



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y ESTACIONES DE BOMBEO,**

**ALDEA DE TEGUCIGALPITA, CORTÉS**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERÍA CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**GUSTAVO ADOLFO GONZÁLEZ GARCÍA**

**JOSE ALBERTO AYALA RODRÍGUEZ**

**LUIS ENRIQUE LÓPEZ RODRÍGUEZ**

**ASESOR:**

**ING. SERGIO PAREDES**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA;**

**JUNIO, 2018**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CENTROAMÉRICA  
UNITEC**

**RECTOR**

**MARLON ANTONIO BREVÉ REYES**

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

**ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICEPRESIDENTA CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA**

**COORDINADOR CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

**HÉCTOR WILFREDO PADILLA**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS**

**EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO**

**INGENIERO CIVIL**

**ASESOR METODOLÓGICO FASE I**

**“ING. MICHAEL JOB PINEDA”**

**ASESOR TEMÁTICO**

**“ING. SERGIO PAREDES”**

**MIEMBROS DE LA TERNA:**

**ING. ARSEL INESTROZA**

**ING. OSCAR CASTRO**

**ING. REINA MONTES**

## **DERECHOS DE AUTOR**

**©Copyright 2018**

**GUSTAVO ADOLFO GONZÁLEZ GARCÍA**

**JOSE ALBERTO AYALA RODRÍGUEZ**

**LUIS ENRIQUE LÓPEZ RODRÍGUEZ**

**Todos los derechos son reservados**

# AUTORIZACIÓN

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI) San Pedro Sula,  
Cortés

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC. Nosotros, Gustavo Adolfo González García, José Alberto Ayala Rodríguez, Luis Enrique López Rodríguez, de San Pedro Sula autores del trabajo de grado titulado: Diseño De Red De Alcantarillado Sanitario, Planta De Tratamiento, Y Estaciones De Bombeo, Aldea De Tegucigalpa, presentado y aprobado en el año 2018, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniería Civil, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en la salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula los 16 días del mes de agosto de dos mil dieciocho.

Agosto, 2018

---

Gustavo Adolfo González García 21411073

---

José Alberto Ayala Rodríguez 21341191

---

Luis Enrique López Rodríguez 2141120

## HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

---

Ing. Patricia Mejía

Asesor Metodológico

---

Ing. Sergio Paredes

Asesor Temático

---

Ing. Reina Montes

Coordinador de Terna

---

Ing. Arsel Inestroza

Miembro de Terna

---

Ing. Oscar Castro

Miembro de Terna

---

Ing. Héctor Wilfredo Padilla Sierra

Jefe Académico de Ingeniería Civil | UNITEC

## **DEDICATORIA**

Primeramente, a Dios todo poderoso y María Virgen Madre, por haberme guiado en este largo camino y darme fuerzas, sabiduría, y paciencia para la presentación con éxito de nuestro proyecto y culminación de la carrera. A mis padres Aída Luz García y Gustavo González Ramírez por sus consejos que fueron de gran ayuda para poder tomar las decisiones más sabias y por ser las personas que más me han apoyado para alcanzar el título. También quiero dedicarles este triunfo a mis demás familiares y amigos cercanos por ser quienes me alentaban a no darme por vencido en el trayecto hacia mi título. A todos mis catedráticos por enseñarme todo lo necesario posible; en especial a mi asesor temático, el Ing. Sergio Paredes que fue persona clave para poder llevar a cabo este proyecto de graduación y también al Ing. Héctor Padilla que con sus enseñanzas y consejos en cada clase fueron de ayuda muy valiosa para la culminación del título de graduación. Por último a todos mis compañeros de la carrera, a mis compañeros del grupo de proyecto José Ayala y Luis López por ayudarme a poder realizar este proyecto de graduación y ser parte de este momento de gran importancia en mi vida.

**Gustavo Adolfo González García.**

Primeramente, dedico este paso de mi vida a Dios, por ser el pilar y la roca fuerte sobre la cual fundamente mi fe para triunfar a lo largo de toda mi carrera universitaria, y quien me dió la fortaleza en los momentos más difíciles. Agradezco a mis padres Victoriano Ayala y Nely Rodríguez por haberme brindado en todo momento su apoyo, esfuerzo y amor incondicional. A mi hermano Víctor Rafael Ayala por desear éxitos para mi vida. A mis primos por haberme hecho sentir como en casa, viéndome en la necesidad de dejar mi lugar natal para emprender en un estudio de nivel superior. A mis catedráticos de la carrera de ingeniería civil por compartir todas sus experiencias y enseñanzas que fueron de invaluable importancia para mi formación profesional. Al Ing. Sergio Paredes por brindarnos todo su apoyo y asesoría para la realización eficiente de nuestro proyecto de graduación. A mis compañeros Gustavo González y Luis López por aportar con su esfuerzo y dedicación al desarrollo de la monografía. Finalmente le dedico este triunfo al resto de mi familia y compañeros con los que conviví estos últimos años de mi vida.

**José Alberto Ayala Rodríguez.**

Dedico este proyecto primeramente a Dios por darnos vida, salud y fortaleza, por acompañarme en cada momento y guiar mis pasos, por darme sabiduría y paciencia para poder culminar de la mejor manera esta etapa de mi vida. A mis padres, Marco Tulio López González y Zoila Argentina Rodríguez Enamorado con todo mi amor por brindarme su apoyo incondicional en todo momento, por aconsejarme sobre cada paso que doy dándome su confianza y cariño, y sobre todo por ser el pilar de mi vida. A mis hermanos López Rodríguez, por poder contar con ellos en las buenas y en las malas, por ser mis compañeros, amigos y consejeros. A mi novia Paola Triminio y a mi mejor amiga Karolina Licon, por ser personas que me han apoyado desde el principio; quienes me alentaban que no me diera por vencido en mis noches de desvelo y de estudio. A mis compañeros de grupo, Gustavo González y José Ayala, por su esfuerzo y esmero a lo largo de este proceso, por todos los sacrificios y desvelos que vivimos para culminar con éxito nuestra meta. Finalmente, a todos los Catedráticos que me impartieron sus conocimientos a lo largo de mi carrera, principalmente al Ing. Sergio Paredes, nuestro asesor de tesis, por su invaluable ayuda en este proceso y por todos sus consejos que llevaré siempre conmigo.

**Luis Enrique López Rodríguez.**

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente agradecemos a Nuestro Dios Todopoderoso por guiarnos con sabiduría en este proyecto, por darnos entendimiento, salud y paciencia para poder alcanzar nuestra meta. Agradecemos a nuestros padres, hermanos y compañeros de estudio, por el apoyo incondicional en este proceso, por su paciencia y consejos que nos brindaron cuando más lo necesitábamos, sin su valiosa ayuda no lo hubiésemos logrado, a todos, ¡Muchas Gracias! Finalmente agradecemos a nuestros catedráticos por habernos transmitido sus conocimientos durante todo este recorrido estudiantil, principalmente a nuestro asesor el Ing. Sergio Paredes por su valiosa ayuda en este proceso, por toda su paciencia y su tiempo invertido en nuestro equipo al momento de necesitarle.

A todos ¡Muchas Gracias!

## RESUMEN EJECUTIVO

La municipalidad de Omoa, Cortés, cuenta con problemas de saneamiento por la falta de una red de alcantarillado sanitario para sus diferentes comunidades, por lo que las autoridades municipales han efectuado un convenio con la Universidad Tecnológica Centroamericana para que esta a través de los alumnos de ingeniería civil que estén cursando la clase de proyecto de graduación, pueden presentar una propuesta de diseño de alcantarillado sanitario eficiente y económico que ayude a solventar la problemática que aqueja a los habitantes de dichas comunidades.

El proyecto está ubicado en la comunidad de Tegucigalpa zona aledaña a Cuyamel y Río Chiquito, aproximadamente a 28.49 km del casco urbano de Omoa, su principal finalidad es mejorar la imagen del municipio y la calidad de vida de sus habitantes. El diseño de este proyecto se regirá bajo las normas y criterios del SANAA.

En este informe se presenta una parte teórica y una parte práctica, en la primera se menciona un poco de la historia de las redes de alcantarillado sanitario, el saneamiento en el mundo y finalmente el saneamiento en Honduras. En la parte práctica se presentan los cálculos y resultados los cuales nos permitirán elaborar planos generales del proyecto. Para ser hasta en la segunda fase en donde se presentará un presupuesto, los planos complementarios a la fase uno, y un renderizado general del proyecto.

El diseño se realizó de acuerdo con las exigencias establecidas por la municipalidad de Omoa desde el terreno y cobertura hasta las normas a las cuales se regirá el diseño. Los resultados del estudio preliminar del área obtenida nos muestran como la rasante del terreno quedará a una cota mucho más alta a la de la invertida del alcantarillado sanitario lo cual por medio de estimaciones se prevé que la parte económica del proyecto se vea comprometida. Para los cálculos hidráulicos se sectorizó la zona asignada para llevar un mejor control de las velocidades y también controlar el flujo y tirante de las tuberías. Al realizar el diseño se nos dió a conocer que algunos sectores de la red de alcantarillado al estar a contrapendiente serian imposible que su funcionalidad completa a gravedad, debido a estas circunstancias se usaran estaciones de bombeo en los puntos más críticos de la red.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO II.</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>2</b>
2.1.	ANTECEDENTES.....	2
2.2.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	3
2.2.1.	<i>Enunciado Del Problema.....</i>	<i>3</i>
2.2.2.	<i>Formulación Del Problema .....</i>	<i>4</i>
2.3.	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	4
2.4.	OBJETIVOS.....	4
2.4.1.	<i>Objetivo General.....</i>	<i>4</i>
2.4.2.	<i>Objetivos Específicos .....</i>	<i>5</i>
2.5.	JUSTIFICACIÓN .....	5
<b>CAPÍTULO III.</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
3.1.	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	6
3.1.1	<i>Análisis Del Macro Entorno.....</i>	<i>6</i>
3.1.2	<i>Análisis del Micro Entorno .....</i>	<i>16</i>
3.1.3	<i>Análisis Interno.....</i>	<i>21</i>
3.2	TEORÍA DE SUSTENTO .....	24
3.2.1	<i>Servicio Autónomo Nacional De Acueductos Y Alcantarillados (SANAA) .....</i>	<i>24</i>
3.3	MARCO CONCEPTUAL .....	30
3.4	MARCO LEGAL .....	35
3.4.1	<i>Leyes Jurídicas .....</i>	<i>35</i>
3.4.2	<i>Leyes Ambientales.....</i>	<i>39</i>
<b>CAPÍTULO IV.</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>43</b>
4.1	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	43
4.1.1	<i>Diagramas de variables de operacionalización.....</i>	<i>44</i>
4.1.2	<i>Tabla de Conceptualización .....</i>	<i>45</i>
4.2	ENFOQUE Y MÉTODOS .....	46
	<i>Tipo de Diseño.....</i>	<i>46</i>

