

María José Gómez Cardona

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE  
TRATAMIENTO EN COLONIA LOS PINOS, JALAPA, JALAPA.



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

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, mayo de 2022

Informe final de graduación.

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE  
TRATAMIENTO EN COLONIA LOS PINOS, JALAPA, JALAPA.



Presentado al Honorable Tribunal Examinador por:  
María José Gómez Cardona

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

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, mayo de 2022

Informe final de graduación

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE  
TRATAMIENTO EN COLONIA LOS PINOS, JALAPA, JALAPA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, mayo de 2022

Esta tesis fue presentada por la autora,  
previo a obtener el grado académico de  
Licenciatura en Ingeniería Civil con  
énfasis en Construcciones Rurales.

## **Prólogo**

Colonia Los Pinos se encuentra ubicada en el departamento de Jalapa, es un área poblada, cuyo incremento se ha visualizado en los últimos cinco años, lo que crea una demanda de servicios básicos entre lo que destaca el tratamiento de las aguas residuales.

Se puede identificar el problema que actualmente afecta a la población ya sea directa o indirectamente a los habitantes de esta área, genera que la contaminación vaya en aumento derivado del mal estado o inexistencia de un sistema adecuado para el tratamiento de estas aguas residuales, lo cual ha proporcionado un ambiente para la proliferación de enfermedades, lo que conlleva a limitaciones en el desarrollo de las familias que sufren este problema actualmente no solo en el tema económico sino también social. Por lo que se hace necesaria la implementación de un sistema eficiente y adecuado para cubrir las necesidades que se presentan en la actualidad.

Los habitantes se beneficiarán con este proyecto ya que mejorará las condiciones sanitarias del municipio y disminuirá la contaminación del afluente principal, lo que permitirá un desarrollo ecológico y de bajo impacto hacia el ambiente. Por lo anterior se hace necesaria la implementación de un sistema eficiente y adecuado para cubrir las necesidades que se presentan en la actualidad.

Por tal razón en este documento se presenta la tesis: “Proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa”.

La justificación de este documento y de la investigación realizada es un requisito para obtener el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales, y cumplir con los lineamientos académicos de la Universidad Rural de Guatemala; Cuya finalidad principal es contribuir con este estudio a la solución de la problemática identificada.

## **Presentación**

La siguiente investigación contiene el “proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa” como requisito previo a optar al grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales, conforme a los lineamientos académicos de la Universidad Rural de Guatemala.

La finalidad de esta investigación es presentar el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para colonia Los Pinos Jalapa, se utilizará la estructura del marco lógico para determinar la problemática que existe actualmente, y analizar el incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes en los últimos cinco años.

La contaminación que se produce por las aguas residuales, es debido a la inexistencia de una planta de tratamiento, debido a que no hay un punto autorizado de descarga, esto ocasiona que los habitantes de esta colonia tengan un incremento de enfermedades gastrointestinales, mala calidad de vida y un entorno no agradable. Ante este problema, buscar alternativas y soluciones al tratamiento de aguas residuales actualmente es un tema de gran importancia ya que el aumento de la población lleva consigo la demanda de mejores condiciones y la necesidad de generar servicios básicos propios de la colonia en crecimiento.

El objetivo no solo es evitar cualquier tipo de enfermedades sino también prevenir el incremento de la contaminación derivada de la inexistencia de un sistema adecuado para el riachuelo de la colonia. Para cumplir con las necesidades que se observan en el lugar por lo cual se da a conocer la propuesta para diseño y construcción de una planta de tratamiento para mitigar, no solo las necesidades actuales sino también las futuras, para lo cual se tomará en cuenta lo establecido en las normas sanitarias y leyes de construcción.

## Índice

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
I.1	Planteamiento del problema: .....	3
I.2	Hipótesis: .....	4
I.3	Objetivos: .....	4
I.3.1	Objetivo General: .....	4
I.3.2	Objetivos Específicos: .....	4
I.4	Justificación: .....	5
I.5	Metodología: .....	6
I.5.1	Métodos: .....	6
1.5.1.1.	Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis: .....	6
1.5.1.2.	Métodos utilizados para la comprobación la hipótesis: .....	7
1.5.2.	Técnicas: .....	8
1.5.2.1.	Técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis: .....	8
1.5.2.2	Técnicas utilizadas para la comprobación de la hipótesis: .....	9
II.	MARCO TEÓRICO .....	11
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	73
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES: .....	80
IV.1.	Conclusiones: .....	80
IV.2	Recomendaciones: .....	80

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## Índice de cuadros

<b>Número</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
	Cuadro 1. Herramientas utilizadas en la limpieza de la planta de tratamiento.....	67
	Cuadro 2. Actividades de operación y mantenimiento.....	70
	Cuadro 3. Habitantes que han padecido alguna enfermedad gastrointestinal.....	74
	Cuadro 4. Habitantes que consideran que se pueden reducir los casos de enfermedades gastrointestinales.....	75
	Cuadro 5. Habitantes que han implementado algún método para reducir los casos de enfermedades gastrointestinales.....	76
	Cuadro 6. Técnicos que cuentan con el proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos.....	77
	Cuadro 7. Técnicos que consideran importante la ejecución del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos.....	78
	Cuadro 8. Técnicos que tienen contemplada dentro de su planificación, la ejecución del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento.....	79



## **Índice de Gráficas**

<b>Número</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Gráfica 1.	Habitantes que han padecido alguna enfermedad gastrointestinal.....	74
Gráfica 2.	Habitantes que consideran que se pueden reducir los casos de enfermedades gastrointestinales.....	75
Gráfica 3.	Habitantes que han implementado algún método para reducir los casos de enfermedades gastrointestinales.....	76
Gráfica 4.	Técnicos que cuentan con el proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos.....	77
Gráfica 5.	Técnicos que consideran importante la ejecución del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en Colonia Los Pinos.....	78
Gráfica 6.	Técnicos que tienen contemplada dentro de su planificación, la ejecución del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento.....	79

## Índice de ilustraciones

<b>Número</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Ilustración 1.	planta de tratamiento terciario.....	30
Ilustración 2.	pozo de visita. ....	49
Ilustración 3.	pozo de excedencias.....	50
Ilustración 4.	canal de rejillas + desarenador.....	51
Ilustración 5.	sedimentador de concreto.....	53
Ilustración 6.	caja de unión. ....	54
Ilustración 7.	trampa de grasas.....	55
Ilustración 8.	planta de sistema rafa.....	56
Ilustración 9.	patio de lodos. ....	57
Ilustración 10.	cabezal de descarga.....	58
Ilustración 11.	patio de lodos. ....	59

## Índice de imágenes

<b>Número</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Imagen 1.	Aguas residuales, de residuo a recurso.....	17
Imagen 2.	Sistema anaeróbico.....	32
Imagen 3.	Diagrama de flujo, sistema aeróbico.....	34
Imagen 4.	Tanque imhoff:.....	40
Imagen 5.	Vista superior de un tanque imhoff.....	41
Imagen 6.	Fosa séptica vs. tanque imhoff.....	42
Imagen 7.	Similitud del sedimentador primario con depósito de lodos.....	43
Imagen 8.	Equipo de protección personal recomendado para operadores de ptar....	65
Imagen 9.	Aseo y orden.....	66
Imagen 10.	Protección personal.....	72
Imagen 11.	Señales de prohibición.....	72

## I. INTRODUCCIÓN

El tratamiento de las aguas residuales es un proceso clave para evitar impactos negativos en el medio ambiente así también para cuidar la salud del ser humano y cumplir con las normas establecidas por las entidades, se ha considerado que la degradación y uso de este recurso día a día ha ido en aumento. El agua se considera fundamental para el sostenimiento y la reproducción de vida en el mundo pues se constituye indispensable para el desarrollo biológico y un bien de primera necesidad para los seres vivos.

La contaminación de agua y su escasez amenaza la salud humana y calidad de vida, el flujo libre de agua no contaminada resulta para el sostenimiento de ecosistemas que dependen del agua.

La acumulación de aguas negra dentro de la colonia afecta a los habitantes, se propone mitigar la problemática por medio de una planta de tratamiento así dar uso y protección a los recursos naturales del entorno. se ha considerado que esta área cuenta con espacios adecuados para el desarrollo urbanístico, actualmente es afectada por el mal manejo de las descargas de aguas negras dentro de colonia Los Pinos lo cual ha sido un foco de contaminación y proliferación de enfermedades gastrointestinales entre otras.

En los últimos cinco años colonia Los Pinos Jalapa, ha adquirió un incremento de esta problemática, el desfogue de las aguas residuales, la cuales no tienen un tratamiento especial para poder mitigar la contaminación que afecta a los habitantes de la colonia, como los ríos cercanos.

Según el Acuerdo Gubernativo 236-2006 “Reglamento de descargas y reúsos de aguas residuales y de la disposición lodos “corresponde al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, se encuentran determinados los lineamientos a seguir, para

minimizar la contaminación que afectan nuestro entorno, lo cual establece un procedimiento básico para las disposiciones de las aguas residuales.

El objetivo de la investigación nace de la necesidad de buscar la mejor alternativa de tratamiento de aguas residuales y así dar una solución, para lo cual se presenta una propuesta de mitigación a la problemática con un tratamiento en el uso y manejo de este recurso natural. Se darán a conocer los objetivos tanto específicos como generales, así como la metodología y técnicas para la formulación de la hipótesis.

La tesis se compone de dos tomos, el tomo I consta de cuatro capítulos. El capítulo I contiene el planteamiento del problema, hipótesis, objetivos, justificación y la metodología utilizada. El capítulo II se refiere al Marco Teórico que contiene aspectos conceptuales relacionados con el tema objeto de estudio, análisis de teorías y enfoques teóricos que son válidos para el correcto encuadre del problema de investigación.

El capítulo III presenta el análisis de los resultados obtenidos, presentados mediante cuadros y gráficas, lo que permitió comprobar la hipótesis planteada. El capítulo IV desarrolla las conclusiones y recomendaciones relativas al trabajo realizado con lo que se comprueba o no la hipótesis, y da a conocer el nivel de confianza y grado de error y la principal recomendación relativa a que debe operarse la respuesta planteada para solucionar la problemática.

El tomo II consta de dos capítulos. El capítulo I contiene el resumen y una breve introducción, el contenido del trabajo, así como planteamiento del problema, hipótesis y objetivos, justificación, metodología utilizada, propuesta de solución, principal conclusión y recomendación. Se enfoca en la propuesta de solución de la problemática investigada y matriz de la Estructura lógica para la evaluación del trabajo después de dar a conocer la propuesta.

### **I.1 Planteamiento del problema:**

En la actualidad se ha detectado que las disposiciones de las aguas residuales provenientes de los habitantes de colonia Los Pinos del departamento de Jalapa se incorporan directamente al riachuelo lo que provoca una acumulación de aguas residuales lo que genera más contaminación derivada de la inexistencia de un tratamiento adecuado de estas aguas, esto conlleva a la proliferación de enfermedades y contaminación del medio ambiente, lo que hace necesario priorizar la ejecución del proyecto ya que es de urgencia social y ambiental resolver los problemas de contaminación que existen en la actualidad.

Esto constituye problemas críticos en la salud de los habitantes con un incremento de casos de enfermedades gastrointestinales por la contaminación del riachuelo de colonia Los Pinos y la falta de una planta de tratamiento para el manejo de estas aguas residuales.

Cualquier proyecto requiere de inversiones sustanciales del área o comunidad que no están en la capacidad de costear dichos proyectos, lo cual es esencial darle un tratamiento adecuado para evitar la contaminación del afluente principal al momento de reincorporar estas aguas, con eso reducir la contaminación del riachuelo y así cumplir con lo establecido por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Existen factores que se ven afectados con la inexistencia de una planta de tratamiento que descontamine las aguas residuales, como lo son económico, social y sobre todo ambiental que es uno de los factores muy graves que está ocasiona en la salud y calidad de vida de los habitantes y en general del ser humano, fauna y flora de la tierra, por lo que se manifiesta la necesidad y la importancia de implementar este proyecto para prevenir y disminuir los casos de enfermedades gastrointestinales y erradicar la contaminación, por el mal manejo de las aguas residuales.

## **I.2 Hipótesis:**

A continuación, se describen las hipótesis que se formularon con la unión de las variables, las cuales son causal e interrogante que se utilizaron como base para iniciar una investigación o argumentación.

Las preguntas de investigación planteadas sugieren las hipótesis de partida que se relacionan a continuación:

“El incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa, en los últimos cinco años; por la contaminación del riachuelo; es debido a la falta de proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento”.

¿Es la falta de proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento, por la contaminación del riachuelo, la causante del incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa, en los últimos cinco años?

## **I.3 Objetivos:**

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

### **I.3.1 Objetivo General:**

Disminuir los casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa.

### **I.3.2 Objetivos Específicos:**

Reducir la contaminación del riachuelo de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa.

#### **I.4 Justificación:**

Actualmente colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa no cuenta con una planta de tratamiento para las aguas residuales las cuales son vertidas directamente al riachuelo de colonia Los Pinos, se pone en riesgo la salud de los habitantes por la proliferación de enfermedades ocasionadas por el mal manejo de estas aguas residuales además de afectar la vida económica y social de los habitantes.

Con el diseño de una planta de tratamiento se busca darle seguimiento a la mejora o eliminación de estos factores mencionados anteriormente e influir positivamente para evitar la proliferación de enfermedades, y así cuidar la salud de los habitantes y los factores que puedan dañar el ecosistema y tratar de disminuir la tasa de mortalidad y aunado a las condiciones de pobreza que este problema pueda ocasionar, esto incentiva a satisfacer ciertas leyes, normas o reglas capaces de garantizar la preservación y calidad de las aguas tratadas al límite de que su uso posterior no sea descartado.

Con la propuesta de diseño de una planta de tratamiento eficiente donde se aportará la infraestructura básica y necesaria para los habitantes de esa área, lo cual será una mejora a corto, mediano y largo plazo, así poder cumplir con las normas sanitarias, y disminuir la posibilidad de un impacto ambiental negativo, proliferación de enfermedades y mejora en la calidad de vida de los habitantes en general.

Actualmente colonia Los Pinos no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, lo cual causará el crecimiento de enfermedades gastrointestinales con un número de 222 casos en el año 2025 conforme la ecuación de línea recta; Con la ejecución del proyecto se pretende mejorar la calidad de vida de los habitantes beneficiados con la propuesta, a una cantidad de 40 caso de enfermedades gastrointestinales aproximadamente para el año 2025.



## **I.5 Metodología:**

Se utilizan los métodos deductivo, analítico, estadístico y de observación para la investigación de la hipótesis, el aumento de enfermedades gastrointestinales en los últimos 5 años en colonia Los Pinos, del departamento de Jalapa, municipio de Jalapa, esto causado por la inexistencia de proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento de aguas residuales.

La investigación es de tipo descriptivo, ya que se investigaron aspectos relacionados a la calidad del agua residual, información de servicios básicos y generales del municipio de Jalapa. Con los datos recopilados se logró determinar que existe un nivel de contaminación de los cuerpos de agua y con base a los resultados se desarrolló la propuesta, para el diseño y construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, que cumpla con las necesidades de los habitantes de esa colonia.

### **I.5.1 Métodos:**

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y comprobación de la misma, se realizó la aplicación de un método científico y marco lógico con la recolección de información de fuentes (encuesta, textos, libros). Diagramas de árbol de problemas y objetivos, que forman parte de esta investigación. Para la comprobación de la hipótesis, el método que se utilizó fue el inductivo: estadístico, análisis y síntesis.

#### **1.5.1.1. Métodos utilizados para la formulación de la hipótesis:**

##### **Método deductivo:**

La aplicación del método deductivo que parte de lo general a lo particular, consistió en las siguientes actividades:

Para la formulación de la hipótesis el método fue deductivo, el cual nos permitió conocer los aspectos generales de colonia Los Pinos del departamento de Jalapa.

Se realizó una visita al área afectada, para la recopilación de datos tales como las actividades que realizan los habitantes en su diario vivir para identificar el funcionamiento de las aguas residuales lo que permitió desarrollar el árbol de problemas.

**Método analítico:**

El método analítico sirvió para identificar el problema en el área antes de formular el árbol de problemas, se utilizó para la recolección de información de textos y libros al consultar la bibliografía y material bibliográfico que fundamenta la hipótesis planteada.

De igual manera se recopiló y analizó la información tabulada en las encuestas con cuadros y gráficas para facilitar la comprensión de los datos obtenidos y que formulan la hipótesis y el análisis de los resultados.

**Método del marco lógico:**

Es una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño y ejecución de proyectos y principalmente conocer el alcance de los objetivos, su fin es brindar estructura al proceso de planificación y de comunicar información esencial relativa al proyecto, puede utilizarse en todas las etapas de preparación del proyecto: análisis, orientación, identificación programación, presentación y ejecución.

**1.5.1.2. Métodos utilizados para la comprobación la hipótesis:**

**Método inductivo:**

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

**Método Estadístico:**

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

**Método Sintético:**

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

**1.5.2. Técnicas:****1.5.2.1. Técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis:****Lluvia de ideas:**

Es un proceso didáctico y práctico que se utilizó para generar creatividad mental enfocada en un tema específico. Palabras que se pudieron relacionar al tema central utilizándolas como herramienta que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre la problemática a resolver con este proyecto.

**Observación Directa:**

Esta técnica se utilizó directamente en las áreas de colonia Los Pinos del departamento de Jalapa. Para verificar cual es la problemática que afecta a los habitantes en los últimos 5 años, se observa el incremento de enfermedades gastrointestinales por la contaminación del riachuelo, así como a entidades que mantienen una relación directa e indirecta con la misma, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA) y principalmente el área de salud.

**Investigación documental:**

Esta técnica fue utilizada para la investigación de la existencia de documentos que pudieran poseer información importante o relacionada con la problemática de ese lugar, para la obtención de distintos puntos de vista de los habitantes relacionados a la investigación enfocada en esa área sobre la temática citada. Se especifican en la bibliografía de este documento los instrumentos consultados para la investigación y revisión documental de este proyecto.

**Entrevista:**

Se realizó una entrevista que fue dirigida a los habitantes de colonia Los Pinos y a los técnicos de la Dirección Municipal de Proyectos (DMP), para la formulación de la hipótesis.

**1.5.2.2 Técnicas utilizadas para la comprobación de la hipótesis:****Censo:**

Recopilación de información que se manifestó por los seis técnicos de la Dirección Municipal de Planificación (DMP), personal de conocimiento significativo para la investigación donde proporcionaron datos sobre la magnitud composición y estructura, para la comprobación de la causa.

**Encuestas:**

Se elaboraron dos tipos de encuestas, una dirigida a los técnicos de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) para comprobar la causa y otra dirigida a los habitantes para la comprobación del efecto para reunir datos o para detectar la opinión pública sobre la problemática de la colonia.

**Técnica de análisis:**

Datos obtenidos de una serie de información relativa que se obtiene de la interacción entre el investigador y los habitantes que proporcionan la información, acompañado

de actividades y contextos que tienen entre sí, con la información proporcionada por los habitantes para concluir y recomendar.

El investigador recolecta a lo largo de su proceso de investigación y obtiene un contenido informativo (notas de campo, entrevistas, etc.) útil para los objetivos perseguidos de la misma, lo cual forma una agrupación de distintos elementos individuales que forman el todo de tal manera, que los grupos conformados constituyan unidades homogéneas del estudio.

#### **Cálculo del tamaño de la muestra:**

Medidas descriptivas de la población a investigar, en atención a este tema se decidió efectuar un muestreo estadístico que representará a la población a estudiar y comprobar el efecto, pues la muestra estaba constituida por la cantidad de 72 con una población de 1800 habitantes de colonia Los Pinos para obtener una información más confiable; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 90% y el error de muestreo de 9.5 %, para la comprobación del efecto.

#### **Coefficiente de correlación:**

Es un indicador estadístico que nos muestra el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables, conforme a una serie de casos de enfermedades gastrointestinales proporcionado por el Ministerio de salud pública y Asistencia social (MSPAS).

#### **Ecuación de línea recta:**

Es un indicador estadístico que nos ayuda a conocer el impacto que genera la problemática estudiada, Previo a ello se procede a determinar el comportamiento de la variable tiempo, respecto a los casos sujetos de estudio en el tiempo, conforme a una serie histórica dada de enfermedades gastrointestinales, la que se encuentra dentro de los parámetros aceptables.

## II. MARCO TEÓRICO

### II.1. Enfermedades gastrointestinales:

“Las enfermedades gastrointestinales son aquellas que atacan el estómago y los intestinos; en general, son ocasionadas por bacterias, parásitos, virus y ciertos alimentos, aunque algunos medicamentos también pueden provocarlas.” (IMSS y Medline 2009)

“Las epidemias de diarrea en lactantes, niños y adultos son generalmente causadas por microorganismos presentes en el agua o en los alimentos contaminados habitualmente por heces que presentan microorganismos patógenos. Las infecciones también se pueden transmitir de persona a persona por contacto directo o a través de fómites.” (Martínez 2008)

“Entre las enfermedades gastrointestinales más susceptibles de tratarse mediante hábitos dietéticos se encuentran la celiaquía, la enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE) o la dispepsia. Por su parte, entre los trastornos gastrointestinales más comunes, y que también están ligados a determinados hábitos dietéticos, se hallan la diarrea, el estreñimiento y el meteorismo o flatulencia”. (P 2005).

“Las infecciones agudas del tracto gastrointestinal figuran entre las enfermedades infecciosas más frecuentes, superadas sólo por las infecciones del tracto respiratorio. Aunque muchas veces se trata de un ligero contratiempo en los adultos sanos, un desequilibrio electrolítico puede provocar una deshidratación en los habitantes muy enfermos y en niños y ancianos”. (Martínez 2008)

“El problema emergente en nuestro entorno son las enfermedades causadas por contaminantes químicos, ya sea por contaminación del agua en origen o bien debido a las características químicas del abastecimiento, por los materiales instalados en

contacto con el agua de consumo, por las sustancias formadas como subproductos de reacción por la utilización de tratamientos químicos necesarios para la potabilización del agua, o por el mal mantenimiento o diseño de las instalaciones”. (Smith KR 2005)

## **II.2. Tipos de enfermedades gastrointestinales:**

### **II.2.1. Gastritis:**

“Es una patología muy común, que se define como una inflamación de la mucosa gástrica. Se distingue una forma crónica y una forma aguda que puede cursar con o sin síntomas y cuya diferencia fundamental es el tiempo de duración del trastorno. Las gastritis se producen con mayor frecuencia en pacientes con edades avanzadas. Las causas pueden ser muy variadas”. (Onmeda 2016)

### **II.2.2. Infección por *Helicobacter pylori*:**

“*Helicobacter pylori* es una de las bacterias más resistentes del mundo y, por desgracia, es patógeno para los seres humanos. Se trata de un organismo acidófilo, es decir, que es capaz de crecer y reproducirse en ambientes muy ácidos, como es el caso del estómago humano”. (Prieto, enfermedades gastrointestinales mas comunes 1996)

“Llega a través de alimentos contaminados con esta bacteria e incluso por contacto directo o indirecto con la saliva (o heces) de una persona infectada, *Helicobacter pylori* coloniza el epitelio gástrico y, como puede sobrevivir en valores de pH de hasta 3,5 (muy ácido), se desarrolla en él, provoca la aparición de úlceras pépticas en el estómago”. (Prieto, Enfermedades gastrointestinales mas comunes 1996)

“Lo más sorprendente es que se estima que más de la mitad de la población mundial tiene a *Helicobacter pylori* en su estómago, aunque no todos desarrollan los síntomas de las úlceras. sí que provoca daños (en el 10% de las infecciones), los síntomas de las úlceras anteriormente mencionados vienen acompañados de pérdida del apetito,

eructos frecuentes y pérdida de peso”. (Prieto, Enfermedades gastrointestinales mas comunes 1996)

### **II.2.3. Gastroenteritis:**

“La gastroenteritis es una patología que se manifiesta con una inflamación de la membrana interna de los intestinos, cosa que provoca problemas en la absorción de nutrientes y agua (lo que lleva a la deshidratación), así como náuseas, vómitos, diarrea, dolor abdominal, fiebre (si hay infección)”. (Prieto, Enfermedades gastrointestinales mas comunes 1996)

“Suele tratarse de una enfermedad de transmisión alimentaria en la que virus (la gastroenteritis vírica es la enfermedad más contagiosa del mundo), bacterias e incluso parásitos presentes en los alimentos consiguen atravesar todo el sistema digestivo hasta llegar a los intestinos”. (Prieto, enfermedades gastrointestinales mas comunes 1996)

### **II.2.4. Celiaquía:**

“La celiaquía o intolerancia al gluten es una enfermedad intestinal crónica, debida a la mala absorción de alimentos con gluten. Esta enfermedad, según la Federación de Asociaciones de Celíacos de España (FACE)afecta al 0,005-0,003% de la población, y es el proceso crónico digestivo más frecuente en nuestro país, aunque está infra diagnosticado: se calcula que menos de una cuarta parte se los pacientes celíacos saben que presenta la enfermedad”. (C y F 1995)

### **II.2.5. Enfermedad por reflujo gastroesofágico:**

“La enfermedad por reflujo gastroesofágico es una patología en la que el ácido estomacal y las enzimas digestivas circulan en sentido contrario y pasan al esófago, un conducto que conecta la boca con el estómago, hace llegar los alimentos a este, pero que no tiene un epitelio preparado para resistir la acidez, por lo que esta llega de



ácido provoca una irritación que puede ser grave”. (Prieto, Enfermedades gastrointestinales mas comunes 1996)

“Solo se considera una enfermedad como tal en el momento que este reflujo ocurre, como mínimo, dos veces por semana. Sea como sea, esta irritación del esófago provoca sensación de ardor y dolor en el pecho, dificultad para tragar y regurgitación, la cual no debe confundirse con el vómito, pues, a diferencia de este, tiene lugar sin esfuerzo muscular”. (Prieto, Enfermedades gastrointestinales mas comunes 1996)

#### **II.2.6. Colitis:**

“La colitis es una enfermedad en la que, debido a la aparición de llagas en los intestinos, tiene lugar un proceso inflamatorio en el colon. Aunque no siempre es peligrosa, lo cierto es que puede derivar en complicaciones que sí ponen en riesgo la vida del paciente”. (Prieto, Enfermedades gastrointestinales mas comunes 1996)

“No están demasiado claras las causas, pues se ha visto que no está vinculada a un proceso infeccioso, por lo que debería ser consecuencia de algún tipo de trastorno autoinmune. A pesar de que dependen de la localización y del número de llagas, la colitis suele manifestarse con cólicos abdominales, fiebre, fatiga, dolor rectal, diarrea con sangre o pus, estreñimiento”. (Prieto, enfermedades gastrointestinales mas comunes 1996)

Existen distintas opciones de tratamientos farmacológicos, las cuales deben administrarse rápidamente para reducir cuanto antes el número de llagas y hacer que la enfermedad remita antes de que lleguen las complicaciones más graves, los tratamientos farmacológicos ayudan a prevenir que el sistema inmune reaccione de una manera exagerada y ayuda a aliviar síntomas como la diarrea y sangrado que evita que se presente complicaciones graves de la enfermedad.

### **II.3. Agua:**

“El desarrollo de la actividad humana necesita utilizar el agua para numerosos fines, entre los que destacan, por su importancia para el hombre, los usos potables. Por tanto, el hombre se sirve del agua existente en la naturaleza para consumirla y utilizarla, pero es evidente que, debido a determinadas características químicas, físicas y biológicas del agua, ésta no puede ser utilizada de forma directa, y es por eso que dicha agua requerirá de una serie de correcciones y tratamientos que eliminen aquellas partículas o sustancias perjudiciales para el hombre”. (Cordero y Ullauri 1998)

“No habrá sustentabilidad si no se conocen y tienen en cuenta todas las fases de este ciclo. Para ello, es necesario no solo velar por la utilización y la distribución eficiente del agua dulce sino también salvaguardar el estado de la cuenca de captación y las aguas subterráneas (antes del consumo), así como el tratamiento y la eliminación adecuada de las aguas de desecho”. (después del consumo). (Cirelli y Alicia 2012)

“Es necesario privilegiar el conocimiento del vínculo existente entre el uso del agua y los ecosistemas que la abastecen”. (Cirelli y Alicia 2012)

### **II.4. Aguas Residuales:**

“Las aguas residuales pueden tratarse en centros dedicados exclusivamente a ello, conocidas como plantas de tratamiento de aguas residuales. También pueden tratarse de manera preventiva en los propios lugares de su uso y contaminación, mediante mecanismos y procesos localizados”. (Raffino 2019)

“Su objetivo es remover del agua las impurezas de tipo biológico (bacterias, virus, materia orgánica en descomposición), químico (elementos químicos que alteran su composición, metales pesados, etc.) o físico (tierra, polvo, fango, etc.) y permitir que el agua tratada sea nuevamente aprovechable”. (Raffino 2019)

“Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que, por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos”. (ESPIGARES GARCÍA 1985)

“También se utilizan plaguicidas: herbicidas, fungicidas y pesticidas. Estas sustancias pueden producir un efecto tóxico sobre las especies, incluido el hombre.

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

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

“Las aguas residuales son todas aquellas que se han utilizado para cualquier proceso y se ha alterado su calidad. Pueden incluir todo tipo de aguas que vayan a parar al drenaje público”. (Sans Fonfría y Ribas 1989)

“Las aguas residuales ordinarias incluyen residuos que provienen de por ejemplo baños, cocinas, regaderas, lavanderías, que normalmente van al drenaje público y se envían a algún sitio de disposición final. Son una mezcla compleja con contaminantes orgánicos e inorgánicos tanto en material en suspensión como disueltos. La concentración que presentan es pequeña y se expresan en mg/L”. (Glynn y Heinke 1999)

“La relación es de peso/volumen para poder indicar concentraciones de componente en aguas residuales, aunque se pueden considerar en relación peso/peso como mg/kg o ppm”. (Glynn y Heinke 1999)

**Imagen 1.** Aguas residuales, de residuo a recurso.



**Fuente:** Diego Juan Rodríguez, abril de 2018.

## II.5. Características físicas:

### II.5.1. Sólidos:

“El agua residual contiene distintos tipos de materiales sólidos que van desde hilachas hasta materia coloidales, en las caracterizaciones de las aguas, los materiales más gruesos son removidos usualmente antes de analizar los sólidos”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

### **II.5.2. Sólidos en suspensión totales:**

“Incluye los componentes inorgánicos (arena, limo, arcillas, etc.) como orgánicos (grasas, aceites, brea, etc.). altas concentración impiden la penetración de la luz, disminuyen el oxígeno disuelto y limitan el desarrollo de la vida acuática. Su presencia en cantidades elevadas afecta negativamente a la calidad del agua”. (m. p. ambiente, Parámetros de calidad del agua 2008)

### **II.5.3. Solidos totales (ST):**

“Son los residuos remanentes después que la muestra ha sido evaporada secada a una temperatura específica (103 a 105 c). Solidos suspendidos totales (SST) son las fracciones de los ST retenidos en el filtro con un tamaño específico de los filtros medida después de que se ha secado a una temperatura específica”.

### **II.5.4. Solidos sedimentables:**

“Son sólidos suspendidos que se expresan como milímetros por litros, los cuales se sedimentan fuera de la suspensión dentro de un rango de tiempo específico”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

### **II.5.5. Solidos disueltos totales (SDT):**

“Son aquellos que pasan a través de filtros que son evaporados y secados a una temperatura específica, la medida comprende coloides y SD”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

### **II.5.6. Materia flotante:**

Es todo aquel material visible que flota libremente en la superficie del agua sin importar su forma o composición y que pueda retenerse en malla de claro libre 3 milímetros. Esta se presta para la concentración de microorganismos patógenos contaminantes.

### **II.5.7. Color:**

“El color en las aguas residuales es causado por los sólidos suspendidos, materia coloidal y sustancias en solución. el color causado por los sólidos suspendidos es llamado color aparente y el que es causado por sustancias disueltas o coloidales se denominan color verdadero, este último se obtiene al filtrar la muestra”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

“El color se determina al momento de comparar el color de la muestra y el color que se produce por soluciones de diferentes concentraciones de cloroplatinato de potasio  $K_2PtCl_6$ ”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

“De forma cualitativa el color es usado para estimular la condición general en la que se encuentra el agua residual. por ejemplo, si se tiene un color café claro aproximadamente son 6 horas después de haber una descarga, caso contrario de un color gris claro es al momento que el agua residual ya ha sufrido un grado de descomposición o que tiene un tiempo corto en los sistemas de recolección”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

### **II.5.8. Turbiedad:**

“Se toma con una medida de las propiedades de la dispersión de la luz en el agua, usualmente se utiliza para indicar la calidad de las aguas naturales y de aguas residuales tratadas lo cual hace relación al material en suspensión, la medición se realiza por comparación entre a la intensidad de la luz dispersa por suspensión de contraste en las mismas condiciones”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

“El material suspendido impide el paso de luz, ya que esa la absorbe o dispersa, un factor clave es el tamaño de la partícula sobre la turbiedad, donde la mayor turbiedad está relacionada a partículas de tamaño inferior a  $3\mu$  y con partículas de tamaño entre 0.01 y  $1.0\mu$ ”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

### **II.5.9. Olor:**

“El olor del agua residual se genera por una gran variedad de compuestos malolientes que son liberados al momento que se produce degradación biológica bajo condiciones anaeróbicas de las aguas. el principal compuesto es el sulfuro de hidrógeno, aunque genera otros compuestos que producen olores más fuertes como indol, eskatol y mercaptanos”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

### **II.5.10. Temperatura:**

“Generalmente la temperatura del agua residual es mayor que a la de abastecimiento, esto como consecuencia de la incorporación de agua caliente proveniente de las descargas domésticas. Esta medición es importante ya que en los sistemas de tratamiento de aguas residuales hay procesos biológicos que dependen de la temperatura también afecta directamente las reacciones químicas y las velocidades de reacción, la vida acuática y procesos biológicos de los sistemas”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

### **II.5.11. Conductividad:**

“Es la medida de la capacidad de una solución para transmitir la corriente eléctrica. Actualmente la importancia de este parámetro es para determinar la posibilidad de uso de riesgo. Esta se expresa en micromhos por centímetro”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

## **II.6. Características químicas:**

“Los constituyentes químicos dentro de las aguas residuales frecuentemente se clasifican en inorgánicos y orgánicos. los compuestos inorgánicos incluyen elementos individuales y una variedad de nitratos y sulfatos”. (Crites y Tchobanoglous 2,000)

“Los constituyentes inorgánicos de mayor interés comprenden nutrientes, compuestos no metálicos, metales y gases. En el caso de los compuestos orgánicos no pueden ser

clasificaos de forma separada son de vital importancia en el tratamiento, vertido y reutilización de aguas residuales de la misma manera los compuestos orgánicos específicos”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

### **II.6.1. Alcalinidad:**

“Esta se define como la capacidad del agua para neutralizar ácidos. En aguas residuales, la alcalinidad estará llegada la presencia de hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ), carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) y bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) de elementos como el calcio, magnesio, sodio, potasio y de ion amonio, la alcalinidad en las aguas residuales ayuda a regular las variaciones en el pH causado por la adición de ácidos. Las aguas residuales comúnmente poseen cierta alcalinidad que se obtiene por el origen por el origen mismo de las aguas”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

### **II.6.2. pH:**

“El intervalo adecuado de pH para que se desarrolle la vida tiene un margen estrecho, en un rango de PH 5 y 9, las aguas residuales con valores menores a 5 y superiores a 9 tiene un tratamiento más complicado mediante agentes biológicos”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

“Si dicho PH del agua residual tratada no es ajustado antes de ser vertido nuevamente al cuerpo de aguas, el PH de este cuerpo receptor será alterado; de allí la necesidad de que los afluentes de las plantas de tratamiento deben ser descargados dentro de los limites específicos para descargas a cuerpos receptores”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

### **II.6.3. Gases:**

“Se determinan gases disueltos tales como amoniaco, dióxido de carbono, sulfuro de hidrogeno, metano y oxígeno, esto con la finalidad de ayuda en la operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales. Las mediciones de oxígeno disueltos y



amoniacos se realizan para monitorear y controlar los procesos que tengan un tratamiento biológico aerobio”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

#### **II.6.4. Cloruros:**

“Los cloruros en las aguas residuales son un parámetro importante relacionado con la reutilización de esta, estos en condiciones naturales provienen de los cloruros lixiviados de las rocas y los suelos con los que tiene contacto.

En las aguas residuales los cloruros son añadidos como consecuencias del uso, las heces humanas tienen un aporte aproximado de 6g de cloruros por persona /día”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

#### **II.6.5. Grasas y aceites:**

“Constituyen un indicador de contaminación, el criterio admisible en las aguas es la falta casi completa de estos elementos. Son lentamente degradables y sus deterioros y toxicidad impiden la reaeración y fotosíntesis y, por tanto, la oxigenación de las aguas de superficie, esto limita su autodepuración”. (M. p. ambiente 2008)

Las técnicas fisicoquímicas del tratamiento de aguas residuales son técnicas para eliminar la fracción gruesa, este tratamiento se utiliza normalmente para la preparación del agua residual para el tratamiento siguiente.

#### **II.6.6. DBO:**

“La demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar o estabilizar la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias”. (J. Romeo Rojas 2008)

“La DBO es el parámetro más usado para medir la calidad de aguas residuales y superficiales, para determinar la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar biológicamente la materia orgánica del agua, para diseñar unidades de tratamiento

biológico, para evaluar la eficiencia de los procesos de tratamiento y para fijar las cargas orgánicas permisibles en fuentes receptoras”. (J. Romeo Rojas 2008)

#### **II.6.7. DQO:**

“La demanda química de oxígeno se usa para medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable químicamente mediante un agente químico oxidante fuerte, por lo general dicromato de potasio, en un medio ácido y a alta temperatura”. (J. Romeo Rojas 2008)

“La DQO es útil como parámetro de concentración orgánica en aguas residuales industriales o municipales tóxicas a la vida biológica y se puede realizar en sólo unas tres horas”. (J. Romeo Rojas 2008)

#### **II.6.8. Nitrógeno (N):**

“Nutriente esencial para el crecimiento biológico, recibe el nombre de nutriente o bioestimulante”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

#### **II.6.9. Metales pesados:**

“Los metales son de interés para el tratamiento, reutilización y vertimiento de efluentes y lodos tratados. Los metales como: Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Plomo (Pb), Níquel (Ni), Zinc (Zn) y Cianuro (CN-), son necesarios para el crecimiento biológico, usados para determinar la relación de la adsorción de sodio – RAS-, es decir, para estimar la posibilidad de emplear los efluentes tratados en riego agrícola y para determinar si el lodo es apropiado para la aplicación de suelos”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

#### **II.6.10. Fósforo (P):**

“Nutriente importante en el crecimiento de algas y otros organismos biológicos debido a que en aguas superficiales tienen lugar nocivas proliferaciones incontroladas

de algas, es de mucho interés limitar la cantidad de compuestos de fósforo que alcanzan las aguas superficiales”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

## **II.7. Propiedades biológicas:**

### **II.7.1. Coliformes:**

“Los organismos patógenos que pueden existir en las aguas residuales, son generalmente pocos y difíciles de aislar e identificar. Por esta razón se prefiere utilizar a los coliformes como organismo indicador de contaminación, o como indicador de la existencia de organismos productores de enfermedad”. (J. Romeo Rojas 2008)

## **II.8. Tipos de aguas residuales**

“Las cuatro fuentes fundamentales de Aguas residuales son:

- a) Aguas pluviales
- b) Aguas residuales urbanas
- c) Aguas residuales ordinarias o domesticas
- d) Aguas residuales industriales
- e) Aguas residuales agrícolas” (R. Ramalho 2017)

“Aunque el objetivo principal de este libro es el estudio del tratamiento de las aguas residuales industriales o domésticas, la contaminación debido a los usos agrícolas, así como las aguas pluviales de zonas urbanas que adquieren una gran importancia. Las esorrentías de usos agrícolas que arrastran fertilizantes (fosfatos) y pesticidas que constituyen una de las causas mayores de eutrofización de lagos y pantanos”. (R. Ramalho 2017)

### **II.8.1. Las aguas pluviales:**

“En zonas urbanizadas también pueden tener unos efectos contaminantes significativos. Normalmente las aguas residuales, tratadas o no, se descargan

finalmente en un receptor de aguas superficiales (mar, río, lago, etc.), que se consideran medio receptor”. (R. Ramalho 2017)

### **II.8.2. Aguas residuales urbanas:**

“Las aguas residuales urbanas tienen una composición más o menos uniforme, que facilita los procesos de tratamiento, y las distingue claramente de las aguas residuales industriales, cuya variedad es en muchos casos indescriptible.

Aún así, aunque derive sólo de efluentes domésticos, la composición varía influenciada por algunos factores como son los hábitos alimentarios, consumo de agua, uso de productos de limpieza en el hogar, etc”. (Espigares y J. 1985)

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

“La descarga no controlada de los desechos hacia cuerpos receptores ha causado una serie de inconvenientes en el país, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes”: (Ar turo Campaña K. 2011)

- a) Contaminación de suelos agrícolas y por ende de los cultivos, al emplear como agua de riego una fuente contaminada.
- b) Incremento del parasitismo y potenciación de enfermedades de origen hídrico, lo que a su vez ha generado índices de morbilidad y mortalidad infantil alarmantes.
- c) Restricciones para usos recreativos primarios y secundarios.
- d) Imposibilidad de emplear las fuentes contaminadas para abastecimiento de agua potable para otras poblaciones aguas abajo de la descarga, así como restricciones para uso en riego.
- e) Daños en la biota, que en muchos casos es irreversible.

f) Deterioro significativo del paisaje. (Arturo Campaña K. 2011)

“La prevención de la contaminación de las aguas ha de realizarse preferentemente en la fuente por razones lógicas, económicas y de respeto al Tratado que instituye ese principio para toda acción comunitaria de carácter ambiental”. (FERNÁNDEZ-JÁUREGUI 2005)

### **II.8.3. Aguas residuales ordinarias o domesticas:**

“Las aguas residuales ordinarias incluyen residuos que provienen de por ejemplo baños, cocinas, regaderas, lavanderías, que normalmente van al drenaje público y se envían a algún sitio de disposición final. Son una mezcla compleja con contaminantes orgánicos e inorgánicos tanto en material en suspensión como disueltos.

La concentración que presentan es pequeña y se expresan en mg/L”. (Glynn y Heinke 1999)

“La relación es de peso/volumen para poder indicar concentraciones de componente en aguas residuales, aunque se pueden considerar en relación peso/peso como mg/kg o ppm”. (Glynn y Heinke 1999)

“Así que las aguas residuales de tipo ordinario o domésticas son las que provienen de los núcleos de la población, zonas comerciales, de lugares públicos y de lugares recreativos. Sin tomar en cuenta su procedencia, estas aguas normalmente tienen aproximadamente la misma composición”. (H. & Glynn 1999)

“Estas aguas pueden ir acompañadas de aguas residuales industriales, si se tienen industrias que viertan sus aguas al drenaje público, entonces; ya cambia la composición de las mismas y ya no se incluyen dentro de la clasificación de aguas residuales ordinarias”. (Sans Fonfría y Ribas 1989)

#### **II.8.4. Aguas residuales industriales:**

“Proceden de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal.

