas o toma sondas.

Si no se resolvió el problema efectuar las siguientes actividades:

- Determinar la longitud a partir del pozo de visita, donde se estima se ubique la obstrucción de algún objeto.
- Excavar hasta encontrar la tubería donde se efectuó el atoro.
- Cortar la parte de la tubería en forma rectangular, para extraer el objeto obstruido.

Piques y desatoros

Cuando ya no es posible solucionar el problema de atoro a través de las bocas de inspección con las varillas de desatoro, y se verifica que existe un colapso de la tubería y/o obstrucción de la misma por un material difícil de remover, se procede a realizar una excavación en una longitud aproximada de 12 m aguas abajo del atoro,

según la profundidad del colector y el material del terreno que se encuentre.

Rehabilitación de colectores

La rehabilitación de los colectores consiste en el reemplazo, reubicación y/o reforzamiento de la tubería en todo el tramo afectado.

Para el caso del reforzamiento de la tubería en todo el tramo se siguen los siguientes pasos:

- Se realizará la excavación hasta descubrir la tubería (hasta % del diámetro) y dejar refinada la zanja. Se colocará el entibado y/o tablestacado de acuerdo a las características del terreno.
- El reforzamiento de la tubería se llevará a cabo con concreto, de ser necesario colocar un encofrado de madera o metálico que coincida con la campana de la tubería. Este refuerzo de concreto generalmente tiene un espesor de 7,5 cm.
- En algunas oportunidades la tubería presenta grietas en su parte superior, debe cubrirse con tubería de PVC (media luna) y luego con concreto.
- Los siguientes pasos son los mismos que en una renovación de colectores, se rellena y compacta para luego reponer el pavimento según sea el caso.
- Concluido los trabajos se procede a realizar una limpieza general de las zonas afectadas.

Reemplazo de colectores

Los Procedimientos para reemplazo de colectores son los siguientes:

- Traslado de personal, equipo, herramientas y materiales a la zona de trabajo.
- Desvío de las aguas servidas.

Taponeado del colector, en el pozo de visita aguas arriba.

- Rotura de pavimento si hubiere.

- Excavación de zanja.
- Retiro de la tubería deteriorada.
- Refine y nivelación de fondo de la zanja.
- Colocación de puntos de nivel, con equipo topográfico, respetar la pendiente de diseño.
- Preparación de la cama de apoyo con arena compactada.
- Instalación de la tubería con elementos de unión, debidamente alineada tanto en la parte superior y al costado de la tubería.
- Destaponado del colector.
- Relleno y compactación de zanja.
- Reposición de pavimento si lo hubiera.
- Eliminación de desmonte y limpieza de la zona de trabajo.

Construcción y reconstrucción de pozos de visita

Esta actividad se realizará cuando se detecten deterioros o averías en algunas partes constitutivas de los buzones y que pueden originar filtraciones o representar algún peligro para el tránsito y los transeúntes. Esta actividad podrá ser:

- Reconstrucción del solado.
- Reconstrucción de media caña.
- Reconstrucción de cuerpo de pozo de visita.
- Reposición de techo de pozos de visita.

A continuación, se describen los principales pasos para el mantenimiento correctivo de cuerpo y fondo de los pozos de visita.

- Traslado de personal, equipo, herramientas y materiales a la zona de trabajo.
- Abrir las tapas de los pozos de visita aguas arriba y aguas abajo del pozo afectado por lo menos 15 minutos antes de ingresar a realizar los trabajos.
- Taponado de llegadas de tuberías al pozo de visita.

- Desvío de las aguas servidas.
- Limpieza del fondo del pozo de visita.

Cambio y reposición de tapa de los pozos de visita

Los cambios y/o reposición de marcos y tapas para pozos de visita generalmente se realizan por los siguientes motivos:

- Por deterioro debido al tiempo transcurrido.
- Por sustracción por terceras personas.
- Por el peso que debe soportar

En todos los casos deben ser cambiados todos los marcos para evitar riesgo que después pueden traer consecuencias que lamentar. A continuación, se describen los principales pasos para el mantenimiento correctivo de marcos y tapas de pozos de visita.

- Traslado de personal, equipo, herramientas y materiales a la zona de trabajo.
- Rotura de pavimento.

Si el marco y/o tapa y/o techo del pozo de visita se encuentran en mal estado, efectuar una o todas de las siguientes actividades:

- Cambio de marco y tapa para pozo de visita mediante: retiro del marco y/o tapa deteriorados y/o instalación de marco de hierro fundido con concreto y/o colocación de tapa de concreto.
- Reposición de techo de pozo de visita mediante: rotura del techo de pozo deteriorado y/o instalación de techo de pozo prefabricado y/o instalación de marco de hierro fundido.
- Reposición del pavimento.
- Eliminación de desmonte y limpieza de la zona de trabajo.