4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	47
4.3.1 Población.....	47
4.3.2 Muestra.....	47
4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	47
4.4.1 Instrumentos.....	47
4.4.2 Técnicas.....	51
4.5 UNIDAD DE ANÁLISIS Y RESPUESTA.....	51
4.6 FUENTE DE INFORMACIÓN.....	52
4.7 CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	53
<b>CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....</b>	<b>54</b>
5.1 CRITERIOS DE DISEÑO.....	54
5.1.1 Periodo de diseño.....	54
5.1.2 Índice de Crecimiento.....	54
5.1.3 Dotación.....	54
5.1.4 Coeficiente de Retorno.....	55
5.1.5 Caudal por Conexiones Ilícitas.....	55
5.1.6 Caudal por Infiltración.....	55
5.1.6 Coeficiente de Harmon.....	55
5.1.7 Diámetros Mínimos.....	55
5.1.7 Pendientes.....	56
5.1.8 Velocidades Máximas y Mínimas.....	56
5.1.8 Relación Tirante Diámetro.....	56
5.1.9 Pozos de Inspección.....	56
5.2 PROCESOS DE DISEÑO.....	57
5.2.1 Revisión de Caudales, Pendientes y Velocidades.....	58
5.2.2 Ingreso de datos en software Sewer Up.....	60
<b>CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>103</b>
<b>CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>104</b>
<b>CAPÍTULO VIII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>105</b>
<b>CAPÍTULO IX. ANEXOS.....</b>	<b>109</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Registro de Enfermedades.....	22
Tabla 2. Operacionalización de las variables .....	43
Tabla 3. Tabla de conceptualización.....	45
Tabla 4. Generalidades Sector 1 y 3.....	62
Tabla 5. Generalidades Sector 2 .....	63
Tabla 6. Generalidades Sector 4.....	64
Tabla 7. Generalidades Sector 5 .....	65
Tabla 8. Generalidades Sector 6.....	66
Tabla 9. Generalidades Sector 7 .....	67
Tabla 10. Generalidades Sector 8.....	68
Tabla 11. Generalidades Sector 9.....	69
Tabla 12. Generalidades Sector 10 .....	70
Tabla 13. Generalidades Sector 11 .....	71
Tabla 14. Coordenadas de Pozos Sector 1 y 2.....	72
Tabla 15. Coordenadas de Pozos Sector 3 y 4.....	73
Tabla 16. Coordenadas de Pozos Sector 5 .....	74
Tabla 17. Coordenadas de Pozos Sector 6.....	75
Tabla 18. Coordenadas de Pozos Sector 7 .....	76
Tabla 19. Coordenadas de Pozos Sector 8.....	77
Tabla 20. Coordenadas de Pozos Sector 9.....	78
Tabla 21. Coordenadas de Pozos Sector 10 y 11 .....	79

Tabla 22. Caudal Por Tramo Sector 1 - 3 .....	81
Tabla 23. Caudal Por Tramo Sector 4 y 5 .....	82
Tabla 24. Caudal Por Tramo Sector 6 y 7 .....	83
Tabla 25. Caudal Por Tramo Sector 8 y 9 .....	84
Tabla 26. Caudal Por Tramo Sector 10 y 11 .....	85
Tabla 27. Resultados Por Tramo Sector 1 - 4 .....	86
Tabla 28. Resultados Por Tramo Sector 5 - 7 .....	87
Tabla 29. Resultados Por Tramo Sector 8 y 9 .....	88
Tabla 30. Resultados Por Tramo Sector 10 y 11 .....	89
Tabla 31. Resultados Por Nodo Sector 1 .....	90
Tabla 32. Resultados Por Nodo Sector 2 .....	91
Tabla 33. Resultados Por Nodo Sector 3 .....	92
Tabla 34. Resultados Por Nodo Sector 4 .....	93
Tabla 35. Resultados Por Nodo Sector 5 .....	94
Tabla 36. Resultados Por Nodo Sector 6 .....	95
Tabla 37. Resultados Por Nodo Sector 7 .....	96
Tabla 38. Resultados Por Nodo Sector 8 .....	97
Tabla 39. Resultados Por Nodo Sector 9 .....	98
Tabla 40. Resultados Por Nodo Sector 10 .....	99
Tabla 41. Resultados Por Nodo Sector 11 .....	100
Tabla 42. Datos Generales .....	101
Tabla 43. Resumen Final de Pozos .....	101
Tabla 44. Resumen Final de Cotas .....	102

Tabla 45. Resumen Final de Caudales.....	102
Tabla 46. Resumen Final de Tramos .....	102

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Cobertura de los servicios de Agua Potable y Saneamiento.....	7
Ilustración 2. Profundidad mínima del colector para tubería de PVC.....	11
Ilustración 3. Diámetros mínimos de pozos de inspección.....	11
Ilustración 4. Resultados de la muestra tomadas en la quebrada.....	15
Ilustración 5. Mapa Nacional .....	16
Ilustración 6. El Paraíso .....	20
Ilustración 7. Tratamientos de Aguas Residuales.....	23
Ilustración 8 Colocación de material selecto.....	28
Ilustración 9. Aguas negras con respecto a las tuberías de agua potable.....	30
Ilustración 10. Diagramas de variables de operacionalización.....	44
Ilustración 11. Tipo de diseño .....	46
Ilustración 12. SOKKIA RTK-GPS.....	48
Ilustración 13. El Trípode.....	49
Ilustración 14. Logo de Excel .....	50
Ilustración 15. Logo de AutoCAD Civil 3D.....	50
Ilustración 16. Logo de Sewer Up.....	51
Ilustración 17. Datos Generales .....	60
Ilustración 18. Densidad y Dotación.....	60
Ilustración 19. Estimación de la Demanda .....	61
Ilustración 20. Tipos de Nodos .....	80

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

Tegucigalpita es una comunidad que pertenece al municipio de Omoa, Puerto Cortés; ubicado a 94.8km de la capital industrial San Pedro Sula.

Es una aldea en pleno crecimiento que aún se encuentra con variedad de problemáticas. En este caso, carece de una estructura hidráulica, un sistema de alcantarillado sanitario que sea capaz de recoger y transportar, tanto las aguas residuales producida por los habitantes de Tegucigalpita como las aguas pluviales; desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten al medio natural. No obstante, lo más ideal es depositar estas aguas captadas en un sitio donde se traten antes de verterla a un cuerpo de agua.

Toda agua residual doméstica y pluvial debe ser tratada a través de diferentes técnicas como pozos sépticos y las plantas de tratamiento, estos sistemas son implementados para que las aguas retornen al ambiente conforme ingresaron a su estado normal y puedan volver a ser utilizado; tomando en cuenta que cumplan con las normas del SANAA.

Para aldeas como Tegucigalpita, el saneamiento es fundamental para proteger la salud pública de los habitantes. Para no exponerse a este tipo de riesgos, el municipio de Omoa se vio obligada a mejorar el acceso a servicios de saneamiento básicos en los hogares y a gestionar en totalidad la cadena de saneamiento; desde la recogida hasta la eliminación de residuos.

Un 7.5% de la población se ha visto afectada en cuanto a enfermedades debido a la contaminación del agua. Una de las enfermedades más comunes es el Parasitismo Intestinal (PI) con un número de 370 casos en el año 2017 entre adultos y niños, cabe mencionar que también se dan casos de enfermedades como el Síndrome Diarreico Agudo (SDA) también con un número de casos elevado, 185 para ser exacto durante el mismo año y enfermedades con un bajo número de casos pero que surgen debido a la falta de tratamiento de estas aguas las cuales son la Disentería y la Hepatitis Aguda.

## **CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Una de las principales problemáticas, en una sociedad llena de personas luchadoras que buscan el sustento propio y/o familiar, es aquella que involucra una satisfacción o comodidad en un estilo de vida apropiado, y que consigo aporte a un diario vivir decente y motivador. El sustento de diferentes bienes o consumos de una persona recae en su mayoría a un aporte por parte de la naturaleza misma y a un diseño por parte de la ciencia de la Ingeniería, la cual es indispensable para un diario vivir como lo es el consumo del agua potable a cada uno de los hogares de una comunidad en particular, por otra parte, el poseer un sistema de evacuación para las aguas residuales en una vivienda es de igual importancia, ya que se reduce el porcentaje de contaminación para los cuerpos receptores, como el incremento en infecciones que pudiesen afectar la salud humana.

### **2.1. ANTECEDENTES**

Tegucigalpa es un pueblo ubicado en el Municipio de Omoa, Departamento de Cortés – Honduras. Se caracteriza por la tranquilidad y la sociabilidad de sus habitantes y por ser un pueblo que brinda seguridad a sus residentes y visitantes. Sus pueblos vecinos son Rio Chiquito (Este) y El Triunfo (Oeste).

En Omoa, Cortés, las aguas residuales a través de escorrentías permanentes y de invierno desembocan en los ríos, lagunas y mar. Las aguas residuales se infiltran en el suelo contaminando el nivel freático. Al carecer de un alcantarillado sanitario, las aguas residuales causan daños significativos al medio ambiente contaminando las aguas, el aire y suelo, así como la salud de la población. El agua de mala calidad es un vehículo propicio para la transmisión de enfermedades como el cólera, hepatitis infecciosa, fiebres tifoideas y paratifoideas, amibiasis, diarreas, esquistosomiasis etc. Esas enfermedades pueden ser transmitidas por el agua a través de organismos patógenos, relacionados con la higiene, es decir, transmitidos vía fecal-oral, por contacto de la piel y también relacionados con la disposición de excretas.