Su composición es muy variable, lo cual depende de las diferentes actividades industriales”. (ESPIGARES GARCÍA 1985)

#### **II.8.5 Aguas residuales agrícolas:**

“Procedentes de las labores agrícolas en las zonas rurales. Estas aguas suelen participar, en cuanto a su origen, de las aguas urbanas que se utilizan, en numerosos lugares, para riego agrícola con o sin un tratamiento previo”. (ESPIGARES GARCÍA 1985)

“Con el fin de producir un efluente reutilizable en el ambiente, a las aguas residuales se les realiza un procedimiento de limpieza, en el cual se disminuya la concentración de elementos contaminantes que afectan los parámetros de calidad para el uso definido del agua”. (R. Ramalho 2017)

#### **II.9. Recogida de aguas residuales:**

“En las ciudades desarrolladas, las redes de alcantarillado conducen las aguas residuales hasta las estaciones de tratamiento. Estos sistemas de recogida pueden ser de dos tipos:” (ESPIGARES GARCÍA 1985)

Las aguas recolectadas y usadas deben enviarse al sitio de disposición final donde no existan efectos negativos para la comunidad. A través de sistemas de tuberías subterráneas son recolectadas estas aguas residuales y se trasladan a puntos separados para su posterior tratamiento o disposición final.

Las aguas que son provenientes de la lluvia pueden ser recolectadas con o separadas de las aguas negras, esto da lugar a la clasificación de sistemas de recolección unitarios o combinados o también se puede denominar como un sistema de recolección separado.

### **II.9.1. Separativo:**

“Comprende dos canalizaciones distintas, una la sanitaria, para la evacuación de aguas residuales domésticas e industriales, y otra que recoge las aguas superficiales y atmosféricas y que suele descargar directamente en los cursos de aguas naturales”. (ESPIGARES GARCÍA 1985)

### **II.9.2. Unitario:**

“Se recogen en una misma canalización los dos tipos de aguas residuales señalados. En este sistema se producen cambios significativos de flujo durante las tormentas”. (ESPIGARES GARCÍA 1985)

## **II.10. Contaminación de ríos por aguas residuales**

### **II.10.1 Causas y consecuencias de la contaminación de ríos:**

“Nos enfrentamos, a comienzos de este siglo XXI, a una grave crisis del agua. A una crisis motivada principalmente por una mala gestión, por un empleo de métodos inadecuados en la utilización de la misma. El síntoma más evidente y causa de esta crisis del agua es la pobreza. Son las poblaciones pobres las que, en su vida cotidiana, sufren todo tipo de enfermedades relacionadas con la escasez o contaminación del agua, las que no tienen sus necesidades básicas de alimentación satisfechas y las que viven”. (FERNÁNDEZ-JÁUREGUI 2005)

“Desafortunadamente, las aguas residuales (al igual que los residuos sólidos) son un producto inevitable de la actividad humana. En la antigüedad, diferentes civilizaciones (desarrolladas por obvias razones en las riberas de ríos y lagos) hicieron

uso de la capacidad de asimilación o autodepuración del agua, pero con descargas tan pequeñas que sus vertidos no presentaban mayor problema”. (Lozano-Rivas 2012)

“No obstante, la densificación actual de las ciudades y el crecimiento poblacional e industrial, entre otros aspectos, ha ocasionado que esta capacidad limitada de auto purificación de los cuerpos hídricos haya sido excedida. Por esta razón, se hace necesario “asistir” a la naturaleza mediante la instalación de depuradoras y unidades de tratamiento de las aguas servidas”. (Lozano-Rivas 2012)

“Al hacer una caracterización de agua, los parámetros principales que es necesario conocer, a efectos de la contaminación del recurso son los siguientes”: (R. 1989)

- a) pH
- b) Temperatura
- c) Color
- d) Demanda Bioquímica de oxígeno
- e) Demanda Química de oxígeno
- f) Sólidos en suspensión y sólidos sedimentables
- g) Aceites y grasas
- h) Concentración de tóxicos metálicos
- i) Nitrógeno
- j) Fósforo
- k) Amoniac
- l) Cloruros

“Es importante conocer los contaminantes que pueden afectar las aguas residuales, esto para determinar su composición y poder definir los factores que afectaron el proceso, además de aplicar el tratamiento adecuado para poder destinar las aguas a un cuerpo receptor”. (R. 1989)

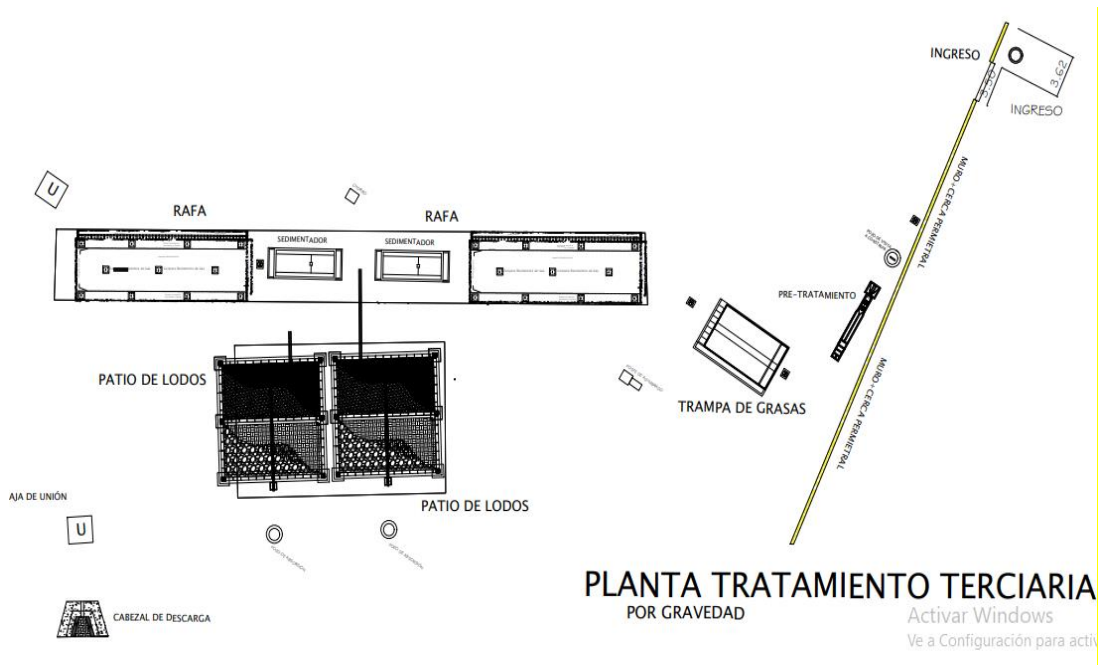


## II.11 Planta De Tratamiento:

“Una planta de tratamiento de aguas residuales es una instalación donde a las aguas resultantes de un proceso, servicio o actividad humana se les retiran los contaminantes, para hacer de ella un agua sin riesgos a la salud y/o medio ambiente al disponerla en un cuerpo receptor natural (mar, ríos o lagos) o por su reúso en otras actividades de nuestra vida cotidiana con excepción del consumo humano, por no tener las condiciones adecuadas”. (Valencia 2000)

La importancia de las plantas de tratamiento de aguas residuales es la desinfección del agua contaminada, esto para preservar el medio ambiente y propiciar la vida de este recurso tan indispensable.

**Ilustración 1.** planta de tratamiento terciario.



**Fuente:** Sistema de aguas residuales San Miguel Petapa, Guatemala. 2019

## **II.12. Tipos De Planta De Tratamiento**

### **II.12.1 Sistema Anaeróbico:**

“Un sistema anaeróbico se refiere a la digestión anaerobia, la cual es un proceso de transformación y no de destrucción de la materia orgánica, como no hay presencia de un oxidante en el proceso, la capacidad de transferencia de electrones de la materia orgánica permanece intacta en el metano producido”. (J. Romeo Rojas 1999)

“En vista de que no hay oxidación, se tiene que la DQO teórica del metano equivale a la mayor parte de la DQO de la materia orgánica digerida (90 a 97%), una mínima parte de la DQO es convertida en lodo (3 a 10%)”. (J. Romeo Rojas 1999)

“En las reacciones bioquímicas que ocurren en la digestión anaerobia, solo una pequeña parte de la energía libre es liberada, mientras que la mayor parte de esa energía permanece como energía química en el metano producido”. (J. Romeo Rojas 1999)

“El proceso de tratamiento produce biogás (principalmente metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )) que se puede convertir en energía eléctrica y térmica. La descomposición anaeróbica de la materia orgánica es un proceso que consta de tres etapas”. (Díaz-Báez 2002)

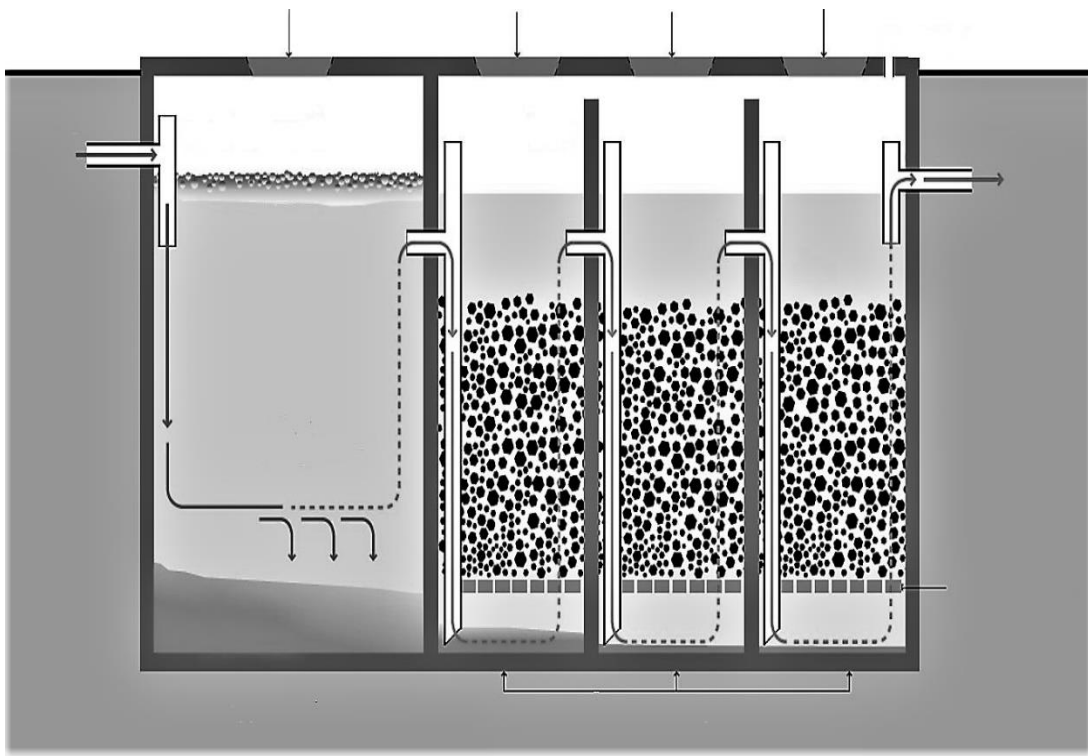
“En un sistema anaeróbico se da el proceso fermentativo que ocurre en el tratamiento anaerobio de las aguas residuales. El proceso se caracteriza por la conversión de la materia orgánica a metano y de  $\text{CO}_2$ , en ausencia de oxígeno y con la interacción de diferentes poblaciones bacterianas”. (Díaz-Báez 2002)

“La digestión anaerobia es un proceso que se produce en ambientes naturales como los pantanos, en zonas anegadas para el cultivo de arroz, en los sedimentos de lagos y

mares, en las zonas anóxicas del suelo, en fuentes de aguas termales sulfurosas y en el tracto digestivo de los rumiantes”. (Díaz-Báez 2002)

“Al finalizar el proceso de digestión queda un lodo líquido Toda la materia orgánica que no se haya descompuesto completamente se separará en sólidos y líquidos. El líquido puede someterse a tratamiento aeróbico o recircularse a través del proceso digestivo. Los sólidos pueden usarse como fertilizante o se les puede dar otra disposición lo cual depende de las condiciones de estos”. (J. Romeo Rojas 1999)

**Imagen 2.** Sistema anaeróbico.



**Fuente:** Elizabeth Tilley, 2018.

### **II.12.2 Sistema Aeróbico:**

“Un sistema de tratamiento aeróbico se llevan a cabo procesos catabólicos oxidativos, los cuales se puede definir como la vía energética que implica la utilización de

oxígeno, el cual se nutre de las reservas de hidratos de carbono, grasas y proteínas para la degradación de la materia”. (J. Romeo Rojas 1999)

“Como el catabolismo oxidativo requiere la presencia de un oxidante de la materia orgánica y normalmente este no está presente en las aguas residuales, él requiere ser introducido artificialmente”. (J. Romeo Rojas 1999)

“La forma más conveniente de introducir un oxidante es por la disolución del oxígeno de la atmósfera, al momento de utilizar la aireación mecánica, lo que implica altos costos operacionales del sistema de tratamiento. Adicionalmente, la mayor parte de la DQO de la materia orgánica es convertida en lodo, que cuenta con un alto contenido de material vivo que debe ser estabilizado”. (J. Romeo Rojas 1999)

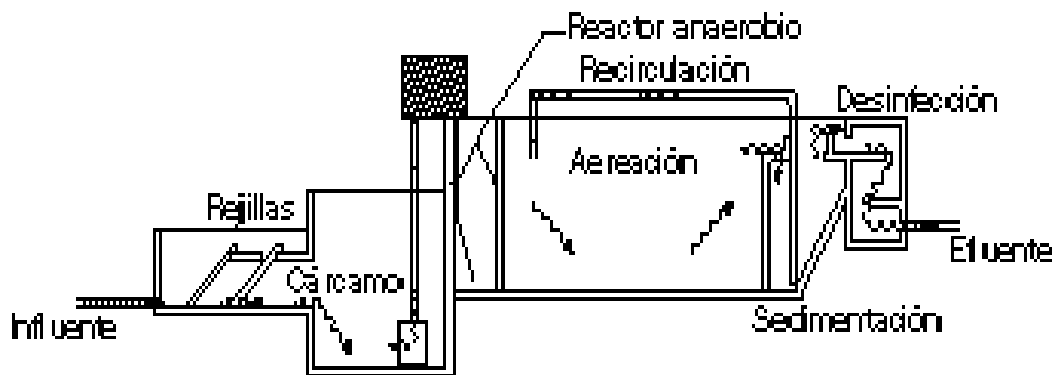
“Es importante resaltar que los procesos biológicos aeróbicos utilizan colonias microbianas y oxígeno molecular para descomponer las sustancias orgánicas presentes en las aguas residuales. Los microbios se alimentan de sustancias biológicas indeseadas en el agua lo cual genera agregados o “flóculos” 8 de sustancias orgánicas y microorganismos que se depositan en la base del contenedor. Este lodo es estable y puede eliminarse fácilmente, o dar el tratamiento correspondiente”. (J. Romeo Rojas 1999)

“Se puede que el proceso de la digestión aeróbica representa un tratamiento biológico de las aguas residuales. Tras la remoción de sedimentos y sustancias del agua residual, como por ejemplo el aceite, durante la etapa primaria del tratamiento, los tratamientos aeróbicos se utilizan para descomponer la materia orgánica mediante la utilización de oxígeno”. (J. Romeo Rojas 1999)

“El tratamiento aeróbico forma parte de un proceso de tratamiento del agua que consta de múltiples etapas. Esta tecnología no se limita únicamente a su uso en la etapa

intermedia del proceso; también se la puede utilizar para lograr agua con calidad final y lograr la reutilización de estas con otro tratamiento acorde al uso que se le pretenda dar”. (J. Romeo Rojas 1999)

**Imagen 3.** Diagrama de flujo, sistema aeróbico.



**Fuente:** José Luis Arvizu Fernández, 1996.

### **II.13. Tratamiento de aguas residuales:**

“Las plantas de tratamiento para agua residuales tienen como objetivo minimizar la carga contaminante presente en el agua; esta disminución de concentraciones se realiza al direccionar el líquido por 4 tratamientos específicos”. (Marquez 2008)

“El objetivo de la separación del material grueso es eliminar todos los elementos contaminantes que podrían dificultar la operación al obstruir equipos mecánicos. Es por esta razón que, dentro de todo el proceso de tratamiento, la etapa de la separación tiene una importancia considerable, en la medida en que permite que el tratamiento de las aguas se lleve a cabo sin mayores problemas, aunque este material grueso representa porcentualmente solo una pequeña parte de los contaminantes, es preciso adoptar ciertas medidas de precaución para garantizar una operación confiable en las siguientes etapas”. (Marquez 2008)

“En el caso de aguas residuales municipales, el equipo que se utiliza principalmente está conformada por rejillas y un triturador para el material separado. En el caso de aguas residuales industriales, se emplean, además, diferentes filtros y tamices”. (Marquez 2008)

#### **II.14. Fases De Una Planta De Tratamiento:**

“El grado de tratamiento requerido para un agua residual depende fundamentalmente de los límites de vertido para el efluente. El tratamiento primario se emplea para la eliminación de los sólidos en suspensión y los materiales flotantes. El tratamiento secundario comprende tratamientos biológicos convencionales y el tratamiento terciario, es para la eliminación de contaminantes que no se eliminan con los tratamientos biológicos convencionales”. (R. Ramalho 2017)

##### **II.14.1. Tratamiento primario:**

“Se emplea para la eliminación de los sólidos en suspensión y los materiales flotantes, impuesta por los límites, tanto de descarga al medio receptor como para poder llevar los efluentes a un tratamiento secundario, bien directamente o pasa por una neutralización u homogeneización”. (R. Ramalho 2017)

“Es el tanque, el cual es un sedimentador de las partes gruesas que van al fondo y donde las partículas livianas y las grasas se acumulan en la parte superior. En el tanque, al darse la acumulación de partículas, se define una primera etapa de tratamiento, y al darse una primera descomposición de la materia, por las condiciones anaerobias y la biodigestora lograda, se entra en lo conocido como un avance de una siguiente etapa biológica de tratamiento”. (Rosales Escalante 2005)

#### **Recomendaciones**

- a) Las rejillas deben ser limpiadas dos veces al día por la mañana y por la tarde al finalizar el turno.

- b) La rejilla frena el paso del agua lo cual ocasiona depósitos de arena aguas arriba.
- c) Por lo que es indispensable evacuar dichos depósitos, a fin de evitar malos olores o mal funcionamiento de las rejillas.
- d) Los sólidos retenidos en las rejillas deben ser extraídos con un rastrillo metálico elaborado especialmente para este trabajo y depositados por un espacio corto de tiempo (media hora) sobre la placa perforada, allí se escurre el agua en exceso de los sólidos gruesos que son transportados posteriormente a un contenedor.
- e) Para la recolección de los sólidos, el operador debe utilizar guantes de plástico que lo protegen del contacto directo y de posibles enfermedades.
- f) Asegurarse que la placa perforada para el escurrimiento se mantenga limpia y libre de sólidos.
- g) Limpiar todas las semanas con agua a presión todas las rejillas.
- h) Revisar una vez al año las rejillas y si se encuentran puntos de corrosión limpiar y pintar.
- i) Los desarenadores deben ser limpiados por lo menos una vez al día de preferencia temprano por la mañana.
- j) Trasladar con la carretilla las arenas a los lechos de secado.
- k) El desarenador fuera de operación debe quedar limpio de sedimentos o agua estancada.
- l) Revisar una vez por año las placas que trabajan como compuertas a fin de evitar que se oxiden o se deformen y pintar los posibles puntos de corrosión.
- m) La limpieza de los desarenadores al momento que se encuentran en operación, es decir, con el flujo del agua debe realizarse de la parte inicial a la parte final del Canal, en el sentido contrario del flujo y utilizar una pala con perforaciones.
- n) Laterales que permita el drenado de la arena.
- o) Las rejillas manuales tienen que ser limpiadas dos veces por día, por la

Mañana y por la tarde. Si la rejilla no es vigilada y limpiada regularmente, puede impedir el paso del agua y provocar refluo.

- p) En período de lluvia, la limpieza de una rejilla fina debería repetirse cada Media hora.
- q) Los malos olores que producen las materias sacadas de las rejillas se Combaten al recubrir éstos con cloruro de cal.
- r) Se necesita un control diario de la cámara desarenadora, especialmente de la Cantidad de arena decantada.
- s) Los productos de vaciamiento tienen que transportarse inmediatamente a los Lugares previstos para los depósitos. (Planta de tratamiento San Miguel Petapa 2006)

#### **II.14.2. Tratamiento secundario:**

“Comprende tratamientos biológicos convencionales. En cuanto al tratamiento terciario su objetivo fundamental es la eliminación de contaminantes que no se eliminan con los tratamientos biológicos convencionales”. (R. Ramalho 2017)

“La sistemática utilizada está basada en los conceptos de procesos y operaciones unitarios. El objetivo final es el desarrollo de los principios de diseño de aplicación general, para cualquier tratamiento de aguas residuales, que permita conseguir una selección adecuada de los procesos y el diseño de los equipos requeridos”. (R. Ramalho 2017)

“Consecuentemente, la descripción de los procesos de tratamiento para plantas específicas, refinarias, acerías, tratamiento de superficies, fábricas de pastel y papel cervcerías”. (R. Ramalho 2017)

“Segunda etapa: Es la que se cumple con el drenaje. En esta etapa se dan dos situaciones: una de ellas es la continuación del tratamiento secundario, por medio de



la biodegradación de la materia orgánica disuelta en el efluente del tanque. Este proceso es realizado por las bacterias adheridas a las piedras; la otra situación, es la que representa la capacidad de absorción del terreno existente”. (Rosales Escalante 2005)

#### **II.14.3. Tratamiento terciario:**

“Se refiere a la remoción, tratamiento y disposición de los lodos. De cualquier sistema de tratamiento que se aplique a los líquidos que evacuan excrementos u otros desechos orgánicos, siempre se obtendrá como materia básica sedimentada o mineralizada lo que comúnmente se llaman lodos”. (Rosales Escalante 2005)

“Los lodos son los sólidos que se han separado de las aguas contaminadas, y que por lo general se depositan en el fondo de los sistemas de tratamiento integrados a cantidades de agua que ahora forman parte de su consistencia. Los lodos son una masa acuosa, semilíquida. Por su concentración de materia y de bacterias, en la mayoría de los casos, son más contaminantes que las mismas aguas que los traían”. (Rosales Escalante 2005)

“Este sistema se utiliza para recibir la descarga de agua residual proveniente de residencias individuales o de otras instalaciones sin tener una red de alcantarillado para las mismas. Son tanques que tienen como función sedimentar y desnatar, como un digestor anaerobio sin tener que mezclar ni calentar y se convierte en un tanque de almacenamiento de lodos”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

“Si un sistema presenta un tanque séptico además una instalación para disposición del efluente por absorción sobre el suelo, se tendrá un sistema convencional para el manejo de las aguas residuales in situ”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

## **II.15. Diseño de planta de tratamiento:**

### **II.15.1. Levantamientos Topográficos:**

“El principal objetivo de un levantamiento topográfico es determinar la posición relativa entre varios puntos sobre un plano horizontal, es decir define las inclinaciones del terreno. Esto se realiza mediante un método llamado altimetría; determina la altura entre varios puntos en relación con el plano horizontal definido anteriormente, esto se lleva a cabo mediante la nivelación directa”. (berrios 2015)

“Luego de realizarse este trabajo, es posible trazar planos y mapas a partir de los resultados obtenidos al realizar un levantamiento topográfico. Un levantamiento topográfico consta de dos etapas”: (berrios 2015)

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

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

En la actualidad para esta parte del trabajo topográfico existen softwares para el procesamiento de los datos obtenidos en el trabajo de campo de una manera más rápida, entre los cuales destacan el AutoCAD civil 3D y el CivilCAD”. (berrios 2015)

### **II.15.2. Métodos para efectuar los levantamientos:**

“Los levantamientos se harán por métodos Aero fotogramétricos con control terrestre o totalmente por métodos topográficos con tránsito y nivel. El levantamiento de ciudades cuyo número de habitantes estimado a 20 años sea superior a 100,000 se establecerán redes de triangulación, al seguir las especificaciones que al respecto fije el Instituto Geográfico Nacional”. (infom, normas generales para el diseño de alcantarillado 2001)

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

Dentro del área urbana actual, debe instalarse como mínimo, una referencia de tránsito”. (infom, normas generales para el diseño de alcantarillado 2001)

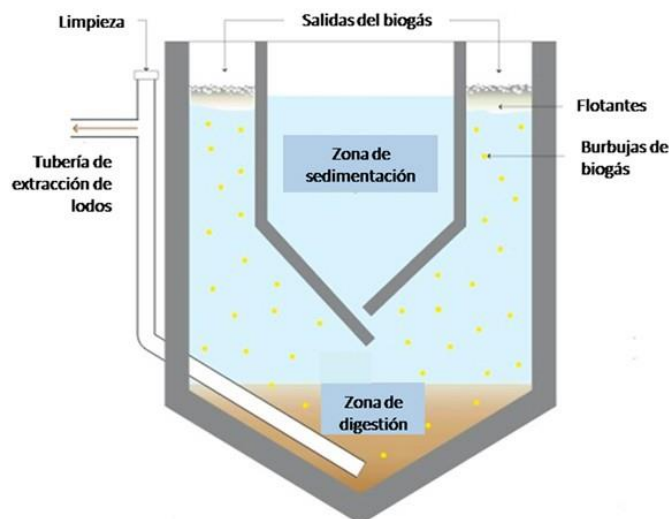
### II.15.3. Tanque Imhoff:

“El tanque Imhoff es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos. Los tanques tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas; sin embargo, para su uso concreto es necesario que las aguas residuales pasen por un proceso de tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena”. (infom, normas generales para diseño de alcantarillados 2001)

El tanque Imhoff típico tiene forma rectangular y se divide en tres compartimientos”:

- a) Cámara de sedimentación
- b) Cámara de digestión de lodos
- c) Área de ventilación y acumulación de grasa”. (infom, normas generales para diseño de alcantarillados 2001)

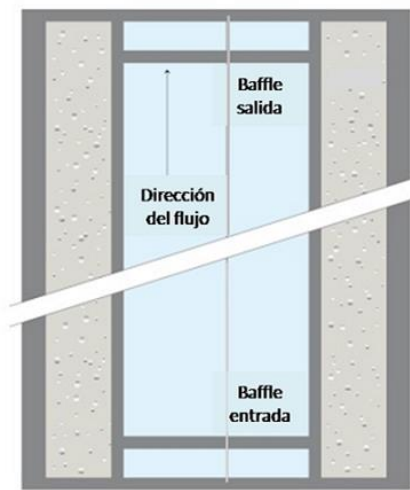
**Imagen 4.** Tanque Imhoff:



d) **Fuente:** Karl Imhoff, 1906.

**Procesos físicos:** “las aguas a tratar ingresan en la zona de sedimentación y, por la acción de la gravedad, los sólidos sedimentables abandonan esta zona y acumula, en forma de lodos, en la zona de digestión. Por su parte, los flotantes, aceites y grasas, se acumulan en la superficie de la zona de sedimentación, que cuenta con baffles, a la entrada y a la salida, para impedir que estos flotantes escapen con los efluentes tratados”. (Imhoff 1906)

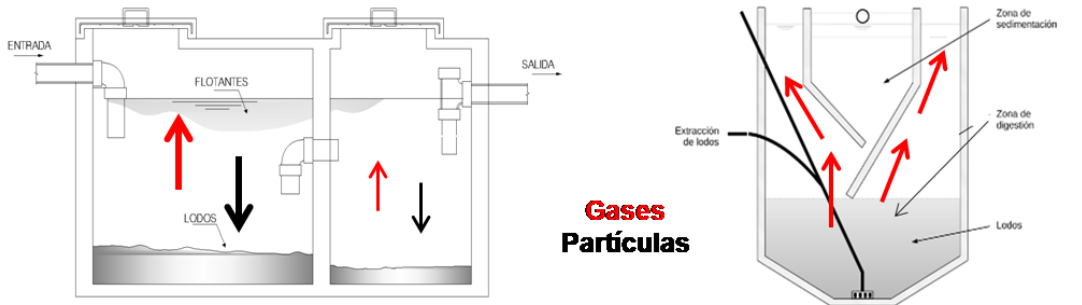
**Imagen 5.** Vista superior de un tanque Imhoff.



**Fuente:** Karl Imhoff, 1906.

“La especial configuración de la apertura que comunica las zonas de sedimentación y de digestión impide el paso de gases y partículas de lodos desde la segunda a la primera, con lo que se evita que los gases, que se generan en la digestión, afecten a la decantación de los sólidos sedimentables, tal y como ocurre en el caso de las fosas sépticas. Desde este punto de vista, se puede afirmar que los tanques Imhoff vienen a ser fosas sépticas mejoradas”. (Imhoff 1906)

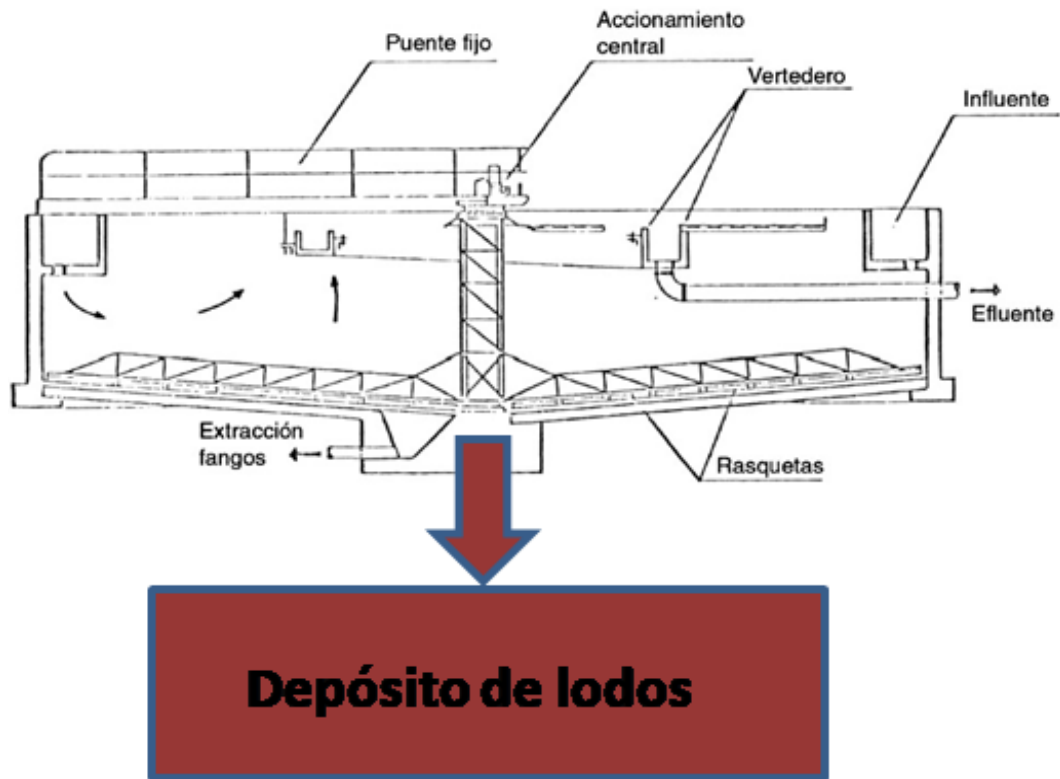
**Imagen 6.** Fosa Séptica vs. Tanque Imhoff.



**Fuente:** Karl Imhoff, 1906.

“En los tanques Imhoff se dan, de forma conjunta, los procesos de decantación (zona de sedimentación) y espesamiento y digestión de lodos (zona de digestión). En cierto modo, viene a ser como si a un sedimentador primario le colocásemos debajo un depósito para la acumulación y digestión de los lodos sedimentados, lo que evita su extracción de forma continuada”. (Imhoff 1906)

**Imagen 7.** Similitud del sedimentador primario con depósito de lodos.



Fuente: Karl Imhoff, 1906.

#### II.15.4. Lagunas de aerobias:

“Este tipo de lagunas se usan para la degradación de la materia orgánica mediante la actividad de bacterias aerobias que consumen el oxígeno producido por las algas”.  
(belgrano 2021)

“La descomposición de materia orgánica se produce en un medio aeróbico, el oxígeno disuelto favorece el desarrollo y multiplicación de algas y bacterias necesarias para el proceso. Por este motivo el líquido de esta laguna es de color verde y sin olores”.  
(belgrano 2021)

### **II.15.5. Lagunas facultativas:**

“Poseen una zona aerobia y una anaerobia situadas respectivamente en superficie y fondo, por ello, se puede encontrar cualquier tipo de microorganismo que reacciona con un medio que también puede poseer cierto tipo de algas que dependen del constante cambio de oxígeno”. (J. Romeo Rojas 1999)

“Las lagunas de estabilización constituyen un sistema de tratamiento bioquímico de crecimiento suspendido, sin recirculación de sólidos sedimentados. A pesar de constituir el sistema más simple y sencillo de tratamiento de aguas residuales, son de una naturaleza muy compleja desde el punto de vista de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos responsables de su eficiencia”. (J. Romeo Rojas 1999)

“El crecimiento de algas en las lagunas facultativas representa, básicamente, el suministro de oxígeno fotosintético para la actividad aerobia bacteriana y, por otro lado, la necesidad de removerlas de la laguna para controlar el aumento de la concentración de sólidos en suspensión, y el material biológico biodegradable. La concentración de algas se representa generalmente por la concentración de clorofila”. (J. Romeo Rojas 1999)

“Las variaciones locales de parámetros climáticos como la radiación solar, función de la latitud donde se sitúa la laguna, de la nubosidad, y el aire, por un lado, de la cota a la cual se sitúa la laguna y de la disponibilidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, determinan la porción de la laguna que estará destinada a la producción de algas, y por lo tanto de oxígeno derivado de la fotosíntesis”. (J. Romeo Rojas 1999)

“La parte superior de la laguna recibe oxígeno además de la re aireación a través de la interface aire líquido. Esta se verá favorecida en el caso que la zona tenga un régimen de vientos más o menos permanente. La variación de la cantidad de luz incidente produce cambios sustanciales en las condiciones de la laguna facultativa. El

nivel de luz al cual la tasa de absorción de CO<sub>2</sub> por fotosíntesis iguala la tasa de pérdida del dióxido de carbono en la respiración se denomina punto de compensación de luz”. (J. Romeo Rojas 1999)

#### **II.15.6. Laguna de maduración:**

“Las lagunas de maduración o pulimento, en general prosiguen de un proceso de laguna facultativa primaria o secundaria, están diseñadas principalmente para el tratamiento terciario, es decir, la eliminación de patógenos, nutrientes y posiblemente algas. Forman parte de las lagunas de Oxidación o estabilización por lo que tiene características y procesos de construcción similares”. (vicente 2015)

“Son muy poco profundas (por lo general 0,9 a 1 m de profundidad), para permitir la penetración de la luz a la parte inferior y condiciones aeróbicas durante toda la profundidad. La carga en el estanque de maduración se calcula sobre la suposición de que 80% de la DBO se ha eliminado en el tratamiento anterior”. (vicente 2015)

“Tiene como objetivo la eliminación de bacterias patógenas, además de este objetivo contribuye a la nitrificación del nitrógeno amoniacal y clasifica el efluente, suelen constituir la última etapa de tratamiento”. (vicente 2015)

#### **Tipos de laguna de estabilización:**

“Una laguna de estabilización es, básicamente, en una estructura simple para embalsar las aguas residuales domesticas con el objeto de mejorar sus características sanitarias. El tratamiento de aguas residuales ocurre por medio de la interacción de la biomasa entre bacterias y algas, por lo general se construyen a poca profundidad y con periodos de retención relativamente grandes de varios días, se diferencia de otros sistemas de tratamiento en que no requiere energía externa para su funcionamiento a excepción de la luz solar que es la generadora de la fotosíntesis en las algas”. (vicente 2015)



**Lagunas anaerobias:**

“Son las que reciben el agua bruta y por lo tanto las de mayor carga orgánica. La mayor parte del agua se encuentra en condiciones anaerobias y son las bacterias las encargadas de actuar en la digestión del fango acumulado. El objeto de estas lagunas es retener la mayor carga orgánica posible”. (belgrano 2021)

“Son las que reciben y degradan mayor cantidad de materia orgánica por acción de bacterias anaeróbicas, sin la presencia de oxígeno disuelto en el agua. El proceso de transformación de la materia puede generar olores”. (belgrano 2021)

**Lagunas aerobias:**

“Son grandes depósitos de poca profundidad donde los microorganismos se encuentran en suspensión y prevalecen condiciones aerobias. El oxígeno es suministrado en forma natural por la aeración de la superficie o por la fotosíntesis de las algas. La población biológica comprende bacterias y algas principalmente protozoarios y rotíferos, en menor medida. Las algas constituyen la mejor fuente de oxígeno para mantener las condiciones aerobias y los protozoarios y rotíferos ayudan a mejorar la calidad del efluente al alimentarse de las bacterias”. (vicente 2015)

“La descomposición de materia orgánica se produce en un medio aeróbico, el oxígeno disuelto favorece el desarrollo y multiplicación de algas y bacterias necesarias para el proceso. Por este motivo el líquido de esta laguna es de color verde y sin olores”. (belgrano 2021)

**II.16. Construcción de Planta de Tratamiento****II.16.1. Caudal de Diseño:**

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

concepto se agregará un 10 por ciento del caudal doméstico. Sin embargo, en áreas donde no hay drenaje pluvial podrá usarse un valor más alto”. (infom, normas generales para el diseño de alcantarillado 2001)

### **II.16.2. Cálculo Hidráulico:**

“En general, se usará en el diseño, secciones circulares al funcionar como canales a sección parcialmente llena. El máximo que se permite lleno para diseño, es un 74% del diámetro del tubo”. (infom, normas generales para diseño de alcantarillados 2001)

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

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

En el cual:

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

D = Diámetro de la sección circular (pulgadas)

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

n = coeficiente de rugosidad de Manning

= 0.014 para tubos de concreto

= 0.010 para tubos de PVC”.

“Con los gráficos de relaciones de sección parcial o de preferencia por métodos analíticos se calcularán las condiciones hidráulicas de los tubos parcialmente llenos”. (infom, normas generales para el diseño de alcantarillado 2001)

### **II.16.3. Excavación:**

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

“El volumen de excavación se calcula mediante la siguiente formula y sus dimensiones en m<sup>3</sup>”. (Arévalo 2005)

$$V = [(H_o - H_f) / 2 \times L \times t]$$

Donde:

V= Volumen de excavación, (m<sup>3</sup>).

H<sub>o</sub>= Profundidad del primer pozo, (m).

H<sub>f</sub>= Profundidad de segundo pozo, (m).

L= Longitud entre pozos, (m).

t= Espesor

#### **II.16.4. Pozo de visita:**

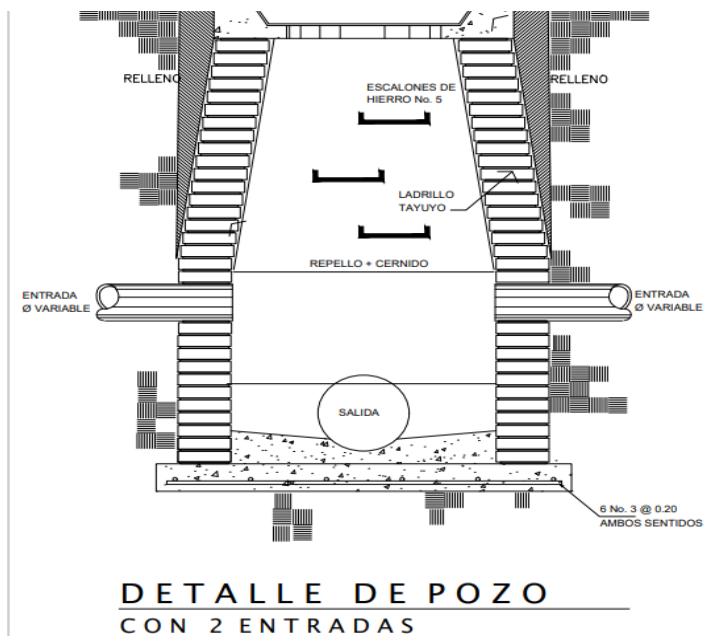
“Son obras accesorias de un sistema de drenaje sanitario, los cuales son construidos con el fin de proporcionar acceso al sistema para realizar trabajos de limpieza e inspección, construyéndose por lo general de mampostería o concreto. (Antillon 2010) Según las Normas Generales para Diseño de Alcantarillado del INFOM, los pozos de visita deberán ser colocados”:

- a) Donde hay cambio de diámetro en la tubería.
- b) Donde hay cambio de pendiente de la tubería.
- c) En cambios de dirección horizontal para diámetros menores a 24”.
- d) En las intersecciones de tuberías colectoras.
- e) En los extremos superiores de ramales iniciales.

- f) A distancia no mayor de 100 metros en línea recta, para diámetros menores a 24”.
- g) A distancia no mayor de 300 metros en línea recta, para diámetros mayores a 24”.
- h) A una distancia no mayor a 30 metros en las curvas de colectores visitables.

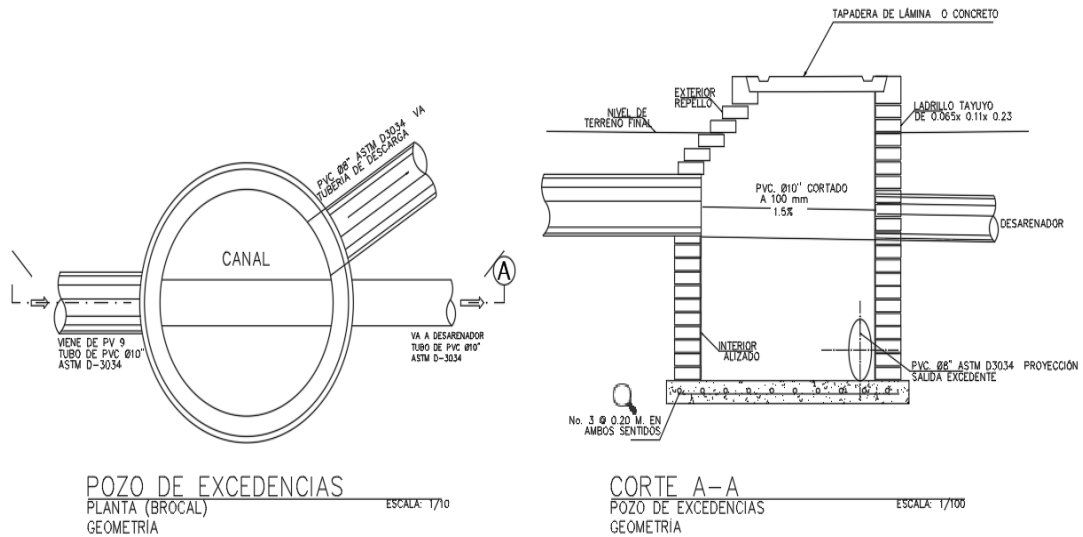
En los puntos en los que se dé un cambio de material de la tubería colectora”. (infom, normas generales para diseño de alcantarillados 2001)

**Ilustración 2.** Pozo de visita.



**Fuente:** Sistema de aguas residuales San Miguel Petapa, Guatemala, 2019.

### Ilustración 3. Pozo de excedencias.



**Fuente:** Sistema de aguas residuales San Miguel Petapa, Guatemala. 2019

#### II.16.5. Canal de regias:

“Para el material fino se utiliza aberturas de 5mm o menos, generalmente son mallas metálicas de acero, placas d acero perforado y pueden llegar a eliminar entre 5 a un 25% de sólidos en suspensión, para el material grueso aberturas entre 4, 8 o 9 cm. Para evitar que solidos de grandes dimensiones dañen el equipo”. (R. Ramalho, Tratamiento de Aguas Residuales 1,993)

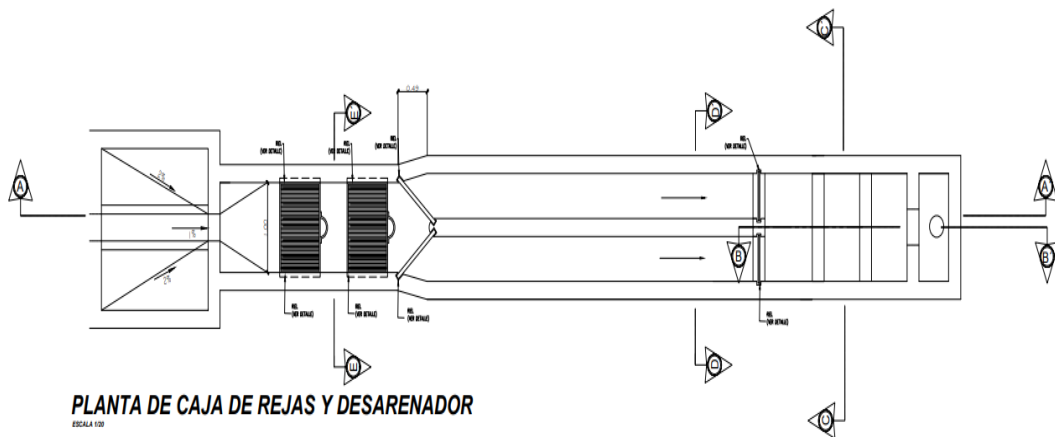
“Se emplea para reducir los sólidos en suspensión de distintos diámetros. Distancias de las rejillas dependerá del objeto que tengan las mismas, y la limpieza puede darse de forma manual o mecánica. Este material que se obtiene se clasifica en finos y gruesos”. (R. Ramalho, tratamiento de aguas residuales 1993)

### II.16.6. Desarenador:

“El sistema que más se utiliza para retirar la arena es el tipo rectangular de flujo horizontal, donde los principales elementos son sólidos como arenas, cenizas y grava. Estas pueden causar problemas de operación ya que pueden llegar a acumularse alrededor de las tuberías de entrada provocada una obstrucción de la misma. Este sistema está conformado por una caja o canal, donde los sólidos o partículas se desprende del líquido por gravedad”. (D. Salazar 2003)

“Las arenas pueden dañar a los equipos mecánicos por abrasión y causar serias dificultades de operación en los tanques de sedimentación y en la digestión de los lodos por acumularse alrededor de las tuberías de entrada o salida, lo que causa obstrucciones, o forma depósitos dentro de las unidades, lo cual disminuye así su capacidad de tratamiento”. (Marquez 2008)

**Ilustración 4.** Canal de rejillas + desarenador.



**Fuente:** Sistema de aguas residuales San Miguel Petapa, Guatemala. 2019

### **II.16.7. Remoción de grasas y aceites:**

“Remoción de grasas y aceites residencia individual o de otras instalaciones sin tener una red de alcantarillado para las mismas. Son tanques que tienen como función sedimentar y desnatar, como un digestor anaerobio sin tener que mezclar ni calentar y se convierte en un tanque de almacenamiento de lodos”. (Crites y Tchobanoglous 2,000)

“Si un sistema presenta un tanque séptico además una instalación para disposición del efluente por absorción sobre el suelo, se tendrá un sistema convencional para el manejo de las aguas residuales in situ tratamiento”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

Son conocidas por los especialistas que esto produce aguas arriba de la depuradora, lo que produce incrustaciones en las canalizaciones que conducen las aguas residuales hasta las depuradoras. Pero estas afecciones no se limitan sólo a las conducciones, sino que una vez en las depuradoras, continúan produciéndose otras de diferente manera. Además de consolidarse como un sólido hidrófobo, los aceites y grasas tienen otras propiedades que repercuten directamente en el proceso depurativo.

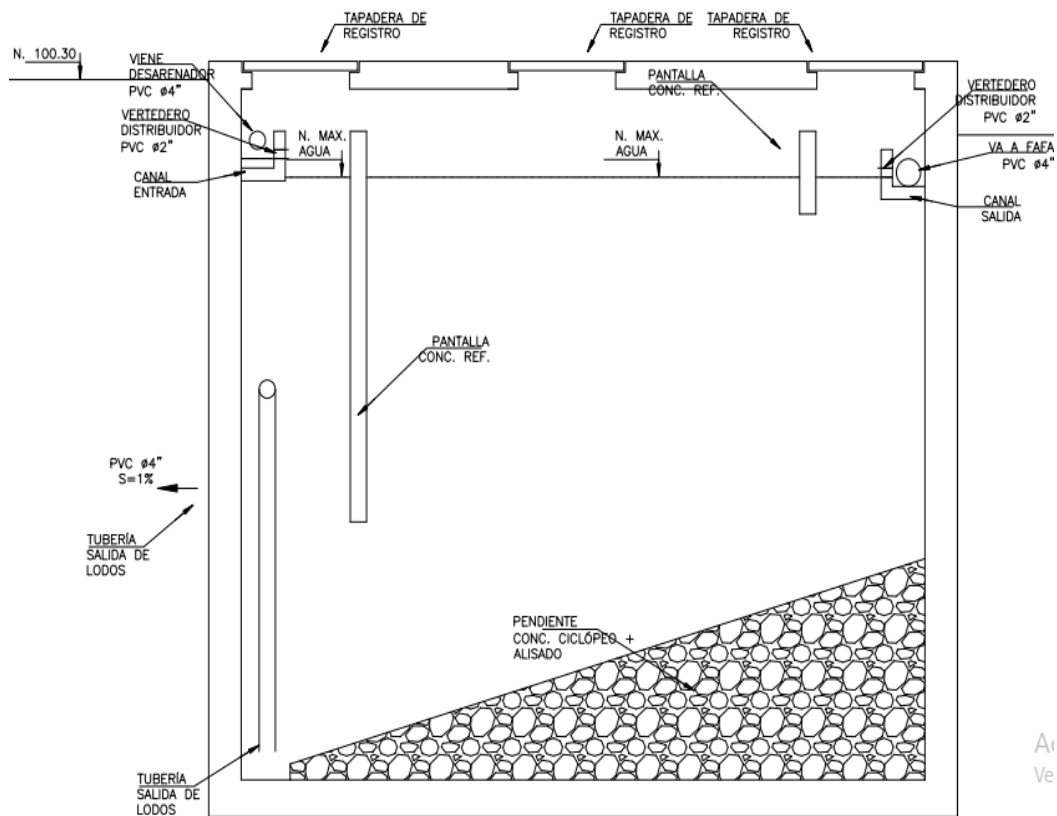
### **II.16.8. Sedimentador:**

“Este sistema tiene como fin la eliminación de arenas grasas, aceites, materiales en suspensión o cualquier otro solido suspendido presente en el afluente de entrada. Las medidas que se establecen de eficiencia se basan en la remoción de los sólidos suspendidos, altura útil, tiempo de retención y tipo de sección transversal del tanque”. (Roldan Pérez 2003)

“Un sedimentador es una tecnología que está diseñada para eliminar sólidos suspendidos por sedimentación. También se le llama decantador, tanque de asentamiento o tanque de sedimentación. La baja velocidad del flujo en un sedimentador permite que las partículas sedimentables se hundan, mientras los

componentes que pesan menos que el agua flotan hacia la superficie. El principal propósito de un sedimentador es facilitar la sedimentación al reducir la turbulencia y la velocidad de la corriente de aguas residuales”. (tilley 2014)

**Ilustración 5.** Sedimentador de concreto.



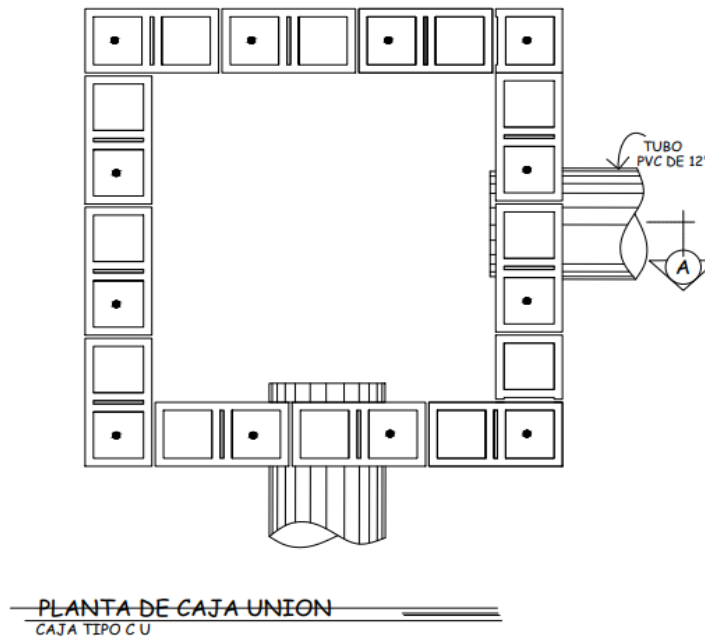
**Fuente:** Sistema de aguas residuales San Manuel Chaparrón, Guatemala. 2020

**II.16.9. Caja unificadora de caudales:**

“Es la caja que sirve para reunir dos o ms caudales previamente captados. Su capacidad será de acuerdo con el número de fuentes, al reunir la cantidad de cada una de ellas”. (Crites y Tchobanoglous 2000)



**Ilustración 6.** Caja de unión.



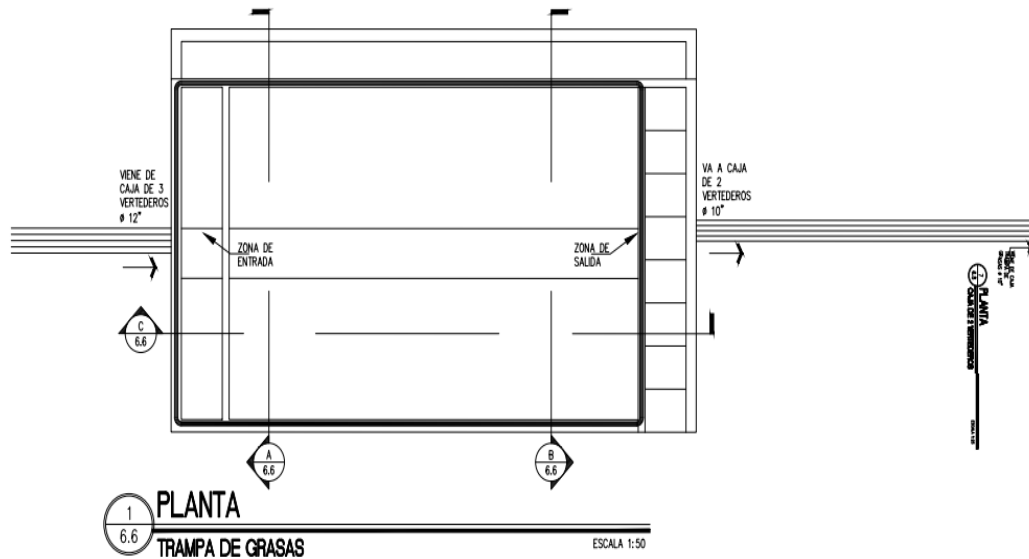
**Fuente:** Sistema de aguas residuales San Miguel Petapa, Guatemala. 2019.

#### **II.16.10. Trampa de grasas:**

“Remoción de grasas y aceites residencia individual o de otras instalaciones sin tener una red de alcantarillado para las mismas. Son tanques que tienen como función sedimentar y desnatar, como un digestor anaerobio sin tener que mezclar ni calentar y se convierte en un tanque de almacenamiento de lodos. Si un sistema presenta un tanque séptico además una instalación para disposición del efluente por absorción sobre el suelo, se tendrá un sistema convencional para el manejo de las aguas residuales in situ tratamiento”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

“Para la remoción se aplica un sistema de barrido superficial de espuma o natas, al momento de ingresar las aguas residuales pasa a una zona de remoción de grasas por medio de un vertedero control, donde estas se atrapan y se retiran tratamiento”. (Crites y Tchobanoglous 2000)

### Ilustración 7. Trampa de grasas.



Activar Windows

**Fuente:** Sistema de aguas residuales San Miguel Petapa, Guatemala. 2019

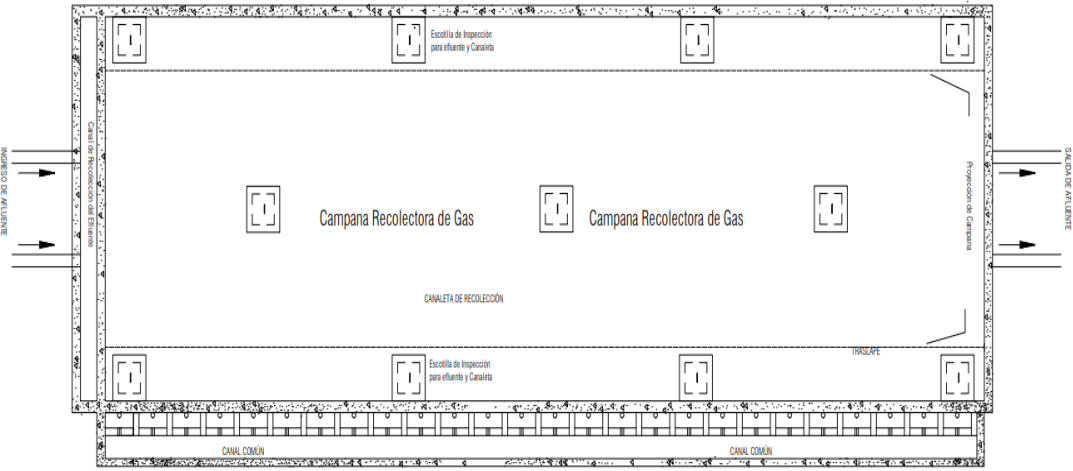
#### II.16.11. Rafa:

“El tratamiento de agua residual doméstica en reactores anaerobios de lecho de lodos y flujo ascendente (RAFA) presenta importantes ventajas frente a los métodos aerobios convencionales tales como la generación mínima de lodos excedentes y la producción de metano. Sin embargo, los efluentes suelen requerir postratamiento para mejorar su calidad, lo que puede ser visto como una desventaja del proceso de tratamiento anaerobio”. (A 2011)

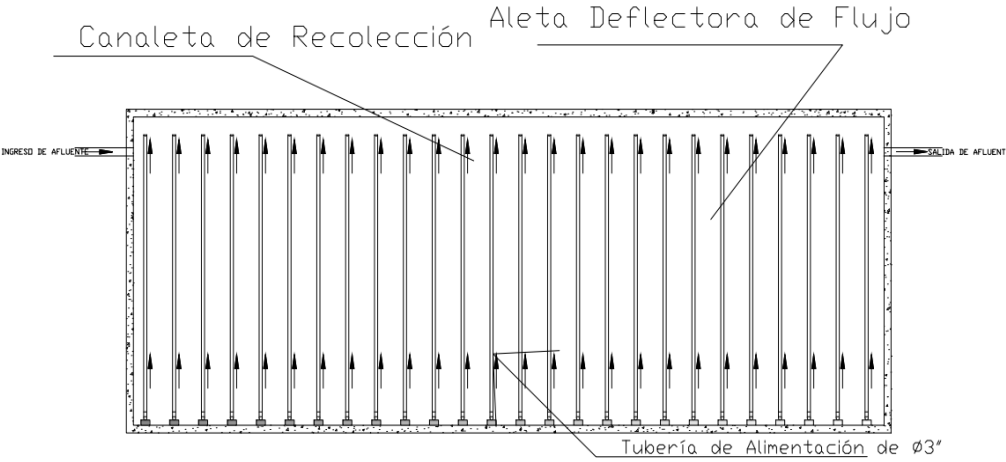
“Como lo indica presenta un flujo ascendente y la parte superior cuenta con un sistema que separa gas –liquido- solido, lo que evita la salida de los sólidos del efluente y ayuda a una mejor evacuación del gas. La debilidad de este proceso radica en la

lentitud del proceso de arranque del reactor, es necesario darle uniformidad al caudal, corrección de pH continua y requiere un mayor cuidado ver sus alternativas”. (D. Salazar 2003)

**Ilustración 8.** Planta de sistema Rafa.



**PLANTA DE SISTEMA RAFA**



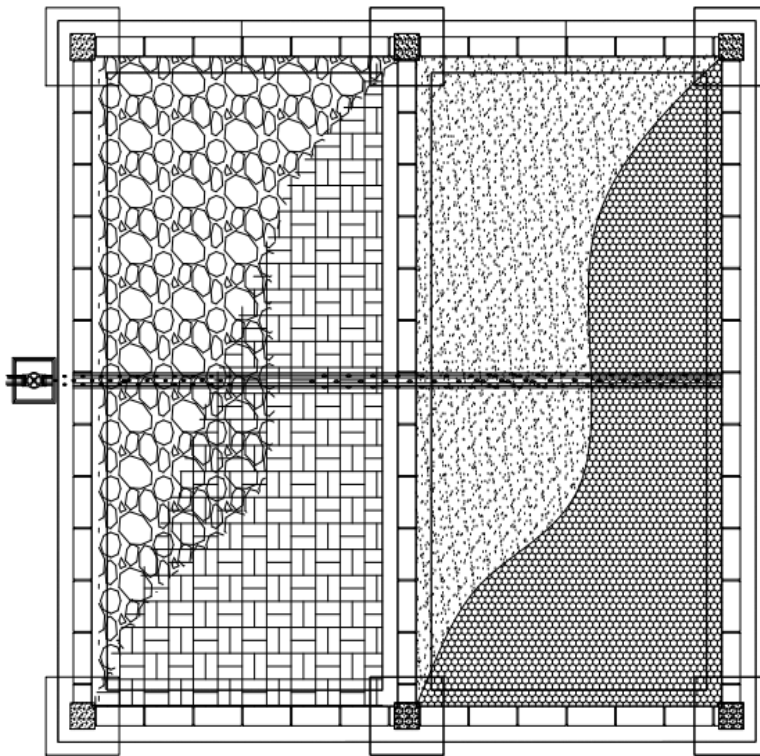
**SECCION LONGITUDINAL DE SISTEMA RAFA**

**Fuente:** Sistema de aguas residuales San Miguel Petapa, Guatemala. 2019

### II.16.12. Patio de lodos:

“Es la forma de tratamiento de lodos más sencillos, ya que el lodo tiene mucho contenido líquido, se coloca el lodo en una plataforma de ladrillo, la base está conformada por diferente tipo de suelos con la función de filtrar el residuo líquido de los lodos. Al utilizar la radiación solar se deshidratan los lodos hasta que se vuelvan sólidos, este sistema depende de factores como la temperatura solar, intensidad de lluvia, humedad de los suelos y la ubicación tendrá un periodo de secado que varía en tres 3 a 6 meses”. (D. Salazar 2003)

**Ilustración 9.** Patio de lodos.



**PLANTA PATIOS LODOS**

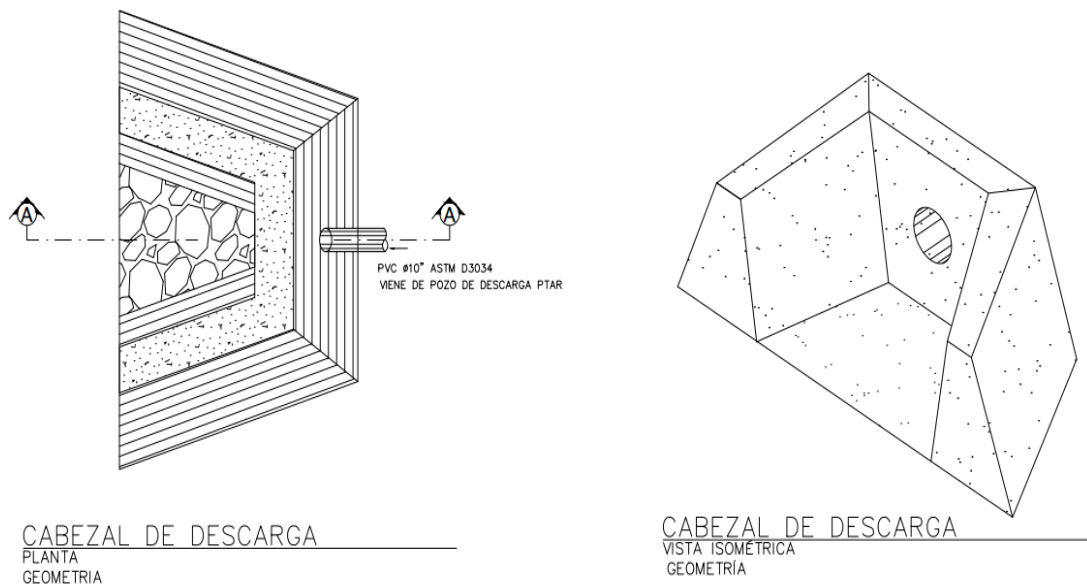
**Fuente:** Sistema de aguas residuales San Miguel Petapa, Guatemala. 2019

Act  
Ve a

### II.16.13. Cabezal de Descarga:

“Un tratamiento de este tipo debería remover la mitad de los sólidos suspendidos de las aguas residual tratada, la biooxidación se considera despreciable, las ventajas que es de fácil operación y de bajo costo, aunque sus niveles de eficiencia normalmente no alcanzan para el cumplimiento con las normas de calidad de agua”. (Campos Gómez 2003)

**Ilustración 10.** Cabezal de Descarga.



**Fuente:** Sistema de aguas residuales San Miguel Petapa, Guatemala 2019

### II.16.14. Opciones de tratamiento secundario:

“Humedades: Su funcionamiento es parecido al de las lagunas, con la diferencia que se utilizan plantas acuáticas en vez de algas, las cuales brindan el oxígeno para el desarrollo de las bacterias. Hay que tomar en cuenta que se necesita una cosecha de las plantas periódicamente, con lo que el proceso requiere de más atención que en una laguna”. (D. Salazar 2003)

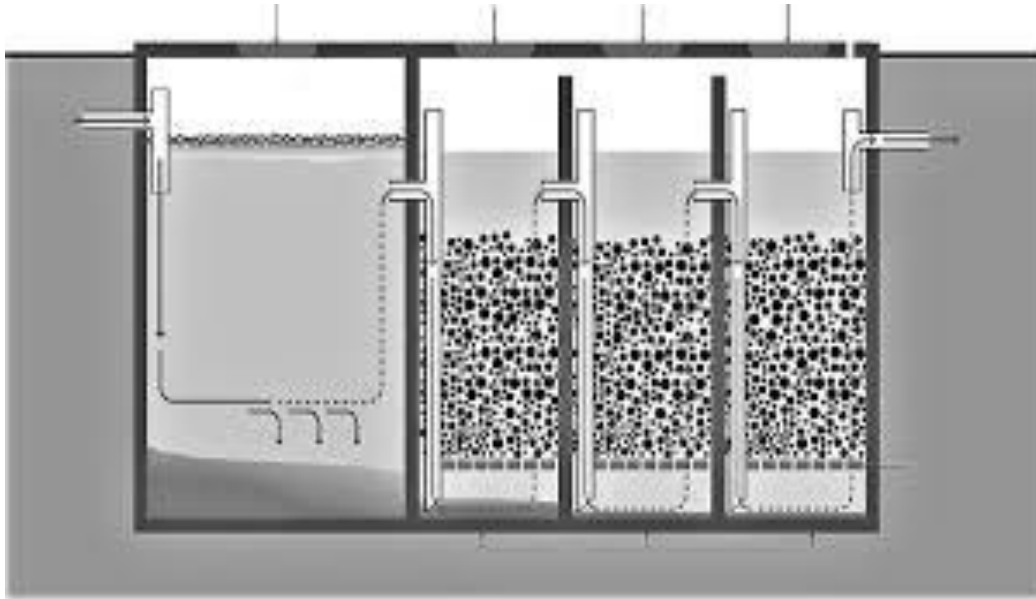
### II.16.15. Filtros anaerobios:

“Son también conocidos como filtros sumergidos, este tipo de sistema está diseñado para que se lleve a cabo un tratamiento anaerobio por medio de un crecimiento de biomasa por adherencia. La principal diferencia ante un filtro percolador es que la alimentación del agua residual se da por el fondo del sistema y el producto final abandona por la parte superficial o superior”. (Niño y Perez 2004)

“El material se encuentra completamente sumergido en el agua residual entrante y por ello no hay presencia de aire en absoluto, de esta manera crea las condiciones anaerobias necesarias para su funcionamiento. La única problemática significativa que presenta es al momento que se tiene elevadas concentraciones de sólidos en suspensión puede obstruir el filtro lo cual dañaría el sistema”. (Niño y Perez 2004)

El filtro anaerobio también puede utilizarse para el tratamiento secundario con el fin de reducir la carga orgánica para el posterior tratamiento aerobio.

**Ilustración 11.** Patio de lodos.



**Fuente:** Sistema de aguas residuales San Miguel Petapa, Guatemala. 2019

**II.16.16. Desfogue:** “Hay que considerar que en el presente proyecto las aguas de alcantarillado sanitario se desfoguen. Para poder hacerlo deben estar debidamente tratadas, y aplicar las normas establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente, para lograr mitigar daños al ambiente y a los pobladores cercanos al lugar de desfogue. Para este proyecto se recomienda realizar un tratamiento de aguas residuales, con el fin de mitigar los daños que se pudieran producir por no tratar las aguas negras”. (Arévalo 2005)

**II.17. Legislación vigente sobre plantas de tratamiento.**

“Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos” acuerdo gubernativo No. 236-2006

“Artículo 1. Objeto: El objeto del presente Reglamento es establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reúso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. Lo anterior para que, a través del mejoramiento de las características de dichas aguas, se logre establecer un proceso continuo que permita”:

- a) Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.
- b) Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización.
- c) Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada.

También es objeto del presente Reglamento establecer los mecanismos de evaluación, control y seguimiento para que el Ministerio.

Artículo 16. Parámetros para aguas residuales y valores de descarga a cuerpos receptores:

Los parámetros de medición para determinar las características de las aguas residuales son los siguientes:

- a) Temperatura
- b) Potencial de hidrógeno
- c) Grasas y aceites
- d) Materia flotante
- e) Sólidos suspendidos totales
- f) Demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días a veinte grados Celsius
- g) Demanda química de oxígeno
- h) Nitrógeno total

“Artículo 8. instrumentos de evaluación, control y seguimiento ambiental: Para los efectos del cumplimiento del artículo 97 del Código de Salud, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales al aprobar un Instrumento de Evaluación Ambiental a los entes generadores nuevos, incluirá en la resolución el dictamen relacionado con la descarga de aguas residuales de conformidad con lo establecido en el presente Reglamento”. (gubernativo 2006)

Para efectos de verificación y control del cumplimiento de este Reglamento, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales deberá utilizar los Instrumentos contenidos en el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental.

“Artículo 13. caracterización del afluente y del efluente de aguas residuales: La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, que vierten éstas en un cuerpo receptor o al alcantarillado público, deberá realizar la caracterización del afluente, así como del efluente de aguas residuales e incluir los resultados en el estudio técnico”. (ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006 2006)



parámetros de aguas para reúso:

“Artículo 34. Autorización de reúso. El presente Reglamento autoriza los siguientes tipos de reúso de aguas residuales, que cumplan con los límites máximos permisibles que a cada uso correspondan”.

**Tipo I:**

“Reúso para riego agrícola en general: uso de un efluente que debido a los nutrientes que posee se puede utilizar en el riego extensivo e intensivo, a manera de ferti-riego, para recuperación y mejoramiento de suelos y como fertilizante en plantaciones de cultivos que, previamente a su consumo, requieren de un proceso industrial, de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 35. Se exceptúa de este reúso los cultivos considerados en el tipo II”. (ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006 2006)

**Tipo II:**

“Reúso para cultivos comestibles: con restricciones en el riego de áreas con cultivos comestibles que se consumen crudos o pre cocidos, como hortalizas y frutas. Para el caso de coliformes fecales y demanda bioquímica de oxígeno, deberá cumplirse de conformidad con los límites máximos permisibles del artículo 35.

Adicionalmente, para otros parámetros, deberán cumplir los límites máximos permisibles presentados en el cuadro del artículo 21 del presente Reglamento, a excepción de sólidos en suspensión, nitrógeno total y fósforo total”. (ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006 2006)

“Es el Organismo Nacional de Normalización de Normas de Economía, lo cual se ratifica en el decreto No. 78-2005, Ley Del Sistema Nacional de Calidad. La función de COGUANOR es desarrollo actividades e Normalización que contribuya a mejorar la competitividad de las empresas nacionales y elevar la calidad de los productos y

servicios que dichas empresas ofertan en el mercado nacional e internacional”. (Fair y Geyer 1971)

“Acuerdo gubernativo 236-2006 sobre la descarga de aguas residuales y lodos: Su objetivo es establecer los requisitos que tiene que cumplirse que tiene que cumplirse esto con el fin de proteger a los receptores de aguas residuales, y promover el desarrollo del reúso hídrico para poder tener gestión integrada y sobre todo promover la conservación y mejoramiento del reúso hídrico, esto aplica para todos los habitantes que manejan aguas residuales”. (gubernativo 2006)

## **II.18. Equipo de protección personal recomendado para operadores de PTAR**

“La seguridad ocupacional puede definirse como un conjunto de técnicas que tratan de la prevención de accidentes en los centros de trabajo, así como también de las condiciones físicas de estos.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales, en las cuales sus operadores están expuestos a sufrir cualquier percance, como en cualquier otro lado, por lo que debemos estar prevenidos, las técnicas que se han incluido los cuales son los siguientes”:

### **II.18.1 Equipo de protección personal:**

Es la última barrera entre el riesgo y el hombre, su uso colector reduce la gravedad de las lesiones que pueden ocurrir al trabajador.

#### **Señalización:**

Las señales informan, previenen y advierten.

Los actos inseguros ocasionan la mayoría de accidentes: muchas veces los accidentes son consecuencias de actos inseguros, entre los cuales podemos mencionar:

- a) Usar equipos inseguros y usarlos sin seguir las reglas de seguridad.

- b) Trabajar en posiciones inseguras.
- c) No usar equipos de protección personal. (Crites y Tchobanoglous 2000)

**Reglas básicas de seguridad:**

Las normas de seguridad son sistemas de control con el objetivo de generar normas de comportamiento y tomar en cuenta las medidas para controlar y prevenir los riesgos que se puedan dar en el área de trabajo o en un proceso determinado.

Remediar o reportar las condiciones, herramientas y equipos inseguros. (Crites y Tchobanoglous 2,000)

- a) Seguir las instrucciones y no arriesgarse, en caso de duda preguntar.
- b) Usar las herramientas y equipos apropiados para el trabajo.
- c) Usar siempre el equipo de protección personal.
- d) Equipo de protección personal:

“Como una manera de reducir la gravedad de un accidente y la posibilidad de contraer enfermedades contagiosas en todo centro de trabajo, surge el equipo de protección personal como una barrera entre los trabajadores y estos riesgos”. (Ricola 1,900)

“En todo centro de trabajo es indispensable el empleo obligatorio del equipo de protección apropiado a la índole de la labor que realizan los trabajadores.

Podemos ver que el cuerpo humano es una maquina irremplazable por lo que el cuidado es muy importante, por tanto, a continuación, se presentan alguna sugerencia para mantener en buenas condiciones en cada una de las partes que corren mayor peligro a la hora de que los operadores de la planta de tratamiento realizan sus actividades”. (Ricola 1,900)

**Imagen 8.** Equipo de protección personal recomendado para operadores de PTAR



**Fuente:** SIGO Lideres de señalización, Julio 2017

### **Aseo y orden:**

“La limpieza y el orden en los lugares de trabajo su principal objetivo es el evitar que ocurran accidentes ya sean por caídas o golpes como consecuencia de suciedad o el desorden, suelos resbaladizos, materiales que estén colocados en lugares muy transitados o donde hagan estorbo, así como también la acumulación de sobrantes de material”.

“Podemos ver a continuación un listado de actividades que debes realizar para mantener las herramientas, equipo e instalaciones limpias”. (Ricola 1,900)

- a) Limpia de acuerdo a lo especificado en el manual de mantenimiento y operación cada uno de los dispositivos que integran la planta de tratamiento.
- b) Coloca en su lugar cada una de las herramientas y el equipo que ha sido utilizado en las labores realizadas.
- c) Limpia el cuarto y los espacios donde se guarde el equipo, herramienta y materia utilizada.
- d) Coloque la ropa de trabajo en el guardarropa asignado”. (Ricola 1,900)

## II.18.2 Herramienta:

“Todo trabajador debe estar consiente que luego de ocupar las herramientas tiene que dejarlas limpias y en el lugar correcto de almacenamiento para poder disminuir el riesgo a accidentes, además de orden y limpieza que se debe tener en cuenta, muchos accidentes suceden debido a que los trabajadores no han aprendido a usar las herramientas correctamente su adecuado empleo y mantenimiento facilitara tu trabajo. Sugerencias: se te presenta algunos ejemplos de cómo realizar algunas labores de forma correcta”. (Ricola 1,900)

**Imagen 9.** Aseo y orden.



**Fuente:** EMOI, S.A. 2019

### **Cuadro herramienta / actividad:**

#### **Cuadro 1.** Herramientas utilizadas en la limpieza de la planta de tratamiento.

**Cuadro herramienta / actividad**

**Herramientas utilizadas en la limpieza de la planta de tratamiento**

<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
<b>Rastrillo metálico</b>	Limpieza de rejillas, recolección de hojas y basuras
<b>Vara metálica con gancho en un extremo</b>	Limpieza de rejillas
<b>Manguera</b>	Lavado de las paredes de las rejillas, los canales de entrada y salida.
<b>Baldes</b>	Recolección de basuras.
<b>Carretilla</b>	Transporte de basuras y otros desechos; transporte de materiales.
<b>Escoba plástica</b>	Limpieza de aceras.
<b>Pala plástica con cepillo, pequeños</b>	Recolección de basuras.
<b>Machete</b>	Mantenimiento de césped
<b>Barra puntiaguda</b>	Recolección de basuras
<b>Barra larga para la medición de lodos</b>	Medición de lodos en tanques.

**Fuente:** Planta de tratamiento San Miguel Petapa, 2016.

#### **II.18.2.1. Operación y mantenimiento:**

“Se recomienda agregar un kilogramo de alumbre por cada 800 a 2500 L. de lodo para aumentar el desprendimiento de gases. Debe tenerse en cuenta la humedad de los lodos que se apliquen, la superficie del lecho disponible, así como la necesidad de espacio para almacenamiento en los digestores. Una capa delgada se seca más rápidamente, y permite la más rápida remoción del lodo. La superficie del lecho debe mantenerse limpia y libre de todos los lodos que se hayan descargado anteriormente”. (Planta de tratamiento San Miguel Petapa 2006)

“Nunca deben descargarse los lodos sobre otros ya secos o parcialmente secos. Una vez descargados los lodos de un digestor, las tuberías de lodos deben escurrirse bien y hacer circular agua por ellas. Esto no solo evita el taponamiento de las tuberías, sino también el desarrollo de grandes presiones originadas por los gases”. (Planta de tratamiento San Miguel Petapa 2006)

“Niveles bajo y medio alto de complejidad se recomienda retirar el lodo con carretillas de mano, y ubicar tablonces sobre el lecho, a modo de andén. Para los niveles medio alto y alto de complejidad, se recomienda el empleo de camiones de volteo”. (Planta de tratamiento San Miguel Petapa 2006)

“En este caso deben tenerse andenes de concreto suficientemente anchos para que pasen estos vehículos sin dañar el lecho. Después de retirar los lodos, el lecho debe prepararse para la siguiente carga. Debe reponerse la arena que se haya perdido en limpiezas anteriores”. (Planta de tratamiento San Miguel Petapa 2006)

Las aguas residuales están caracterizadas por ser biológicamente desagradables, pueden ser tratadas por medios biológicos sin sustancias químicas.

Es importante que, para evaluación y seguimiento del funcionamiento de la PTAR, cumplan con lo indicado en el artículo 49 y 50 del Acuerdo Gubernativo 236-2006 que se refiera a toma de muestras de agua residual al año y medición de los caudales.

Los manuales de operación y mantenimiento, su principal objetivo es resumir de forma clara las actividades que deben realizarse y las veces que deben repetirse para asegurar el funcionamiento óptimo de las plantas de tratamiento.

En ningún momento debe ignorarse que el agua que entra a la planta de tratamiento es generada por los desechos generados por las diversas actividades humanas y por ese motivo es la causa de las enfermedades de todo tipo si no se toman las precauciones y medidas de higiene y seguridad adecuadas.

### **Criterios a seguir en el estudio de opciones:**

- a) “El método debe proveer una eficiencia de remoción de varias categorías de contaminantes.
- b) Alta estabilidad del sistema respecto a interrupciones en la fuente de energía, picos de carga, interrupción en la alimentación y/o contaminantes tóxicos.
- c) La flexibilidad del proceso debe ser alta, con respecto a la escala a la cual es aplicada, posibilidades de ampliación y posibilidad de mejorar la eficiencia.
- d) Sistema simple en su operación, mantenimiento y control ya que una buena operación no debe depender de la presencia de operadores e ingenieros experimentados.
- e) Requerimiento de área, en especial si no está disponible y/o el precio es alto.
- f) El número de etapas de procesos (diferentes) requeridos debe ser lo más bajo posible y el tiempo de vida del sistema largo.
- g) La aplicación del sistema no debe sufrir ningún problema en la disposición del lodo.
- h) La aplicación del sistema no debe ser acompañada con mal olor y problemas de malestar en la gente.
- i) El sistema debe ofrecer buenas posibilidades para recuperar subproductos útiles en irrigación y fertilización.
- j) Requerimientos disponibles y costo de reactivos químicos. Refacciones para equipos electromecánicos requeridos en el tratamiento de aguas residuales.

“Al considerar lo anterior, se afirma que el tratamiento primario no reúne el objetivo principal de un sistema de tratamiento, ya que sólo ofrece la remoción parcial de los contaminantes principales (DBO, DQO, Sólidos suspendidos), donde el tratamiento secundario se considera una opción práctica y confiable en la depuración total de los contaminantes principales”. (Canter 1998)



**Cuadro 2.** Actividades de operación y mantenimiento.

Unidad	Actividad	Frecuencia	Herramientas/equipo	Observaciones
Canal de rejas	Remoción de sólidos retenidos	Cada dos días	Guantes de hule	En ocasiones puede ser necesaria su inspección diaria El material removido debe ser depositado como residuo sólido
Sedimentadores primarios	Verificar flujo continuo	Cada 2 días		El flujo debe ser en sentido de entrada hacia salida, nunca, al contrario. Ver que no hayan obstrucciones
Trampa de grasas	Eliminación de sólidos flotantes	Cada día		El material removido debe ser depositado como residuo sólido
Sedimentadores primarios	Salida de lodos hacia almacén temporal	Cada 2 meses		Apertura de válvulas de salida de lodos hacia almacén temporal
FAFA	Verificar flujo continuo	Cada 2 días		
Sedimentador secundario	Verificar flujo continuo	Cada 2 días		
Sedimentador secundario	Salida de lodos hacia almacén temporal	Cada 2 meses		Apertura de válvulas de salida de lodos hacia almacén temporal
Clorador	Verificar funcionamiento disolución de pastillas	Cada día	Guantes de hule y mascarilla.	La cantidad de cloro a añadir dependerá del cloro residual medido en la salida de la PTAR
Clorador	Verificar existencia de pastillas/añadir pastillas	Cada día	Guantes de hule y mascarilla.	
Tanque de contacto	Verificar flujo continuo	Cada 2 días		
Tanque de contacto	Verificar ausencia de material flotante o sedimentado	Cada 15 días		Si hay material, deberá ser removido.
Tanque de contacto	Toma de muestras de agua	Cada 6 meses	Recipientes de toma de muestras	A realizar por personal calificado
Patios de secado	Verificar humedad del lodo	Cada 10 días		Inspección visual
Patios de secado	Eliminación de lodos secos	Cada 20 a 30 días		La frecuencia depende de las condiciones climáticas.

Fuente: Planta de tratamiento San Miguel Petapa, 2016

### II.18.3 Señalización dentro de la PTAR

“En la calle, en el trabajo o en cualquier lugar donde se encuentre reunido un grupo de personas, nos daremos cuenta que nuestro entorno está cubierto de señales puestas

ante nuestros ojos para brindarnos protección, para alertarnos de algún peligro, para darnos información, entre otras”. (Crites y Tchobanoglous 2,000)

“Todo centro de trabajo debe contar con una adecuada señalización dentro de sus instalaciones y el tipo de señales depende de la naturaleza de la industria. Para el caso de plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas las señales más importantes a distribuir dentro de las instalaciones es como también los puntos específicos donde se deben colocar son descritos a continuación”. (Crites y Tchobanoglous 2,000)

La señalización e identificación de cada elemento se haría con letras visibles, cada elemento con un número correlativo, para que se pueda ver claramente donde inicia y donde concluye el proceso de tratamiento.

“La señalización básica debe abarcar la rotulación de alertas e indicadores de usos de equipo de seguridad, y de las áreas de circulación, por donde se permita el paso sin correr el riesgo de un acto inseguro”. (republica 2006)

#### **II.18.4. Señales obligatorias:**

Las señalizaciones de seguridad son los elementos que son utilizados para referirse a un elemento, situación o actividad determinada, la cual proporciona una indicación u obligación utilizada para la seguridad o salud de los trabajadores en su área.

Este tipo de señalización es fundamental para la obligación de comunicar y dar a conocer la correcta información en materia de seguridad a los empleados, lo que puede reducir al mínimo el riesgo de accidentes.

“Obligan imponen un comportamiento adecuado en las plantas de tratamiento las señales obligatorias están referidas casi exclusivamente al uso del equipo de protección personal. Estas señales se ubicarán cerca del equipo de protección personal”. (D. Salazar 2,003)

**Imagen 10.** Protección personal.



**Fuente:** Yuswaldo Silva, F.P

**Señales de prohibición:** prohíbe un comportamiento que pueda generar peligro.

**Símbolo:** círculo con una línea transversal la cual es la que indica la prohibición fonda.

**Imagen 11.** Señales de prohibición.



**Fuente:** Ministerio de Trabajo, Argentina,2002

### **III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Para la comprobación del efecto se realizó el cálculo del tamaño de la muestra para una población de 1,800 habitantes de colonia Los Pinos, con el 90% de nivel de confianza y 9.5 % de error de muestreo se encuestó a una muestra de 72 habitantes del área en estudio para la comprobación del efecto.