Desde hace muchos años los habitantes de las aldeas aledañas a Omoa depositan sus desechos sólidos en fosas sépticas o en lugares mucho más convencionales como letrinas. Con la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario se beneficiarán muchos de los habitantes de las áreas rurales. El Ingeniero Ronald Aguilera, director del departamento técnico de la alcaldía trabaja en conjunto con los estudiantes de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) para llevar a cabo estos diseños

En este caso Tegucigalpa no es la excepción, carece de ciertos parámetros para un mejor estilo de vida, salud y comodidad, a falta de tratamiento de aguas residuales en algunas zonas de la comunidad, los pobladores han recurrido a la creación de resumideros en los patios de sus casas (Fosas Sépticas) lo cual no es un tratamiento muy adecuado para este tipo de aguas.

La SERNA (Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente), ha llegado a realizar la evaluación de varios terrenos en la comunidad de Tegucigalpa con el propósito de realizar una posible planta de tratamiento, por consiguiente la municipalidad de Omoa, Cortés, ha tenido la iniciativa de invertir en la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario.

## **2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Una vez identificada la situación en la que se encuentra la comunidad de Tegucigalpa, con la necesidad de un sistema de alcantarillado de aguas residuales, e identificando la situación económica y sanitaria del sector, se logró desarrollar y plantear un problema específico que en su mayoría afecta a la comunidad como tal, la cual en un alto porcentaje reducirá la causa de muchas de las enfermedades que afectan a los pobladores, así como proporcionar a los habitantes un estilo de vida más agradable, apropiado, y cómodo.

### **2.2.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA**

“La municipalidad de Omoa, Cortés, no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para la comunidad de Tegucigalpa. La mayoría de los habitantes del sector

utilizan fosas sépticas para evacuar sus desechos sólidos, en otros casos dentro sus propios terrenos”.

### 2.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué características debe tener el sistema de alcantarillado sanitario que cumplan con las exigencias del estudio realizado a lo largo de toda la exploración de datos, y que a su vez supla con la demanda de saneamiento de la municipalidad de Omoa, Cortés? ¿Qué beneficios generará la implementación del nuevo sistema a la comunidad en general?

### 2.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- 1) ¿Cuáles son las características topográficas del sector a analizar?
- 2) ¿Qué especificaciones técnicas deberán cumplir las tuberías y pozos de inspección en el sistema de alcantarillado de aguas residuales?
- 3) ¿Será necesario el uso de estaciones de bombeo?
- 4) ¿Cuáles son las características que deberán tener las estaciones de bombeo?
- 5) ¿Cuál es el costo directo del proyecto?

### 2.4. OBJETIVOS

Antes de poner en ejecución un proyecto, sin importar la magnitud, es fundamental definir metas u objetivos para establecer la finalidad del proyecto presente. Los objetivos definidos para planificar el proyecto son los siguientes:

#### 2.4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, con el propósito de mejorar el acceso a servicios de saneamiento en la aldea de Tegucigalpita, Cortés.

## 2.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

En base a las preguntas de investigación, se definieron los siguientes objetivos a alcanzar:

- 1) Describir cuales fueron las características topográficas del sector a analizar.
- 2) Determinar las especificaciones técnicas con las que deberán cumplir las tuberías y pozos de inspección en el sistema de alcantarillado de aguas residuales.
- 3) De ser necesario, especificar las características que deberán tener las estaciones de bombeo.
- 4) Estimar el costo directo del proyecto.

## 2.5. JUSTIFICACIÓN

La municipalidad de Omoa, Cortés desea implementar una red de alcantarillado sanitario en una zona aledaña al casco urbano, como lo es la comunidad de Tegucigalpita, la cual en su totalidad no cuenta con un sistema de evacuación para sus desechos sólidos. Por consiguiente, no cuenta con una planta de tratamiento para aguas residuales. Consigo traerá múltiples beneficios tales como reducción en porcentaje de enfermedades, evitar la contaminación de cuerpos receptores, el incremento de la plusvalía del sitio y convertir el sector es una zona agradable de visitar.

Ante la situación anteriormente planteada, se ve plasmado la necesidad de una red de alcantarillado sanitario junto a la planta de tratamiento para realizar el saneamiento adecuado de las aguas residuales producidas por los habitantes de la comunidad.

Este sistema es de vital importancia para el pueblo ya que aporta a un mejor estilo de vida, de una manera saludable, agradable y cómoda. Además de ayudar a prevenir futuros casos de afecciones causadas por el mal tratamiento de aguas residuales, es imprescindible para evitar posibles focos infecciosos que derivaran en enfermedades graves.

## **CAPÍTULO III. MARCO TEORICO**

El sistema de alcantarillado sanitario se implementará con el fin de captar las aguas negras de la población, conducirla a una planta de tratamiento y poder evacuarla a un cuerpo de agua receptor de una manera limpia y saludable; cabe mencionar que a la vez se obtendrán múltiples ventajas, como que los pobladores eliminarán sus tanques sépticos reduciendo de una manera la contaminación de suelo y salud. Para una mejor comprensión del problema, se planteó un marco informativo y de teoría junto a un marco de conceptos relacionados con el proyecto.

### **3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

En Centroamérica, alrededor del 30% de la población, especialmente en las zonas rurales, no dispone de servicios de saneamiento básico adecuados y el 95% de las aguas negras se descarga a los ríos y otros cuerpos de agua sin recibir tratamiento alguno, según datos del 2007. Respecto a las aguas utilizadas en procesos industriales y agroindustriales, solo entre un 5% y un 10% es tratada antes de ser vertida. (Alianza por el Agua, 2007) Comenta que: "En cuanto a la gestión de los residuos sólidos, en la mayoría de las ocasiones se manejan y se disponen inadecuadamente, favoreciendo la contaminación de las aguas subterráneas" (pág. 27).

"Una de cada tres personas de todo el mundo, el equivalente a 2,4 mil millones, todavía carecen de acceso a instalaciones de saneamiento y 946 millones de ellas defecan al aire libre" (Organización Mundial de la Salud, 2015, pág. 1).

#### **3.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO ENTORNO**

El saneamiento es fundamental para proteger la salud pública. Para no exponerse a los residuos que generan, es necesario mejorar el acceso a servicios de saneamiento básico en los hogares y las instituciones y gestionar sin riesgos la totalidad de la cadena de saneamiento. Una parte significativa de la población mundial continúa sin disponer de un saneamiento adecuado.

El acceso a agua potable y saneamiento básico en América Latina es insuficiente y además su calidad es inadecuada. Eso resulta en impactos negativos en la salud pública. La capacidad

financiera limitada de los organismos encargados de proveer estos servicios y la institucionalidad débil del sector son factores que limitan las posibilidades de mejorar el acceso y la calidad de agua potable y saneamiento en el continente.

A continuación, se presenta en la Ilustración 1 la cobertura de saneamiento y agua potable a nivel latinoamericano.

	Agua por red			Saneamiento por red		
	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural
Argentina	<sup>a</sup>	99	<sup>a</sup>	<sup>a</sup>	60	<sup>a</sup>
Bolivia	83	97	57	38	56	4
Brasil	92	97	65	59	68	7
Chile	96	99	76	82	93	11
Colombia	76	90	59	57	88	20
Costa Rica	99	100	98	26	39	5
Ecuador	92	97	81	55	74	15
El Salvador	68	81	44	34	50	2
Guatemala	76	90	61	40	68	8
Honduras	34	52	16	37	63	6
México	90	94	76	58	69	21
Nicaragua	65	89	30	21	36	0
Paraguay	96	99	92	10	16	0
Perú	67	84	33	54	78	8
Uruguay	97	98	77	55	59	1
Venezuela	91	91	<sup>a</sup>	91	91	<sup>a</sup>
Promedio	86	94	65	57	70	12

### **Ilustración 1. Cobertura de los servicios de Agua Potable y Saneamiento**

Fuente: Socio-Economic Database for Latin America and the Caribbean (SEDLAC, 2009)

Destacando que un 70% del área urbana y un 12% del área rural tienen acceso a servicios de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento para sus desechos sólidos.

### 3.1.1.1 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio El Centro, Municipio de San Juan Ermita, Departamento de Chiquimula

“En 2002, la cobertura del servicio de saneamiento mejorado era a nivel nacional de 47%, que surge como promedio de 77% en las zonas urbanas y 17% en las áreas rurales. A su vez, del 47% señalado, solo el 36% contaba con conexiones a las redes de drenaje” (Lentini, 2010, pág. 12).

Dado al turismo que se ha estado desarrollando en la república de Guatemala, se han visto en la necesidad de generar nuevos proyectos en sus diferentes departamentos, que pudiesen en primer lugar mejorar la calidad de vida de sus habitantes y promover de cierta forma un panorama más agradable para los turistas nacionales como extranjeros.

La mejora en infraestructuras en una de las principales áreas en las que se ha enfocado el país, ya que es la primera impresión que se le da a sus visitantes, pero de igual manera se deben destacar los diferentes proyectos municipales en cuanto a servicios públicos como ser, abastecimientos de agua potable y energía eléctrica para sus diferentes departamentos. Al igual que Honduras, la república de Guatemala carece de sistemas de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento para diferentes comunidades del país, de las cuales resalta la siguiente tesis realizada por la Universidad de San Carlos de Guatemala como aporte hacia el departamento de Chiquimula.

Este trabajo es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en el municipio de San Juan Ermita, Chiquimula; el cual tiene como objetivo fundamental, proporcionar soluciones técnicas a las necesidades reales de la población.

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se partió del levantamiento topográfico. Con esta información de campo se procedió al cálculo del caudal de diseño y posteriormente al diseño hidráulico, comprobando las relaciones  $d/D$ ,  $q/Q$  y  $v/V$ ; todos bajo las normas y parámetros que lo rigen. Posteriormente se elaboraron los planos y el presupuesto. (Martínez Jordán, 2011, pág. 1)

Como objetivo general se planteó el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para el barrio El Centro, municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, y como específicos el desarrollo de una monografía y un diagnóstico sobre las necesidades del municipio.

Como actividades indispensables para el desarrollo de un sistema de alcantarillado sanitario, la topografía del sitio se encuentra entre las principales, lo cual favoreció al diseño debido a las características propias del terreno, predominando las pendientes superiores a 55%, que ocupan

el 52% del área del municipio; siguen las que se encuentran en un rango de 26-36%, que ocupan el 30% del área del territorio municipal; las pendientes entre 36-55%, ocupan el 10% del área del municipio.