Se obtuvo datos por parte de los 6 técnicos de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de Jalapa, para la comprobación de la causa mediante un censo, que responde a los diferentes enunciados planteados.

Se presenta a continuación los cuadros y las gráficas obtenidas en el trabajo de campo realizada por la investigadora; las que se clasifican de la manera siguiente:

Del cuadro 3 al 5 y gráfica 1 a la 3, se refiere a la comprobación de la variable dependiente; del cuadro 6 al 8 y gráfica 4 a la 6, se obtienen los datos para comprobar la variable independiente o causa principal.

### III.1. Cuadros y gráficas para la comprobación la variable dependiente (Y) o el efecto

**Cuadro 3.**

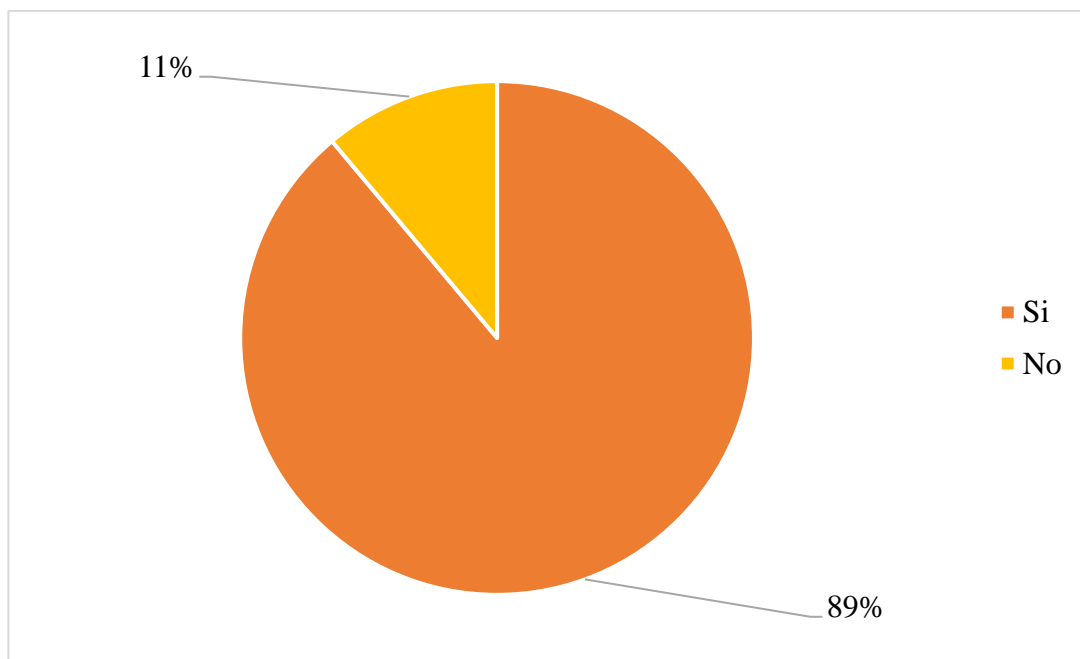
Habitantes que han padecido alguna enfermedad gastrointestinal.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	64	89
No	8	11
Totales	72	100

**Fuente:** Habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa, septiembre de 2020.

**Gráfica 1.**

Habitantes que han padecido alguna enfermedad gastrointestinal.



**Fuente:** Habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa, septiembre de 2020.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, la mayoría de los habitantes de colonia Los Pinos, ha padecido alguna enfermedad gastrointestinal, con lo que se ayuda a comprobar la variable dependiente, de la hipótesis planteada.

#### Cuadro 4.

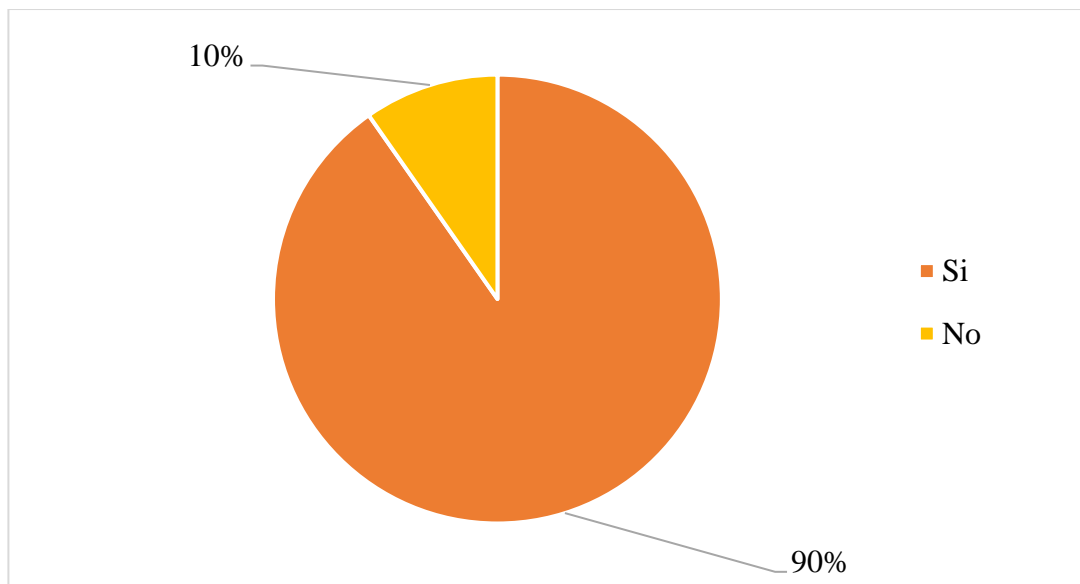
Habitantes que consideran que se pueden reducir los casos de enfermedades gastrointestinales.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	65	90
No	7	10
Totales	72	100

**Fuente:** Habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa, septiembre de 2020.

#### Gráfica 2.

Habitantes que consideran que se pueden reducir los casos de enfermedades gastrointestinales.



**Fuente:** Habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa, septiembre de 2020.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, la mayoría de los habitantes de colonia Los Pinos, considera que existe la posibilidad de reducción de enfermedades gastrointestinales con la implementación de una planta de tratamiento con lo que se ayuda a comprobar la variable dependiente, de la hipótesis planteada.

**Cuadro 5.**

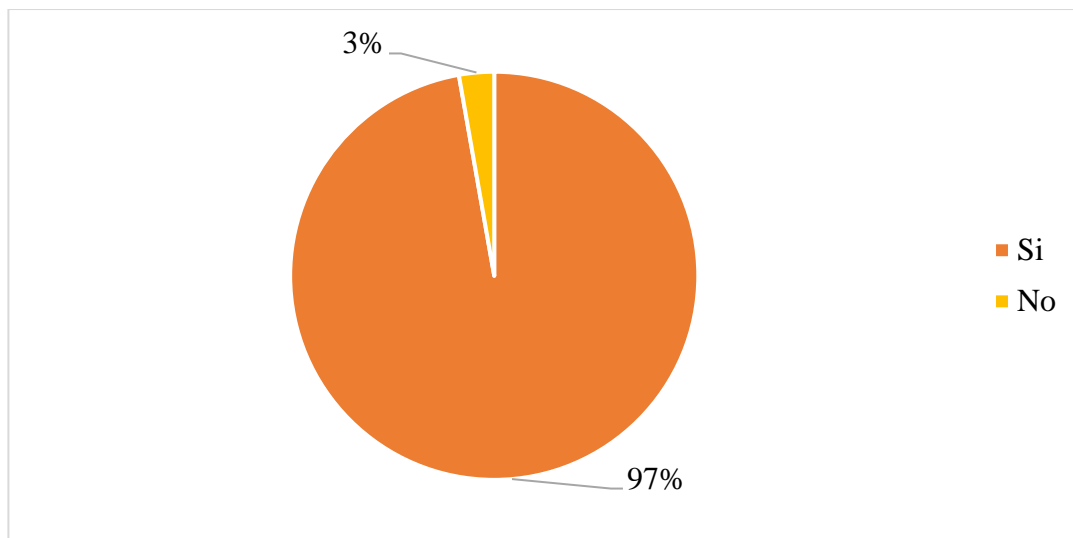
Habitantes que han implementado algún método para reducir los casos de enfermedades gastrointestinales:

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	65	97
No	7	3
Totales	72	100

**Fuente:** Habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa, septiembre de 2020.

**Gráfica 3.**

Habitantes que han implementado algún método para reducir los casos de enfermedades gastrointestinales.



**Fuente:** Habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa, septiembre de 2020.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anterior, la mayoría de los habitantes de colonia Los Pinos, han implementado algún método personal para reducir los casos de enfermedades gastrointestinales sin embargo no han sido métodos eficaces por el status económico que sufren los habitantes, por ende, se ayuda a comprobar la variable dependiente, de la hipótesis planteada.

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

**Cuadro 6.**

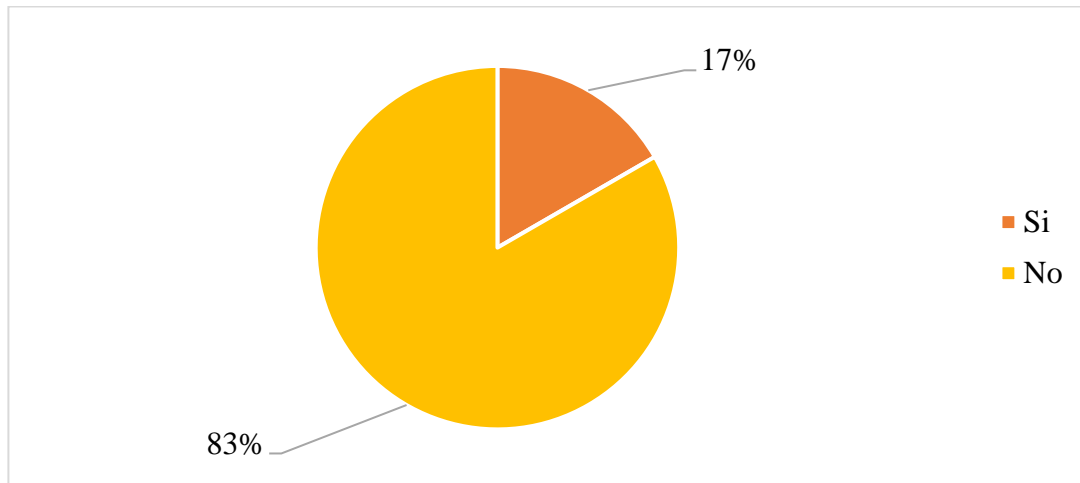
Técnicos que cuentan con el proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	1	17
No	5	83
Totales	6	100

**Fuente:** Técnicos de la Dirección Municipal de Planificación, (DMP) de Jalapa, septiembre de 2020.

**Gráfica 4.**

Técnicos que cuentan con el proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos.



**Fuente:** Técnicos de la Dirección Municipal de Planificación, (DMP) de Jalapa, septiembre de 2020.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anteriores, los técnicos de la Dirección Municipal de Planificación, no cuenta con el proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos, por ende, se ayuda a comprobar la causa.



### Cuadro 7.

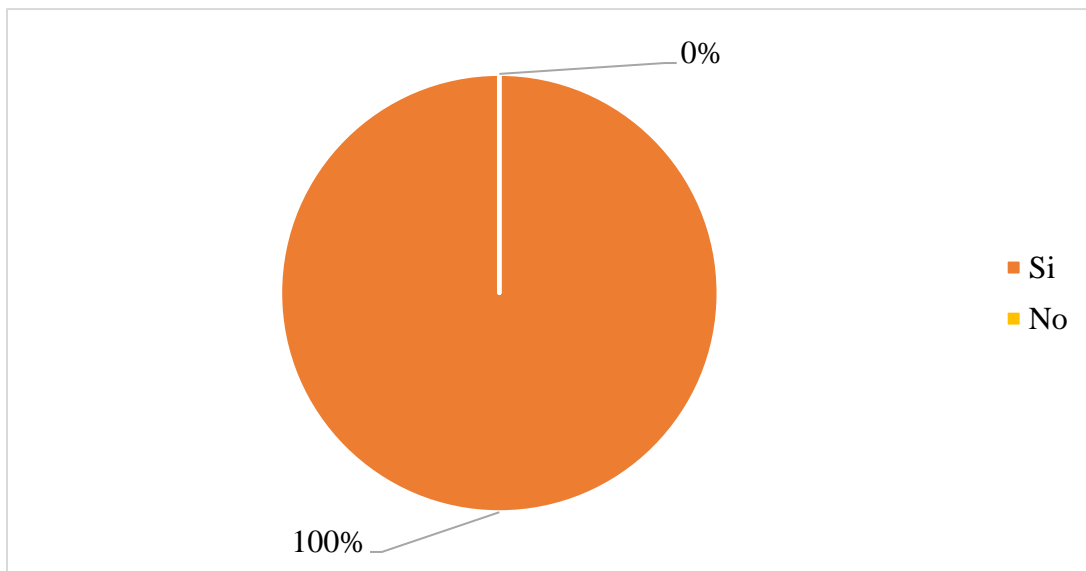
Técnicos que consideran importante la ejecución del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	6	100
No	0	0
Totales	6	100

**Fuente:** Técnicos de la Dirección Municipal de Planificación, (DMP) de Jalapa, septiembre de 2020.

### Gráfica 5.

Técnicos que consideran importante la ejecución del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en Colonia Los Pinos.



**Fuente:** Técnicos de la Dirección Municipal de Planificación, (DMP) de Jalapa, septiembre de 2020.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anteriores, los técnicos de Dirección Municipal de Planificación, (DMP) consideran importante la ejecución del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en Colonia Los Pinos, por ende, se ayuda a comprobar la causa.

### Cuadro 8.

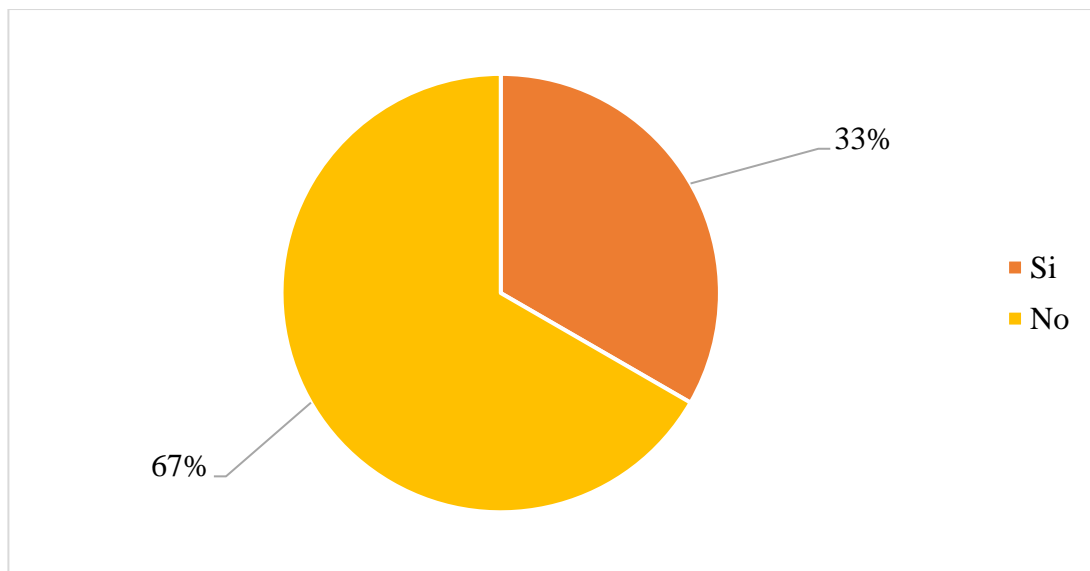
Técnicos que tienen contemplada dentro de su planificación, la ejecución del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	2	33
No	4	67
Total	6	100

**Fuente:** Técnicos de la Dirección Municipal de Planificación, (DMP) de Jalapa, septiembre de 2020.

### Gráfica 6.

Técnicos que tienen contemplada dentro de su planificación, la ejecución del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento.



**Fuente:** Técnicos de la Dirección Municipal de Planificación, (DMP) de Jalapa, septiembre de 2020.

Análisis: Como se puede apreciar en el cuadro y gráfica anteriores, más de la mitad de los técnicos de la Dirección Municipal de Planificación, no tiene contemplada dentro de su planificación, la ejecución del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento, por ende, se ayuda a comprobar la causa.

#### **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:**

Según la investigación realizada sobre la contaminación del riachuelo de colonia Los Pinos se logra llegar a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

##### **IV.1. Conclusiones:**

1. Se comprueba la hipótesis: “El incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa, en los últimos cinco años; por la contaminación del riachuelo; es debido a la falta de proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento.” 90% de nivel de confianza y 9.5% de error de muestreo.
2. Los habitantes de colonia Los Pinos tienen el problema del aumento de padecimiento de enfermedades gastrointestinales por la contaminación del riachuelo.
3. Se puede reducir los casos de enfermedades gastrointestinales de los habitantes de la colonia con un tratamiento adecuado de las aguas residuales.
4. Ante la problemática que presenta la colonia no puede implementar un proceso personal para reducir los casos de enfermedades gastrointestinales por el status económico que sufren los habitantes.
5. De acuerdo con las autoridades municipales de Jalapa, no se cuenta con un proyecto de diseño y construcción de una planta de tratamiento para Colonia Los Pinos.
6. Es importante establecer dentro de la planificación de las autoridades municipales la ejecución de un proyecto para la construcción de una planta de tratamiento para el área de estudio por medio de la gestión del Consejo Comunitario de Desarrollo.
7. La ausencia de un tratamiento adecuado para las aguas residuales vertidas en este riachuelo agudiza la problemática de proliferación de enfermedades al incrementar complicaciones en la salud de los habitantes.

#### **IV.2 Recomendaciones:**

1. Ejecutar el proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa.
2. Elaborar estudios dentro de la colonia para adquirir el conocimiento necesario para disminuir el incremento de vectores que afectan a la población.
3. Presentar a las autoridades encargadas informes sobre la extensión negativa que han tenido las enfermedades gastrointestinales y visitas a los centros de salud por los vecinos de Colonia Los Pinos y brindar una solución para mitigar las causas que lo provocan.
4. Reportar a las autoridades la inexistencia de personal encargado del control de las aguas residuales no tratadas.
5. Brindar una propuesta a las entidades encargadas de un proyecto de diseño y construcción de una planta de tratamiento.
6. Planificar la ejecución de una planta de tratamiento.
7. Ejecutar un proyecto de planta de tratamiento en el riachuelo, con el fin de garantizar el tratamiento adecuado para las aguas residuales y así disminuir las enfermedades gastrointestinales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. A, Cervantes. *Caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua tratada en un reactor UASB escala piloto*. Mexico: Rev. Mex. Ing. Quím., 2011.
2. *ACUERDO GUBERNATIVO No. 236-2006*. Guatemala: ecosistemas, 2006.
3. ambiente, Manual para la formación en medio. *parametros de calidad del agua* . España: LEX NOVA S.A.P.210., 2008.
4. ambiente, manual para la formación en medio. *Parámetros de calidad del agua* . España: LEX NOVA, S.A.P.210., 2008.
5. —. *parametros de calidad del agua*. España: LEX NOVA, S.A.P.210., 2008.
6. Antillon, Hugo. *diseño de drenaje sanitario para la zona 4 de tiquisate y pavimento del tramo de la cabecera*. Escuintla: tesis de licenciatura, universidad de san carlos de Guatemala, 2010.
7. Ar turo Campaña K., y Carlos Nieto C. *contaminacion de las aguas y politica para enfrentarlas*. Quito-Ecuador: CAMAREN, 2011.
8. Arévalo, Adán. *Diseño del drenaje sanitario sector la laguneta Aldea Don Justo* . Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005.
9. Arias, O. *fuentes de contaminacion del agua*. Ecuador: ESPE, 2014.
10. berrios, samuel. *propuesta de diseño de sistema de alcantarillado sanitario*. Managua: universidad nacional autonoma de nicaragua , 2015.
11. C, Rozman, y Cardellach F. *Nutrición para educadores*. Madrid: Díaz de Santos, 1995.
12. Campos Gómez, I. *Saneamiento Ambiental*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a distancia, 2003.
13. Canter, Larry W. *Manual de evaluacion de impacto ambiental* . Manual de evaluacion , España: castilla ediciones, 1998.

14. CATIE. *Diagnostico subcuencas prioritarias piloto xaya pixcaya*. Guatemala: Proyecto Regional de manejo de cuencas, 1988.
15. Cirelli, Fernández, y Alicia. *El agua: un recurso esencial* . Buenos Aires, Argentina: Quimica Viva, 2012.
16. contreras. *Diseño sistema de alcantarillado*. Guatemala: trabajo de Graduacion USAC, 2016.
17. Cordero, Maria De Lourdes, y Pablo Nelson Ullauri. *Fundamentos de hidraulica*. Colombia: Universidad de Cuenca, 1998.
18. Crites, R, y G. Tchobanoglous. *Sistema de manejo de aguas residuales para nucleos pequeños y descentralizados* . Santafe de Bogota, Columbia: McGraw-Hill interamericana S.A, 2000.
19. Crites, R., y G. Tchobanoglous. *Sistema De Manejo De Aguas Residuales Para Nucleos Pequeños y descentralizados*. Santafe de bogota, Columbia, McGraw-Hill interamericana S.A.: Tomo 1, 2,000.
20. Díaz-Báez. *Digestion anaerobia: una aproximacion a la tecnologia* . Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia , 2002.
21. Escobar, Jairo. *División de Recursos Naturales e Infraestructura*. America Latina: NU. CEPAL. , 2002.
22. ESPIGARES GARCÍA, M. y PÉREZ LÓPEZ, JA. *Aspectos sanitarios del estudio de las aguas*. Granada: Universidad de Granada, 1985.
23. Espigares, M, y Perez J. *Aguas Residuales*. Granada: Universidad de Granada, 1985.
24. Fair, G, y J Geyer. *ingenieria sanitaria y de aguas residuales* . Mexico: LIMUSA-WLEY S.A, 1971.
25. FERNÁNDEZ-JÁUREGUI, CARLOS. *Encuentros sobre el agua*. Euskal Herria: UNESCO, 2005.
26. G.A, Roldan Perez. *Bioindicacion de la calidad del agua en Colombia* . Colombia: universidad de Antioquia, 2003.
27. Glynn, H., y G. Heinke. *Ingenieria Ambiental*. Mexico : LIMUSA, 1999.

28. Glynn, H: & Heinke, G. *Ingenieria Ambiental*. Mexico: PRENTICE HALL, 1999.
29. Gómez, Campos. *Saneamiento ambiental*. San José, Costa Rica : Universidad estatal a distancia , 2003.
30. gubernativo, acuerdo. *Reglamento de las descargas y reusos de aguas residuales y de la disposicion de lodos* . Guatemala: acuerdo gubernativo, 2006.
31. IICA. *Manual de evaluacion de impacto ambiental de actividades rurales*. Uruguay: Ministerio de ganaderia, agricultura y pesca , 2000.
32. Imhoff, Karl. *tanque imhoff*. new york: third edition, 1906.
33. IMSS, y Medline. *clikisalud*. mexico: confederacion de ACCU crohn, 2009.
34. infom. *normas generales para diseño de alcantarillados* . Guatemala: NFOM, 2001.
35. —. *normas generales para el diseño de alcantarillado*. Guatemala: INFOM/normasalcantarillados, 2001.
36. Lopez, Adriana, y Valecia Elizabeth. *Diseño de un sistema de tratamiento para aguas residuales de la cabecera parroquial de San Luis*. Ecuador : Escuela superior politecnica , 2013.
37. Lozano-Rivas. *FUNDAMENTOS DE DISEÑO DE PLANTAS DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES* . Bogota colombia : Escuela Universitaria Politécnica de la Universidad de Sevilla, 2012.
38. Marquez, Rodrigo MARcelo ayala Fanola. *Apoyo didactico en la Enseñanza-Aprendizaje de la asignatura de planta de tratamiento*. universidad Mayor San Simon: Bolivia, 2008.
39. Martínez, Miriam Álvarez. *Diagnóstico microbiológico de las infecciones gastrointestinales* . españa: seimc, 2008.
40. Mendoza, J, M Montañés, y A. & Palomares. *Ciencia y tecnologia del medio ambiente* . Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia , 1998.

41. Niño, Z, y S & Llobregat, M. Perez. *Desarrollo de un programa de simulacion de procesos para el tratamiento de efluentes Liquidos* . Barcelona: Informacion tecnologia, 2004.
42. Onmeda, Redaccion. *Onmeda*. Madrid: onmeda, 2016.
43. P, Cervera. *Catálogo de Especialidades farmacéuticas*. Madrid: Consejo General de COF, 2005.
44. Pimentel, Hector Rogriguez. *las aguas residuales y sus efectos contaminantes*. Republica Dominicana: INDRHI, 2019.
45. «Planta de tratamiento San Miguel Petapa.» proyecto, 2006.
46. Prieto, Pol Bertran. *Enfermedades gastrointestinales mas comunes* . Barcelona : Medicoplus, 1996.
47. Prieto, Pol Bertran. *enfermedades gastrointestinales mas comunes*. Barcelona: Médicoplus, 1996.
48. R., Mitchell. *Introduction to Enviromental Microbiology*. España: Acribia S.A, 1989.
49. Raffino, María Estela. *Tratamiento de Aguas Residuales*. Argentina: The Encyclopaedia Britannica, 2019.
50. Ramalho, R. *Tratamiento de Aguas Residuales* . Barcelona , España : REVERTE,S.A., 1,993.
51. —. *tratamiento de aguas residuales*. Barcelona, España: REVERTÉ, S.A, 1993.
52. Ramalho, R.S. *tratamiento de aguas residuales*. Canada: faculty of science and Engineering, 2017.
53. Ramos Olmos, R. *El agua en el medio ambiente: Muestreo y Análisis*. California, EE.UU.: Universidad Autonoma Baja California.P.16, 2002.
54. residuales, colaboradores de informe aguas. «Aguas residuales.» españa, 2020.
55. Ricola, M. *Tratamiento de Aguas Industriales, Aguas y Procesos y Residuales*. Barcelona: MARCOMBO,S.A., 1,900.



56. Rigola, M. *Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales*. Barcelona, España: MARCOMBO, S.A, 1990.
57. Riquelme, L, y R & Gomez. *los recursos naturales de la region de murcia un analisis interdisciplinar* . España: Universidad de Murcia, 2003.
58. Rivas, William Antonio Lozano. *FUNDAMENTOS DE DISEÑO DE PLANTAS DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES* . colombia: Universidad Antonio Narino , 2012.
59. Roldan Pérez, G.A. *Bioindicacion de la calidad del agua en colombia* . colombia : universidad de Antioquia, 2003.
60. Romeo Rojas, J.A. *tratamiento de aguas residuales. Teoria y principios de diseño*. Bogotá D.C.: escuela colombiana de ingenieria , 1999.
61. Romeo Rojas, JA. *tratamiento de aguas residuales, Teoría y principios de diseño:Caracterizacion de aguas residuales*. Bogota, Colombia: Escuela colombiana de ingenieria, P. 17, 18., 2008.
62. Rosales Escalante, Elías. *Tanques sépticos. Conceptos teóricos*. Costa Rica : Tecnología en Marcha. , 2005.
63. Salazar, D. *Guia para el manejo de excretas y aguas residuales municipales*. Guatemala: PROARCA/SIGMA, 2003.
64. Salazar, D. *Guia Para el Manejo de Excretas y Aguas Residuales Municipales , Enfoque Centro America* . Guatemala: PROACRCA/SIGMA, 2,003.
65. Sans Fonfría, R, y J. Ribas. *Ingenieria Ambiental, contaminacion y tratamiento* . Barcelona: MARCOMBO,S.A., 1989.
66. Smith KR, Corvalan CF. *la contaminacion ambiental como factor determinante de la salud*. Madrid: Rev. Esp. Salud Publica, 2005.
67. Torres, E. *Rrutilizacion de aguas y lodos residuales*. Madrid: universidad politecnica de madrid , 2000.
68. Torres, E. *Reutilizacin de Aguas y Logos Residuales* . MADRID: Universidad Politecnica de Madrid, 2,000.

69. Valencia, Arboleda. *Teoría y práctica de la purificación del agua*. Bogotá: McGraw Hill, 2000.
70. Vázquez, Marjorie Márquez, y Sergio A. Martínez González. *Reactores Anaerobios de Flujo ascendentes*. Mexico: Centro Tecnológico Aragón , 2011.
71. vicente, satalaya. *evaluacion de la eficiencia del tartamiento de aguas residuales*. Ciudad de Uchiza,Peru: universidad nacional agraria , 2015.

## ANEXOS

### Anexo 1. Modelo de investigación y proyectos: Dominó

<b>Problema</b>	<b>Propuesta</b>	<b>Evaluación</b>
<p><b>1) Efecto o variable dependiente</b> Incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa, en los últimos cinco años.</p>	<p><b>4) Objetivo general</b> Disminuir los casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa.</p>	<p><b>15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general</b> <b>Indicadores:</b> Al cuarto año después de la implementación del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento se disminuyen los casos de enfermedades gastrointestinales en un 85% (...) <b>Verificadores:</b> Entrevistas, Encuestas, Reportes y estadísticas de los casos de enfermedades gastrointestinales. (...) <b>Cooperantes o Supuestos:</b> El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) contribuye con el monitoreo de los casos de enfermedades gastrointestinales.</p>
<p><b>2) Problema central</b> Contaminación del riachuelo de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa.</p>	<p><b>5) Objetivo específico</b> Reducir la contaminación del riachuelo de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa.</p>	<p><b>16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico</b></p>
<p><b>3) Causa principal o variable independiente</b></p>	<p><b>6) Nombre</b> Proyecto de diseño y construcción de planta de</p>	<p><b>16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico</b></p>

<p>Falta de proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa.</p>	<p>tratamiento en colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa.</p>	<p><b>Indicadores:</b> Al segundo año después de la implementación del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento se reduce la contaminación en un 75% (...) <b>Verificadores:</b></p>
<p><b>7) Hipótesis</b>  “El incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa, en los últimos cinco años; por la contaminación del riachuelo; es debido a la falta de proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento”.</p>	<p><b>12) Resultados o productos</b>  *Se cuenta con la unidad ejecutora “Municipalidad de Jalapa, Jalapa” * Se dispone del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento * Se dispone del programa de sensibilización a los habitantes.</p>	<p>Entrevistas, Encuestas, Reportes de supervisión, resultados de los análisis del agua residual. (...) <b>Cooperantes o Supuestos:</b> El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) contribuye con el programa de sensibilización a los habitantes.</p>
<p><b>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</b>  1. ¿Ha padecido alguna enfermedad gastrointestinal? Si__ No__ si es si  ¿Cuál? _____</p>	<p><b>13) Ajuste de costos y tiempo</b>  (No aplica)</p>	

2. ¿Considera que se pueden reducir los casos de enfermedades gastrointestinales? Sí \_\_\_ No \_\_\_ si es si ¿Cómo? \_\_\_\_\_

3. ¿Ha implementado algún método para reducir los casos de enfermedades gastrointestinales? Si \_\_\_ No \_\_\_ si es si ¿Cuál? \_\_\_\_\_

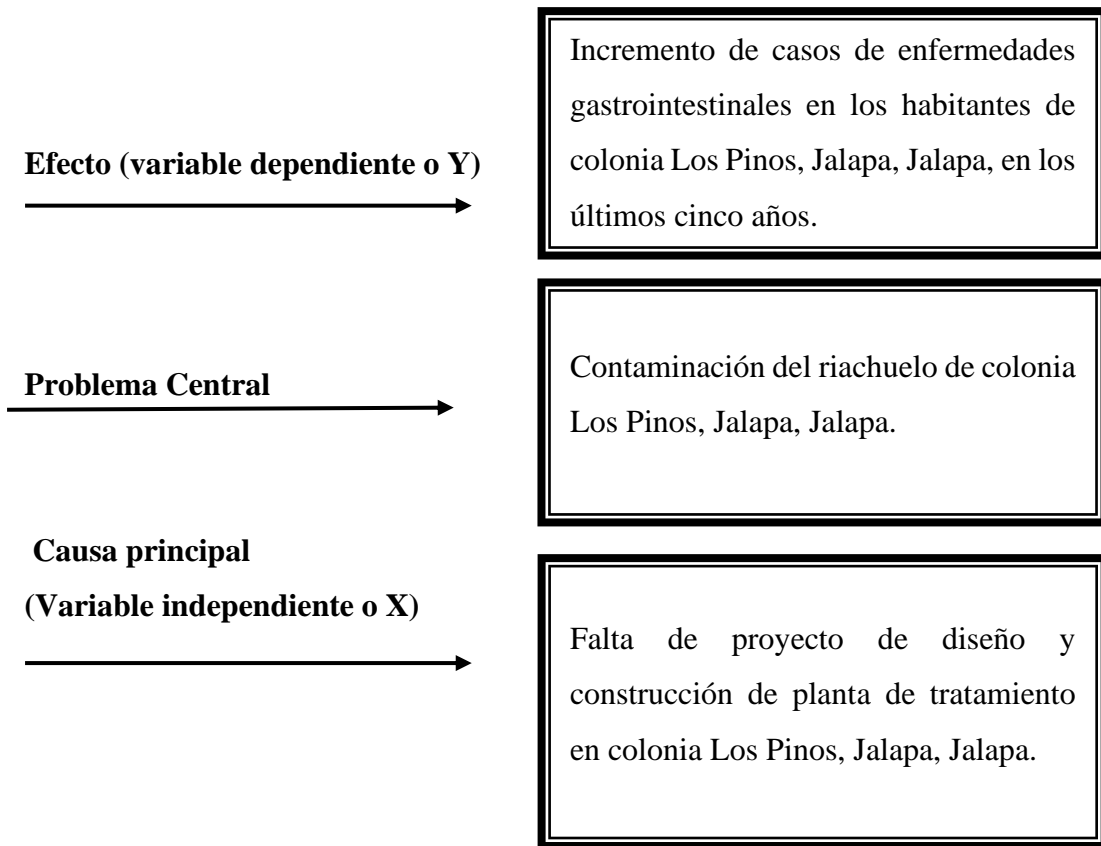
Será dirigida a los 3,000 habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa, Boletas 73, población finita, variable cualitativa (0.5 de P y 0.5 de Q.) Nivel de confianza 90% y error de muestreo 9.5%.

<p><b>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</b></p> <p>1. ¿Cuenta con el proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos? Sí___ No___</p> <p>2. ¿Considera importante la ejecución del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento? Si ___ No___</p> <p>3. ¿Tiene contemplada dentro de su planificación, la ejecución del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento? Sí___ No___</p> <p>Será dirigida a los 3 técnicos de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de Jalapa, Jalapa, mediante un censo.</p>	<p><b>14) Anotaciones, Aclaraciones y advertencias</b></p> <p>Forma de presentar resultados:</p> <p>El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1: Se cuenta con la unidad ejecutora “Municipalidad de Jalapa, Jalapa”.</p> <p>A1 An</p> <p>R2: Se dispone del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento.</p> <p>A1 An</p> <p>R3: Se dispone del programa de sensibilización a los habitantes.</p> <p>A1 An</p>
--	--

<p><b>10) Temas del Marco Teórico</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enfermedades gastrointestinales.</li> <li>2. Aguas residuales.</li> <li>3. Contaminación de ríos por aguas residuales.</li> <li>4. Causas y consecuencias de la contaminación de ríos.</li> <li>5. Diseño de planta de tratamiento.</li> <li>6. Construcción de planta de tratamiento.</li> <li>7. Legislación vigente sobre plantas de tratamiento.</li> </ol>	
<p><b>11) Justificación:</b></p> <p>El investigador debe de establecer la importancia de su tema de tesis proyectando el incremento de casos de enfermedades gastrointestinales con y sin el proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento.</p>	

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

**Tópico:** Contaminación del riachuelo.



### Hipótesis de trabajo

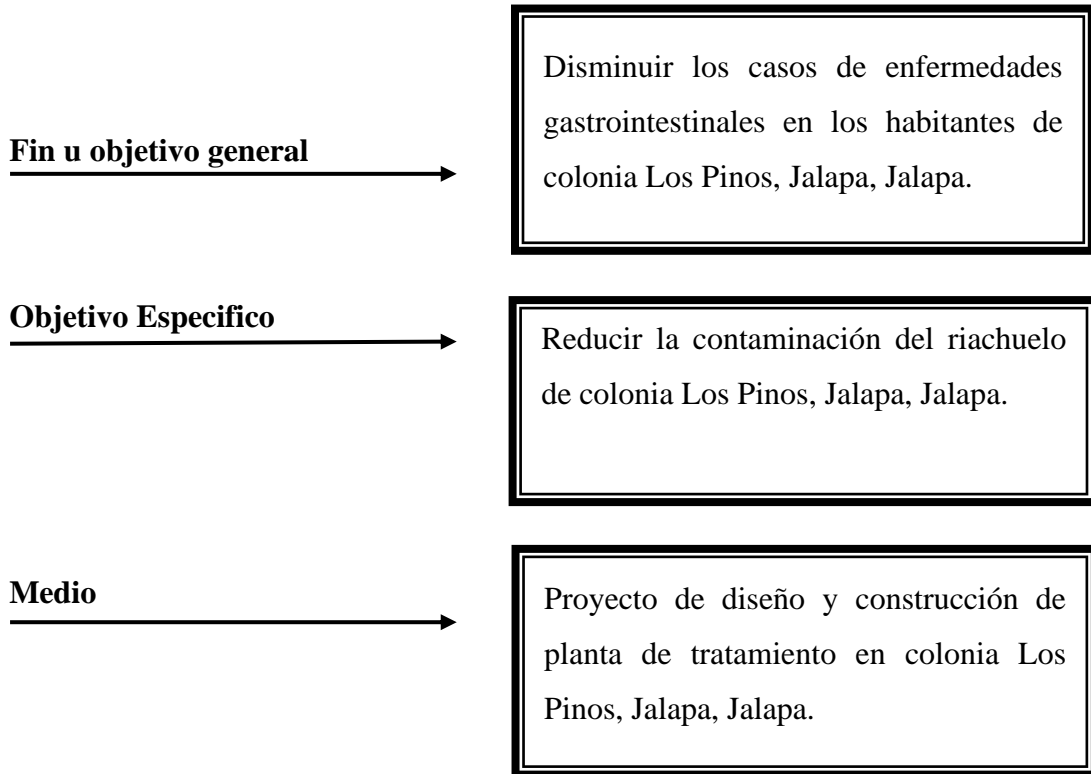
“El incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa, en los últimos cinco años; por la contaminación del riachuelo; es debido a la falta de proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento”.

¿Es la falta de proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento el incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa, en los últimos 5 años?

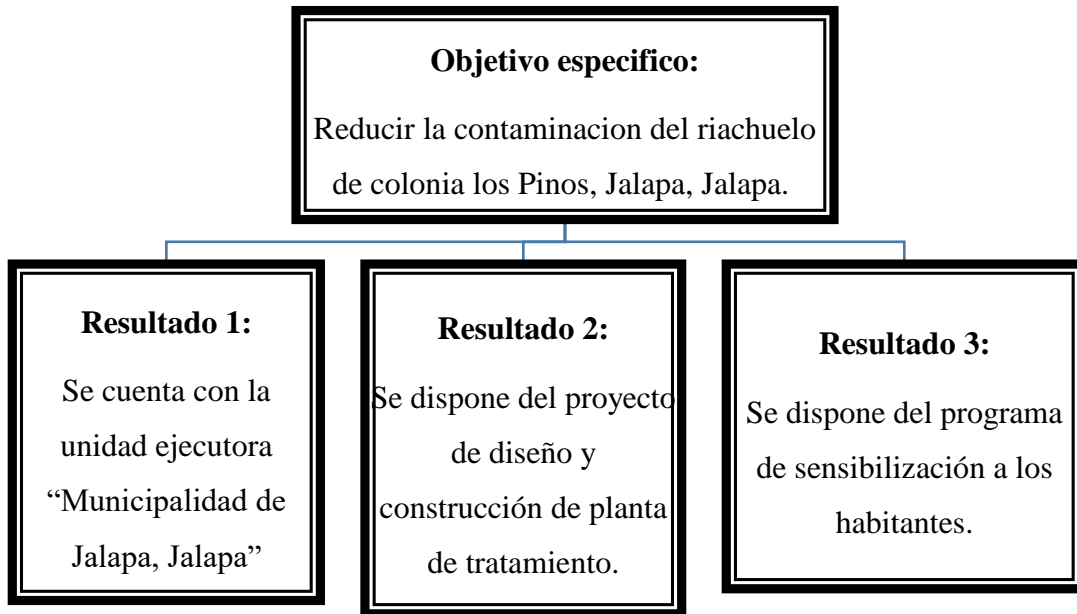


## Árbol de objetivos

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



**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 casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de colonia Los pinos, Jalapa, Jalapa, en los últimos cinco años.”**

Esta boleta está dirigida a los habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa; de acuerdo al tamaño de la muestra que se calculó con el 90% del nivel de confianza y el 9.5% de error de muestreo, por el sistema de población finita cualitativa.

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

1. ¿Ha padecido alguna enfermedad gastrointestinal?

Si\_\_ No\_\_ si es si ¿Cuál? \_\_\_\_\_

2. ¿Considera que se pueden reducir los casos de enfermedades gastrointestinales?

Sí \_\_\_ No \_\_\_ si es si ¿Cómo? \_\_\_\_\_

3. ¿Ha implementado algún método para reducir los casos de enfermedades gastrointestinales?

Si\_\_ No\_\_ si es si ¿Cuál? \_\_\_\_\_

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 dependiente siguiente: “Falta de proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa.”

Esta boleta censal está dirigida a los técnicos de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de Municipalidad de Jalapa, Jalapa.

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

1. ¿Cuenta con el proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

2. ¿Considera importante la ejecución del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

3. ¿Tiene contemplada dentro de su planificación, la ejecución del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento?

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 las a los habitantes de colonia Los Pinos.

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 = 72

N = Población = 1800

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**

Este coeficiente es un indicador estadístico que nos indica el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables. En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.9890 lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta; cuya fórmula simplificada es la siguiente:  $y = a+bx$ .

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

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

Los casos de enfermedades que se incluyen en el coeficiente se obtuvieron del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS).

Cálculo del coeficiente de correlación

Año	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
	(Años)	Casos de enfermedades gastrointestinales			
2016	1	62	62.00	1	<b>3844.00</b>
2017	2	88	176.00	4	<b>7744.00</b>
2018	3	95	285.00	9	<b>9025.00</b>
2019	4	115	460.00	16	<b>13225.00</b>
2020	5	136	680.00	25	<b>18496.00</b>
<b>Totales</b>	<b>15</b>	<b>496</b>	<b>1663.00</b>	<b>55</b>	<b>52334.00</b>

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	1663
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	52334.00
$\sum Y=$	496
$n\sum XY=$	8315
$\sum X*\sum Y=$	7440
Numerador=	875
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	261670.00
$(\sum Y)^2=$	246016.00
$n\sum X^2-(\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2-(\sum Y)^2=$	15654
$(n\sum X^2-(\sum X)^2)*(n\sum Y^2-(\sum Y)^2)=$	782700.00
Denominador:	884.7033401
r=	0.989032097

Fórmula:

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

**Comentario:** En este caso el coeficiente de correlación es igual a 0.9890 lo que indica que el comportamiento de estas variables obedece a la ecuación de la línea recta ya que los datos están correlacionados entre sí.

### **Anexo 8. Anexo metodológico de la proyección lineal**

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

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

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

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

#### **Proyección lineal**

<b>AÑO</b>	<b>X</b> (año)	<b>Y (casos de</b> <b>enfermedades</b> <b>gastrointestinales)</b>	<b>XY</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>Y<sup>2</sup></b>
2016	1	62	62	1	<b>3844</b>
2017	2	88	176	4	<b>7744</b>
2018	3	95	285	9	<b>9025</b>
2019	4	115	460	16	<b>13225</b>
2020	5	136	680	25	<b>18496</b>
<b>Totales</b>	<b>15</b>	<b>496</b>	<b>1663</b>	<b>55</b>	<b>52334</b>



n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	1663
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	52334
$\sum Y=$	496
$n\sum XY=$	8315
$\sum X*\sum Y=$	7440
Numerador de b:	875
Denominador de b:	
$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b=	17.5
Numerador de a:	
$\sum Y=$	496
$b * \sum X =$	262.5
Numerador de a:	233.5
a=	46.7

FÓRMULAS:

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

FÓRMULAS:

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

**Cálculos de la proyección sin proyecto**

y =	a	+	b	x	=	Casos de enfermedades gastrointestinales
Y (2021)=	46.7	+	17.5	6	=	152
Y (2022)=	46.7	+	17.5	7	=	170
Y (2023)=	46.7	+	17.5	8	=	187
Y(2024) =	46.7	+	17.5	9	=	205
Y (2025)=	46.7	+	17.5	10	=	222

**Cálculos de la proyección con proyecto:**

A continuación, se describe la proyección con proyecto:

Año	6	7	8	9	10	Resultado
Resultado	(2021)	(2022)	(2023)	(2024)	(2025)	
<b>Resultado 1: Se cuenta con la unidad ejecutora “Municipalidad de Jalapa, Jalapa.</b>						
Actividad 1. Presentación de propuesta a los técnicos de la Dirección Municipal de Planificación (DMP):	1.00%	1.00%	0.00%	0.00%	0.00%	Resultado
Actividad 2: Confirmación de resolución de Propuesta	1.00%	1.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
Actividad 3. Solicitud de la comunidad	0.00%	0.00%	1.00%	0.00%	0.00%	
Actividad 4. Estudio Técnico	0.00%	0.00%	1.00%	0.00%	0.00%	
Actividad 5. Estudio de prefactibilidad	0.00%	0.00%	1.00%	0.00%	0.00%	
Actividad 6. Evento Guatecompras	0.00%	0.00%	0.00%	1.00%	0.00%	

Actividad 7. Adjudicación del proyecto	0.00%	0.00%	0.00%	1.00%	0.00%	
Actividad 8. Recepción del Proyecto	0.00%	0.00%	0.00%	1.00%	0.00%	

A continuación, se describe la proyección con proyecto del resultado 2:

<b>Resultado 2: Se dispone del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento.</b>						<b>Resultado</b>
Actividad 1: Actividad: Replante topográfico	2.0%	2.0%	0.5%	0.5%	0.5%	
Actividad 2: Bodega	2.0%	2.0%	0.5%	0.5%	0.5%	
Actividad 3: Pozos de visita de conexión	2.0%	2.0%	0.5%	0.5%	0.5%	
Actividad 4: Canal de rejillas y Desarenador	2.0%	2.0%	0.5%	0.5%	0.5%	
Actividad 5: Pozo de excedencias	2.0%	2.0%	0.5%	0.5%	0.5%	
Actividad 6: Caja de distribución de caudal	2.0%	2.0%	0.5%	0.5%	0.5%	
Actividad 7: Tapa de grasas	2.0%	2.0%	0.5%	0.5%	0.5%	
Actividad 8: sedimentador	2.0%	1.5%	0.5%	0.5%	0.5%	

primario y secundario						
Actividad 9: Rafa.	2.0%	1.0%	0.5%	0.5%	0.5%	
Actividad 10: Caja de Clorador	2.0%	1.0%	0.5%	0.5%	1.0%	
Actividad 11: Tanque de contacto y mezcla	2.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	
Actividad 12: Pozo efluente	2.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	
Actividad 13: Patio de secado de lodos	2.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	
Actividad 14: Cabezal	2.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	

A continuación, se describe la proyección con proyecto del resultado 3:

<b>Resultado 3: Se dispone del programa de sensibilización a los habitantes.</b>						<b>Resultado</b>
Actividad 1: Establecer una red de información y promoción	4.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Actividad 2: Reunión con habitantes	1.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	
Actividad 3: Spot de radios	5.0%	1.5%	0.0%	0.0%	0.0%	
Total	40.00%	26.50%	12.00%	12.00%	9.50%	

Año a proyectar	=	Año anterior	más o - dep la solución propuesta	Porcentaje propuesto	
Y (2021)	=	Y (2020)	-	40%	=
Y (2021)	=	130	+	52	78
Y (2021)	=	78	Casos de enfermedades gastrointestinales		

Y (2022)	=	Y (2021)	-	26.5%	=
Y (2022)	=	78	-	20.67	57
Y (2022)	=	57	Casos de enfermedades gastrointestinales		

Y (2023)	=	Y (2022)	-	12%	=
Y (2023)	=	57	-	6.88	50
Y (2023)	=	50	Casos de enfermedades gastrointestinales		

Y (2024)	=	Y (2023)	-	12%	=
Y (2024)	=	50	-	6	44
Y (2024)	=	44	Casos de enfermedades gastrointestinales		

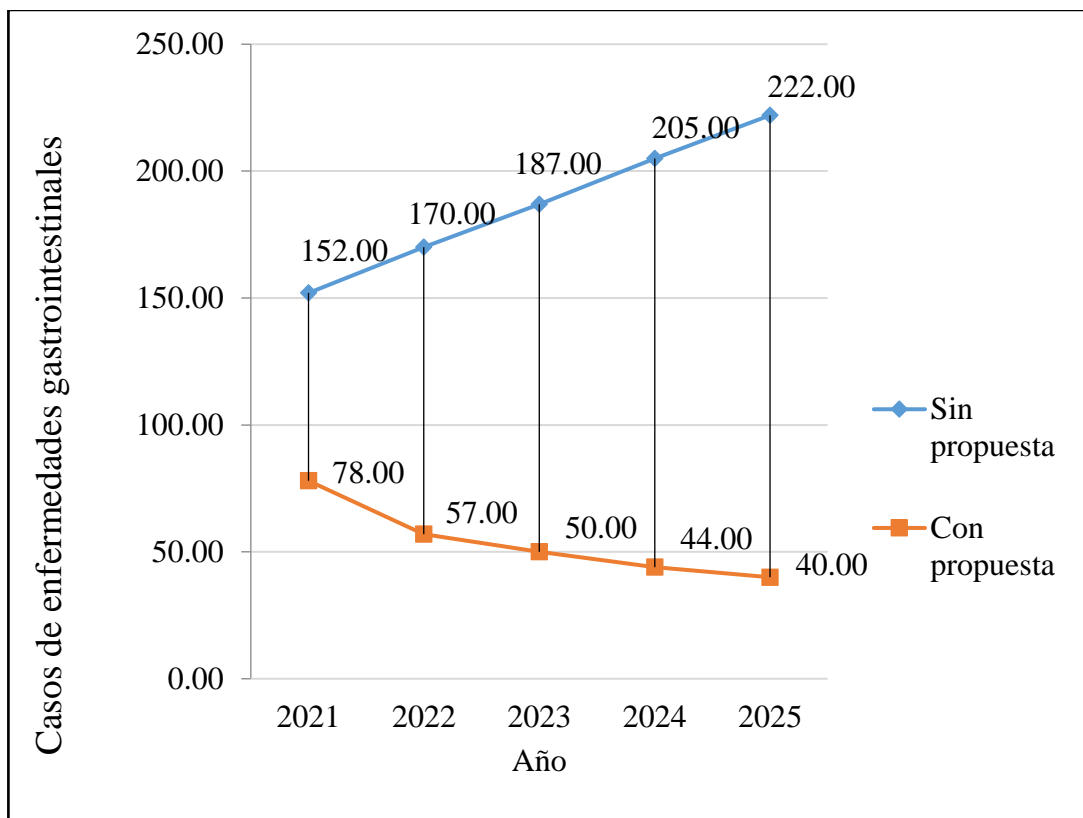
Y (2025)	=	Y (2024)	-	9.5%	=
Y (2025)	=	44	-	4	40
Y (2025)	=	40	Casos de enfermedades gastrointestinales		

**Cuadro comparativo con y sin propuesta.**

Año	Casos de enfermedades gastrointestinales	
	Sin propuesta	Con propuesta
2021	152.00	78.00
2022	170.00	57.00
2023	187.00	50.00
2024	205.00	44.00
2025	222.00	40.00
Sumatoria	936	269

**Fuente:** Gómez Cardona M. J., marzo de 2021.

Grafica comparativa de situación sin proyecto y con proyecto:



**Fuente:** Gómez Cardona M. J., marzo de 2021.

Análisis: En el cuadro y gráfica anterior nos muestra el índice de casos que se presentan sin la propuesta formulada lo cual proporciona datos en los que se da a conocer un aumento de 222 habitantes afectados de enfermedades gastrointestinales en el año 2025, así mismo la reducción de casos que se presentan con la realización de la propuesta formulada y el descenso de habitantes afectadas de enfermedades gastrointestinales en colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa. Para el año 2025 se espera una reducción de 40 casos de enfermedades con la realización de este proyecto.

María José Gómez Cardona

**TOMO II**

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE  
TRATAMIENTO EN COLONIA LOS PINOS, JALAPA, JALAPA.



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

Universidad Rural de Guatemala  
Facultad de Ingeniería

Guatemala, mayo de 2022



Esta tesis fue presentada por la autora,  
previo a obtener el grado académico de  
Licenciatura en Ingeniería Civil con  
énfasis en Construcciones Rurales.

## **Prólogo**

Colonia Los Pinos se encuentra ubicada en el departamento de Jalapa, es un área poblada, cuyo incremento se ha visualizado en los últimos cinco años, lo que crea una demanda de servicios básicos entre lo que destaca el tratamiento de las aguas residuales.

Se puede identificar el problema que actualmente afecta a la población ya sea directa o indirectamente a los habitantes de esta área, genera que la contaminación vaya en aumento derivado del mal estado o inexistencia de un sistema adecuado para el tratamiento de estas aguas, lo cual ha proporcionado un ambiente para la proliferación de enfermedades, lo que conlleva a limitaciones en el desarrollo de las familias que sufren este problema actualmente no solo en el tema económico sino también social.

Los habitantes se beneficiarán con este proyecto ya que mejorará las condiciones sanitarias del municipio y disminuirá la contaminación del afluente principal, lo que permitirá un desarrollo ecológico y de bajo impacto hacia el ambiente.

Por tal razón en este documento se presenta la tesis: “Proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa”.

La justificación de este documento y de la investigación realizada es un requisito para obtener el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales, y cumplir con los lineamientos académicos de la Universidad Rural de Guatemala; Cuya finalidad principal es contribuir con este estudio a la solución de la problemática identificada.

## **Presentación**

La siguiente investigación contiene el “proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa” como requisito previo a optar al grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales, conforme a los lineamientos académicos de la Universidad Rural de Guatemala.

La finalidad de esta investigación es presentar el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para colonia Los Pinos Jalapa, se utilizará la estructura del marco lógico para determinar la problemática que existe actualmente, y analizar el incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes en los últimos cinco años.

La contaminación que se produce por las aguas residuales, es debido a la inexistencia de una planta de tratamiento, debido a que no hay un punto autorizado de descarga, esto ocasiona que los habitantes de esta colonia tengan un incremento de enfermedades gastrointestinales, mala calidad de vida y un entorno no agradable. Ante este problema, buscar alternativas y soluciones al tratamiento de aguas residuales actualmente es un tema de gran importancia.

El objetivo no solo es evitar enfermedades sino también prevenir el incremento de la contaminación en la colonia. Para cumplir con las necesidades que se observan en el lugar por lo cual se da a conocer la propuesta para diseño y construcción de una planta de tratamiento para mitigar, no solo las necesidades actuales sino también las futuras, para lo cual se tomará en cuenta lo establecido en las normas sanitarias y leyes de construcción.

## Índice

Número	Contenido	Pág.
I.	RESUMEN.....	1
II.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	10
	ANEXOS	

## I. RESUMEN

A continuación, se presenta una breve descripción del diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para determinar el grado de contaminación de este riachuelo y poder diseñar con base a los resultados obtenidos con el estudio que se llevó a cabo, esta propuesta brinda una mitigación de la problemática de la contaminación de los cuerpos de agua que son utilizados para uso cotidiano de los habitantes.

El ser humano es capaz de satisfacer sus necesidades al aprovechar los recursos naturales a su alcance, Por lo que esta investigación pretende aprovechar en su totalidad el recurso del agua. Pues lo que se busca es la reutilización de la misma después de haber sido tratada por la planta de tratamiento.

El tratamiento de las aguas residuales es un proceso clave para evitar impactos negativos en el medio ambiente así también para cuidar la salud del ser humano y cumplir con las normas establecidas, se ha considerado que la degradación y uso de este recurso día a día ha ido en aumento. El agua se considera fundamental para el sostenimiento y la reproducción de vida en el mundo pues se constituye indispensable para el desarrollo biológico y un bien de primera necesidad para los seres vivos.

Toda agua residual debe ser tratada para proteger la salud del ser humano, así como para preservar el medio ambiente pues la inexistencia de un tratamiento genera graves problemas de contaminación.

La investigación del proyecto denominado propuesta de proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa. El cual tiene como objetivo resolver la problemática de descargas de aguas residuales que son depositadas en lugares no apropiados, ha sido el principal motivo de contaminación y

proliferación de enfermedades gastrointestinales, malos olores, debido a la inexistencia de un sistema para tratar estas aguas.

Se da a conocer un conjunto de datos y resultados para la problemática actual y su solución o disminución, por lo cual es necesaria la implementación de un sistema eficiente para cubrir la necesidad que se presenta en esta investigación.

Colonia los pinos Jalapa, es un lugar en constante crecimiento poblacional lo cual genera un volumen considerable de aguas residuales, generado un impacto negativo en relación a la salud de los habitantes y degradación del suelo.

La planta de tratamiento es un proyecto de necesidad social y ambiental, para resolver problemas de tal magnitud. Los habitantes se beneficiarán ya que este proyecto mejoraría las condiciones sanitarias de este lugar y se evita la contaminación del afluente principal al mejorar la calidad de vida de los pobladores de colonia Los pinos.

La acumulación de aguas negra dentro de la colonia afecta a los habitantes, se propone mitigar la problemática por medio de una planta de tratamiento así dar uso y protección a los recursos naturales del entorno. se ha considerado que esta área cuenta con espacios adecuados para el desarrollo urbanístico, actualmente es afectada por el mal manejo de las descargas de aguas negras dentro de colonia Los Pinos lo cual ha sido un foco de contaminación y proliferación de enfermedades gastrointestinales entre otras.

En la actualidad se ha detectado que las disposiciones de las aguas residuales provenientes de los habitantes de colonia Los Pinos del departamento de Jalapa se incorporan directamente al riachuelo lo que genera más contaminación derivada de la inexistencia de un tratamiento adecuado de estas aguas, esto conlleva a la

proliferación de enfermedades, lo que hace necesario priorizar la ejecución del proyecto.

Esto constituye problemas críticos en la salud de los habitantes con un incremento de casos de enfermedades gastrointestinales por la contaminación del riachuelo de colonia Los Pinos y la falta de una planta de tratamiento para el manejo de estas aguas, puesto que cualquier proyecto requiere de inversiones sustanciales del área o comunidad que no están en la capacidad de costear dichos proyectos.

Lo cual es esencial darle un tratamiento adecuado para evitar la contaminación del afluente principal al momento de reincorporar estas aguas, con eso reducir la contaminación del riachuelo y así cumplir con lo establecido por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Existen factores que se ven afectados con la inexistencia de una planta de tratamiento que descontamine las aguas residuales, como lo son económico, social y sobre todo ambiental que es uno de los factores muy graves que está ocasiona en la salud y calidad de vida de los habitantes y en general del ser humano, fauna y flora de la tierra, por lo que se manifiesta la necesidad de implementar este proyecto para prevenir y disminuir los casos de enfermedades gastrointestinales.

Lo cual genera la siguiente hipótesis a partir del diagnóstico y la investigación realizados: El incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa, en los últimos cinco años; por la contaminación del riachuelo; es debido a la falta de proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento”.

¿Es la falta de proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento, por la contaminación del riachuelo, la causante del incremento de casos de enfermedades

gastrointestinales en los habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa, en los últimos cinco años?

Objetivos: Para el desarrollo de la investigación se planteó el objetivo general que es el fin que debe perseguir el proyecto y el objetivo específico, que se verifican al comprobar la hipótesis y la forma de solucionar la problemática encontrada.

Objetivo General: Disminuir los casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa.

Objetivos Específicos: Reducir la contaminación del riachuelo de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa.

Actualmente colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa no cuenta con una planta de tratamiento para las aguas residuales las cuales son vertidas directamente al riachuelo de colonia Los Pinos, el cual ya se encuentra con índices muy elevados de contaminación lo cual es un tema de poco interés para la municipalidad, se pone en riesgo la salud de los habitantes por la proliferación de enfermedades ocasionadas por el mal manejo de estas aguas residuales además de afectar la vida económica y social de los habitantes.

Con el diseño de una planta de tratamiento se busca darle seguimiento a la mejora o eliminación de estos factores mencionados anteriormente e influir positivamente para evitar la proliferación de enfermedades, y así cuidar la salud de los habitantes y los factores que puedan dañar el ecosistema y tratar de disminuir la tasa de mortalidad y aunado a las condiciones de pobreza que este problema pueda ocasionar, esto incentiva a satisfacer ciertas leyes, normas o reglas capaces de garantizar la preservación y calidad de las aguas tratadas al límite de que su uso posterior no sea descartado.



Con la propuesta de diseño de una planta de tratamiento eficiente donde se aportará la infraestructura básica y necesaria para los habitantes de esa área, lo cual será una mejora a corto, mediano y largo plazo para que sus aguas residuales lleven un adecuado tratamiento para el uso posterior de estas, así poder cumplir con las normas sanitarias, y disminuir la posibilidad de un impacto ambiental negativo, proliferación de enfermedades y mejora en la calidad de vida de los habitantes en general.

Por tal motivo mencionado es deseable el uso de proyectos en la formación estadística para tener un registro, actualmente colonia Los Pinos no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, lo cual causará el crecimiento de enfermedades gastrointestinales con un número de 222 casos en el año 2025 conforme la ecuación de línea recta.

Con la ejecución del proyecto se pretende mejorar la calidad de vida de los habitantes beneficiados con la propuesta, a una cantidad de 40 casos de enfermedades gastrointestinales aproximadamente para el año 2025.

Se utilizan los métodos deductivo, analítico, estadístico y de observación para la investigación de la hipótesis, el aumento de enfermedades gastrointestinales en los últimos 5 años en colonia Los Pinos, del departamento de Jalapa, municipio de Jalapa, esto causado por la inexistencia de proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento de aguas residuales.

La investigación es de tipo descriptivo, ya que se investigaron aspectos relacionados a la calidad del agua residual, información de servicios básicos y generales del municipio de Jalapa. Con los datos recopilados se logró determinar que existe un nivel de contaminación de los cuerpos de agua y con base a los resultados se desarrolló la propuesta, para el diseño y construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, que cumpla con las necesidades de los habitantes de esa colonia.

Método analítico:

El método analítico sirvió para identificar el problema en el área antes de formular el árbol de problemas, se utilizó para la recolección de información de textos y libros al consultar la bibliografía y material bibliográfico que fundamenta la hipótesis planteada. De igual manera se recopiló y analizó la información tabulada en las encuestas con cuadros y gráficas para facilitar la comprensión de los datos obtenidos y que formulan la hipótesis y el análisis de los resultados.

Método del marco lógico:

Es una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño y ejecución de proyectos y principalmente conocer el alcance de los objetivos, su fin es brindar estructura al proceso de planificación y de comunicar información esencial relativa al proyecto, puede utilizarse en todas las etapas de preparación del proyecto: análisis, orientación, identificación programación, presentación y ejecución.

Métodos utilizados para la comprobación la hipótesis:

Método inductivo:

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

Método Estadístico:

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

Método Sintético:

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

Lluvia de ideas: Es un proceso didáctico y práctico que se utilizó para generar creatividad mental enfocada en un tema específico. Palabras que se pudieron relacionar al tema central utilizándolas como herramienta que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre la problemática a resolver con este proyecto.

Observación Directa: Esta técnica se utilizó directamente en las áreas de colonia Los Pinos del departamento de Jalapa. Para verificar cual es la problemática que afecta a los habitantes en los últimos 5 años, se observa el incremento de enfermedades gastrointestinales por la contaminación del riachuelo, así como a entidades que mantienen una relación directa e indirecta con la misma, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA) y principalmente el área de salud.

Investigación documental: Esta técnica fue utilizada para la investigación de la existencia de documentos que pudieran poseer información importante o relacionada con la problemática de ese lugar, para la obtención de distintos puntos de vista de habitantes relacionadas a la investigación enfocada en esa área sobre la temática citada. Se especifican en la bibliografía de este documento los instrumentos consultados para la investigación y revisión documental de este proyecto.

Entrevista: Se realizó una entrevista que fue dirigida a los habitantes de colonia Los Pinos y a los técnicos de la Dirección Municipal de Proyectos (DMP), para la formulación de la hipótesis.

Técnicas utilizadas para la comprobación de la hipótesis:

Censo: Recopilación de información que se manifestó por los seis técnicos de la Dirección Municipal de Planificación (DMP), personal de conocimiento significativo para la investigación donde proporcionaron datos sobre la magnitud composición y estructura, para la comprobación de la causa.

Encuestas: Se elaboraron dos tipos de encuestas, una dirigida a los técnicos de la Dirección Municipal de Planificación (DMP) para comprobar la causa y otra dirigida a los habitantes para la comprobación del efecto para reunir datos o para detectar la opinión pública sobre la problemática de la colonia.

Técnica de análisis: Datos obtenidos de una serie de información relativa que se obtiene de la interacción entre el investigador y los habitantes que proporcionan la información, acompañado de actividades y contextos que tienen entre sí, con la información proporcionada por los habitantes para concluir y recomendar.

El investigador recolecta a lo largo de su proceso de investigación y obtiene un contenido informativo (notas de campo, entrevistas, etc.) útil para los objetivos perseguidos de la misma, lo cual forma una agrupación de distintos elementos individuales que forman el todo de tal manera, que los grupos conformados constituyan unidades homogéneas del estudio.

Cálculo del tamaño de la muestra: Medidas descriptivas de la población a investigar, en atención a este tema se decidió efectuar un muestreo estadístico que representará a la población a estudiar y comprobar el efecto, pues la muestra estaba constituida por la cantidad de 72 con una población de 1800 habitantes de colonia Los Pinos para obtener una información más confiable; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 90% y el error de muestreo de 9.5 %, para la comprobación del efecto.

Coeficiente de correlación: Es un indicador estadístico que nos muestra el grado de correlación de dos variables; es decir el comportamiento gráfico de las mismas, para trazar la ruta para proyectar dichas variables, conforme a una serie de casos de enfermedades gastrointestinales proporcionado por el Ministerio de salud pública y Asistencia social (MSPAS).

Ecuación de línea recta: Es un indicador estadístico que nos ayuda a conocer el impacto que genera la problemática estudiada, Previo a ello se procede a determinar el comportamiento de la variable tiempo, respecto a los casos sujetos de estudio en el tiempo, conforme a una serie histórica dada de enfermedades gastrointestinales, la que se encuentra dentro de los parámetros aceptables.

El anexo Propuesta para solucionar la problemática, se esboza la propuesta de solución de la problemática investigada que incluye la Matriz de la Estructura Lógica para evaluar el trabajo después de desarrollar la propuesta.

Con un diagrama del medio de solución de la problemática en el cual el objetivo específico se basa en reducir la contaminación del riachuelo de colonia los Pinos, Jalapa, Jalapa, El cual se presentan los siguientes resultados: Resultado 1: Se cuenta con la unidad ejecutora “Municipalidad de Jalapa, Jalapa”, Resultado 2: Se dispone del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento, y Resultado 3: Se dispone del programa de sensibilización a los habitantes.

## **II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:**

Según la investigación realizada sobre la contaminación del riachuelo de colonia Los Pinos se logra llegar a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

### **Conclusión principal:**

Se comprueba la hipótesis: “El incremento de casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa, en los últimos cinco años; por la contaminación del riachuelo; es debido a la falta de proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento.” 90% de nivel de confianza y 9.5% de error de muestreo.

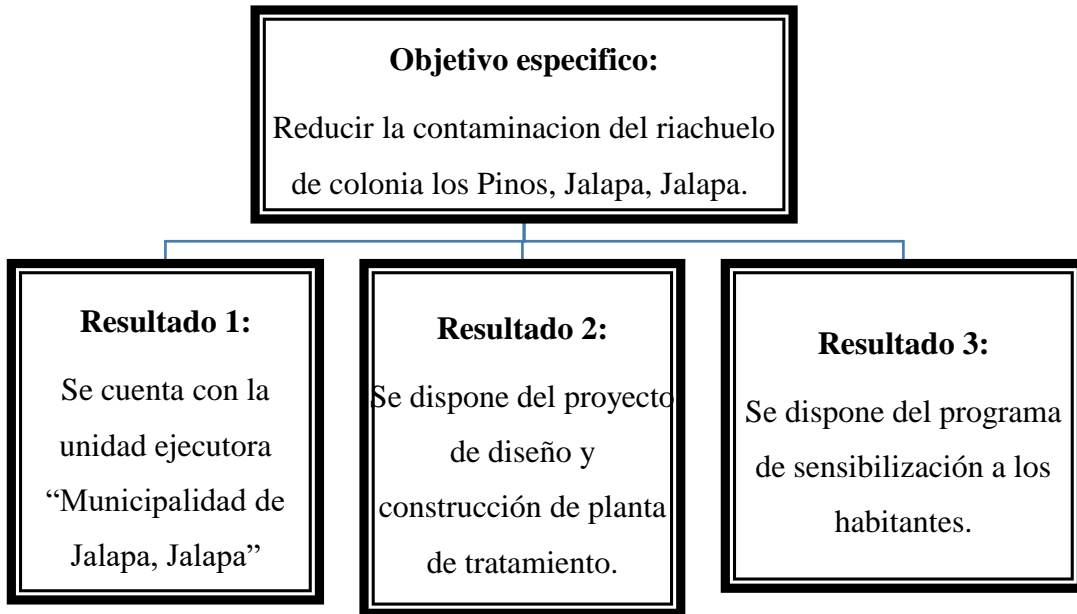
### **Recomendación principal:**

Ejecutar el proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa.

## ANEXOS

### Anexo 1. Propuesta para solucionar la problemática.

#### Diagrama del medio de solución de la problemática



A continuación, se presentan los resultados los cuales son: La unidad ejecutora, proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento y programa de sensibilización a los habitantes, con un objetivo el cual es reducir la contaminación del riachuelo de Colonia los pinos, así mismo con la descripción de las actividades a realizar para cumplir con estos resultados, para lo que se presenta la propuesta de solución a esta problemática anteriormente con un diagrama en el que se organizó la información mediante recursos gráficos así facilitar la comprensión de los elementos que conforman esta investigación.

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

**Actividad 1. Presentación de propuesta a los técnicos de la Dirección Municipal de Planificación (DMP):** Denominada Propuesta de proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa.

**Actividad 2. Confirmación de resolución de Propuesta** de proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento en colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa por la Dirección Municipal de Planificación (DMP).

**Actividad 3. Solicitud de la comunidad:** los habitantes solicitan la ejecución del proyecto al consejo municipal

**Actividad 4. Estudio Técnico:** se analizan elementos que tienen que ver con el proyecto solicitado, para ello se tiene que hacer la descripción detallada del mismo con la finalidad de mostrar todos los elementos requeridos para hacerlo funcional. En él se determinan costos por lo que es necesario para el cálculo financiero y evaluación económica.

Se debe dar a conocer diferentes alternativas para la elaboración del proyecto, y dar a conocer los procesos y métodos para su realización y establecer una estrategia para administrar la capacidad durante la planificación, con lo que se logra una base para conocer los costos de producción, costos de maquinaria y mano de obra.

**Actividad 5. Estudio de prefactibilidad:** es el análisis de la fase inicial de un posible proyecto, están diseñados para dar la información básica a los interesados y así dar luz verde a un proyecto o elegir entre más opciones.



**Actividad 6. Evento Guatecompras:** Es el listado de oferentes invitados a participar en un evento, la unidad ejecutora compradora responsable del expediente debe realizar la publicación en el sistema GUATECOMPRAS, la lista de invitados con días hábiles antes de la fecha fijada para la presentación de ofertas.

**Actividad 7. Adjudicación del proyecto:** proceso participativo por el que se busca adquirir mejores condiciones de compra convenientes para un determinado proyecto. Se da un concurso entre proveedores para otorgar adquisición o contratación de un bien o servicio.

**Actividad 8. Recepción del Proyecto:** Al finalizar un proyecto se elabora el informe final y se hace la recepción física del mismo y consejos de desarrollo debe aprobar, ósea llevar a cabo la recepción del proyecto.

**Resultado 2: Se dispone del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento.**

**Actividad 1: Replanteo Topográfico-Trazo y nivelación:** Operación mediante la cual se marcarán sobre el terreno los puntos básicos del proyecto, ubicar marcas sobre el terreno las cuales indiquen la información que está contenida en los planos del proyecto, en pocas palabras es el trabajo inverso al levantamiento topográfico, una serie de actividades con instrumento especializado: Estación total. Con la información de los planos como el anclaje inicial, movimiento de tierras, replanteo de diversas estructuras. En este tipo de actividades la exactitud es primordial ya que esto nos solucionara futuros problemas.

En el Trazo y nivelación las actividades a realizar serán la limpieza del terreno (maleza, basura, piedras, etc.) lo que no dificulte a ejecución de los trabajos a realizar, así mismo la instalación de bancos de nivel y ejes de referencia. Los trabajos necesarios para definir y diferenciar puntos, distancias, ángulos y cotas del terreno

**Actividad 2: Bodega – Garita:**

Se contempla la construcción de casa para bodega y guardianía con una área de 7.2 metros cuadrados , de mampostería confinada , dentro de la misma se contempló un área destinada parapara bodega , para el almacenamiento y resguardo del equipo del operador de la planta de tratamiento, como son escobas, trapeadores, cubetas, recipientes, materiales de limpieza , reglas que marquen la profundidad máxima de los elementos de tratamiento, así como mantener disponible el equipo de protección, botas, mascarillas un botiquín de primeros auxilios.

**Actividad 3: Pozos de visita de conexión:**

El pozo de visita de conexión nos permite el acceso el afluente de aguas crudas, es aquí donde comienza el proceso de tratamiento, pozo de concreto reforzado de 36” de diámetro.

**Actividad 4: Canal de rejillas y Desarenador:**

Dentro del canal de rejillas se incluye el tamaño del desarenador y la entrada y salida del elemento, el cual se conforma un canal de rejillas de 3.3 metros de longitud y un ancho de .60 metros un desarenador de 2.70 metros t un ancho de 0.60 metros, y con una longitud total de 6.00 metros. las paredes y piso serán de concreto de 0.15 met6os de espesor.

**Actividad 5: Pozo de excedencias:**

El pozo de excedencia es un elemento que controla que la planta de tratamiento no rebalse su capacidad de caudal máximo, ya que este permite desviar el agua por medio de un tuvo que conduce hacia el pozo de efluente final. Suministro y colocación de tubería PVC de 10 pulgadas de diámetro nominal, norma ASTM F949 para desfogue de caudales que superen el máximo de diseño de la PTAR. La pendiente mínima será del 1%.

**Actividad 6: Caja de distribución de caudal:**

Este elemento distribuye el caudal hacia los dos elementos de trampa de grasa, con las siguientes dimensiones, con una longitud de 0.90 metros y un ancho por 0.90 metros.

**Actividad 7: Tapa de grasas:**

El elemento trampa de grasas se ha diseñado en base a la normativa legal vigente la unidad tendrá un volumen de ---- metros cúbicos, con una longitud de 3.5 metros y un ancho de 1.25 metros, alisado en muros hasta 0.10m, arriba del nivel máximo del agua, y alisado en piso, Sedimentado primario – Sedimentador secundario; Los elementos de sedimentadores el efluente proveniente del tanque RAFA, el cual pasara al sedimentador secundario, cuentan con una longitud de 3.50 metros y un ancho de 1.25 metros.

**Actividad 8: sedimentadores primario y secundario:**

La función del proceso de los elementos es de la siguiente manera:

- a) Sedimentador primario
- b) Elemento Rafa
- c) Sedimentador secundario

Durante la operación, las aguas fluyen a través a lados cámara de sedimentación primario, en este proceso se remueven gran porcentaje de los sólidos sedimentables, estos rebalsan por las paredes inclinadas del fondo de la campara de sedimentaciones. El elemento tiene una longitud de 3.60 metros, 2.00 metros de ancho y una profundidad de nivel máximo de 4.15, con una capacidad de 30 mt<sup>3</sup>.

**Actividad 9: Rafa:**

Tal y como se mencionó, los tanques Rafa, es un filtro anaerobio de flujo ascendente, es un sistema de tratamiento de aguas residuales con biopelícula fija para la remoción de materia orgánica en condiciones anaerobias.

De acuerdo a los cálculos realizados se tienen contemplados 2 tanques rafa la dimensión de cada uno de los elementos son las siguientes, con una de dimensiones 6.00 metros de longitud y 3.50 metros de ancho. Y una profundidad de 5.14 metros, con estructura de concreto reforzado, el sedimentador secundario, el efluente proveniente de los tanques rafa pasara a los sedimentadores secundarios a construir de medidas una longitud de 3.50 metros y 1.25 metros de ancho.

**Actividad 10: Caja de Clorador:**

La caja de clorador con un diámetro de 1.60 metros y un ancho de 0.60 metros, construcción de concreto reforzado y suministro e instalación de clorador prefabricado de pastillas (hipoclorito de calcio) para al menos 13.91 l/s como caudal máximo de la PTAR.

Instalación de brocal y tapadera de concreto reforzado, de preferencia de usaran tapaderas prefabricadas de 0.70m de diámetro

**Actividad 11: Tanque de contacto y mezcla:**

Los tanques de contacto son estructuras hidráulicas enmarcadas normalmente en las plantas de tratamiento de agua; plantas potabilizadoras, depuradoras, etc. En ellas, el agua se pone en contacto con algún agente desinfectante para inactivar cualquier patógeno antes de devolverla al medio. Aunque existen múltiples tipos de desinfectante como el ozono o los rayos UV, el más empleado es el cloro, suministrado bien en forma pura, o más habitualmente mediante la adición al flujo de algún compuesto clorado.

Este elemento tiene una longitud de 4.75 metros, 1.75 metros de ancho y una profundidad de 3.31 metros, con una capacidad de 27.51 metros cúbicos. muros y piso con alisado, con mezcla de cemento y arena en proporción 1:3. Aplicar impermeabilizante en muros que estén en contacto con el agua a una distancia de 0.10 metros arriba del nivel máximo del agua e incluir una reja en la parte superior.

**Actividad 12: Pozo efluente:**

Pozo efluente permite recolectar el líquido residual que fluye de la planta de tratamiento y líquido proveniente del pozo de excedencias con el fin de conducirlo hacia el cabezal de descarga, pozos de concreto, tubería PVC de 6" de diámetro con pendiente del 2%.

**Actividad 13: Patio de secado de lodos:**

Los patios de secado tienen como función secar, por evaporación, el lodo digerido proveniente de los dos tanques RAFA y de los sedimentadores secundarios, antes de su disposición final.

El lodo se esparce en capas delgadas sobre el medio filtrante y por la acción del medio ambiente, el agua contenida se evapora por acción del sol y el exceso baja al sistema de recolección.

Las dimensiones del patio de secado de lodos provenientes de los dos tanques RAFA y sedimentadores secundarios, con dimensiones internas de lodos, será de 2.00 metros de ancho y 2.50 metros de largo. Los lodos deberán sacarse en diferentes periodos de tiempo para maximizar el uso de los patios de secado. Incluye alisado de todos los muros y piso, con mezcla de cemento y arena de río en proporción 1:3.

**Actividad 14: Cabezal:**

Al elemento de cabezal de descarga la transportan las aguas provenientes de la planta de tratamiento, del pozo de excedencias, poseerá de dos líneas en paralelo una de 10” PVC y otra de 4” PVC, las aguas serán descargadas al riachuelo existente.

**Resultado 3: Se dispone del programa de sensibilización a los habitantes.**

**Actividad 1: Establecer una red de información y promoción:** con actividades y la cooperación de los habitantes para lograr directamente los objetivos planteados como es la educación para el tratamiento de las aguas residuales y la preservación de las aguas tratadas, y contribuir a la educación ambiental sobre el agua de la población. Comprender el valor del agua como elemento indispensable para la supervivencia humana.

**Actividad 2: Reunión con habitantes:** Puntos clave para llevar a cabo esta actividad es la información que se le debe brindar a la población información sobre la problemática a resolver y el proyecto de solución a esa problemática con el fin de llegar a todos los habitantes con estrategia de ámbitos educativos para hacer conciencia de la problemática que se genera con la practica equivocada del tratamiento de los desechos, y del daño que causa a la salud y el medio ambiente.

La información debe llegar de una manera organizada y planificada para que sea concreta, para que no genere rechazo o confusión y motivar a los habitantes a participar e integrarse para obtener un buen resultado de este proyecto.

Es necesaria la práctica de una serie de destrezas que faciliten el cambio de actitud a través de la participación e integración de todos los habitantes no importa su edad por lo que se considera que este proceso este fundamentado en: conocimiento, participación e integración, toma de conciencia, e información.

### **Actividad 3. Spot de radios:**

Es necesario tener la suficiente información sobre la audiencia, para seleccionar un lenguaje adecuado y redactar el mensaje de una manera entendible y que se vuelva interesante para los habitantes y de esa manera hacer llegar la información sobre el proyecto a ejecutar, lo que se iniciara por hacer conciencia sobre el daño que este tema causa en esa área y darles a conocer la manera adecuada de solución de esta problemática.

Con los datos que se obtengan se elaborara un plan de medios de comunicación y así tener seguridad de que los consumidores escuchan la estación, este plan llevándolo a cabo con creatividad para que sea de interés hacia los habitantes.

## Anexo 2. Matriz de estructura lógica:

Es un instrumento que sirve para evaluar el cumplimiento de los objetivos de la propuesta, después de desarrollarla.

COMPONENTES	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
<b>Objetivo general.</b> Disminuir los casos de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa.	Al cuarto año después de la implementación del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento se disminuyen los casos de enfermedades gastrointestinales en un 92.5%.	Entrevistas, Encuestas, Reportes y estadísticas de los casos de enfermedades gastrointestinales.	El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) contribuye con el monitoreo de los casos de enfermedades gastrointestinales.
<b>Objetivo específico:</b> Reducir la contaminación del riachuelo de colonia Los Pinos, Jalapa, Jalapa.	Al segundo año después de la implementación del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento se reduce la	Entrevistas, Encuestas, Reportes de supervisión, resultados de los análisis del agua residual.	El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) contribuye con el programa de sensibilización a los habitantes.



	contaminación en un 75%.		
<b>Resultado 1:</b> Se cuenta con la unidad ejecutora “Municipalidad de Jalapa, Jalapa”.			
<b>Resultado 2:</b> Se dispone del proyecto de diseño y construcción de planta de tratamiento.			
<b>Resultado 3:</b> Se dispone del programa de sensibilización a los habitantes.			