(Martínez Jordán, 2011) Comenta que:

El levantamiento planimétrico, sirve para localizar la red dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y en general ubicar todos aquellos puntos de importancia. Para el levantamiento planimétrico, se utilizan diferentes métodos, el utilizado para este trabajo fue el de conservación del azimut con vuelta de campana. El equipo utilizado fue un Teodolito Sokisha modelo TM20E, un estadal, plomada y una cinta métrica. Debido a estas características se considera el terreno de este municipio como quebrado u ondulado. El municipio está a 434,58 metros sobre el nivel del mar. (pág. 7)

En el municipio de San Juan Ermita, un 92% de la población económicamente activa se dedica a la agricultura, este fenómeno está asociado a un bajo nivel de escolaridad y escasa o ninguna preparación para el trabajo, en consecuencia, los ingresos son bajos y la dependencia de los recursos naturales es alta.

El diseño de la red de alcantarillado sanitario en el Barrio El Centro es muy específico en cuanto a su planteamiento y requerimientos, esto se debe a un proceso eficiente de recolección de datos e información relevante de la comunidad como tal.

El proyecto consiste en diseñar el sistema de alcantarillado sanitario, cumpliendo con normas de diseño del INFOM, para un período de diseño de 20 años, tomando en cuenta una dotación de 150 l/hab/día, con un factor de retorno de 0,80. La cantidad actual de viviendas a servir es de 108, con una densidad poblacional de 6 habitantes por vivienda y una tasa de crecimiento de 2,50%. (Martínez Jordán, 2011, pág. 7)

Se deben tomar en cuenta diferentes datos para la correcta elaboración de un sistema de alcantarillado sanitario, los cuales en su proceso de cálculo deben ser muy certeros y específicos. "En vista de que la población siempre es un factor relevante al estimar usos futuros del agua, es necesario predecir, cuál sería la población en el futuro. Los elementos del sistema que son relativamente fáciles de expandir tienden a tener periodos de diseño más cortos" (McGhee, 2001, pág. 7).

Como puede apreciarse, el diseño es explícito y conciso en lo que se desea desarrollar. De esta manera el proceso de diseño se realizará eficientemente y optimizando el recurso tiempo.

(Martínez Jordán, 2011) comenta que: "El sistema de alcantarillado sanitario posee una longitud total de 1 500 m, 22 pozos de visita de diversas profundidades, 108 conexiones domiciliarias y un tratamiento primario" (pág. 7).

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se calcularon según estudios previos los diferentes caudales de integración, los cuales serían necesarios para obtener resultados reales y exactos. Los caudales que se tomaron en cuenta son los siguientes:

- Caudal Domiciliar
- Caudal Industrial
- Caudal Comercial
- Caudal Por Conexiones Ilícitas (Según reglamentos de Guatemala o método)
- Caudal Por Infiltración
- Caudal Medio (Sumatoria total de los caudales)

Finalmente se realizó el cálculo de un *Caudal de Diseño*, "Es el que se determina para establecer qué cantidad de caudal puede transportar el sistema en cualquier punto en todo el recorrido de la red, siendo este el que establecerá las condiciones hidráulicas sobre las que se realizará el diseño del alcantarillado" (Martínez Jordán, 2011, pág. 19).

La construcción de los pozos de inspección en Guatemala al igual que en Honduras, se realizan según normas establecidas por instituciones encargadas de velar por la adecuada construcción de sistemas de alcantarillado sanitario. En honduras se rige según los alineamientos del SANAA (Servicios Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados).

Para determinar el caudal o flujo de aguas negras del colector principal, se realizan diferentes cálculos de caudales aplicando varios factores, como dotación, conexiones ilícitas, caudal domiciliar, caudal de infiltración y, principalmente, las condiciones socioeconómicas de los pobladores del lugar, para determinar el factor de retorno del sistema. (Martínez Jordán, 2011, pág. 13)

Tomando en consideración que existen condiciones de tránsito liviano y pesado y diferentes diámetros de tubería, con los cuales se diseña un drenaje sanitario, en las siguientes tablas se presentan los valores de la profundidad mínima y anchos de zanjas aconsejables para distintos diámetros de tubos de concretos y PVC.

DIÁMETROS	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
TRÁNSITO LIVIANO	60	60	60	90	90	90	90	90
TRÁNSITO PESADO	90	90	90	110	110	120	120	120

cm.

### Ilustración 2. Profundidad mínima del colector para tubería de PVC

Fuente1: (Martínez Jordán, 2011, pág. 24)

Luego de determinar la ruta donde correrá y se ejecutará la red de alcantarillado, se tomará en cuenta colocar pozos de visita en los siguientes casos o combinación de ellos.

- Donde exista cambio de diámetro.
- En intersecciones de dos o más tuberías.
- En cambio, de pendiente.
- En el inicio de cualquier ramal.
- En distancia no mayores de 100 m.
- En curvas no más de 30 m.

El diseño de la red de alcantarillado sanitario se elaboró de acuerdo con las normas ASTM 3034 y las normas que establece el Instituto de Fomento Municipal, INFOM. En este proyecto se beneficiaron el 100% de las viviendas actuales.

Diámetro de tubería efluente (in)	Diámetro mínimo del pozo (metros)
8	1,2
10	1,2
12	1,2
14	1,5
16	1,5
18	1,5
20	1,5
24	1,75
30	1,75
36	1,9
40	2
42	2
60	2,5

### Ilustración 3. Diámetros mínimos de pozos de inspección

Fuente: (Martínez Jordán, 2011, pág. 31)

En el país, las aguas negras procedentes de los sistemas de alcantarillado, en la mayoría de los casos se descargan en corrientes naturales. A pesar de que las aguas negras están constituidas, aproximadamente, por 99% de agua y 1% de sólidos, su vertido en una corriente cambia las características del agua que las recibe, en esta forma, los materiales que se depositan en el lecho, impiden el crecimiento de plantas acuáticas, los de naturaleza orgánica se pudren robando oxígeno al agua produciendo malos olores y sabores.

Pese a esto se realizó la siguiente recomendación; la construcción de una planta de tratamiento primario, ya que el objetivo de estas unidades es la remoción de sólidos en suspensión, lo que se puede realizar por procesos físicos como la sedimentación (asentamiento), en los que se logra eliminar en un 40% a un 60% de sólidos, al agregar agentes químicos (coagulación y floculación) se eliminan entre un 80% a un 90% del total de los sólidos.

El grado de la planta de tratamiento está en función de las características y cantidad de sólidos acerrados por las aguas negras, y la capacidad del terreno. Existen diferentes métodos para el tratamiento de las aguas residuales como ser:

- Tanques Sépticos
- Tanque Imhoff
- Tanques de sedimentación simple con eliminación de lodos
- Reactores anaeróbicos

Para un tratamiento adecuado previo a la disposición de las aguas negras, hay que tener en cuenta factores como: espacio disponible para las instalaciones, topografía del terreno, costo de la construcción y mantenimiento requerido, para seleccionar las unidades adecuadas a la población. (Martínez Jordán, 2011, pág. 39)

Para el proceso de tratamiento de las aguas residuales del Barrio El Centro, se determinó el diseño de una Fosa Séptica, en función del volumen de sólidos acerrados. En el mismo sentido se realizó el cálculo de las dimensiones, el acero de refuerzo en las losas y se determinó el material a utilizarse.

### 3.1.1.2 Propuesta de diseño de sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, para el área urbana de la ciudad de Anamorós, Departamento de La Unión.

El Salvador registra 500 muertes de niños por diarrea al año y 2 millones de casos tanto por contaminación del agua como por falta de higiene. Actualmente la situación del agua potable y saneamiento básico en el país es compleja y se caracteriza por un déficit importante en cuanto a cobertura, calidad, regularidad, seguridad jurídica, regulación y asistencia técnica.

El 74% de los hogares salvadoreños disponen de agua proveniente de una red de suministro, aunque en gran parte de las zonas con cobertura el servicio es intermitente. Las zonas rurales de El Salvador presentan una de las coberturas más bajas de agua potable y saneamiento básico no sólo en Centroamérica sino en toda Latinoamérica. Solamente un 32% de la población rural tiene acceso a servicios de agua, que no necesariamente es potable. (FCAS, 2013)

Para el diseño de la red de alcantarillado sanitario se tomaron en cuenta diferentes criterios. Se utilizaron, la Norma Técnica para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Negras (ANDA 1998) y el Manual de Planificación de Alcantarillados (ANDA 2009). Los criterios de diseño para tubería y pozos fueron muy específicos. Con relación a lo anterior, que tipos de tuberías se implantarían en el sistema, tomando en cuenta los diferentes coeficientes de rugosidad correspondientes a las características propias de las tuberías, de igual manera que el análisis u obtención de todos los posibles caudales de diseño y sus respectivas distribuciones en la red.

(Aranda Ascencio, Lazo Reyes, & Vela Avalos, 2016) Afirma: "El funcionamiento en condiciones reales de la red se establece con la utilización del software EPA SWMM 5.0, para el que se determinan datos de entrada y resultados" (pág. 73).

En ciertos tramos los diseñadores optaron por la integración de tuberías paralelas al sistema debido a la profundidad de los pozos, pese a esto se vieron en la necesidad de utilizar un programa diferente que les permitiese proceder con un sistema de tuberías de este tipo. El software que utilizaron para la continuación de estos tramos fue HCanales.

Los datos que deberán introducirse en los programas son básicamente las características topográficas del sector, como ser elevaciones, distancias entre pozos, tipos de tuberías, factores de seguridad, pendientes máximas y mínimas y caudales de diseño: de los cuales se ha realizados

un previo estudio y cálculo. Algunos de estos datos se rigen a diferentes normas o códigos de trabajo de los diferentes entes regulados del país, o en otros casos internacionales.

Una vez que se ha terminado de introducir todos los datos que componen el diseño de la red, se lleva a cabo la simulación del programa para conocer los resultados obtenidos, para se da clic en el icono calcular. Se deberá observar que la simulación se realizó con éxito, dando como resultado un 0% de error en cuanto al cálculo hidráulico ejecutado por el programa, lo que indica que el diseño cumple con los parámetros requeridos para el diseño.

Cabe mencionar que las características topográficas favorecieron en gran manera al diseño de la red, con pendientes superiores al 8% en ciertos tramos del sector. Para el proceso de recolección de puntos topográficos, se implementó lo que es un equipo de alta presión y sus accesorios respectivos (Estación total, Prisma y Cinta).

Los diseñadores optaron por implementar el uso de estaciones de bombeo en ciertos sectores donde el flujo era crítico, y de esta manera satisfacer las necesidades del sistema, como cumplir con las normas de diseño.