**Fuente:** Gómez Cardona M. J., marzo de 2021.

### Anexo 3. Ajuste de costos y tiempo:

PROYECTO: PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO EN COLONIA LOS PINOS, JALAPA, JALAPA.										
CRONOGRAMA FINANCIERO										
No.	Descripción	Total	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8
<b>1.00</b>	<b>Trabajos preliminares</b>									
1.01	Rótulo del proyecto	Q 3,959.75	Q 3,959.75							
1.02	Limpieza y chapeo	Q 944.35	Q 944.35							
1.03	Trazo y nivelación	Q 4,271.20	Q 4,271.20							
1.04	Corte	Q 29,519.25		Q 29,519.25						
<b>2.00</b>	<b>Tratamiento de agua residual</b>									
2.01	Pretratamiento (canal demasías + rejas +	Q 16,254.04			Q 16,254.04					
2.02	Sistema de bypass	Q 3,586.02			Q 3,586.02					
2.03	Tratamiento primario y secundario (incluy	Q 788,851.10			Q 197,212.78	Q 394,425.55	Q 197,212.77			
2.04	Caja de cloración	Q 6,510.70					Q 6,510.70			
2.05	Tanque de contacto para desinfección	Q 83,999.10					Q 27,999.70	Q 55,999.40		
<b>3.00</b>	<b>Manejo de lodos residuales</b>									
3.01	Patios de secado y conducción	Q 73,227.56						Q 73,227.56		
<b>4.00</b>	<b>Manejo de gases</b>									
4.01	Caja de deodorización	Q 6,794.81							Q 6,794.81	
4.02	Conducción de gases	Q 4,365.29							Q 4,365.29	
<b>5.00</b>	<b>Obras complementarias</b>									
5.01	Línea de conducción inicial	Q 13,618.81	Q 13,618.81							
5.02	Pozo de visita 36"	Q 5,545.12							Q 5,545.12	
5.03	Pozos de visita intermedios 24"	Q 2,198.01							Q 2,198.01	
5.04	Bodega y garita	Q 36,577.45								Q 36,577.45
5.05	Cuneta pluvial	Q 4,074.50								Q 4,074.50
5.06	Conducción tubería de 6"	Q 6,034.61							Q 6,034.61	
	<b>Totales</b>	<b>Q 1,090,331.67</b>	<b>Q 22,794.11</b>	<b>Q 29,519.25</b>	<b>Q 217,052.84</b>	<b>Q 394,425.55</b>	<b>Q 231,723.17</b>	<b>Q 129,226.96</b>	<b>Q 24,937.84</b>	<b>Q 40,651.95</b>

**Anexo 4. Plan de Trabajo:**

PROYECTO: PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO EN COLONIA LOS PINOS, JALAPA, JALAPA.												
CRONOGRAMA FÍSICO												
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	
<b>1.00</b>	<b>Trabajos preliminares</b>											
1.01	Rótulo del proyecto	1.00	un									
1.02	Limpieza y chapeo	243.54	m2									
1.03	Trazo y nivelación	243.54	m2									
1.04	Corte	492.48	m3									
<b>2.00</b>	<b>Tratamiento de agua residual</b>											
2.01	Pretratamiento (canal demasías + rejas + desarenador +	1.00	un									
2.02	Sistema de bypass	7.65	ml									
2.03	Tratamiento primario y secundario (incluye trampa de gr	2.00	un									
2.04	Caja de cloración	1.00	un									
2.05	Tanque de contacto para desinfección	1.00	un									
<b>3.00</b>	<b>Manejo de lodos residuales</b>											
3.01	Patios de secado y conducción	2.00	un									
<b>4.00</b>	<b>Manejo de gases</b>											
4.01	Caja de deodorización	1.00	un									
4.02	Conducción de gases	36.64	ml									
<b>5.00</b>	<b>Obras complementrias</b>											
5.01	Línea de conducción inicial	30.00	ml									
5.02	Pozo de visita 36"	3.00	un									
5.03	Pozos de visita intermedios 24"	2.00	un									
5.04	Bodega y garita	1.00	un									
5.05	Cuneta pluvial	20.67	ml									
5.06	Conducción tubería de 6"	25.31	ml									

**Anexo 5. Presupuesto:**

Unidad	un			
Descripción	Cantidad	Uní.	Precio unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Rótulo metálico con vinil autoadhesivo	1	un	Q.2,423.51	Q. 2,423.51
Subtotales materiales				Q. 2,423.51

<b>Mano de obra</b>				
Limpieza y chapeo	1	m2	Q.2.00	Q. 2.00
Instalación de rótulo	1	gl	Q. 250.00	Q. 250.00
Subtotal mano de obra				Q. 252.00

<b>Maquinaria/equipo/transporte</b>				
				Q -
				Q -
Subtotal maquinaria, equipo, transporte				Q -

Total, costo directo	Q. 2,675.51
----------------------	-------------

Gastos administrativos	Q. 561.86
Dirección técnica	Q. 321.06
Utilidad	Q. 347.82
Imprevistos	Q. 53.51
Total, costo indirecto	Q. 1,284.24

<b>Total, costo unitario</b>	<b>Q. 3,959.75</b>
------------------------------	--------------------

No.	<b>1.02</b>	PU	Q	<b>3.88</b>	
Renglón	<b>Limpieza y chapeo</b>				
Unidad	m2			243.54	m2

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Subtotales materiales				Q -

<b>Mano de obra</b>				
Limpieza y chapeo	1	m2	Q. 2.00	Q. 2.00
Subtotal mano de obra				Q. 2.00

<b>Maquinaria/equipo/ transporte</b>				
Flete	0.004106	día	Q. 150.00	Q. 0.62
Subtotal maquinaria, equipo, transporte				Q. 0.62

Total, costo directo	Q. 2.62
----------------------	---------

Gastos administrativos	Q. 0.55
Dirección técnica	Q. 0.31
Utilidad	Q. 0.34
Imprevistos	Q. 0.05

Total, costo indirecto	Q. 1.26
------------------------	---------

Total, costo unitario	<b>Q. 3.88</b>
-----------------------	----------------

No.	<b>1.03</b>	PU	Q	<b>17.54</b>
Renglón	<b>Trazo y nivelación</b>			
Unidad	m2			243.54

Descripción	Can.	Uni.	Precio unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Subtotales materiales				Q -

<b>Mano de obra</b>				
Trazo y nivelación	1	m2	Q. 2.00	Q. 2.00
Replanteo topográfico	0.008212	día	Q. 1,200.00	Q. 9.85
Subtotal mano de obra				Q. 11.85

<b>Maquinaria/equipo/transporte</b>				
Subtotal maquinaria, equipo, transporte				Q -

Total, costo directo	Q. 11.85
----------------------	----------

Gastos administrativos	Q. 2.49
Dirección técnica	Q. 1.42
Utilidad	Q. 1.54
Imprevistos	Q. 0.24

Total, costo indirecto	Q. 5.69
------------------------	---------

<b>Total, costo unitario</b>	<b>Q. 17.54</b>
------------------------------	-----------------

No.	<b>1.04</b>	PU	Q. 59.94
Renglón	<b>Corte</b>		
Unidad	m3		492.48

Descripción	Cant	Uni.	Precio unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Subtotales materiales				Q -

<b>Mano de obra</b>				
Corte	1	m3	Q. 20.00	Q. 20.00
Subtotal mano de obra				Q. 20.00

<b>Maquinaria/equipo/transporte</b>				
Camión de volteo	0.0041	día	Q 1,400.00	Q 5.74
Retroexcavadora	0.0328	hora	Q 450.00	Q 14.76
Subtotal maquinaria, equipo, transporte				Q 0.50

Total, costo directo	Q	40.50
Gastos administrativos	Q	8.51
Dirección técnica	Q	4.86
Utilidad	Q	5.27
Imprevistos	Q	0.81
Total, costo indirecto	Q	19.44

<b>Total, costo unitario</b>	<b>Q</b>	<b>59.94</b>
------------------------------	----------	--------------

No.	<b>2.01</b>	PU	<b>Q.16,254.04</b>
Renglón	<b>Pretratamiento (canal demasías + rejas + desarenador + distr. caudal)</b>		
Unidad	un		

Descripción	Cant.	Uni.	Precio unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Cemento	23.02	saco	Q. 90.00	Q. 2,071.80
Arena de río	1.33	m3	Q. 150.00	Q. 199.50
Piedrín 1/2"	2.28	m3	Q. 220.00	Q. 501.60
Electro malla 6/6 6x6"	2.5	plancha	Q. 271.70	Q. 679.25
Alambre de amarre	0.5	lb	Q. 6.00	Q. 3.00
Madera	244.61	pt	Q. 5.50	Q. 1,345.36
Clavo 3"	2	lb	Q. 5.00	Q. 10.00
Subtotales materiales				Q. 4,810.51

<b>Mano de obra</b>				
Armado y fundición concreta reforzado	2.46	m3	Q. 800.00	Q. 1,968.00
Excavación	12.82	m3	Q. 130.00	Q. 1,666.60
Encofrado	68.21	m2	Q. 35.00	Q. 2,387.35
Colocación de rejillas	2	un	Q. 75.00	Q. 150.00
Subtotal mano de obra				Q. 6,171.95

<b>Maquinaria/equipo/transporte</b>				
				Q -
Subtotal maquinaria, equipo, transporte				Q -

Total, costo directo	Q. 10,982.46
----------------------	--------------

Gastos administrativos	Q. 2,306.32
Dirección técnica	Q. 1,317.90
Utilidad	Q. 1,427.72
Imprevistos	Q. 219.65
Total, costo indirecto	Q. 5,271.58

<b>Total, costo unitario</b>	<b>Q 16,254.04</b>
------------------------------	--------------------



No.	2.02	PU	Q 468.76
Renglón	Sistema de bypass		
Unidad	ml		

Descripción	Cant	Uni.	Precio unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Tubería PVC 10" ASTM F949	0.17	un	Q. 1,510.20	Q. 256.73
Subtotales materiales				Q. 256.73

<b>Mano de obra</b>				
Excavación de zanja	1	ml	Q. 40.00	Q. 40.00
Relleno suelo natural	0.4	m3	Q. 25.00	Q. 10.00
Subtotal mano de obra				Q. 50.00

<b>Maquinaria/equipo/transporte</b>				
Compactadora mecánica	0.2	día	Q 50.00	Q. 10.00
Subtotal maquinaria, equipo, transporte				Q. 10.00

Total, costo directo	Q. 316.73
----------------------	-----------

Gastos administrativos	Q. 66.51
Dirección técnica	Q. 38.01
Utilidad	Q. 41.17
Imprevistos	Q. 6.33
Total, costo indirecto	Q. 152.03

<b>Total, costo unitario</b>	<b>Q. 468.76</b>
------------------------------	------------------

No.	<b>2.03</b>	PU	<b>Q. 394,425.55</b>
Renglón	<b>Tratamiento primario y secundario (incluye trampa de grasas)</b>		
Unidad	un		

Descripción	Cant.	Uni	Precio unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Cemento	478.35	saco	Q. 90.00	Q.43,051.50
Arena de río	30.13	m3	Q. 150.00	Q.4,519.50
Piedrín 1/2"	51.8	m3	Q. 220.00	Q11,396.00
Materiales de losa prefabricada	42.28	m2	Q. 148.50	Q6,278.58
Varilla de acero 1/2" corrugado G40 6m	2326.695	un	Q. 35.00	Q. 81,434.33
Alambre de amarre	120	lb	Q. 6.00	Q. 720.00
Madera	995.12	pt	Q. 5.50	Q. 5,473.16
Clavo 3"	50	lb	Q. 5.00	Q. 250.00
Piedra bola	5.63	m3	Q. 230.00	Q.1,294.90
Tubería PVC 2" SDR 32.5	0.3	un	Q. 114.50	Q. 34.35
Plancha PVC liso 4x8'	0.5	un	Q. 310.00	Q. 155.00
Electro malla 6/6 6x6"	2.88	plancha	Q. 271.70	Q. 782.50
Tubería PVC 1" SDR 26	13.5	un	Q. 59.19	Q. 799.07
Impermeabilizante cementico	27.502	saco	Q. 146.76	Q 4,036.19
Tapadera concreto prefabricada	10	un	Q. 250.00	Q. 2,500.00
Subtotales materiales				Q. 162,725.08

<b>Mano de obra</b>				
Armado y fundición de concreto reforzado	46.28	m3	Q. 800.00	Q.37,024.00
Excavación	225.0444	m3	Q. 130.00	Q. 29,255.77
Encofrado	277.49	m2	Q. 35.00	Q. 9,712.15
Alisado	311.47	m2	Q. 25.00	Q. 7,786.75
Subtotal mano de obra				Q. 83,778.67

<b>Maquinaria/equipo/transporte</b>				
Retroexcavadora	32.00	hora	Q. 450.00	Q.14,400.00
Camión de volteo	4.0000	día	Q 1,400.	Q.5,600.
Subtotal maquinaria, equipo, transporte				Q 20,000.00

Total, costo directo	Q266,503.75
----------------------	-------------

Gastos administrativos	Q55,965.79
Dirección técnica	Q31,980.45
Utilidad	Q34,645.49
Imprevistos	Q. 5,330.08

Total, costo indirecto	Q127,921.80
------------------------	-------------

<b>Total, costo unitario</b>	<b>Q 394,425.55</b>
------------------------------	-------------------------

No.	2.04	PU	Q 6,510.70
Renglón	Caja de cloración		
Unidad	un		

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Cemento	9.41	saco	Q. 90.00	Q. 846.90
Arena de río	0.55	m3	Q. 150.00	Q 82.50
Piedrín 1/2"	0.95	m3	Q. 220.00	Q 209.00
Varilla de acero 3/8" corrugado G40 6m	25.27	un	Q. 29.00	Q 732.83
Alambre de amarre	2.2	lb	Q. 6.00	Q. 13.20
Madera	26.98	pt	Q. 5.50	Q.148.39
Clavo 3"	0.5	lb	Q. 5.00	Q. 2.50
Clorador prefabricado de pastillas	1	un	Q. 450.00	Q.450.00
Tapadera concreto prefabricada	1	un	Q. 250.00	Q.250.00
Subtotales materiales				Q.2,735.32

<b>Mano de obra</b>				
Armado y fundición de concreto reforzado	1.06	m3	Q 800.00	Q 848.00
Excavación	2.62	m3	Q 130.00	Q 340.60
Encofrado	7.52	m2	Q 35.00	Q 263.20
Alisado	8.48	m2	Q 25.00	Q 212.00
Subtotal mano de obra				Q1,663.80

<b>Maquinaria/equipo/transporte</b>				
Subtotal maquinaria, equipo, transporte				Q -

Total, costo directo	Q.4,399.12
----------------------	------------

Gastos administrativos	Q.923.82
Dirección técnica	Q. 527.89
Utilidad	Q. 571.89
Imprevistos	Q. 87.98
Total, costo indirecto	Q 2,111.58

<b>Total, costo unitario</b>	<b>Q 6,510.70</b>
------------------------------	-----------------------

No.	2.05	PU	Q	83,999.10
Renglón	Tanque de contacto para desinfección			
Unidad	un			

Descripción	Cantidad	Uní.	Precio unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Cemento	75.81	saco	Q. 90.00	Q. 6,822.90
Arena de río	4.06	m3	Q. 150.00	Q. 609.00
Piedrín 1/2"	8.11	m3	Q. 220.00	Q. 1,784.20
Varilla de acero 1/4" liso G40 6m	1.75	un	Q. 21.00	Q. 36.75
Varilla de acero 3/8" corrugado G40 6m	10	un	Q. 29.00	Q. 290.00
Varilla de acero 1/2" corrugado G40 6m	122.83	un	Q. 35.00	Q. 4,299.05
Alambre de amarre	13.37	lb	Q. 6.00	Q. 80.22
Madera	210.47	pt	Q. 5.50	Q. 1,157.59
Clavo 3"	10	lb	Q. 5.00	Q. 50.00
Impermeabilizante cementico	3.320	saco	Q.146.76	Q. 487.24
Barandilla de seguridad	14.2	ml	Q. 120.00	Q. 1,704.00
Subtotales materiales				Q.17,320.95

<b>Mano de obra</b>				
Armado y fundición de concreto reforzado	8.778	m3	Q. 800.00	Q. 7,022.40
Excavación	34.83	m3	Q. 130.00	Q. 4,527.90
Encofrado	58.69	m2	Q. 35.00	Q. 2,054.15
Alisado	33.23	m2	Q. 25.00	Q. 830.75
Subtotal mano de obra				Q.14,435.20

<b>Maquinaria/equipo/transporte</b>				
Retroexcavadora	40.00	hora	Q. 450.00	Q. 18,000.00

Camión de volteo	5.0000	día	Q. 1,400.00	Q. 7,000.00
Subtotal maquinaria, equipo, transporte				Q 25,000.00

Total, costo directo	Q 56,756.15
----------------------	----------------

Gastos administrativos	Q 11,918.79
Dirección técnica	Q 6,810.74
Utilidad	Q 7,378.30
Imprevistos	Q 1,135.12

Total, costo indirecto	Q 27,242.95
------------------------	----------------

<b>Total, costo unitario</b>	<b>Q 83,999.10</b>
------------------------------	------------------------

No.	3.01	PU	Q 36,613.78
Renglón	Patios de secado y conducción		
Unidad	un		

Descripción	Cant.	Uni.	Precio unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Cemento	31.78	saco	Q. 90.00	Q. 2,860.20
Arena de río	2.16	m3	Q. 150.00	Q. 324.00
Piedrín 1/2"	3.23	m3	Q. 220.00	Q. 710.60
Piedra bola	0.36	m3	Q. 230.00	Q. 82.80
Varilla de acero 1/2" corrugado G40 6m	44.99	un	Q. 35.00	Q. 1,574.65
Alambre de amarre	3.92	lb	Q. 6.00	Q. 23.52
Madera	209	pt	Q. 5.50	Q. 1,149.50
Clavo 3"	5	lb	Q. 5.00	Q. 25.00
Válvula de bola PVC 2"	1	un	Q. 133.50	Q. 133.50
Válvula de bola PVC 4"	3	un	Q. 979.16	Q. 2,937.48
Ladrillo tuyuyo 6.5x11x23cm	94.8	un	Q. 1.30	Q. 123.24
Tubería PVC 4" SDR 32.5	2.25	un	Q. 399.60	Q. 899.10
Tubería PVC 1" SDR 26	0.27	un	Q. 59.19	Q. 15.98
Subtotales materiales				Q 10,859.57

<b>Mano de obra</b>				
Armado y fundición de concreto reforzado	3.24	m3	Q. 800.00	Q. 2,592.00
Excavación	20.54	m3	Q 130.00	Q. 2,670.67
Encofrado	58.28	m2	Q. 35.00	Q. 2,039.80
Alisado	63.08	m2	Q 25.00	Q. 1,577.00
Subtotal mano de obra				Q. 8,879.47



<b>Maquinaria/equipo/transporte</b>				
Retroexcavadora	8.00	hora	Q 450.00	Q. 3,600.00
Camión de volteo	1.00	día	Q.1,400.00	Q. 1,400.00
Subtotal maquinaria, equipo, transporte				Q. 5,000.00

Total, costo directo	Q. 24,739.04
----------------------	--------------

Gastos administrativos	Q. 5,195.20
Dirección técnica	Q. 2,968.68
Utilidad	Q. 3,216.08
Imprevistos	Q. 494.78
Total, costo indirecto	Q. 11,874.74

<b>Total, costo unitario</b>	<b>Q 36,613.78</b>

No.	4.01	PU	Q 6,794.81
Renglón	Caja de desodorización		
Unidad	un		

Descripción	Can.	Uní.	Precio unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Cemento	5.37	saco	Q. 90.00	Q. 483.30
Arena de río	0.33	m3	Q. 150.00	Q. 49.50
Piedrín 1/2"	0.5	m3	Q. 220.00	Q. 110.00
Piedra bola	0.9	m3	Q. 230.00	Q. 207.00
Varilla de acero 3/8" corrugado G40 6m	11.54	un	Q. 29.00	Q. 334.66
Alambre de amarre	1	lb	Q. 6.00	Q. 6.00
Madera	160.66	pt	Q. 5.50	Q. 883.63
Clavo 3"	1	lb	Q. 5.00	Q. 5.00
Tierra negra	0.64	m3	Q. 200.00	Q. 128.00
Guía grama	2	m2	Q. 5.00	Q. 10.00
Subtotales materiales				Q. 2,217.09

<b>Mano de obra</b>				
Armado y fundición de concreto reforzado	0.56	m3	Q. 800.00	Q. 448.00
Excavación	0.60	m3	Q. 130.00	Q. 78.00
Encofrado	44.8	m2	Q. 35.00	Q. 1,568.00
Alisado	11.2	m2	Q. 25.00	Q. 280.00
Subtotal mano de obra				Q. 2,374.00

<b>Maquinaria/equipo/transporte</b>				
Subtotal maquinaria, equipo, transporte				Q -

Total, costo directo	Q. 4,591.09
----------------------	-------------

Gastos administrativos	Q. 964.13
Dirección técnica	Q. 550.93
Utilidad	Q. 596.84
Imprevistos	Q. 91.82
Total, costo indirecto	Q. 2,203.72

<b>Total, costo unitario</b>	<b>Q. 6,794.81</b>
------------------------------	--------------------

No.	4.02	PU	Q	119.14
Renglón	Conducción de gases			
Unidad	ml	36.64		

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Tubería PEAD 2"	0.17	un	Q. 250.00	Q. 42.50
Tee PEAD 2"	0.35	un	Q. 50.00	Q. 17.50
Codo 90° PEAD 2"	0.11	un	Q. 50.00	Q. 5.50
Subtotales materiales				Q. 65.50

<b>Mano de obra</b>				
Instalación tubería PEAD	1	ml	Q 15.00	Q 15.00
Subtotal mano de obra				Q 15.00

<b>Maquinaria/equipo/transporte</b>				
Subtotal maquinaria, equipo, transporte				Q -

Total, costo directo	Q80.50
Gastos administrativos	Q 16.91
Dirección técnica	Q. 9.66
Utilidad	Q. 10.47
Imprevistos	Q. 1.61
Total, costo indirecto	Q. 38.64

<b>Total, costo unitario</b>	<b>Q. 119.14</b>
------------------------------	------------------

No.	<b>5.01</b>	PU	Q	<b>453.96</b>
Renglón	<b>Línea de conducción inicial</b>			
Unidad	ml			30.00

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Tubería PVC 10" ASTM F949	0.17	un	Q. 1,510.20	Q. 256.73
Subtotales materiales				Q. 256.73

<b>Mano de obra</b>				
Instalación tubería PVC 10" ASTM F949	1	ml	Q. 10.00	Q. 10.00
Excavación de zanja	1	ml	Q. 40.00	Q. 40.00
Subtotal mano de obra				Q. 50.00

<b>Maquinaria/equipo/transporte</b>				
Subtotal maquinaria, equipo, transporte				Q -

Total, costo directo	Q. 306.73
----------------------	-----------

Gastos administrativos	Q 64.41
Dirección técnica	Q. 36.81
Utilidad	Q. 39.87
Imprevistos	Q. 6.13
Total, costo indirecto	Q.147.23

<b>Total, costo unitario</b>	<b>Q.453.96</b>
------------------------------	-----------------

No.	5.02	PU	Q 1,848.37
Renglón	Pozo de visita 36"		
Unidad	un		

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Tubo concreto reforzado 36"	1.5	un	Q. 590.00	Q. 885.00
Cemento	0.47	saco	Q. 90.00	Q. 42.30
Arena de río	0.03	m3	Q. 150.00	Q. 4.50
Piedrín 1/2"	0.05	m3	Q. 220.00	Q. 11.00
Varilla de acero 3/8" corrugado G40 6m	1	un	Q. 29.00	Q. 29.00
Alambre de amarre	0.2	lb	Q. 6.00	Q. 1.20
Subtotales materiales				Q. 973.00

<b>Mano de obra</b>				
Instalación de tubo de concreto reforzado	1	un	Q. 50.00	Q. 50.00
Armado y fundición de concreto reforzado	0.05	m3	Q. 800.00	Q. 40.00
Excavación	1.43	m3	Q. 130.00	Q. 185.90
Subtotal mano de obra				Q. 275.90

<b>Maquinaria/equipo/transporte</b>				
Subtotal maquinaria, equipo, transporte				

Total, costo directo	Q. 1,248.90
----------------------	-------------

Gastos administrativos	Q. 262.27
Dirección técnica	Q. 149.87
Utilidad	Q. 162.36
Imprevistos	Q. 24.98

Total, costo indirecto	Q 599.47
------------------------	----------

<b>Total costo unitario</b>	<b>Q 1,848.37</b>
-----------------------------	-------------------

No.	5.03	PU	Q 1,099.00
Renglón	Pozos de visita intermedios 24"		
Unidad	un		

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Tubo concreto reforzado 24"	1.5	un	Q. 255.00	Q. 382.50
Cemento	0.67	saco	Q. 90.00	Q. 60.30
Arena de río	0.04	m3	Q. 150.00	Q. 6.00
Piedrín 1/2"	0.07	m3	Q. 220.00	Q. 15.40
Varilla de acero 3/8" corrugado G40 6m	2.13	un	Q. 29.00	Q. 61.77
Alambre de amarre	0.2	lb	Q. 6.00	Q. 1.20
Subtotales materiales				Q. 527.17

<b>Mano de obra</b>				
Instalación de tubo de concreto reforzado	1	un	Q. 50.00	Q. 50.00
Armado y fundición de concreto reforzado	0.08	m3	Q. 800.00	Q. 64.00
Excavación	0.78	m3	Q. 130.00	Q. 101.40
Subtotal mano de obra				Q. 215.40

<b>Maquinaria/equipo/transporte</b>				
Subtotal maquinaria, equipo, transporte				

Total, costo directo	Q. 742.57
----------------------	-----------

Gastos administrativos	Q. 155.94
Dirección técnica	Q. 89.11
Utilidad	Q. 96.53
Imprevistos	Q. 14.85

Total, costo indirecto	Q. 356.43
------------------------	-----------

<b>Total, costo unitario</b>	<b>Q.1,099.00</b>
------------------------------	-------------------

No.	5.04		PU	Q 36,577.45
Renglón	Bodega y garita			
Unidad	un			

Descripción	Can	Uni	Precio unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Cemento	26.35	saco	Q. 90.00	Q. 2,371.50
Arena de río	1.82	m3	Q150.00	Q. 273.00
Piedrín 1/2"	2.5	m3	Q. 220.00	Q. 550.00
Varilla de acero 1/4" liso G40 6m	18.22	un	Q. 21.00	Q. 382.62
Varilla de acero 3/8" corrugado G40 6m	17.88	un	Q. 29.00	Q. 518.52
Alambre de amarre	10	lb	Q. 6.00	Q. 60.00
Clavo 3"	3	lb	Q. 5.00	Q. 15.00
Materiales de losa prefabricada	7.2	m2	Q. 148.50	Q. 1,069.20
Block DT clase B 0.14x0.19x0.39m	196.62	un	Q. 4.25	Q. 835.64
Block U clase B 0.14x0.19x0.39m	35.75	un	Q4.00	Q. 143.00
Monocapa gris	6.5	saco	Q 50.00	Q. 325.00
Monocapa blanco	6	saco	Q. 65.00	Q. 390.00
Contra llave de pared 3/8"x1/2"	2	un	Q45.00	Q. 90.00
Manguera de abasto 3/8"x1/2"	2	un	Q 35.00	Q. 70.00
Inodoro de tanque ahorrador de agua	1	un	Q1,000.00	Q1,000.00
Asiento	1	un	Q. 100.00	Q100.00
Grifo para lavamanos	1	un	Q. 200.00	Q 200.00
Lavamanos de empotrar	1	un	Q. 250.00	Q. 250.00
Sifón cromado plástico 1 1/4"	1	un	Q. 45.00	Q. 45.00
Desagüe para lavamanos cromado plástico	1	un	Q. 25.00	Q 25.00
Cinta teflón 1/2"	1	un	Q. 3.00	Q3.00
Tubería PVC 2" SDR 32.5	0.34	un	Q. 114.50	Q 38.93
Tubería PVC 4" SDR 32.5	1	un	Q. 399.60	Q. 399.60
Tubería PVC 1/2" SDR 13.5	2	un	Q. 36.59	Q. 73.18
Codo 45° PVC sanitario 2"	2	un	Q. 7.50	Q. 15.00



Codo 90° PVC junta cementada 1/2"	6	un	Q. 1.80	Q. 10.80
Ducto eléctrico PVC 3/4"	3	un	Q. 30.00	Q. 90.00
Vuelta eléctrica PVC 3/4"	10	un	Q. 5.50	Q. 55.00
Cemento solvente para PVC 1 galón	0.25	un	Q. 408.00	Q. 102.00
Plafonera	1	un	Q. 20.00	Q. 20.00
Bombillo LED 5w	1	un	Q. 25.00	Q. 25.00
Tablero eléctrico 4 polos	1	un	Q. 150.00	Q.150.00
Tomacorriente	1	un	Q. 15.00	Q. 15.00
Puerta metálica con pasador y candado	1	un	Q. 2,500.00	Q. 2,500.00
Ventana vidrio 5mm marco metálico y barrotes. Abatible	1	un	Q. 850.00	Q.850.00
Subtotales materiales				Q. 13,060.99

<b>Mano de obra</b>				
Levantado de block	19.3	m2	Q. 95.00	Q. 1,833.50
Instalaciones en bodega	1	gl	Q. 3,500.00	Q. 3,500.00
Fundición y armado de losa prefabricada	7.2	m2	Q. 600.00	Q. 4,320.00
Acabados en bodega	1	gl	Q. 2,000.00	Q. 2,000.00
Subtotal mano de obra				Q.11,653.50

<b>Maquinaria/equipo/transporte</b>				
Subtotal maquinaria, equipo, transporte				Q. -

Total, costo directo	Q. 24,714.49
Gastos administrativos	Q. 5,190.04
Dirección técnica	Q. 2,965.74
Utilidad	Q. 3,212.88
Imprevistos	Q. 494.29
Total, costo indirecto	Q. 11,862.96
<b>Total, costo unitario</b>	<b>Q. 36,577.45</b>

No.	5.05	PU	Q	197.12
Renglón	Cuneta pluvial			
Unidad	ml			

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Cemento	0.44	saco	Q. 90.00	Q. 39.60
Arena de río	0.03	m3	Q. 150.00	Q. 4.50
Piedrín 1/2"	0.04	m3	Q. 220.00	Q. 8.80
Madera	2.69	pt	Q. 5.50	Q. 14.80
Electro malla 6/6 6x6"	0.057	plancha	Q. 271.70	Q. 15.49
Subtotales materiales				Q. 83.19

<b>Mano de obra</b>				
Construcción de cuneta	1	ml	Q. 50.00	Q. 50.00
Subtotal mano de obra				Q. 50.00

<b>Maquinaria/equipo/transporte</b>				
Subtotal maquinaria, equipo, transporte				Q -

Total, costo directo	Q. 133.19
----------------------	-----------

Gastos administrativos	Q. 27.97
Dirección técnica	Q. 15.98
Utilidad	Q. 17.31
Imprevistos	Q. 2.66
Total, costo indirecto	Q. 63.93

<b>Total, costo unitario</b>	<b>Q. 197.12</b>
------------------------------	------------------

No.	5.06	PU	Q	238.43
Renglón	Conducción tubería de 6"			
Unidad	ml			

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Total
<b>Materiales</b>				
Tubería PVC 6" ASTM F949	0.17	un	Q.665.30	Q. 113.10
Subtotales materiales				Q. 113.10

<b>Mano de obra</b>				
Instalación tubería PVC 6" ASTM F949	1	ml	Q. 8.00	Q. 8.00
Excavación de zanja	1	ml	Q. 40.00	Q. 40.00
Subtotal mano de obra				Q. 48.00

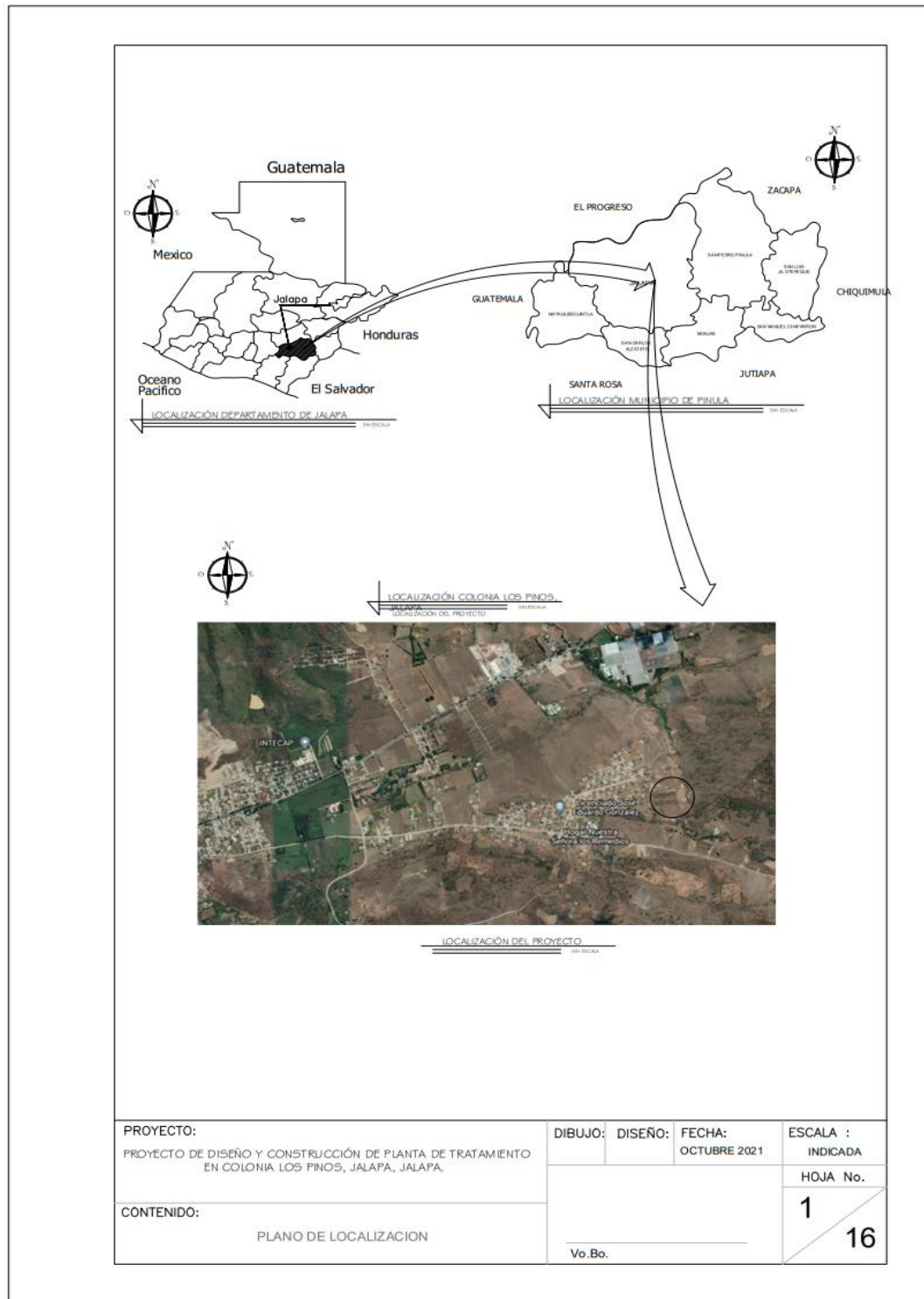
<b>Maquinaria/equipo/transporte</b>				
Subtotal maquinaria, equipo, transporte				Q -

Total, costo directo	Q. 161.10
----------------------	-----------

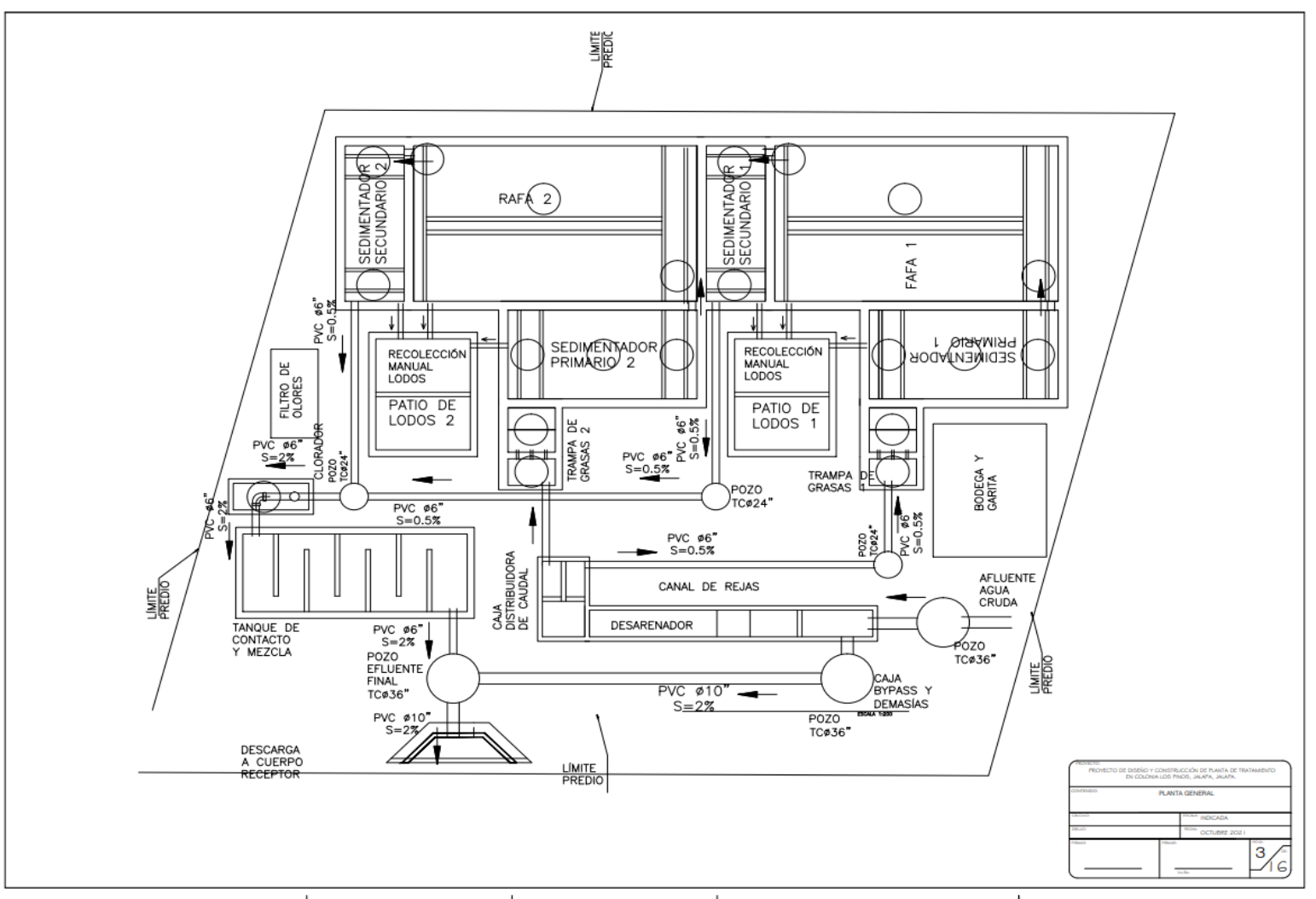
Gastos administrativos	Q. 33.83
Dirección técnica	Q. 19.33
Utilidad	Q. 20.94
Imprevistos	Q. 3.22
Total, costo indirecto	Q. 77.33

<b>Total, costo unitario</b>	<b>Q. 238.43</b>
------------------------------	------------------

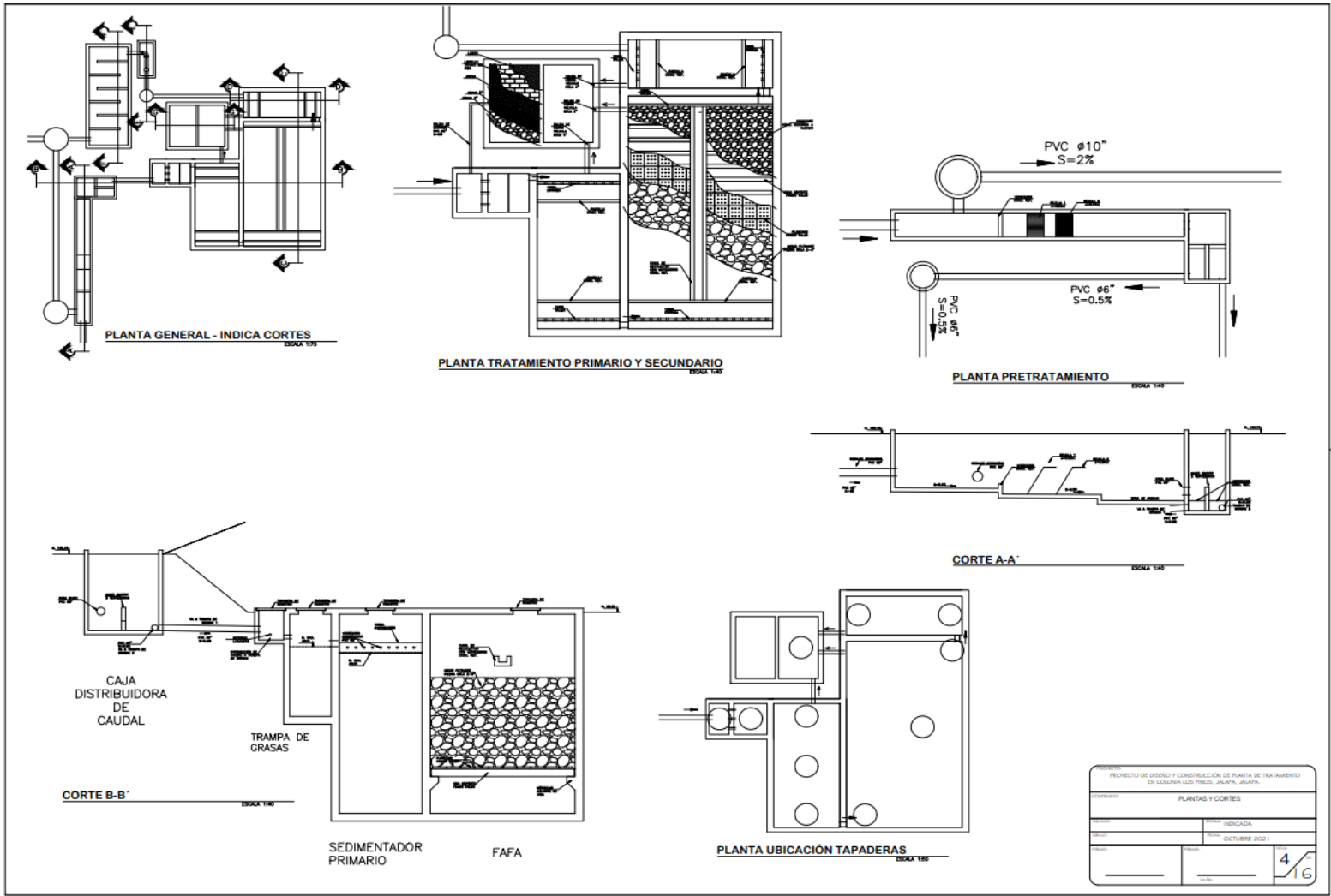
**Anexo 6. Planos:**







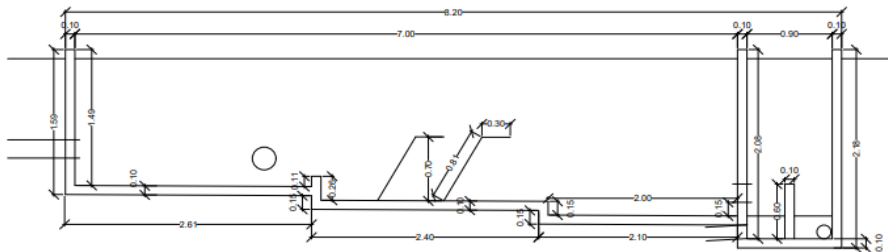
PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO EN COLOMBIA LOS PUEBLOS: JAJA, JAJA.	
PLANTA GENERAL	
INDICADA	INDICADA
OCTUBRE 2001	
3/16	



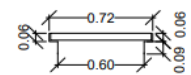
PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
PLANTAS Y CORTES	
REVISADO	REVISADA
FECHA	OCTUBRE 2021
4/16	



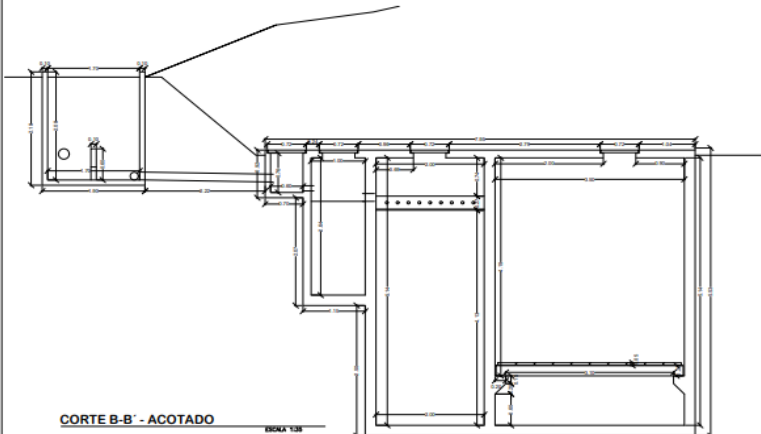




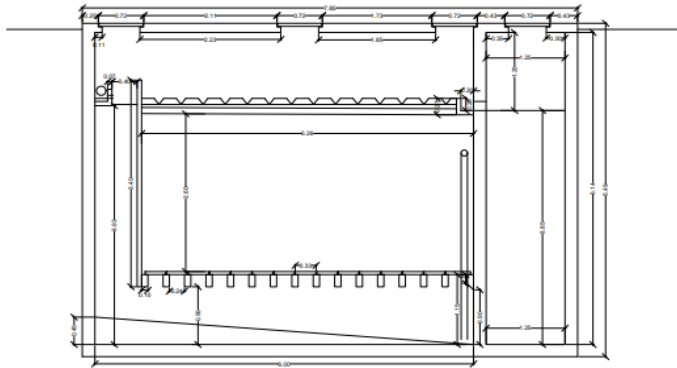
**CORTE A-A - ACOTADO**  
ESCALA 1:20



**DETALLE DE TAPADERA - ACOTADO**  
ESCALA 1:20



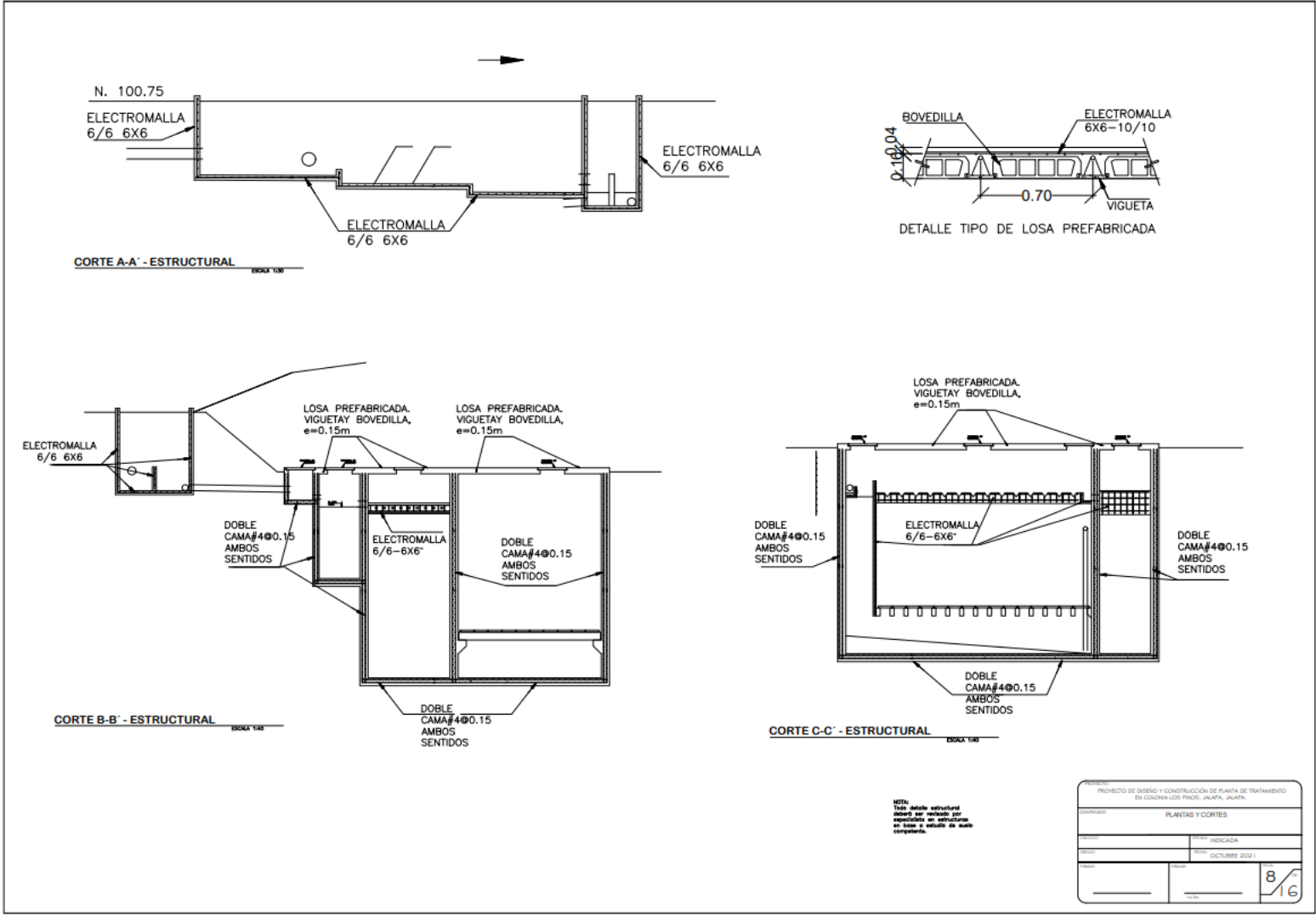
**CORTE B-B - ACOTADO**  
ESCALA 1:20

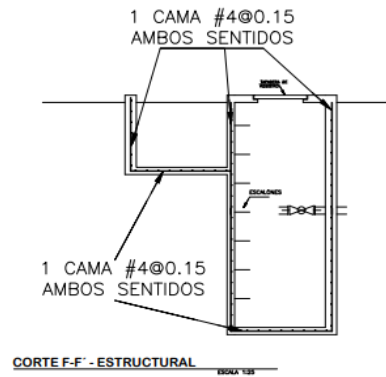
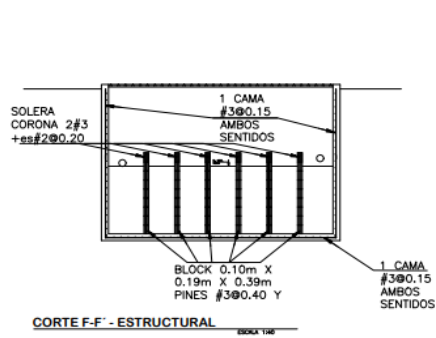
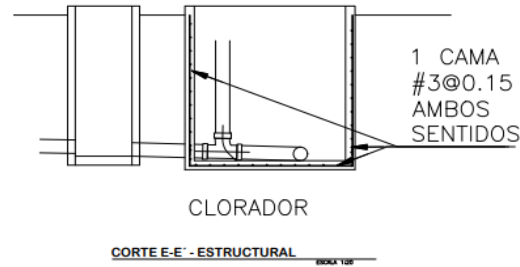
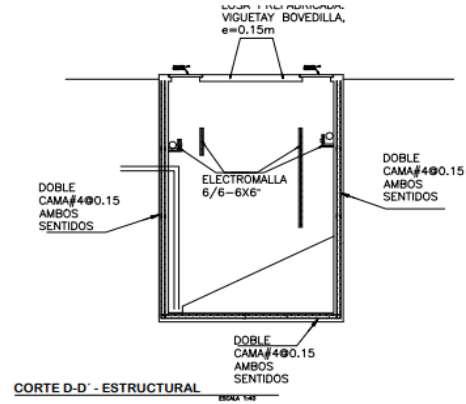


**CORTE C-C - ACOTADO**  
ESCALA 1:20

PROYECTO		PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO EN COLONIA LOS PINOS, JALAPA, JALAPA.	
CONTENIDO		PLANTAS Y CORTES	
FECHA	REVISADO	FECHA	REVISADO
AUTOR		OCTUBRE 2021	
DISEÑADOR			
PROYECTISTA			
APROBADO			
		6/6	

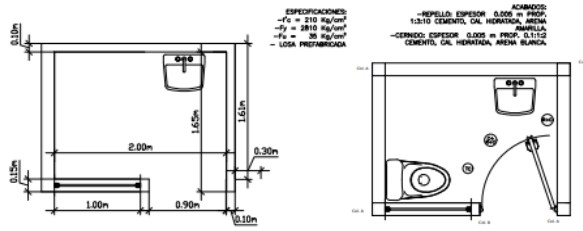






NOTA:  
Todo detalle estructural deberá ser revisado por especialista en estructura en base a estudio de suelo correspondiente.

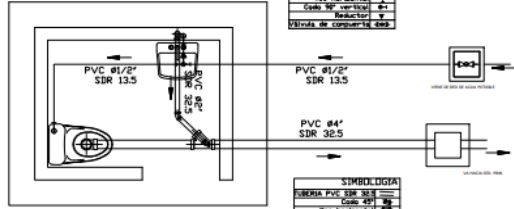
PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO EN COLONIA LOS PINOS, JALAPA, JALISCO.	
CONTENIDO: PLANTAS Y CORTES	
INDICADA	
OCTUBRE 2021	
9/16	



**ACABADOS**  
 - REVELLO ESPESOR 0.005 = PROF.  
 1:3:10 CEMENTO, CAL, HERRAJIDA, ARENA  
 MORTAJA.  
 - CERENCO ESPESOR 0.005 = PROF. 0.1:1.2  
 CEMENTO, CAL, HERRAJIDA, ARENA BLANCA.

**SIMBOLOGIA**

PVC ANCHO INSTALABLE	—
Cable SDR	—
Tubo horizontal	—
Cable 90° vertical	—
Tubo horizontal	—
Reductor	—
VALVULAS DE COMANDO	—

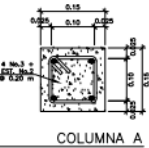
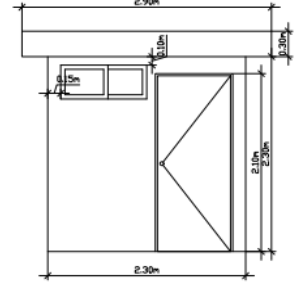
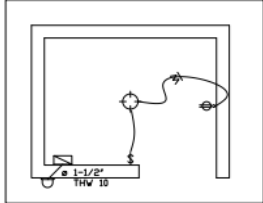


**SIMBOLOGIA**

UBICARIA PVC SDR 30.5	—
Cable 40°	—
Tubo horizontal	—
Cable 90° vertical	—
Tubo horizontal	—
Reductor	—
VALVULAS DE COMANDO	—

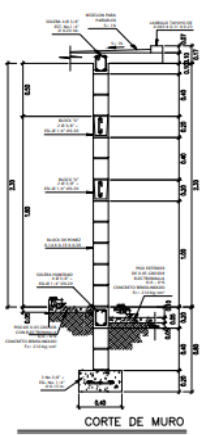
**PLANILLA DE ELECTRICIDAD**

BOQUILLA DE 20 AMP	—
INTERRUPTOR DIFERENCIAL	—
BOQUILLA ACTIVA 1.50 W. 20A/1	—
BOQUILLA ACTIVA 1.50 W. 20A/1	—
BOQUILLA ACTIVA 1.50 W. 20A/1	—
BOQUILLA ACTIVA 1.50 W. 20A/1	—
BOQUILLA ACTIVA 1.50 W. 20A/1	—
BOQUILLA ACTIVA 1.50 W. 20A/1	—
BOQUILLA ACTIVA 1.50 W. 20A/1	—
BOQUILLA ACTIVA 1.50 W. 20A/1	—



**NOMENCLATURA DE ACABADOS**

BOQUILLA	—
BOQUILLA + CABLE	—
TUBO DE CABLEADO	—
BOQUILLA + CABLE	—
BOQUILLA + CABLE	—



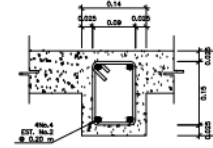
**PLANILLA DE SOLERAS**

REFUERZO	MEDIDAS	TIPO
Ø 3/8" - EST.	Ø 1/4" @ 200	ESLERA DE SOLERA DE HERRAJIDA
Ø 3/8" - EST.	Ø 1/4" @ 200	ESLERA DE SOLERA DE HERRAJIDA
Ø 3/8" - EST.	Ø 1/4" @ 200	ESLERA DE SOLERA DE HERRAJIDA

**PLANILLA DE COLUMNAS**

REFUERZO	MEDIDAS	TIPO
Ø 3/8" - EST.	Ø 1/4" @ 200	A
Ø 3/8" - EST.	Ø 1/4" @ 200	B

$F_y = 364 \text{ KG/CM}^2$   
 $F_u = 400 \text{ KG/CM}^2$  RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE REFUERZO  
 $F_u = 25 \text{ KG/CM}^2$  RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE BLOCO



SOLERA DE CORONA

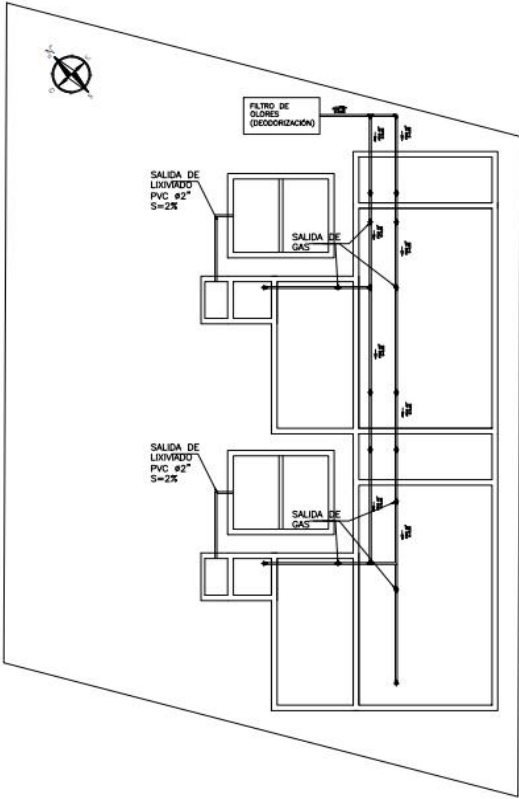
DETALLES

EN ESCALA

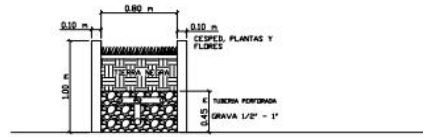
PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO EN COLONIAS PUEBLO NUEVO, PANAMA.

DETALLES DE BODEGA

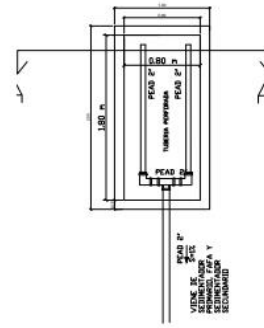
FECHA: 10/16



**PLANTA SALIDA DE GASES Y LIXIVIADOS**  
ESCALA 1/80



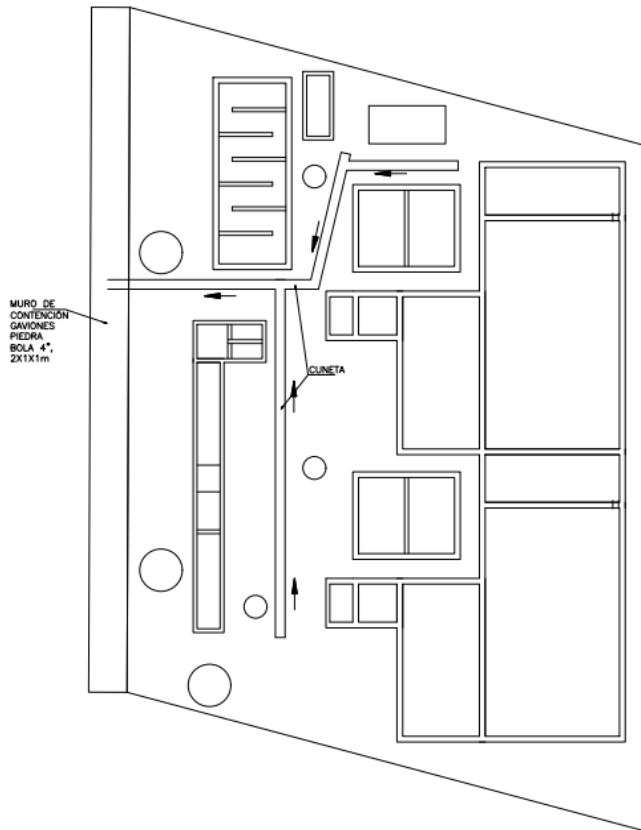
**CORTE DE SISTEMA DE DEODORIZACION**  
ESCALA 1/80



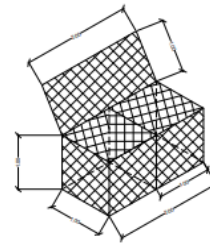
**PLANTA DE SISTEMA DE DEODORIZACION**  
ESCALA 1/80

- Especificaciones técnicas:
- Primera capa de tierra negra abonada mezclada con viruta de hierro en proporción 4:1.
  - Deberán colocarse lombrices de la especie llamada 'coqueta roja', 1 lombriz por cada 20cm<sup>3</sup>.
  - Deberá sembrarse césped y plantas de cualquier tipo en toda la superficie.
  - Segunda capa de grava con diámetro nominal entre 1/2" a 1".
  - Tubería de PVC o PEAB de ventilación de 2" de diámetro y 125 psi. Colocadas a contrapendiente de 1% como mínimo. Perforaciones de 1/8" de diámetro cada 0.10m.

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO EN COLONIA LOS PRADOS, JALAPA, JALISCO.	
CONTENIDO: SISTEMA CONTROL DE OLORES	
FECHA INDICADA	
FECHA: OCTUBRE 2001	
11/6	

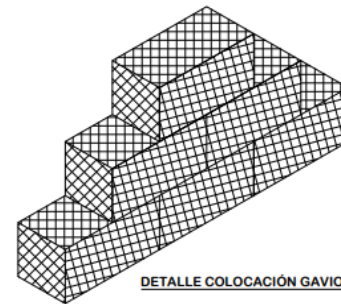


PLANTA UBICACIÓN MURO GAVIONES  
ESCALA 1/50



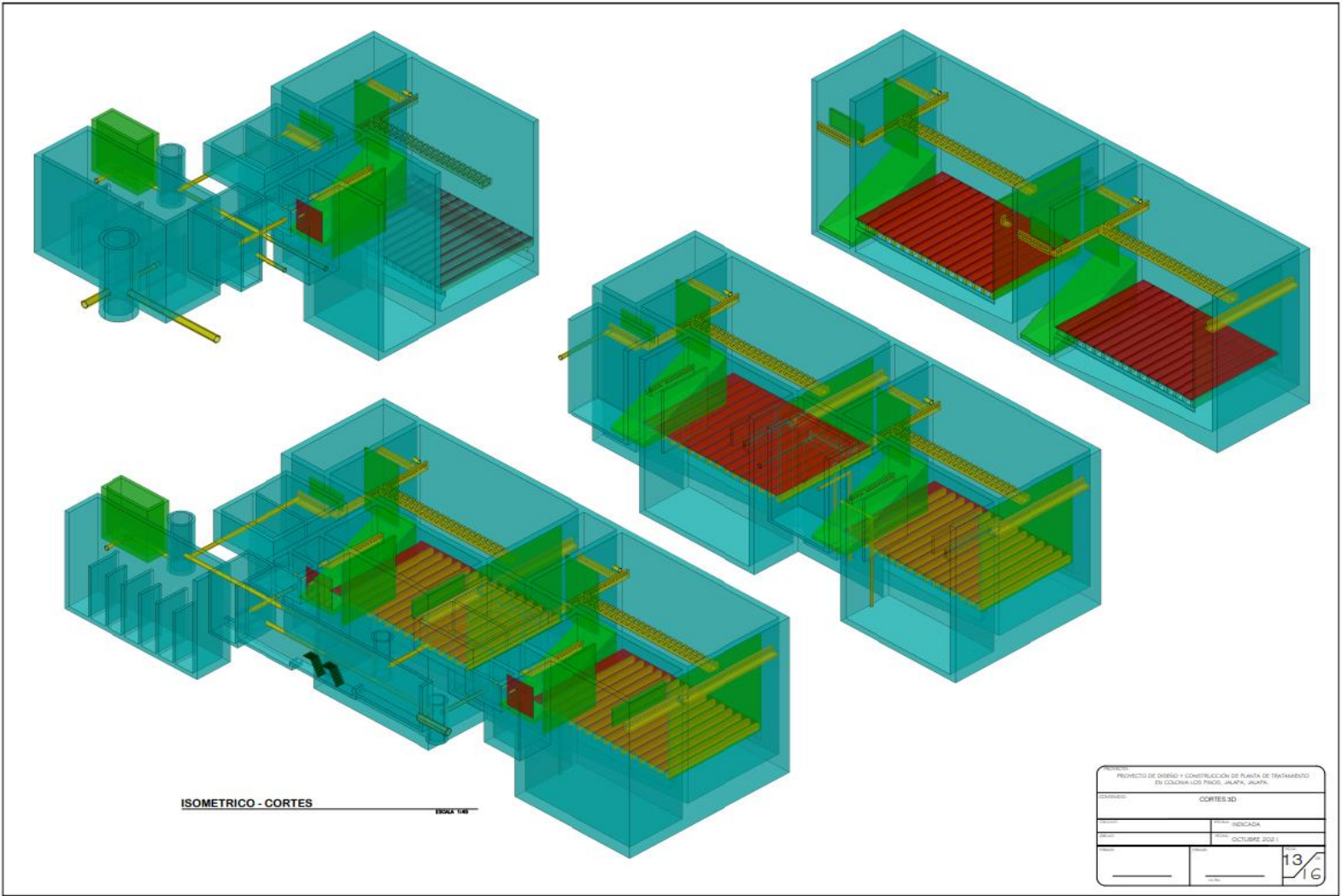
Especificaciones Montaje  
- Solo galvanizado  
- Altura de  
- Ancho con alambre  
- Espesor alambre de  
- Diámetro alambre de  
- Altura máxima de muro  
igual a 3m

DETALLE ACOTADO GAVIÓN  
ESCALA

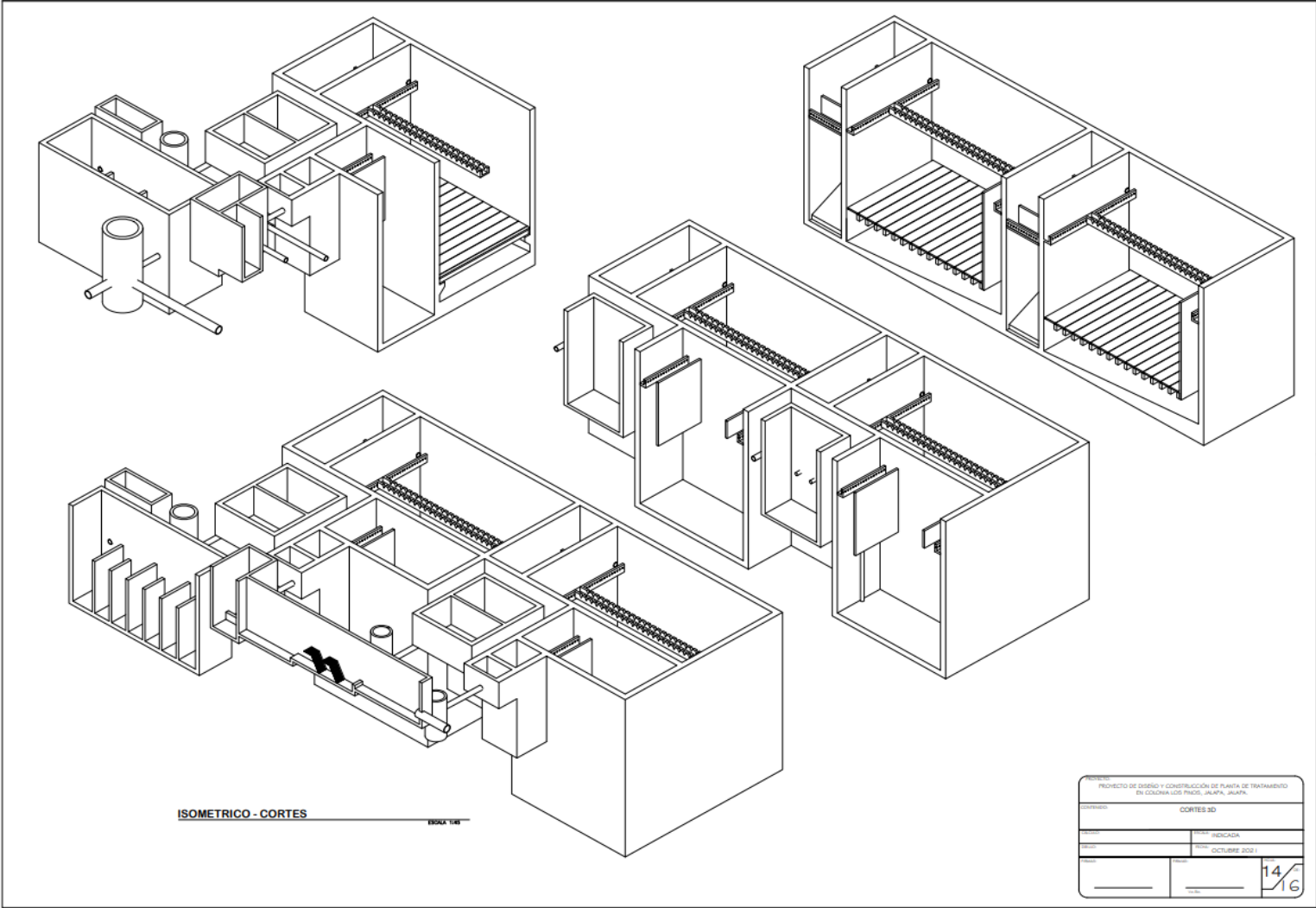


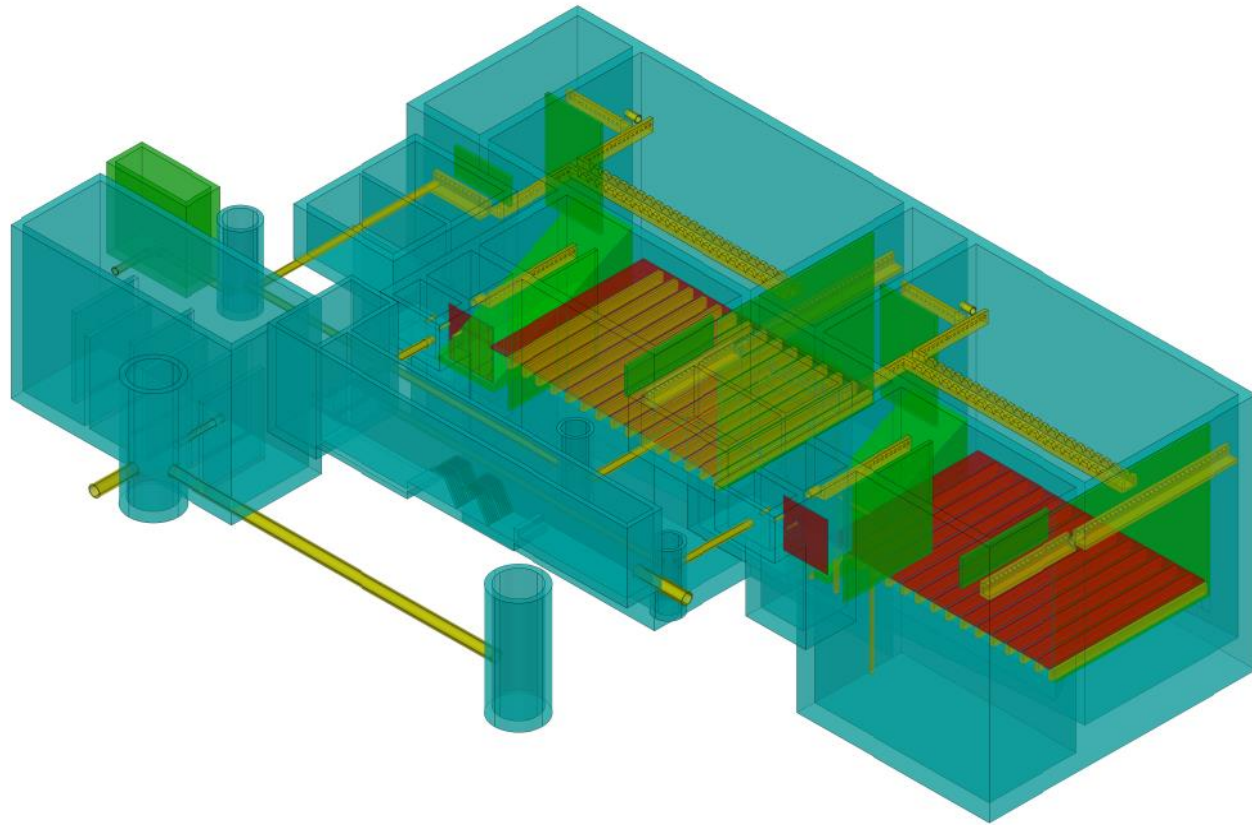
DETALLE COLOCACIÓN GAVIONES  
ESCALA

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO EN COLONIA LOS PINOS, JALAPA, JALAPA.	
DETALLES CONTENCIÓN CON GAVIONES	
INDICADA	
OCTUBRE 2021	
12	6



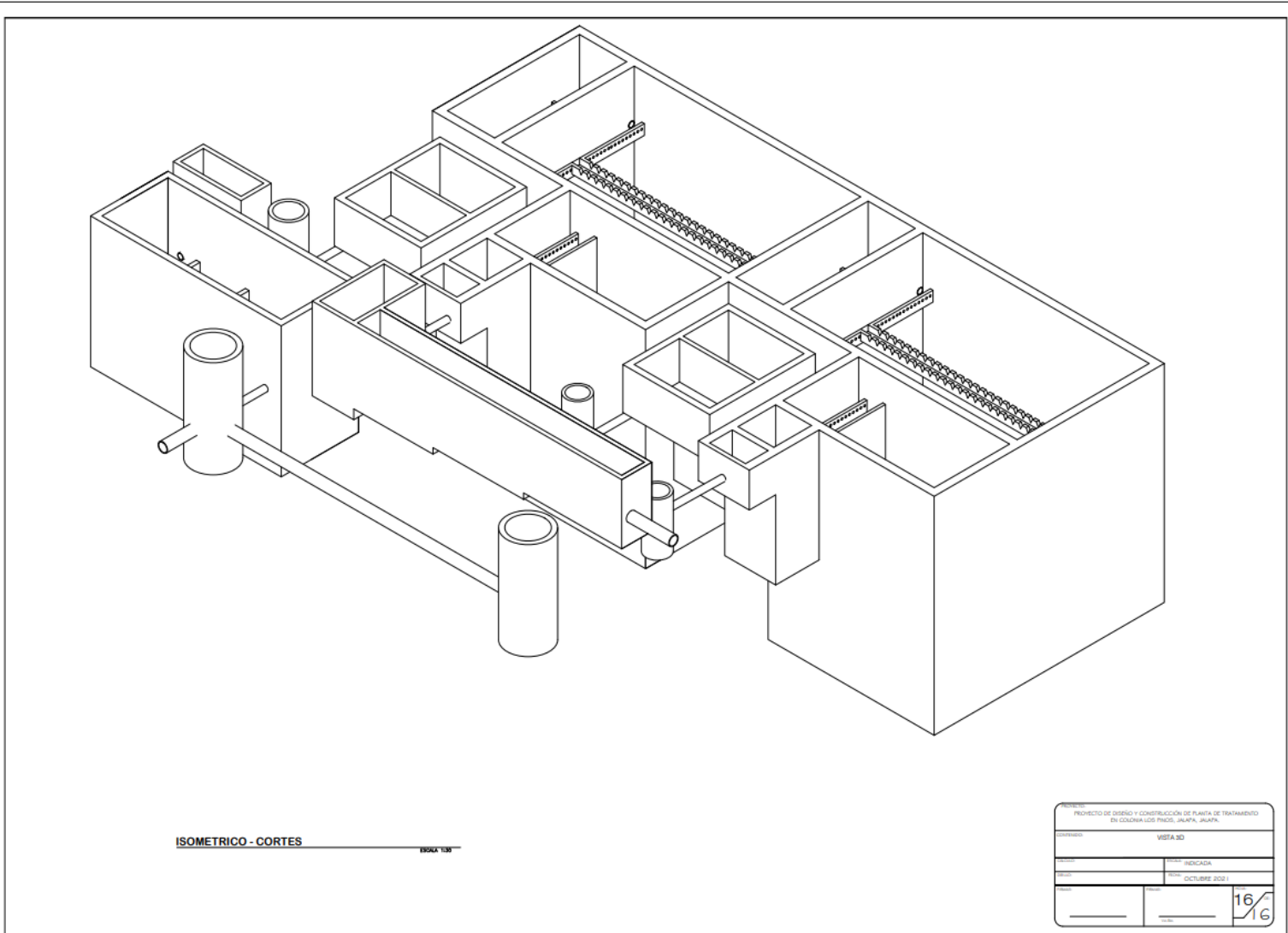






ISOMETRICO - CORTES

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE TRATAMIENTO EN COCINA LOS PUEBLOS, JALAPA, VERACRUZ	
CORTES 3D	
INDICADA	
OCTUBRE 2007	
15	16



## **Anexo 7. Especificaciones Técnicas:**

### **Especificaciones generales del Proyecto**

**Objetivo de los planos y especificaciones:** El objeto de las Especificaciones, es el de definir y regir la construcción de la Obra, la que deberá ejecutarse de acuerdo a las condiciones establecidas.

Los planos y especificaciones, serán de carácter complementario y todo lo que se designe o especifique en cualquiera de ellos será como si se hiciera en ambos. Se procederá de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas, también incluir las modificaciones aprobadas y las disposiciones emitidas por medio de órdenes escritas. Todos los trabajos que se describen en las presentes especificaciones y en planos constructivos, deben estar incluidos dentro del presupuesto del proyecto ya sea en costos directos o indirectos, esto depende del caso.

La Supervisión del proyecto deberá anotar todo suceso relevante, cambios realizados, problemas suscitados y reuniones realizadas, en libro de bitácora de obra. No se admitirán órdenes de trabajo extra, órdenes de trabajo suplementario u órdenes de trabajo complementario, sin que estén detalladas y aprobadas en bitácora de obra.

### **Dudas en la interpretación de planos y especificaciones:**

Cualquier duda en la interpretación de los Planos o Especificaciones Técnicas, debe someterse a consideración del Supervisor de obra, quien tendrá en consideración en orden de prioridad:

- a) Texto del Contrato
- b) Bases de Cotización
- c) Memorias de cálculo
- d) Disposiciones Especiales
- e) Especificaciones Técnicas
- f) Especificaciones Generales

- g) Planos del Proyecto
- h) Normas nacionales

**Modificaciones a los planos:**

Cualquier modificación o alteración que fuera necesario introducir a los Planos será autorizado previamente por el Supervisor, para que se considere cómo incorporado a los originales. Es obligación mantener en la obra un juego de planos actualizados, debidamente autorizados, en buen estado y legibles.

**Ensayo de materiales:**

Todos los ensayos y pruebas que se indiquen o sean justificadamente ordenados por el Supervisor, se podrá utilizar laboratorios particulares, siempre que éstos sean previamente aprobados por el Coordinador del Programa.

**Rótulo de construcción:**

Deberá de colocarse un rotulo de construcción en un lugar visible al ingreso de la comunidad. Deberá ser colocado desde el inicio de la Obra, en la primera quincena de iniciado el proceso de construcción. Este rótulo deberá contener como información mínima: nombre del proyecto, ubicación, número de beneficiarios y costo total del proyecto.

**Referencias:**

Se debe mantener referencias a través de banderolas sobre la línea por donde se instalará la tubería. Es necesaria la correcta ubicación de las obras de arte del sistema de abastecimiento de agua, que estén indicados en los Planos.

**Planos finales según construcción**

A la finalización de los trabajos, se entregará a el Supervisor o en su defecto al Coordinador del componente técnico del programa, un juego de Planos finales,

elaborándose para el efecto únicamente los Planos que, por modificaciones introducidas a la obra en el campo, ocasionen variantes en los planos originales.

**Control de los materiales:**

- a) Todos los materiales que se emplearán en la construcción de la obra deberán cumplir con las especificaciones establecidas en el proyecto y la normativa de reducción de desastres NRD-3.
- b) Toda estructura a construir deberá cumplir con la norma para reducción de desastres NRD-1.
- c) Los materiales especificados por referencia a un número o símbolo de una norma específica, tales como: NEMA, A.S.T.M., A.A.S.H.T.O., A.C.I., I.S.O., AWWA, D.I.N. u otras normas similares. No obstante, se aceptará utilizar para dichas referencias, alternativas que le sean equivalentes y a los cuales la Supervisión les dé su aprobación.
- d) Las pruebas o ensayos que por su naturaleza deban realizarse in situ, se harán bajo el control de la Supervisión.
- e) La tubería de cloruro de polivinilo (PVC) debe cumplir la norma CS-256 y las Especificación ASTM D 2241. Los accesorios para PVC deben estar de acuerdo con la especificación ASTM 2466 cédula 40. La unión cementada para PVC deberá cumplir la norma ASTM D 3139. En todo caso, los accesorios y pegamento deberán ser capaces de resistir la misma presión de trabajo que el tramo de tubería en donde se colocarán.
- f) La tubería de acero galvanizado conocida como tubería de hierro galvanizado (HG) debe cumplir la especificación ASTM 120 y ASTM A 53 para tubería

peso estándar, cédula 40 (tipo liviano). Los accesorios serán de hierro maleable para una presión mínima de trabajo de 21 Kg/cm<sup>2</sup>. (300 PSI). La tubería y los accesorios serán roscadas, salvo casos especiales que se indiquen en los planos, las roscas estarán de acuerdo con la Especificación Estándar Americana ANSI B 2.1. La colocación de accesorios deberá asegurar la ausencia de fugas a lo largo del período de diseño del proyecto.

- g) La arena de río será de granos limpios, fuertes, libres de impurezas orgánicas, residuos y de sustancias deteriorantes y de la mejor calidad posible. No se aceptará arena de origen eruptivo. Debe estar de acuerdo con la norma ASTM estándar C-33 y C-40.
- h) El agua empleada será limpia y libre de cantidades perjudiciales de materia orgánica, aceite o cualquier otra sustancia nociva para el cemento y las mezclas, y para elaborar concreto deberá cumplir con lo establecido en el Código de Construcción de A.C.I. 318
- i) El material selecto es material seleccionado y que por su mejor calidad y cualidades se utiliza, en algunos casos, para sustituir suelos naturales indeseables para material de soporte o relleno. En todos los casos deberá ser aprobado por la Supervisión previo a su uso.
- j) Para piedra o grava, se empleará la de mayor densidad que pueda obtenerse en la localidad y cumplir con los diámetros efectivos que se indican en la especificación técnica de cada elemento o en planos constructivos.
- k) El cemento deberá ser tipo Portland, nacional o importado y deberá llenar las especificaciones C-150 de la ASTM. Bajo ninguna condición se podrá usar

cemento viejo, húmedo o endurecido. El cemento será nuevo y deberá estar en saco sellado.

- 1) Previo a toda fundición de concreto se deberán realizar ensayos de trabajabilidad (prueba de slump) y se realizarán al menos 2 probetas de concreto para posterior ensayo de compresión en laboratorio certificado.

**Materiales, herramientas y equipo de trabajo:**

Se deberán aportar todos los materiales, herramientas, equipos, maquinaria, mano de obra y demás elementos que, aunque no estén previstos en las especificaciones y demás documentos, sean necesarios para la realización correcta del trabajo, e incluir toda maquinaria requerida por el Supervisor durante la ejecución del proyecto.

**Almacenamiento de materiales:**

Con el fin de preservar la calidad de los materiales deberán almacenarse y seguir las indicaciones del fabricante, clasificándolos ordenadamente para su fácil inspección en bodegas; la ubicación y área de almacenamiento deberán ser aprobadas. No se permitirá bajo ningún motivo el uso de materiales o equipo que por mal almacenamiento o por sobrepasar el tiempo de almacenamiento recomendado, presenten degradación, daños o cualquier desperfecto.

**Limpieza del área de trabajo:**

La ejecución de este concepto abarca, parcial o totalmente las operaciones que a continuación se mencionan:

- a) Remover la maleza, hierba, zacate o cualquier otra clase de residuos vegetales.
- b) Extracción y eliminación de raíces, troncos, y cualquier otro objeto que pueda poner en peligro la estabilidad de los trabajos a realizar.
- c) Eliminación de hormigueros y tierra inerte.



- d) Eliminación de la capa vegetal hasta la profundidad mínima de 0.40 m.
- e) Ejecutar la junta y eliminación del material producto de las actividades arriba mencionadas, retirar cualquier tipo de desechos a un vertedero autorizado.

El área deberá estar siempre en condiciones para ser ejecutados todos los trabajos correspondientes al proyecto. Los trabajos de limpieza se harán diariamente o en cualquier momento que lo solicite la Supervisión.

### **Trazo y nivelación**

La localización general, alineamientos y niveles de trabajo serán marcados de acuerdo con los planos del proyecto, y asumir la responsabilidad total de las dimensiones y elevaciones fijadas para la iniciación y desarrollo de la obra.

De considerarse necesario, para las referencias de los trazos y niveles, se deberá de replantear topográficamente para la correcta localización de la obra y evitar cualquier tipo de desplazamiento respecto al diseño del proyecto. El trazo deberá ejecutarse con teodolito o equipo similar, cuya aproximación angular sea un décimo de minuto y con cinta metálica; la nivelación se ejecutará con nivel montado.

### **Excavaciones**

Es el conjunto de operaciones necesarias para extraer, y si es preciso, remover previamente parte de suelo de un terreno.

- a) Se podrá ejecutar a mano o con maquinaria, esto depende de la magnitud y tiempo necesario del trabajo a realizar o, si fuese necesario, una combinación de éstas.
- b) El fondo de la zanja deberá ser recortada cuidadosamente para permitir un apoyo uniforme de la tubería. En los casos de suelos que contengan piedras y pedruscos, se deberá remover todas las que aparezcan en el fondo de la zanja y rellenar los espacios con material suelto compactado para uniformar el fondo de la zanja.

- c) En los casos en que la tubería debe ser colocada en zanja cortada en roca, deberá excavarse la roca hasta un mínimo de 0.15 m por debajo del nivel de instalación de la tubería.
- d) En los suelos con poca estabilidad o en excavaciones mayores a 1.50 m, se deberá apuntalar (entibar) la zanja para evitar desplomes de las paredes. Se deberá tomar las medidas necesarias para vaciar la zanja de agua proveniente de infiltración o lluvia, por medio de desagüe en los puntos bajos, por bombeo o por tablestacados según convenga el caso, manteniéndola seca hasta que se rellene.
- e) Si los materiales que se encuentran a las profundidades de instalación de la tubería no son satisfactorios porque pueden causar asentamientos o ser agresivos a la tubería, se deberán remover en todo el ancho de la zanja en una profundidad de 0.20 metros o más, reponiéndolo con un material satisfactorio debidamente compactado.
- f) Según el tipo de tubería que se use, podrá ser necesario hacer ampliaciones de la zanja de los puntos de unión o de instalación de accesorios, para permitir una correcta instalación de las uniones y accesorios.
- g) El ancho de la zanja deberá ser suficiente para la correcta instalación de la tubería y sus accesorios, así como para permitir una adecuada compactación del relleno a los lados de la misma. El ancho mínimo de zanja será de 0.30 m más el diámetro exterior de la tubería a instalar.
- h) Si se llega a considerar el uso de maquinaria para efectuar el movimiento de tierra se tomará las precauciones necesarias para no dañar la estabilidad de las

superficies transformada por la excavación, así como que removerá la roca que quede inestable; y retirar el material sobrante y depositándolo donde corresponda.