(Aranda Ascencio, Lazo Reyes, & Vela Avalos, 2016) Comenta que las estaciones de bombeo "Son instalaciones integradas por infraestructura civil y electromecánica, destinadas a transferir volúmenes de aguas residuales crudas o tratadas de un determinado punto a otro ubicado a mayor elevación, para satisfacer ciertas necesidades" (pág. 24).

Para este prediseño de la planta de tratamiento, se tomaron en cuenta los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio, las cuales permitirán definir los elementos necesarios para el tratamiento de las aguas, con el fin de reducir los contaminantes de acuerdo a los parámetros establecidos por N.CONACYT, y no alterar el cuerpo receptor.

Parámetros	Resultado	Observación.
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	308.80 mg/l	Fuera de rango.
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	142.50 mg/l	Fuera de rango.
Sólidos Sedimentables (SSed)	N.D ml/l	No se tiene medición.
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	100.00 mg/l	Fuera de rango.
Aceites y Grasas	17.00 mg/l	No está fuera de rango.

#### **Ilustración 4. Resultados de la muestra.**

Fuente: (Aranda Ascencio, Lazo Reyes, & Vela Avalos, 2016, pág. 171)

En ciudades donde existen sistemas de alcantarillado sanitario, la medición de contaminación se hace tomando muestras de agua residual en pozos de visita. En el caso de la ciudad de Anamorós, que no cuenta con un sistema de recolección de aguas residuales, se tuvo la necesidad de tomar muestras en los puntos de descarga descritos con anterioridad, con el objetivo de conocer las concentraciones de contaminantes que caracterizan a estas aguas, y de esta manera dar la solución más aceptable para el tratamiento de las mismas. (Aranda Ascencio, Lazo Reyes, & Vela Avalos, 2016, pág. 170)

El tratamiento de esta comunidad se basa en un sistema que transporta las aguas por medio de un canal, hasta condensar los sólidos en un desarenador, de esta manera se procede a un filtro percolador, para finalmente concentrarse en un tanque digestor de lodos. Cabe destacar que todos y cada uno de los componentes de la planta de tratamiento se realizó con un método específico, tomando en cuenta todas las posibles variables o factores que pudiesen alterar el diseño.

Se generó la propuesta a un sistema de tratamiento individual para sectores a los cuales se complicó la recolección de las aguas residuales. "Debido a la topografía que presenta el municipio, se tienen lugares en los cuales es difícil hacer la recolección de las aguas residuales, es por ello que se presenta esta alternativa que dé solución a esta parte del diseño" (Aranda Ascencio, Lazo Reyes, & Vela Avalos, 2016, pág. 207).

El tratamiento individual de aguas negras y grises está compuesto de tres elementos que son:

- Letrina Abonera Seca Familiar (LASF).
- Trampa para grasa.
- Sistema de Infiltración.

“Para el caso del sistema de infiltración, será utilizado el Pozo de absorción, ya que, de acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas, se observa que el suelo es apropiado para poder utilizar este tipo de sistema” (Aranda Ascencio, Lazo Reyes, & Vela Avalos, 2016, pág. 208).

### 3.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO ENTORNO

Honduras es un país de América, ubicado en el centro-norte de América central; su capital es el distrito central formado por las ciudades de Tegucigalpa y Comayagüela. Su organización territorial se divide en el país, política y administrativamente en 18 departamentos con 298 municipios; con este último en cuanto al área geográfica hace un total de 112,492 km<sup>2</sup>. Siendo San Pedro Sula la ciudad más poblada, la población total del país supera los 8.7 millones de habitantes, dónde la mayor parte se dedica a las actividades agropecuarias, comercio, finanzas, servicios públicos, entre otras actividades. Su densidad poblacional es de 81.01 hab/km<sup>2</sup>, tomando en cuenta que el departamento con mayor densidad es Cortés.



**Ilustración 5. Mapa Nacional**

Fuente: (Honduras.com, 2015, p. 1)

En Honduras hay ciudades como San Pedro Sula y Tegucigalpa, que en su mayor parte, cuentan con una red de alcantarillado sanitario; cabe agregar que no cuentan con una planta de tratamiento que higienice las aguas negras producidas por los mismos habitantes. En relación con este último, muchas comunidades de Honduras no cuentan con estos sistemas; en este caso Tegucigalpita. Resulta oportuno para la comunidad recién mencionada, que se diseñó la red de alcantarillado sanitario con su respectiva planta de tratamiento dónde las aguas tratadas serán lanzadas al Rio Chiquito, un cuerpo de agua aledaño a la comunidad.

Según Fair, Geyer, & Okun (2012):

La planeación, diseño, financiamiento, construcción y operación de los modernos sistemas urbanos de aguas y aguas residuales son empresas complejas. Aun cuando por su naturaleza misma, cada proyecto de aguas y aguas residuales debe ser concebido en forma exclusiva, su ejecución requiere procedimiento, información y decisión pública, así como materiales, equipo y apoyo tecnológico que sólo pueden suministrarse completamente dentro de la organización de una estructura gubernamental y social altamente desarrollada y una comunidad industrial fuerte y diversificada. (Pág. 11)

Los sistemas de alcantarillados son una parte importante de la infraestructura hidráulica de una población, ya que son los encargados de transportar las aguas residuales de una población, hasta un lugar de disposición o tratamiento. Este tipo de sistemas puede tener diferentes clasificaciones.

Monroy Fernández (2014) afirma que:

Los sistemas de alcantarillado pueden ser de dos tipos: convencionales o no convencionales. Son sistemas con tuberías de grandes diámetros que permiten una gran flexibilidad en la operación del sistema, debida en muchos casos a la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal: densidad poblacional y su estimación futura, mantenimiento inadecuado o nulo. Por otra parte, los sistemas de alcantarillado no convencionales surgen como una respuesta de saneamiento básico de poblaciones de bajos recursos económicos, son sistemas poco flexibles, que requieren de mayor definición y control de los parámetros de diseño, en especial del caudal, mantenimiento intensivo y, en gran medida, de la cultura en la comunidad que acepte y controle el sistema dentro de las limitaciones que este pueda tener. (Pág. 2)

El tipo de alcantarillado que se use depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto.

Las aguas residuales son cualquier tipo de agua cuya calidad se vio afectada negativamente por influencia antropogénica, dónde para poder manejar estas aguas que tienen impurezas es necesario implementar una red de alcantarillado sanitario; este proceso Crites & Tchobanoglous (2000) lo define cómo: "La recolección, tratamiento y vertimiento o reutilización de aguas

residuales provenientes de hogares, conjunto habitacionales, comunidades aisladas, industrias o instituciones, así como también de sectores de comunidades existentes cerca del punto de generación de residuos” (Pág. 2).

Para poder realizar el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, es necesario la obtención de datos topográficos y de información demográfica. Sobre la base de las consideraciones anteriores, Crites & Tchobanoglous, (2000) afirma: “El desarrollo satisfactorio de los proyectos de aguas y aguas residuales, depende de información demográfica, hidrológica, geodésica y geológica que pueda tenerse al alcance, obtenida a través de décadas de ordenada observación” (Pág. 1).

El saneamiento es un proceso fundamental para proteger la salud pública y mantener las condiciones sanitarias del agua; el cual debe cumplir ciertos requisitos de sanidad, en caso contrario el cuerpo receptor de agua será contaminado.

Además de la transmisión de enfermedades, la polución de las aguas receptoras puede causar deterioración física, química y biológica de los abastecimientos de agua, balnearios, bancos ostrícolas y abastecimientos de hielo; condiciones ofensivas a la vista y olfato; destrucción de peces comestibles y de otras formas valiosas de vida acuática; enriquecimiento del contenido nutritivo de estanques y lagos conducentes a la degradación y muerte eventual de tales cuerpos receptores de agua; y otros menoscabos del goce y utilidad de las aguas naturales para recreación, agricultura, comercio e industrias. (Fair, Geyer, & Okun, 2012, Pág.23)

En una comunidad naturalmente balanceada, el tratamiento de aguas residuales y la repurificación natural se combinan en forma óptima para lograr preservar la utilidad de las aguas receptoras.

Tegucigalpa, es una de las muchas comunidades de Honduras que no cuentan con un sistema ideal de alcantarillado sanitario. Sin embargo, poco a poco con el transcurso del tiempo, las comunidades que necesitan este sistema están implementando alcantarillados con el fin de tener un crecimiento en cuanto a la sanidad.

“Alrededor de US\$1 millón destinará el gobierno hondureño en proyectos de alcantarillado sanitario y Sistema de agua potable en los municipios de Gualaco y San Esteban, en el departamento de Olancho, al oriente de Honduras” (Soy Digital, 2016). Las obras se ejecutaran a través del Instituto de Desarrollo Comunitario, Agua y Saneamiento (IDECOAS), y beneficiará a más de 48 mil 400 habitantes.

Haciendo referencia a lo anterior mencionado:

Con una inversión de US\$1 millón el gobierno hondureño ejecuta proyectos de ampliación del sistema de alcantarillado sanitario y la construcción de una planta de tratamientos en el municipio de San Francisco de La Paz, departamento de Olancho, zona oriental de este país dónde el proyecto consiste en la instalación de la red principal de alcantarillado de diversos diámetros con una longitud de 4,562 metros lineales de tubería y 2,994 metros lineales de tubería para las conexiones domiciliarias. El sistema de agua y saneamiento comprenderá una planta de tratamiento de aguas residuales, que contendrá un desarenador, un humedal, módulo de lechos de secados de lodos, cerca perimetral y caseta de vigilancia. (Soy Digital, 2017)

Las obras se ejecutarán en un plazo de 204 días y benefician a más de 2,500 habitantes de la zona, asimismo genera unos 130 empleos directos.

Por otro lado, el municipio de Yorito también implementó un colector alcantarillado sanitario. Los datos según el Instituto de Desarrollo Comunitario, Agua y Saneamiento (IDECOAS, 2015) son:

- Nombre del proyecto: Construcción colector alcantarillado sanitario.
- Departamento: Yoro.
- Municipio: Yorito.
- Aldea: Yorito.
- Monto aprobado: Lps. 2,283,478.18
- Costo del proyecto: Lps. 1,651,421.67
- Monto ejecutado: Lps. 1,678,705.73
- Personas beneficiadas: 498 habitantes.
- Empleos generados: 28
- Fase actual: Cierre.
- Fecha de inicio del proyecto: 25/04/2015
- Fecha de cierra: 24/07/2015
- Contratista adjudicado: Construcciones Cerrato y Asociados S. De R.L. (COCESA)
- Fuente de financiamiento: Cooperación Suiza para el desarrollo



### **Ilustración 6. El Paraíso**

Fuente: Aldo Geovanni Osorio.

En este mismo propósito, pero con un costo más elevado el Municipio de El Paraíso también es testigo de alcantarillado sanitario; los datos de este proyecto según el Instituto de Desarrollo Comunitario, Agua y Saneamiento (IDECOAS, 2015) son:

- Nombre del proyecto: Construcción alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales.
- Departamento: El Paraíso.
- Municipio: El Paraíso.
- Aldea: Santa Cruz.
- Monto aprobado: Lps. 8,234,167.50
- Costo del proyecto: Lps. 10,827,458.55
- Monto ejecutado: Lps. 10,915,429.63
- Personas beneficiadas: 1980 habitantes.
- Empleos generados: 43
- Fase actual: Cierre.
- Fecha de inicio del proyecto: 29/07/2015
- Fecha de cierra: 22/12/2015
- Contratista adjudicado: Construcciones E Inversiones Craco S. de R.L. de C.V.
- Fuente de financiamiento: Cooperación Suiza para el desarrollo.

Yéndonos a un lado más al suroeste de Honduras, "A un costo de 9 millones 811 mil lempiras se construyó el sistema de alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento de agua residuales en el municipio de Chinacla, departamento de La Paz, beneficiando a 750 habitantes" (Hondudiaro Redacción, 2017).

Como resultado del proyecto:

La obra consistió en la construcción de un sistema de alcantarillado con una longitud de más de 4.7 kilómetros de tubería, la cual hace su descarga en una planta de tratamiento por un sistema de lagunas; cabe agregar que se construyeron 135 cajas de registro, 103 unidades de pozos de inspección, alrededor de 99 metros lineales de cruces aéreos. De igual forma, se construyó la edificación de la planta de tratamiento de aguas grises que cuenta con un desarenador, caseta de vigilancia, cerco perimetral, cabezales de descarga, una laguna facultativa de un mil 946 metro cúbicos y una laguna de maduración con dos mil 721 metro cúbicos, favoreciendo a 135 viviendas del casco urbano. (Hondudiaro Redacción, 2017)

Con este proyecto se mejorará el impacto ambiental de la comunidad, gracias que las aguas residuales tendrán su tratamiento adecuado y con altos estándares de calidad.

### 3.1.3 ANÁLISIS INTERNO

Haciendo un análisis más cercano e interno al sitio estudiado, Puerto Cortés cuenta con las normas de Aguas de Puerto Cortés; que es la encargada de brindar el servicio de alcantarillado sanitario dentro de área de cobertura de la ciudad de Puerto Cortés con el fin de recolectar y conducir las aguas negras mediante las 24 estaciones de bombeo existentes para depositarlas en la planta de tratamiento de aguas residuales de aguas negras para su respectivo tratamiento y vertimiento en la Laguna de Alvarado.

Algunos sectores de Omoa si cuentan con alcantarillado sanitario y con planta de tratamiento. En el caso de Tegucigalpa, según como se evaluó es notable que en su totalidad no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, por ende tampoco cuenta con una planta de tratamiento. En un aspecto relacionado a la sanidad, este tipo de problemática genera gran cantidad de enfermedades que atacan la salud pública.

"Enfermedades gastrointestinales y de la piel está padeciendo un buen porcentaje de la población del municipio de Omoa por consumir agua contaminada" (Molina, La Prensa, 2017).

A continuación, se presenta una tabla mostrando un resumen de las enfermedades que atacaron a los habitantes en distintos rangos de edad en el año 2017.

REGISTRO DE ENFERMADES AÑO 2017			
COMUNIDAD DE TEGUCIGALPITA OMOA, CORTES.			
Enfermedades	Menores de 5 años	De 5 a 14 años	Mayores de 15 años
Parasitismo Intestinal (PI)	149	140	81
Síndrome diarreico agudo (SDA)	129	19	37
Desintería	4		
Hepatitis aguda			3
Total de casos	282	159	121
Cantidad de personas afectadas	562		
Porcentaje de población afectada	7.5%		

**Tabla 1. Registro de Enfermedades**

Fuente: Centro de Salud, Omoa Cortés

Niños menores de 5 años, fueron las personas más afectadas por las enfermedades generadas en la comunidad, siendo el Parasitismo Intestinal (PI) la enfermedad más común. En resumen, el 7.5% de la población de Tegucigalpita es afectada ya que el agua potable contaminada con aguas residuales es la principal causa de enfermedades transmitidas por agua.

En cuanto los antecedentes del municipio de Omoa, en el 2016 se vieron obligado a combatir en contra de amenazas de la salud pública de los pobladores. “Para evitar que la población se siga enfermando por la contaminación que genera la basura y aguas negras, la Municipalidad gestiona fondos para instalar alcantarillado y relleno sanitario” (Molina, La Prensa, 2016). Pese a ser una ciudad con gran renombre en el turismo, sus habitante y destinos turísticos de Omoa solo poseen agua potable y energía eléctrica, eso ha llevado a sus autoridades a buscar fondos para tratar esos líquidos y desechos que afectan la composición del agua, el ambiente y la salud de los visitantes y lugareños.

Desde hace muchos años, los habitantes de Omoa botan la basura en un crematorio a cielo abierto y otro hasta han creado botaderos clandestinos en las orillas de las carreteras y de los ríos. “Las aguas negras son depositadas en fosas sépticas y en algunos lugares en letrinas. Con el alcantarillado se beneficiará a unos nueve mil habitantes del casco urbano” (Molina, La Prensa,

2016). Implementando las alcantarillas, las aguas servidas ayudará a evitar la contaminación en el mar y ríos.

Un sistema de alcantarillado sanitario óptimo consta de una serie de tuberías que conduzcan las aguas residuales, pozos de inspección y la planta de tratamiento; además cabe mencionar que se hace uso de estaciones de bombeos en caso de ser necesario.

En cuanto a los pozos de visita, Monroy Fernández (2014) comenta: "Los pozos de visita deben localizarse en todos los cruceros, cambios de dirección, pendiente y diámetro y para dividir tramos que exceden la máxima longitud recomendada para las maniobras de limpieza y ventilación" (Pág. 3). Con referencia a lo anterior, según las normas del SANAA la longitud recomendada es de 80 metros, entre pozo y pozo.

Existen diversos tipos de tratamientos de aguas residuales, ya sea en sistemas pequeños o sistemas descentralizados. En breve, la tabla de clasificación adjunta.

**TABLA 1.2**  
**Opciones típicas de almacenamiento y tratamiento de aguas residuales en sistemas pequeños y descentralizados**

Clase de tratamiento	Ejemplos	Clase de sistema*	
		P	D
Recolección de aguas residuales	Alcantarillados a presión sin bombas trituradoras	✓	✓
	Alcantarillados a presión con bombas trituradoras	✓	✓
	Alcantarillados de diámetro pequeño y pendiente variable	✓	✓
	Alcantarillados a vacío	✓	✓
Preliminar	Tamiz grueso	✓	✓
	Tamiz fino	✓	✓
	Remoción de arenas	✓	✓
	Remoción de grasas y aceites	✓	✓
Primario	Tanques sépticos	✓	✓
	Tanques Imhoff	✓	✓
	Filtros de disco rotatorio	✓	✓
Primario avanzada	Tanque séptico con cámara de filtración para efluentes	✓	✓
	Tanque séptico con reactor de película bacteriana adherida	✓	✓
	Elemento reactor	✓	✓
Secundario	Unidades de tratamiento biológico aerobio	✓	✓
	Unidades aerobias / anaerobias	✓	✓
	Filtro de arena de flujo intermitente	✓	✓
	Filtro de grava con recirculación	✓	✓
	Filtro de turba	✓	✓
	Lagunas	✓	✓
	Humedales artificiales	✓	✓
Tratamiento acuático	✓	✓	
Avanzado	Tratamiento en el suelo	✓	✓
	Filtros de lecho empacado, intermitentes y con recirculación	✓	✓
	Filtración rápida	✓	✓
	Humedales artificiales	✓	✓
	Desinfección con cloro, radiación UV	✓	✓
	Repurificación (incluye el uso de membranas y carbón activado)	✓	✓
	Sistemas de tratamiento con reutilización	✓	✓
	Descargas de sanitarios	✓	✓
Riego de zonas verdes y descargas de sanitarios	✓	✓	
Almacenamiento	Tanques de almacenamiento	✓	✓
	Tanques enterrados	✓	✓

\* P = sistemas pequeños y centralizados, D = sistemas descentralizados.

### Ilustración 7. Tratamientos de Aguas Residuales

Fuente: (Crites & Tchobanoglous, 2000, Pág. 6)

## 3.2 TEORÍA DE SUSTENTO

El diseño de un sistema de alcantarillado sanitario debe ser realizado por medio de normas establecidas por una entidad perteneciente a un país. En nuestro país Honduras la entidad encargada de brindarnos este tipo de normas necesarias para tomar en cuenta el diseño es el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillado (SANAA) que tiene por objetivo proveer los servicios de agua potable, evacuación y tratamiento de aguas residuales y pluviales recolectadas en el país.

### 3.2.1 SERVICIO AUTÓNOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (SANAA)

#### 1) Dotaciones

Las dotaciones domesticas utilizadas se adoptarán conforme la clasificación residencial, que se muestra en la Tabla 3.1 del Anexo de Agua Potable. Generalmente se utiliza del 70% – 80% (como coeficiente de retorno) de la dotación por agua potable como aportación de aguas residuales por persona. Sin embargo, este valor dependerá de factores tales como las costumbres de la comunidad, tipos de actividades que realizan, etc.

##### 1. Caudal de Diseño

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{doméstico}} + Q_{\text{infiltración}} + Q_{\text{ilícito}} + Q_{\text{industrial}} + Q_{\text{comercial}} + Q_{\text{inst.públicas}}$$

#### **Ecuación 1. Caudal final para un sistema de alcantarillado sanitario.**

Fuente: (SANAA.)

##### 2. Caudal por conexiones Ilícitas

El valor del caudal por conexiones ilícitas será el 30% del Caudal medio diario a usar.