- i) No deben exceder las cotas de cimentación indicadas en el proyecto salvo en casos de encontrarse con estratos del suelo no adecuado.
- j) Deberá estipularse un valor de soporte de suelo, de acuerdo al estudio de mecánica de suelos, que se efectúe en el proyecto.
- k) Las paredes de una excavación podrán ser usadas como formaletas de fundición siempre que el material del suelo lo permita, para este caso la excavación debe hacerse a plomo y mantener el recubrimiento mínimo indicado por la normativa vigente nacional o internacional, o la indicada en especificaciones técnicas o planos constructivos. Las grietas que pudiera presentar el suelo de cimentación, se llenarán con concreto, mortero, lodocreto o lechada de cemento; según lo indique la Supervisión.

**Tipo de concreto y material de refuerzo:**

Las siguientes especificaciones se aplicarán a los materiales de este tipo que se usen en la obra y que no tenga especificaciones en planos.

**Concreto ciclópeo:**

Material compuesto de piedra bola en un 33%, con un 67% de concreto pobre. El mortero será un concreto compuesto de cemento, arena de río y pedrín en una proporción volumétrica 1:2:3. Se utilizará en donde indiquen los planos.

**Concreto:**

Material compuesto de cemento arena y pedrín en una proporción volumétrica 1:2:4 o con una proporción que garantice una resistencia  $f'c$  igual a 210 kilogramos/centímetro cuadrado (3,000 psi).

**Alisado:**

Material que se colocará en la impermeabilización interna de todas las cajas o depósitos principales que guarden agua. El mortero que se utilizará será de cemento y arena de río cernida en una proporción 1:3.

**Repello:**

Material que se colocará en la parte externa de todas las cajas o depósitos, el cual se realizará con un mortero de sabieta con una proporción 1:2 de cemento y arena de río cernida.

**Refuerzo:**

El refuerzo de todas las obras de concreto armado se hará con el hierro de diámetro especificado en planos y de no estar especificado tendrá que tener una resistencia no menor a 2100 kg/cm<sup>2</sup> (30,000 psi).

El recubrimiento mínimo de concreto, a varilla de refuerzo, cables pre-esfuerzo o ductos. Para manojos de varillas, el recubrimiento mínimo será el que sea mayor de: el diámetro equivalente del paquete (pero no mayor de 5 cm.) o el mínimo que se tabula a continuación:

<b>Con exposición a la intemperie</b>	
Todo elemento fundido en contacto con el terreno y permanentemente expuesto a él y al agua residual	7 cm
<b>No expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo</b>	
Losas y muros	4 cm
Vigas y columnas	2.5 cm

### **Especificaciones técnicas específicas del proyecto**

#### **Instalaciones de tuberías:**

El trabajo consiste en las operaciones para empalmar, fijar y probar en el área de trabajo las tuberías, los accesorios, las conexiones, piezas especiales y demás dispositivos señalados en los planos y conforme a las especificaciones del proyecto.

#### **Tubería y accesorios de PVC:**

La tubería y los accesorios a instalar deberán ser específicos para conducir agua y su clase, diámetro y longitud se indicarán en los planos y en las especificaciones técnicas del proyecto. Se incluye todo tipo de accesorios necesarios para lograr la instalación indicada en planos. En su mayoría, se utilizará tubería PVC SDR 32.5.

#### **Unión de tuberías:**

Previo instalación de cualquier clase de tubería, el Ingeniero Supervisor comprobará personalmente que la misma tenga las dimensiones, peso y tolerancia que corresponda a la especificada.

La tubería de PVC se cortará a escuadra y utilizar guías y luego se quitará la rabeada del corte y se limpiará el tubo de viruta interior y exterior. El tubo debe de penetrar en el accesorio o campana de otro tubo sin forzarlo por lo menos un tercio de la longitud de la copla, si no es posible, debe afilarse la punta del tubo.

Para tubería de PVC se aplicará el cemento solvente específico para PVC, que debe estar completamente fluido y ser de una marca reconocida en el mercado. Si el cemento empieza a endurecerse en el frasco, deberá desecharse.

Antes de aplicarse el cemento solvente se debe quitar toda clase de suciedad que se encuentra en la parte donde se va aplicar, tanto en la superficie interior del accesorio como en la superficie exterior del tubo, por medio de un trapo seco.

El cemento debe ser aplicado en una capa delgada y uniforme, puede usarse cepillo o brocha. Se deberá hacerlo rápidamente ya que el cemento seco en 2 minutos aproximadamente. No se deberá exagerar el uso del solvente, sino que solo darles un revestimiento a las dos piezas.

Para el ensamble se deberá hacer una rotación de un cuarto de vuelta, presionar el tubo en el momento que las superficies todavía estén húmedas, debiéndose dejar fija la unión por lo menos 30 minutos.

La tubería deberá colocarse cuidadosamente en la zanja y tener el cuidado al trabajarla, que los operarios no se paren en ella. La tubería se colocará zigzagueándola en la zanja se cubrirá y se dejaran expuestas las uniones para hacer la prueba respectiva. Esta tubería deberá cubrirse en las primeras horas de la mañana en el momento que este fría y no dilatada por la acción de calor.

En la instalación de la tubería, se deberá utilizar las herramientas apropiadas y los métodos de trabajo recomendados por el fabricante. Las tuberías se colocarán en el

lugar y niveles indicados en los planos. Se colocará en la alineación definitiva para evitar tener que forzarla a posiciones diferentes posteriormente.

**Relleno de zanjas:**

Las zanjas de instalación de tubería deberán ser rellenadas después de la prueba de presión. El relleno se hará abajo y a los lados de la tubería se deberá rellenar en capas de 0.10 m. Perfectamente compactados hasta media altura de la tubería. De aquí hasta 0.30 metros sobre el tubo, se deberá rellenar con capas no mayores de 0.15 metros.

El material para rellenar las zanjas, hasta el nivel deberá ser cuidadosamente escogido para que esté libre de pedruscos o piedras y permita una buena compactación, se deberá considerar un porcentaje de volumen de material selecto para relleno en casos que el material natural no se considere adecuado por la Supervisión. Durante el relleno se deberá colocar sobre los primeros 0.30m de material de relleno, una tira continua de cinta amarilla con el texto “precaución”. Esta cinta deberá de estar en todas las zanjas realizadas como advertencia futura que abajo se encuentra tubería enterrada.

**Terraplén o relleno:**

Por medio de terraplenes se entenderán todas las operaciones necesarias para construir sobre el terreno, bordos, rellenos o tercerías que servirá de asiento o terreno de fundación de una obra hidráulica del proyecto.

- a) Los materiales producto de las mismas excavaciones de la obra pueden ser usados para la formación del relleno siempre que cumplan con lo especificado al respecto. Podrá ejecutar a mano o con maquinaria, y depende de la magnitud del trabajo a realizar o, si fuese necesario, una combinación de éstas.

- b) Previo a su construcción el terreno deberá estar libre de troncos, ramas, etc., y en general de toda materia vegetal.
- c) El material a utilizar en la construcción del terraplén se colocará en capas sensiblemente horizontales, de espesor uniforme, no menor de 10 ni mayor de 20 centímetros.
- d) El material a utilizar en la formación del relleno, deberá ser aprobado por el Supervisor, previo análisis y evaluación del mismo.
- e) La humedad del material deberá ser la “humedad óptima” que permitirá alcanzar su “densidad máxima” para el grado de compactación especificada en el proyecto.
- f) El relleno de la cimentación se efectuará hasta que se haya inspeccionado la fundición y el proceso de curado del concreto esté concluido y tenga la resistencia necesaria para soportar presiones.
- g) El trabajo de relleno debe hacerse con equipo apropiado.

### **Cunetas**

Las cunetas servirán para evacuar el agua superficial o de lluvia del terreno hacia alguna estructura hidráulica; deberán de llevar una pendiente mínima de 1% o conforme a la topografía del terreno; siempre en dirección donde se pueda desfogar el agua de lluvia sin que ocasione daños. Se construirán siempre que la Supervisión considere que una estructura es vulnerable a escorrentía superficial o donde lo indiquen planos constructivos.



## **Taludes**

Estos resultarán de la conformación de plataformas y se realizarán a corte; deberán contar con una pendiente de 45 grados o menos con respecto a la horizontal; el talud podrá ser con una pendiente mayor, pero deberá ir recubierto con materiales adecuados que eviten la erosión.

Para materiales compactados o muy compactados, se conformarán los taludes, si es pertinente, sin ningún tipo de revestimiento. Se le construirán las cunetas adecuadas para la evacuación de las aguas superficiales y así, se evitará la erosión que destruye los mismos.

## **Especificaciones técnicas especiales**

### **Trabajos preliminares, Rótulo:**

En la comunidad se instalará un rótulo con la identificación del proyecto, el formato, texto, colores, deben ser autorizados por la Municipalidad de Jalapa y aprobados por el supervisor. Para dimensiones y materiales, ver detalles en plano de rótulo. La manta será vinílica y deberá quedar debidamente sujeta con remaches (o autoadhesiva) sobre una superficie de lámina galvanizada calibre 16, la cual estará sujeta al marco.

Se utilizará tubo "C" doble de 2" x 4" x 3/16" como parales para sostener el marco del rótulo. Dicho marco será de tubo cuadrado de 2" x 2" chapa 20. Se debe utilizar pintura anticorrosiva directamente para inhibir la oxidación del material. Utilizar angulares de 2" x 2" x 3/16" para soldarlo a la estructura, ver detalle en planos. El anclaje se hará en concreto armado con un f'c de 210 kg/cm<sup>3</sup>. Sus dimensiones serán de 0.30 x 0.30 metros con una profundidad de 0.80 metros de los cuales 0.60 m estarán enterrados y 0.20 m estarán fuera de la superficie, ver detalle de anclaje en plano de rótulo.

**Limpieza y chapeo**

Consiste en las labores de limpieza de terreno y eliminación de cobertura vegetal. Para esto se utilizarán herramientas que se consideren necesarias, tales como azadón, pala, piocha y machete.

**Trazo y nivelación**

Consiste en las labores de replanteo topográfico, indicando el límite del terreno, así como el trazo y marcaje de niveles de las estructuras a construir.

**Corte**

Deberán realizarse las labores de corte de terreno (incluyendo capa vegetal de al menos 0.30m) hasta llegar a los niveles finales de cada estructura a construir. El corte podrá ser de forma manual o mecánica, según se considere más conveniente.

**Tratamiento del agua residual:****Pretratamiento:**

Comprende las estructuras de canal de demasías, canal de rejillas y canal desarenador. Serán estructuras de concreto reforzado con electro malla según se especifica en planos constructivos y según dimensiones allí indicadas.

rejillas en acero inoxidable (podrán ser de fibra de vidrio) según dimensiones indicadas en planos constructivos. con canasta para desecado del material retenido en las rejillas.

**Sistema bypass**

Suministro y colocación de tubería PVC de 10 pulgadas de diámetro nominal, norma ASTM F949 para desfogue de caudales que superen el máximo de diseño de la PTAR. La pendiente mínima será del 1%.

Tratamiento primario y secundario (incluye trampa de grasa)

Estructuras de concreto reforzado que conforman las trampas de grasas, sedimentadores primarios, filtros anaerobios de flujo ascendente (RAFA) y sedimentadores secundarios.

Se propone refuerzo de doble cama de varilla de acero #4 grado 60, cada 0.15 m en ambos sentidos para pisos y muros. Las losas serán del tipo prefabricada de vigueta y bovedilla. El recubrimiento será de 0.07m para todos los muros y pisos en contacto con el suelo o el agua.

La fundición deberá hacerse como mínimo en dos partes. Primero piso incluyendo al menos 0.30m de muro para evitar junta fría en la arista entre piso y muro. De preferencia deberá preverse la colocación de banda de PVC para evitar filtraciones de agua en junta fría, en todo el perímetro de muros adyacentes al suelo. En todo caso deberá aplicarse químico especial para unión de juntas frías (concreto viejo y concreto nuevo).

Alisado de todos los muros, piso y losa, con mezcla de cemento y arena de río en proporción 1:3.

Colocación de niples de PVC 2" (SDR 32.5 o 51) para paso del agua en canales de entrada y salida. Estos niples se colocarán todos exactamente al mismo nivel. Podrán sustituirse por medios tubos (semicírculos) o vertederos triangulares.

colocación de brocal y tapadera de concreto reforzado, de preferencia de usaran tapaderas prefabricadas de 0.70m de diámetro.

La impermeabilización de los muros internos que estarán en contacto permanente con agua, aplicando impermeabilizante especial tipo repello en toda el área hasta 0.10 m arriba del nivel máximo del agua.

Las pantallas y canales de entrada y salida, serán de concreto reforzado con electro malla 6/6 6x6” o su equivalente en acero varilla #3.

### **Caja de cloración**

Construcción de caja en concreto reforzado y suministro e instalación de clorador prefabricado de pastillas (hipoclorito de calcio) para al menos 13.91 l/s como caudal máximo de la PTAR. Podrá optarse por sistema de cloración por hipoclorito de sodio (cloro líquido), considerando la implementación de sistema de dosificación continua. Tramos de tubería de PVC y accesorios necesarios (coplas, machos, reductores) de 6” de diámetro. Deberá preverse fácil montaje y desmontaje del clorador, mediante el uso de bridas o uniones universales.

Colocación de brocal y tapadera de concreto reforzado, de preferencia de usaran tapaderas prefabricadas de 0.70m de diámetro.

### **Tanque de contacto para desinfección**

Construcción de concreto reforzado con doble cama de varilla de acero #4 grado 60, cada 0.15 m en ambos sentidos para pisos y muros. El recubrimiento será de 0.07m para todos los muros y pisos.

La fundición deberá hacerse como mínimo en dos partes. Primero piso incluyendo al menos 0.30m de muro para evitar junta fría en la arista entre piso y muro. De preferencia deberá preverse la colocación de banda de PVC para evitar filtraciones de agua en junta fría, en todo el perímetro de muros adyacentes al suelo. En todo caso deberá aplicarse químico especial para unión de juntas frías.

Alisado de todos los muros, piso y losa, con mezcla de cemento y arena de río en proporción 1:3.

Impermeabilización de los muros internos que estarán en contacto permanente con agua, aplicando impermeabilizante especial tipo repello en toda el área hasta 0.10 m arriba del nivel máximo del agua.

Los muros internos divisorios serán de mampostería reforzada (block tabique de 0.10m de ancho y refuerzo vertical #3 cada 0.40m y relleno de concreto tipo graut). Con alisado en muros en toda la superficie.

Reja superior con angular 1 ¼ en toda la superficie, anclado al concreto con tornillo y tarugo metálico expansivo para concreto. Incluye hechura de acceso con bisagras tipo cartucho de 3". pintura anticorrosiva en toda la superficie metálica y dos manos de pintura para exteriores, color rojo o amarillo.

### **Manejo de lodos residuales**

#### **Patios de secado y conducción de lixiviados**

Construcción de estructuras en concreto reforzado una cama varilla #3 en ambos sentidos (podrán construirse en mampostería reforzada y repello, con piso de concreto).

Suministro y colocación de capas de arena de río cernida, grava de ½" y 2", y ladrillo tuyuyo de 6.5x11x23cm (o similar) en toda la superficie de los patios de secado.

Instalación de canal inferior de 2" de diámetro y pendientes de piso (pañuelos) hacia el canal y salida de lixiviados. Incluye tubería de PVC SDR 32.5 de 2" de diámetro con pendiente del 1% hacia pozo de registro que comunica hacia sedimentador primario. Alisado de todos los muros y piso, con mezcla de cemento y arena de río en proporción 1:3.

## **Manejo de gases**

### **Caja de deodorización:**

Construcción de caja de muros en concreto reforzado una cama varilla #3 en ambos sentidos (podrán construirse en mampostería reforzada y repello). No deberá construirse piso.

Incluye capa de grava de ½” a 1” como base a capa de tierra abonada mezclada con viruta de hierro en proporción de 4:1. colocación de lombrices tipo coqueta roja y siembra de grama u otro tipo de césped y plantas.

La tubería interna deberá ser perforada (diámetro ½” cada 0.10m) y podrá ser PVC o PEAD (polietileno de alta densidad).

### **Conducción de gases:**

Suministro y colocación de tubería PEAD de 2” de diámetro nominal a contrapendiente del 1%, para conducir gases provenientes de sedimentadores, RAFA y digestor de lodos.

Accesorios indicados en planos como codos y tees, así como la perforación de las losas para la colocación de la ventilación (podrá preverse durante la fundición de losas, la colocación de los niples). Colocación de soportes en concreto y anclajes en acero inoxidable tipo omega (cada 2m), para poder proveer la pendiente indicada.

### **Línea de conducción inicial**

Suministro e instalación de tubería de PVC diámetro 10” norma ASTM F949, como sustitución de último tramo de tubería existente que conecta el drenaje sanitario al punto de la planta de tratamiento. Deberá mantenerse una pendiente mínima del 0.5%.

### **Pozo de visita 36”**

Suministro e instalación de tubería de concreto reforzado de 36” para conformar pozo de visita o registro. construcción de tapadera y piso en concreto reforzado una cama

#3 cada 0.15m. hechura de media caña en piso para conducción del agua hacia la tubería de salida.

### **Pozos de visita intermedios 24"**

Suministro e instalación de tubería de concreto reforzado de 24" para conformar pozo de visita o registro. construcción de tapadera y piso en concreto reforzado una cama #3 cada 0.15m. hechura de media caña en piso para conducción del agua hacia la tubería de salida.

### **Bodega:**

Construcción de bodega en mampostería confinada según se indica en planos constructivos. Incluye instalación de inodoro con doble botón de descarga, lavamanos de empotrar en muro con grifo para agua fría, manguera de abasto de ½" y contra llave ½"x½", y sifón cromado con registro. Incluye instalación eléctrica para un bombillo y un tomacorriente, así como tablero eléctrico de 4 polos con un flión de 20amp.

elementos indicados en planos constructivos para permitir el desfogue del agua residual hacia el sedimentador secundario (el nivel de la bodega deberá ser mayor que el sedimentador). conexión al servicio municipal de agua potable, de no ser posible deberá preverse la orden de cambio para instalación de depósito de polipropileno de 1000 litros en azotea.

repellos interiores y exteriores, una capa de monocapa gris y otra capa final de monocapa blanco.

puerta metálica con pasador y candado, y tres bisagras tipo cartucho de 3". pintura anticorrosiva y dos manos de pintura de aceite color negro.

ventana con barrotes de ½" y vidrio de 5mm, abatible

**Muros de contención de gaviones:**

Construcción de muros de gaviones para contención del tramo del predio colindante con el río. Altura máxima de 3m, con bloques de gaviones de 2m de largo, 1m de ancho y 1 m de alto. Confinamiento con malla galvanizada y relleno de piedra bola de 4 a 10”.

**Cuneta pluvial:**

Construcción de cuneta o canal pluvial en tramos indicados en planos constructivos. Será de concreto reforzado con electro malla 6/6 6x6”, con sección interna mínima de 0.20m de ancho y 0.15m de alto.

**Conducción tubería 6”:**

Se refiere a toda la tubería de interconexión entre estructuras para el paso del agua. Será tubería PVC SDR 32.5 de 6” o lo indicado en planos constructivos. Toda la tubería deberá estar no expuesta a la intemperie.



**Anexo 8. Memoria de cálculo:**

Parámetro de diseño		
Cantidad de viviendas	360	viviendas
Densidad de viviendas	5	Hab/vi
Periodo de diseño	20	años
Taza de Crecimiento	3.1%	
Población inicial	1800	Hab
Población final	3240	Hab
Dotación por habitantes	180	l/Hab/d
Factor de retorno	0.9	
caudal medio final	4000626	l/d
	4.64	l/s
	400.63	m <sup>3</sup> /d
	0.0046	m <sup>3</sup> /s
factor caudal máximo	3	
	13.91	l/s
	1201.88	m <sup>3</sup> /d
	0.0139	m <sup>3</sup> /s
Pretratamiento		
canal de rejillas	0.6	m
ancho de solera	0.014	
rugosidad	0.0005	m/m

pendiente	0.5	%
tirante medio	0.02	m
tirante máximo	0.04	m
velocidad caudal medio	0.36	m/s
velocidad caudal máximo	0.55	m/s

vertederos de aforo y demasías		
coeficiente de descarga	1.45	pared ancha
ancho de solera	0.6	m
numero de contracciones	0	
caudal máximo	0.0139	m <sup>3</sup>
Caudal medio	0.0046	m <sup>3</sup>
Tirante máximo (h)	0.06347	m
Tirante medio (h)	0.03051	m

Trampa de Grasas		
THR (para caudal pico)	4.00	min
Número de unidades	2.00	un
caudal máximo por unidad	0.00696	m <sup>3</sup> /s
Volumen requerido por unidad	1.67	m <sup>3</sup>
Largo	1.00	m <sup>3</sup>
Ancho	1.00	m <sup>3</sup>
Profundidad	1.80	m <sup>3</sup>

Volumen de ejecución	1.80	m3
----------------------	------	----

Dimensiones de tuberías		
Caudal máximo	13.91	l/s
Pendiente	2.00	%
Tipo de tubería	PVC	
Diámetro nominal	6	
Área	6.115	
velocidad	0.019	m2
Capacidad de Caudal	30725	m/s
	OK	
q/Q	0.452741	
v/V	0.974319	
d/D	0.47	
v	1.58	m/s

Dimensiones de tuberías de conexiones		
Numero de divisiones	2	
Caudal máximo	6.96	l/s
Pendiente	0.50%	
Tipo de tubería	PVC	
Diámetro nominal	6	
Diámetro interno	6.115	
Área	0.019	m2

velocidad	0.811	m/s
capacidad de caudal	15.363	l/s
q/Q	0.452741	
v/V	0.974317	
d/D	0.47	

Tratamiento primero: sedimentador		
Tiempo de retención	2	h <sup>m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/dia</sup>
Carga de superficie	25	
Número de unidades	2	
Caudal medio por unidad	200.31	m <sup>3</sup> /d
Área requerida por unidad	8.01	m <sup>2</sup>
ancho	2	m
largo	4	m
Área	8	m <sup>2</sup>
Volumen requerido	16.69	m <sup>3</sup>
Profundidad	2.09	m
Rendimiento eliminación de sólidos	50%	
SST iniciales	220	mg/l
Tiempo de retención	30	días
Masa	661.03	kg

Peso específico de lodos	1.03	
Humedad	94%	
Volumen	10.7	m <sup>3</sup>
Profundidad rectangular	0.5	m
profundidad triangular	1.5	m
Volumen rectangular	4	m
Volumen triangular	6	m <sup>3</sup>
Volumen total	10	m <sup>3</sup>

Tratamiento Secundario: Filtro anaerobio de flujo ascendente		
Número de unidades	2	
Caudal medio	2.318	l/s
Caudal máximo horario	6.955	l/s
Caudal recirculación	0	
Carga hidráulica deseada	10	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> -día
Área requerida	20.03	m <sup>2</sup>
largo	6	m
ancho	3.5	m
área trabajar	21	m <sup>2</sup>
Carga hidráulica a trabajar	9.54	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> -día
DBO afluente	225	mg/l
	0.23	kg/m <sup>3</sup>
Carga orgánica por unidad	45.07	kg DBOs/día
DBO efluente primario	168.75	mg/l

DBO efluente secundario	84.375	mg/l
	0.084	kg/m <sup>3</sup>
Carga orgánica recirculación	0	kg DBOs/día
Carga orgánica resultante	45.07	kg DBOs/día
Área	21	m <sup>2</sup>
Profundidad lecho fil	3.5	m
Carga orgánica volumétrica	0.61	kg DBOs/m <sup>3</sup> - dia

Tanque de decantación secundaria		
Carga hidráulica	48	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> -dia
Área requerida	4.17	m <sup>2</sup>
Ancho	1.25	m
Largo	3.5	m
área a trabajar	4.38	m <sup>2</sup>
Carga hidráulica a trabajar	45.79	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> -dia
profundidad	2	m
volumen	8.75	m <sup>3</sup>
tiempo de retención	1.05	horas
Rendimiento eliminación de solidos	50	%
SST	110	mg/l
tiempo retención	30	días
masa	330.52	kg

peso específico de lodos	1.03	
humedad	94	%
volumen	5.35	m <sup>3</sup>
ancho	1.25	m
largo	3.5	m
profundidad rectangular	0.7	m
profundidad triangular	1	m
volumen	5.25	m <sup>3</sup>
<b>Tratamiento terciario: desinfección</b>		
tiempo de retención	15	min
número de unidades	1	
caudal máximo horario	13.91	l/s
volumen requerido	12.52	m <sup>3</sup>
largo	4.75	m
ancho	1.75	m
profundidad	1.5	m
volumen de ejecución tanque contacto	12.46875	m <sup>3</sup>

### **Anexo 9. Manual de Operación y Mantenimiento:**

Por el tipo de servicio a prestar, se generarán solamente aguas residuales de tipo doméstico (tipo ordinario). Estas aguas negras se caracterizan por ser biológicamente degradables, es decir que pueden ser tratadas por medios biológicos sin sustancias químicas adicionales.

El tratamiento constará de cuatro fases: pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario. Es importante que, para seguimiento y evaluación del funcionamiento de la PTAR, se cumpla con lo indicado en el artículo 49 y 50 del Acuerdo Gubernativo 236-2006, que se refiera a toma de dos muestras de agua residual al año y medición de caudal en cada una.

Este manual de operación y mantenimiento pretende resumir de forma clara las actividades principales que deben realizarse y la frecuencia en que deben realizarse para asegurar un funcionamiento óptimo de la planta de tratamiento.

Es importante que una copia del presente manual se encuentre siempre disponible dentro de las instalaciones de la planta de tratamiento, y que su uso sea acompañado de capacitaciones continuas sobre depuración de aguas residuales y conceptos básicos de aguas residuales.

En ningún momento se debe olvidar que el agua que entra a la planta es la generada como desecho por las diversas actividades humanas y que por tal motivo es causante de enfermedades si no se toman las medidas de seguridad e higiene adecuadas.



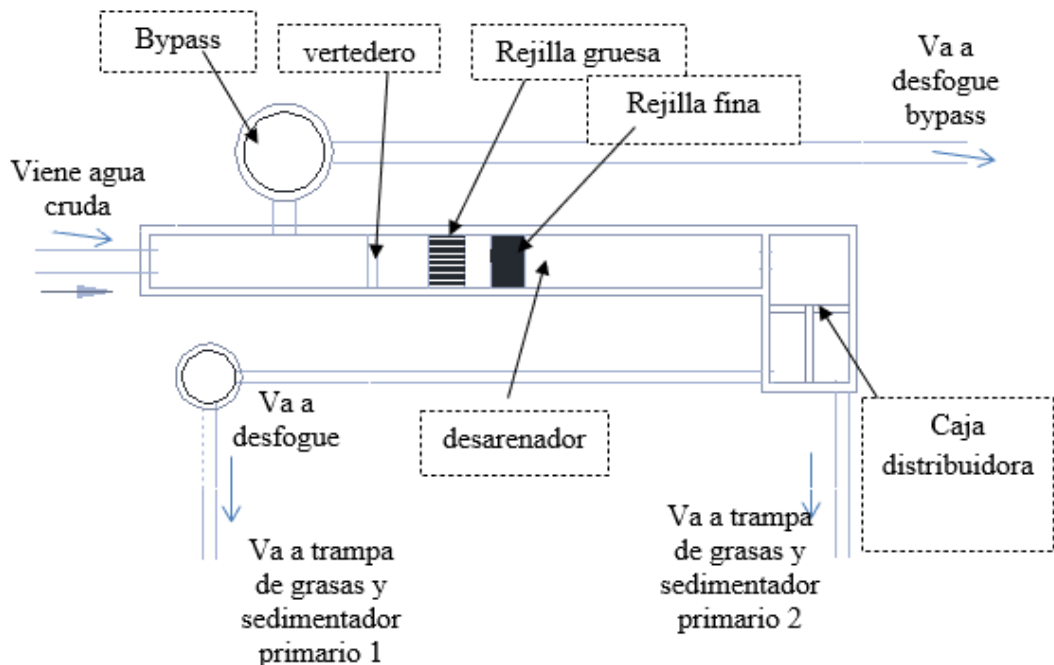


### Pretratamiento:

El pretratamiento estará compuesto de vertedero de demasía cuya función es derivar caudales pico que sobrepasan la capacidad de la planta de tratamiento, por ejemplo, el que puede deberse a días lluviosos. Este sistema bypass, funciona de manera automática en base a un vertedero de control que limita el caudal entrante.

Además, se cuenta con canal de rejillas que tiene como función la retención de sólidos gruesos, materia flotante inerte, y finalmente se cuenta con un desarenador que busca retener arena que pueda interferir en los procesos biológicos de tratamiento o simplemente obstruir las siguientes etapas de tratamiento.

### Pretratamiento:



Las rejillas deberán ser inspeccionadas diariamente para su limpieza. Los desechos retenidos por las rejillas deberán tratarse como residuos sólidos y serán almacenados y desechados como tales.

Adicionalmente se cuenta con trampas de grasas previo a la entrada a los sedimentadores. La trampa de grasas busca retener material flotante como aceites y grasas. Tiene un canal distribuidor de caudal en la entrada.

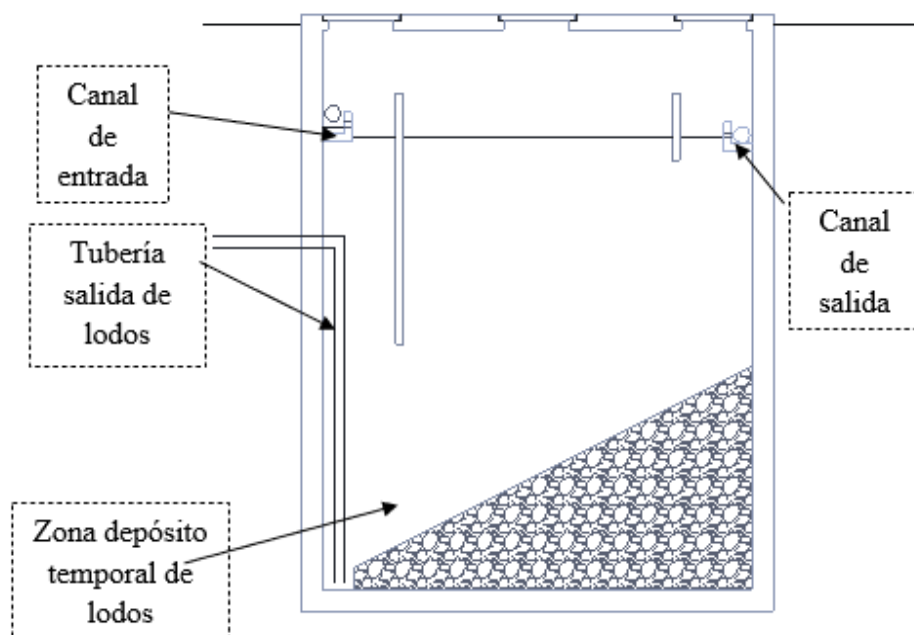
### **Mantenimiento y operación:**

- a) Limpieza diaria o cada dos días de rejillas. Limpieza semanal del canal removiendo arenas o sólidos sedimentables.
- b) Limpieza semanal de la trampa de grasas. El material removido debe ser tratado como residuo sólido.

### **Tratamiento primario:**

Constará de sedimentador primario en cuyo fondo se depositará por sedimentación lodo residual que debe ser extraído mediante apertura de válvulas de control de lodos. Servirá también como trampa de grasas.

#### **Corte sedimentador primario:**



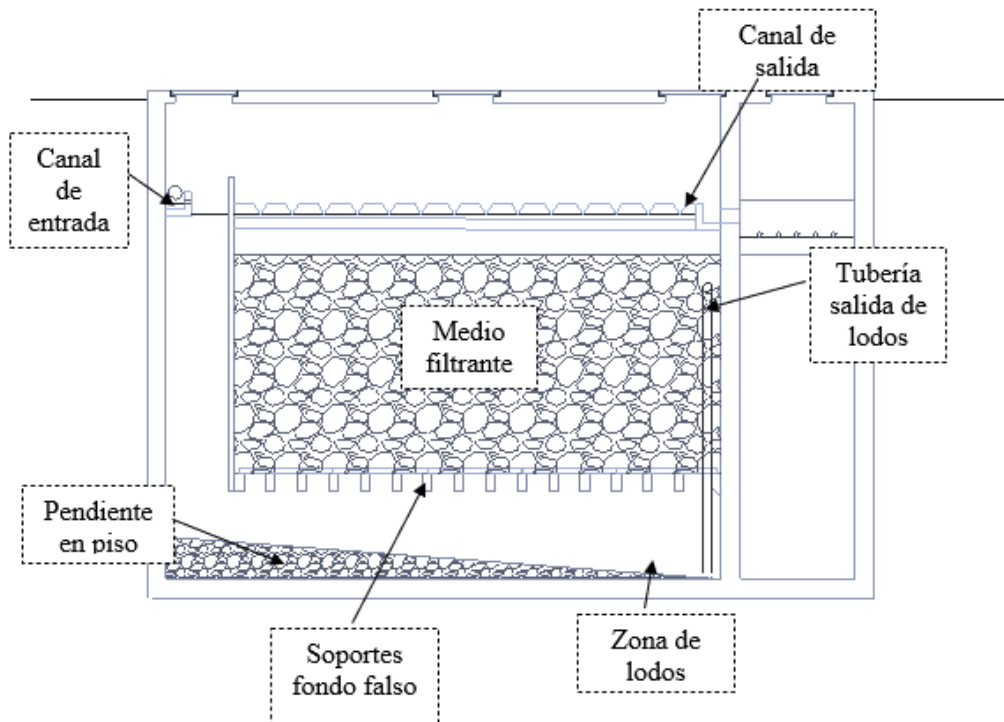
**Mantenimiento y operación:**

- a) Inspección semanal que el flujo sea correcto.
- b) Inspección cada mes del volumen de lodos.
- c) Apertura de válvulas de lodos cada 2 meses para vaciado manual con cubeta.
- d) Remoción de material flotante (grasas) y natas.

**Tratamiento secundario:**

Se compone de un filtro anaerobio de flujo ascendente (RAFA) el cual tiene en su interior piedra bola como medio filtrante o de soporte de bacterias anaerobias. Además, cuenta con un sedimentador secundario para la decantación de lodos, los cuales deberán ser extraídos mediante apertura de válvulas hacia los digestores de lodos (de igual forma que el sedimentador primario).

### Corte RAFA



#### Mantenimiento y operación:

- a) Inspección semanal que el flujo sea correcto.
- b) Remoción de espumas con red o aspersion con manguera y agua.
- c) Remoción de lodos del sedimentador secundario cada dos meses.
- d) Barrido de canales de salida eliminando obstrucciones.

#### Tratamiento terciario:

Será la adición de hipoclorito de calcio ( $\text{CaClO}$ ) para lograr la desinfección del afluente y así cumplir con la normativa vigente. La adición de este compuesto de cloro se hará por medio de pastillas. Posterior se tiene un depósito con canales para generar la mezcla y tiempo de contacto requerido para la acción desinfectante del cloro.

**Mantenimiento y operación:**

- a) Inspección diaria que el flujo sea correcto y esté ingresando solución desinfectante al canal.
- b) Adición de pastillas de hipoclorito de calcio cada vez que sea necesario.

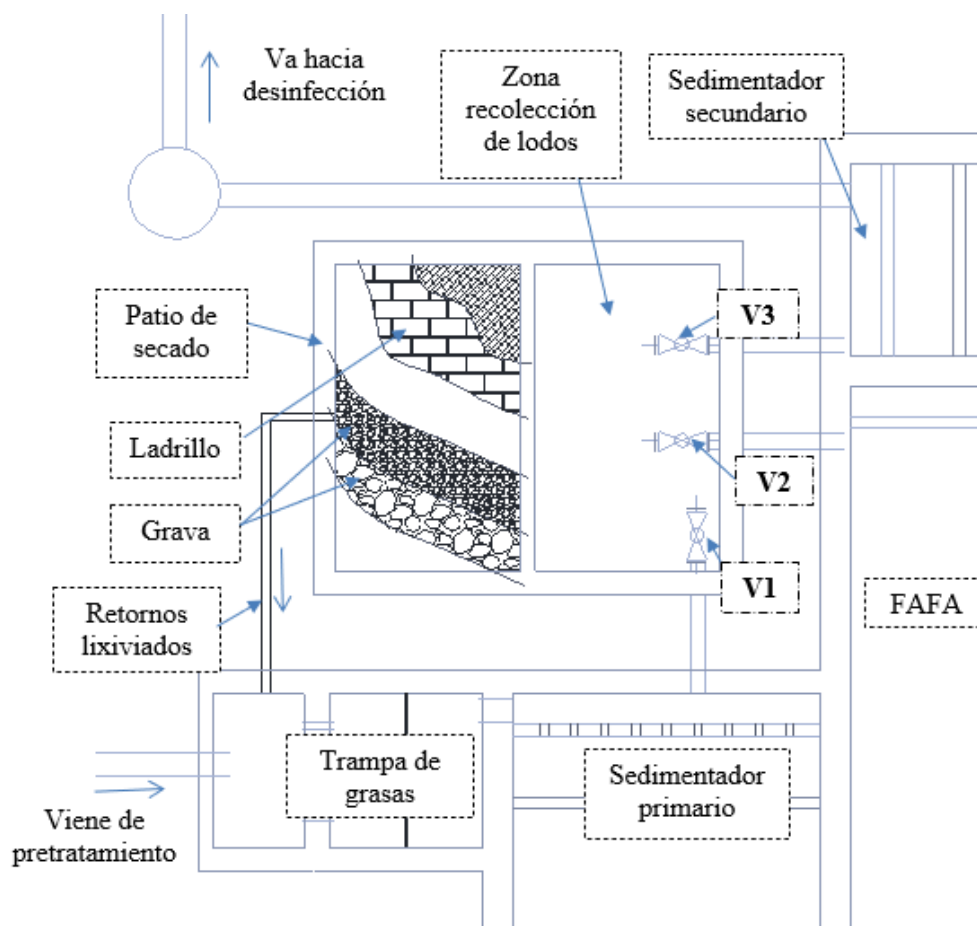
En cumplimiento con Acuerdo Gubernativo 236-2006 “Reglamento para descarga y reúso de aguas residuales y disposición de lodos”, se deberá realizar toma de muestras semestralmente en la entrada (canal de rejillas) y salida del tratamiento (final tanque de contacto).

**Manejo de lodos****Digestión de lodos:**

Consiste en la digestión anaerobia de los lodos que se logra dentro de los sedimentadores primarios y secundarios. Este proceso se da por el confinamiento de los lodos en el fondo de cada unidad.

Para la extracción de los lodos de cada sedimentador, se cuenta con válvulas de paso. Al abrir una válvula, ésta permitirá el paso de lodos hacia la zona de recolección manual de lodos. Siendo la válvula V1 correspondiente al sedimentador primario, válvula V2 al RAFA y válvula V3 al sedimentador secundario. En la zona de extracción, se podrá colocar cubeta o recipiente, que al llenarse debe ser vaciado en el patio de secado para la deshidratación de lodos.

## Extracción de lodos



### Mantenimiento y operación:

- c) Verificación de correcto ingreso de lodos al momento de apertura de válvulas.
- d) Verificación del nivel máximo de lodos.
- e) Inspección de correcto cierre de tapaderas.
- f) Extracción de lodos hacia patios de secado. Se hará llenando cubeta o recipiente mediante apertura de V1, V2 o V3.

**Secado de lodos:**

El secado se hará en patios destinados para almacenar los lodos ya digeridos e inertes, por el tiempo necesario para su deshidratación.

El secado se da por la acción del calor solar, intercambio de agua con la atmósfera y drenaje del líquido lixiviado en el fondo de los patios de secado. Para un correcto drenaje cada patio cuenta con una serie de capas de material diverso tal como se muestra en la siguiente tabla:

<b>Material</b>	<b>Observaciones</b>
1 cama de ladrillo tuyuyo	Dimensiones: 0.065x0.11x0.23m
1 capa de arena de río	Espesor = 0.10m
1 capa de grava de ½ pulgada	Espesor = 0.10m
1 capa de grava de 2 a 4 pulgadas	Espesor = 0.15m. El fondo posee una inclinación hacia canal central recolector de líquido lixiviado, de 1%.

**Tratamiento de lixiviados:**

El lixiviado es el líquido que es drenado al momento de secar los lodos. Este líquido es altamente contaminante, ya que allí se almacena parte de lo que el sistema de tratamiento ha eliminado. Para su tratamiento los canales recolectores en el fondo de cada patio de secado, conducen el líquido hacia la trampa de grasas.

**Mantenimiento y operación:**

- g) Verificación de la salida libre de lixiviados.



### **Perfil del operador**

Se tendrá como mínimo **dos operadores** de planta de tratamiento durante 8 horas. Las personas encargadas de operar y mantener la PTAR deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- a) Ser mayor de edad
- b) Saber leer y escribir
- c) Tener habilidad para trabajos de plomería y albañilería
- d) Recibir capacitaciones sobre tratamiento de aguas residuales y seguridad industrial

### **Equipo y herramientas**

- a) Equipo de protección: guantes de hule, botas de hule, mascarillas y lentes de protección.
- b) Pala, barreta, rastrillo, escoba y cubeta de 20 litros.
- c) Botiquín de primeros auxilios: alcohol etílico, vendas, micropore, antidiarreico, analgésicos, termómetro y tijeras.
- d) Elementos de higiene: jabón para manos y jabón gel para lavado en seco.

### **Resumen de actividades de operación y mantenimiento**

Unidad	Actividad	Frecuencia	Herramientas/equipo	Observaciones
Canal de rejas	Remoción de sólidos retenidos	Cada dos días	Guantes de hule	En ocasiones puede ser necesaria su inspección diaria El material removido debe ser

				depositado como residuo sólido
Sedimentadores primarios	Verificar flujo continuo	Cada 2 días		El flujo debe ser en sentido de entrada hacia salida, nunca, al contrario. Ver que no haya obstrucciones
Trampa de grasas	Eliminación de sólidos flotantes	Cada día		El material removido debe ser depositado como residuo sólido
Sedimentadores primarios	Salida de lodos hacia almacén temporal	Cada 2 meses		Apertura de válvulas de salida de lodos hacia almacén temporal
RAFA	Verificar flujo continuo	Cada 2 días		
Sedimentador secundario	Verificar flujo continuo	Cada 2 días		

Sedimentador secundario	Salida de lodos hacia almacén temporal	Cada 2 meses		Apertura de válvulas de salida de lodos hacia almacén temporal
Clorador	Verificar funcionamiento o disolución de pastillas	Cada día	Guantes de hule y mascarilla.	La cantidad de cloro a añadir dependerá del cloro residual medido en la salida de la PTAR
Clorador	Verificar existencia de pastillas/añadir pastillas	Cada día	Guantes de hule y mascarilla.	
Tanque de contacto	Verificar flujo continuo	Cada 2 días		
Tanque de contacto	Verificar ausencia de material flotante o sedimentado	Cada 15 días		Si hay material, deberá ser removido.

Tanque de contacto	Toma de muestras de agua	Cada 6 meses	Recipientes de toma de muestras	A realizar por personal calificado
Patios de secado	Verificar humedad del lodo	Cada 10 días		Inspección visual
Patios de secado	Eliminación de lodos secos	Cada 20 a 30 días		La frecuencia depende de las condiciones climáticas.