NOTA: Tanto el caudal por infiltración como el caudal de conexiones ilícitas deberá de tomarse en cuenta para el diseño de colectores.

### 3. Caudal domestico

$$Q_d = \frac{D \cdot K_1 \cdot H_1 \cdot P}{86400}$$

#### **Ecuación 2.**

Fuente: (SANAA.)

Dónde:

$Q_d$  = Caudal real en litros/segundo D = dotación (lppd)

$K_1$  = coeficiente de retorno (varía según las condiciones de la población entre 0.70 a 0.80) P = población en habitantes.

$H_1$  = factor de Harmon menor o igual que 4 (relación del gasto máximo al gasto medio)

$$H_1 = 1 \pm \frac{14}{4 + \sqrt{P/1000}} \leq 4.0$$

#### **Ecuación 3. Harmon**

Fuente: (SANAA)

### 4. Caudal por Infiltración

El caudal de infiltración dependerá del tipo de tubería a utilizar, así tenemos que para tubería PVC, ADS RIBLOC, NOVAFORT utilizar un caudal de infiltración igual a 1.0 lt/seg/Km; en el caso que SANAA autorice utilizar tubería de concreto el caudal de infiltración para concreto nuevo será de 1.2 lt/seg/Km; para concreto viejo de 1.5 lt/seg/Km. En el caso de infiltración en los pozos se utilizará un caudal igual a 0.004 l/s/tapadera.

Caudal Comercial, Caudal de Instituciones Públicas, Caudal por Infiltración para Concreto y PVC.

El valor del caudal de Instituciones Públicas, Caudal por Infiltración y Caudal Comercial depende del material que se esté utilizando, el cual puede ser PVC o Concreto.

## **2) Población De Diseño**

La población de diseño será la estimada para el periodo de diseño incluyendo las áreas de influencia. Se considera la población del total de las áreas según los planes reguladores vigentes; de no existir estos se considerará una población de saturación de 6 habitantes por unidad habitacional. Si hubiese tasa de crecimiento poblacional deberá calcularse la población en base a los métodos de proyección especificados en la Norma de Diseño de Agua Potable.

Nota: Cuando la población de saturación es mayor a la población futura, utilizar la población de saturación y si la futura es mayor a la de saturación entonces utilizar población futura.

## **3) Período De Diseño**

El período de diseño deberá ser de 20 años. Al final del periodo de diseño, las instituciones harán una revisión de los sistemas para verificar si se amplían o no las coberturas.

## **4) Puntos de Descarga**

En los puntos de descarga no debe ocasionarse ningún problema de carácter sanitario a las localidades situadas aguas abajo, por lo que se tomará en cuenta medidas de protección del cuerpo receptor. Cada descarga a un cuerpo receptor deberá de cumplir con las características físicas, químicas y bacteriológicas generales que establece las Normas Técnicas de Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y alcantarillado Sanitario.

## **5) Velocidades Máximas y Mínimas**

-La velocidad máxima será:

Para PVC  $\leq 5.0$  m/seg

Para Concreto  $\leq 3.0$  m/seg

-La velocidad mínima será de:

Para PVC  $\geq 0.40$  m/seg

Para Concreto  $\geq 0.60$  m/seg

## **6) Estimación de Áreas Tributarias**

- Se considerará en el perímetro y las áreas adyacentes que sean tributarias al sistema por razones topográficas, demográficas y urbanísticas.
- Tomar en cuenta en el diseño, al fijar la profundidad y capacidad de los colectores, las áreas de futura expansión que puedan llegar a ser tributarios al sistema.

## **7) Pendientes**

La pendiente no será menor de 0.5%, ni mayor de 15% en las tuberías del sistema. Para las acometidas domiciliarias la pendiente mínima será de 2%.

Cuando el terreno no permita pendientes menores de 15% se deberán usar anclajes cada 10 metros. El tipo de anclajes a utilizar deberá ser aprobado por SANAA.

## **8) Continuidad de tuberías**

El diámetro de cualquier tramo de alcantarillado sanitario será igual o mayor que el diámetro del tramo anterior aguas arriba y por ningún motivo podrá ser menor.

## **9) Pozos de Inspección y Pozos de Caída**

Se usarán pozos de inspección en las siguientes condiciones:

1. En distancias que no sean superiores de 80 metros.
2. En todo cambio de alineamiento horizontal.
3. En todo cambio de alineamiento vertical.
4. Donde converjan dos o más tuberías del sistema.
5. En los puntos donde exista cambio de diámetro o material de la tubería.

La altura del pozo no será mayor de 4.50 metros ni menor de 1.50 metros, para paredes normales. Cuando la altura del pozo este entre 4.50 y 6.00 metros colocar paredes dobles desde la base del pozo hasta una altura de  $h/3$ .

Se utilizarán pozos de caída en casos especiales como ser en barrios periféricos con pendientes altas. Tanto los pozos de inspección como los pozos de caída deberán construirse de acuerdo a los planos tipo del SANAA, los cuales se pueden obtener en la Oficina de Normas y Supervisión.

### **10) Profundidades**

La Profundidad mínima será de:

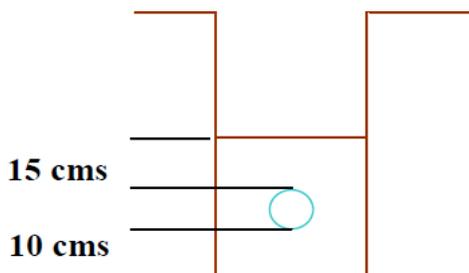
1.5 m sobre la corona del tubo, en Calle Vehicular.

1.0m sobre la corona del tubo, en Calle Peatonal.

La Profundidad Máxima será hasta de 4.50 m hasta la invertida del tubo; para profundidades de 4.50 a 6.0 m sobre, la invertida del tubo se deberá hacer una protección especial a 4.50 m para tubería de concreto y 3.60 m para tubería de PVC.

### **11) Material Selecto**

Se usará una cama por lo general de 10 cm de material selecto y sobre la corona superior del tubo una capa de 15 cm. En casos especiales como ser en suelos muy ácidos o fangosos, se utilizará lo recomendado por el fabricante.



**Ilustración 8 Colocación de material selecto**

Fuente: (SANAA)

En la Ilustración 8 se muestran las medidas establecidas por las normas del SANAA para la colocación correcta del material selecto en las cunetas o excavaciones para la colocación de tuberías.

## **12) Tipo de Tubería**

Los tipos de tubería que pueden ser utilizados son:

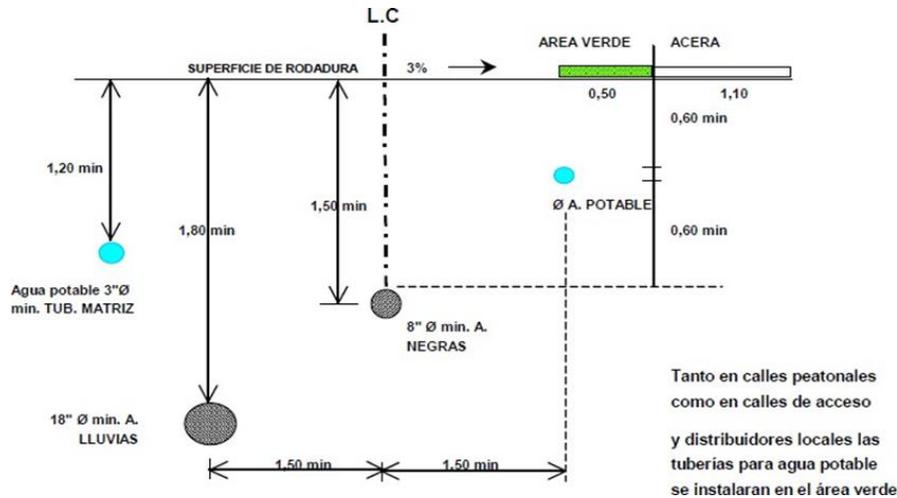
1. Tubería de PVC SDR-41, los números SDR pueden variar de 7 a 41. Un número SDR inferior indica que un tubo puede soportar más presión, un número más alto de SDR indica que un tubo puede soportar menos presión.
2. NOVAFORT, es una tubería de pared estructural, fabricada en un proceso de doble extrusión, pared interior lisa y exterior corrugada.
3. ADS, tubería de polietileno de alta densidad, de doble pared con exterior corrugado e interior liso para tubos de 4-60 pulgadas de diámetro, para utilizarse en sistemas de alcantarillado sanitario por gravedad.
4. RIBLOC, tubería estándar, consistente en una banda estructural pre-extruída que es enrollada helicoidalmente y enlazada por medios mecánicos y químicos para formar un tubo de estructura flexible.

## **13) Ubicación de la tubería**

La tubería de alcantarillado sanitario irá por en medio de la calle y separada de la tubería de agua potable; siempre deberá colocarse bajo la tubería de agua potable.

## **14) Distancia mínima a la que debe estar la tubería de agua potable de la de alcantarillado sanitario.**

La distancia horizontal mínima a la que deberá estar la tubería de agua potable con respecto a la de alcantarillado sanitario es de 1.50 m, y la distancia vertical mínima a la que deberá estar la tubería de agua potable con respecto a la de alcantarillado sanitario es de 0.60 m.



**Ilustración 9. Aguas negras con respecto a las tuberías de agua potable**

Fuente: (SANAA)

### 3.3 MARCO CONCEPTUAL

Para tener una idea clara de los términos utilizados sus significados, a continuación, se presentan algunos términos que se utilizarán a lo largo de la investigación.

#### 1) Redes de alcantarillado:

Son estructuras hidráulicas que funcionan a presión atmosférica, por gravedad. Solo muy raramente, y por tramos breves, están constituidos por tuberías que trabajan bajo presión o por vacío. Normalmente están constituidas por canales de sección circular, oval o compuesta, enterrados la mayoría de las veces bajo las vías públicas. (McGhee, 1999, p.269)

#### 2) Redes unitarias:

Las que se proyectan y construyen para recibir en un único conducto, mezclándolas, tanto las aguas residuales (urbanas e industriales) como las pluviales generadas en la cuenca o población drenada. Y Redes separativas: las que constan de dos canalizaciones totalmente independientes; una para transportar las aguas residuales domésticas, comerciales e industriales hasta la estación depuradora; y otra para conducir las aguas pluviales hasta el medio receptor. (McGhee, 1999, p.275)

### **3) Saneamiento:**

Por saneamiento se entiende el suministro de instalaciones y servicios que permiten eliminar sin riesgo la orina y las heces. Los sistemas de saneamiento inadecuados constituyen una causa importante de morbilidad en todo el mundo. Se ha probado que la mejora del saneamiento tiene efectos positivos significativos en la salud tanto en el ámbito de los hogares como el de las comunidades. El término saneamiento también hace referencia al mantenimiento de buenas condiciones de higiene gracias a servicios como la recogida de basura y la evacuación de aguas residuales. (OMS, 2018)

### **4) Pozos de inspección:**

Los pozos de inspección son cámaras verticales que permiten el acceso a las redes de alcantarillado y colectores, para facilitar su mantenimiento. La forma de la estructura-pozo es cilíndrica en su parte inferior y de cono truncado en su parte superior. Sus dimensiones deben ser suficientemente amplias para que el personal de operación y mantenimiento pueda ingresar y maniobrar en su interior. (Prieto, 2014)

### **5) Concreto hidráulico:**

“Es un material semejante a la piedra que se obtiene mediante una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento, arena y grava u otros agregados, y agua; esta mezcla se endurece en formaletas con la forma y dimensiones adecuadas. El cuerpo del material consiste en agregado fino y grueso” (Arthur H. Nilson, 2000, pág. 1).

### **6) Caudal:**

Se define caudal como un volumen de agua que atraviesa una superficie en un tiempo determinado. (Riego, 2017)

### **7) Composición:**

Descripción de las aguas residuales, incluye los constituyentes físicos químicos y biológicos. (Crites & Tchobanoglous, 2000)

**8) Impurezas:**

Constituyentes adicionados al abastecimiento de agua a través del uso. (Crites & Tchobanoglous, 2000)

**9) Agua reciclada:**

Agua apropiada para reutilización, reemplaza el término de agua recuperada. (Crites & Tchobanoglous, 2000)

**10) Repurificación:**

Tratamiento realizado a las aguas residuales para ser usadas en una amplia variedad de aplicaciones, incluso para abastecimientos en forma directa o indirecta. (Crites & Tchobanoglous, 2000)

**11) Reutilización:**

Uso benéfico que se da a las aguas recuperadas o repurificadas. (Crites & Tchobanoglous, 2000)

**Lodo:**

Material sedimentable de las aguas residuales en tanque Imhoff, clasificadores, lagunas y sistemas acuáticos o de tratamiento de suelo. (Crites & Tchobanoglous, 2000)

**12) Instituto de desarrollo comunitario de agua y saneamiento (IDECOAS):**

Es una institución estatal desconcentrada, líder, transparente y eficiente, que promueve el Desarrollo Comunitario por medio de la coordinación, diseño y ejecución de programas y proyectos participativos, incluyentes y equitativos, en alianza con gobiernos locales y socios estratégicos, para mejorar la calidad de vida de la población más pobre y vulnerable de Honduras. (CENISS, n.d.)

### **13) Acueductos:**

“Se trata de un cauce construido artificialmente para llevar el agua hacia un sitio específico. Este tipo de sistemas posibilita que el agua fluya desde el espacio donde se encuentra de modo natural hasta un lugar distinto, donde es utilizada por las personas” (Merino, 2017, pág. 1)

### **14) Cajas de Registro Sanitario:**

“Es un "hueco" o cámara construidos de bloques y hormigón armado (generalmente) que se coloca en las intersecciones de las líneas colectoras con las diferentes tuberías que les son conectadas, así como también en los cambios de direcciones, con el objetivo de inspeccionar y limpiar las líneas colectoras” (GRUPO AVILA, 2015, pág. 1).

### **15) Consumo Doméstico:**

“Cantidad o volumen de agua potable que recibe el usuario por un periodo determinado” (Ministerio Del Agua , 2007, pág. 4).

### **16) Nivel Freático:**

“Es el lugar geométrico de los puntos donde la presión del agua es igual a la presión atmosférica. En otras palabras, el nivel freático está definido por los niveles alcanzados por el agua subterránea en pozos de observación (nivel piezométrico)” (Ingeniero de Caminos , 2016, pág. 1).

### **17) Estaciones de Bombeo:**

Las estaciones de bombeo son instalaciones construidas y equipadas para transportar el agua residual del nivel de succión o de llegada a las unidades de tratamiento, al nivel superior o de salida de la misma.

### **18) Aguas Residuales Domésticas:**

Son aquellas provenientes de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Estas aguas están compuestas por sólidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (principalmente materia inorgánica), nutrientes (nitrógeno y fosforo).

### **19) Aguas Lluvias:**

Proviene de la precipitación pluvial y, debido a su defecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, pueden contener una gran cantidad de sólidos suspendidos; zonas de alta contaminación atmosférica, pueden contener algunos metales pesados y otros elementos químicos.

### **20) Bombas Para Sistemas de Agua:**

“Es la máquina que transforma energía, aplicándola para mover el agua. Este movimiento, normalmente es ascendente. Las bombas pueden ser de dos tipos

“volumétricas” y “turbo-bombas”. Todas constan de un orificio de entrada (de aspiración) y otro de salida (de impulsión)” (IngeMAte, 2014, pág. 1).

### **21) DBO:**

“La demanda biológica de oxígeno (DBO) es un parámetro que mide la cantidad de dióxígeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida”

### **22) Rasante:**

“Se define como rasante un estado de alineaciones verticales que conforman el diseño del estado final de un perfil longitudinal. Cambio de rasante: el punto más alto de una carretera” (Glosario Topográfico , 2009, pág. 1).

### **23) Topografía:**

“Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales (ver planimetría y altimetría)” (Topoequipos, 2018, pág. 1).

### **24) Aguas Residuales:**

“Las aguas residuales aparecen sucias y contaminadas: llevan grasas, detergentes, materia orgánica, residuos de la industria y de los ganados, herbicidas y plaguicidas... y en ocasiones algunas sustancias muy tóxicas” (Las Aguas Residuales, 2013, pág. 2).

### **25) Tubería:**

Una tubería es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos. También sirven para transportar materiales que, si bien no son propiamente un fluido, se adecuan a este sistema: hormigón, cemento, cereales, documentos encapsulados, etcétera.

### **26) Dotación:**

“Se entiende por dotación la cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas” (Civilgeeks, 2010, pág. 1).

### **27) Pendiente:**

Una pendiente es un declive del terreno y la inclinación, respecto a la horizontal, de una vertiente.

### **28) Invertida:**

La Invertida es la distancia que existe desde la rasante del suelo hasta el diámetro inferior de la tubería de un sistema.

## **3.4 MARCO LEGAL**

### **3.4.1 LEYES JURÍDICAS**

LEY GENERAL DEL AMBIENTE

DECRETO No. 104 – 93

EL CONGRESO NACIONAL

**Considerando:** Que, de acuerdo con la Constitución de la República, el Estado conservará el ambiente adecuado para proteger la salud de las personas, declarando de utilidad y necesidad pública la explotación Técnica y Racional de los recursos naturales de la nación.

**Considerando:** Que la destrucción acelerada de los recursos naturales y la degradación del ambiente amenaza el futuro de la nación ocasionando problemas económicos y sociales que

afectan la calidad de vida de la población, y que es deber del Estado propiciar un estilo de desarrollo que, a través de la utilización adecuada de los recursos naturales y del ambiente, promueva la satisfacción de las necesidades básicas de la población presente sin comprometer la posibilidad de que las generaciones futuras satisfagan sus propias necesidades.

**Considerando:** Que la importancia y trascendencia de la problemática ambiental requiere de una organización y estructura administrativa que responda en forma coherente, armónica e integral a nuestra situación ambiental.

**Considerando:** Que la participación comunitaria es imprescindible para lograr la protección, conservación y uso racional de la riqueza natural del país y del ambiente en general.

**Considerando:** Que el pueblo hondureño, reclama con urgencia, la emisión de una legislación apropiada para la gestión ambiental que permita la formación de una conciencia nacional y la participación de todos los ciudadanos en la búsqueda de soluciones de beneficio colectivo.

#### DELITOS E INFRACCIONES ADMINISTRATIVAS, ASPECTOS GENERALES

**Artículo 86.** Todas las acciones u omisiones que infrinjan lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones que la complementen, serán sancionadas conforme se determinan en este Título, sin perjuicio de la exigencia, en su caso, de la correspondiente responsabilidad civil.

**Artículo 87.** Cualquier acción u omisión de la normativa ambiental que constituya delito o infracción administrativa, dará lugar a la aplicación de las sanciones siguientes:

- a) Reclusión decretada en su caso por la autoridad judicial ordinaria, por la comisión de un delito ambiental;
- b) Multa, cuya cuantía será la establecida en esta Ley y sus reglamentos;
- c) Clausura definitiva, total o parcial, de actividades o instalaciones, si la actividad contamina y perjudica la salud humana o el medio ambiente más allá de los límites establecidos en los reglamentos y normas técnicas;
- ch) Suspensión temporal de actividades o instalaciones causantes del daño ambiental;
- d) Decomiso de las artes e instrumentos utilizados en la comisión del delito o infracción;

- e) Cancelación o revocación de autorizaciones generales o beneficios económicos o fiscales concedidos por las autoridades públicas;
- f) Indemnización al Estado o a terceros por los daños y perjuicios ocasionados al ambiente y a los recursos naturales, y;
- g) Reposición o restitución de las cosas y objetos afectados a su ser y estado naturales, si fuera posible.

**Artículo 88.** La imposición de las sanciones se graduará atendiendo a la:

- a) Gravedad de la acción u omisión causada al ambiente y/o a la salud y vida humana;
- b) Reincidencia;
- c) Repercusión social y económica; y,
- ch) Capacidad económica del responsable del delito o infracción debidamente comprobada.

**Artículo 89.** En la imposición de sanciones penales o administrativas, la autoridad sancionadora habrá de ajustarse al procedimiento penal o administrativo y, en todo caso, se notificarán al inculpado los cargos imputados, a fin de que pueda realizar las alegaciones en su defensa.

**Artículo 90.** Será pública la acción para denunciar y demandar ante la autoridad judicial o administrativa, todo acto u omisión que viole lo previsto en la normativa ambiental. La autoridad correspondiente queda obligada a informarle al denunciante o demandante sobre el estado del proceso iniciado por su denuncia o demanda.

**Artículo 91.** Las autoridades y funcionarios públicos que cometieren o participaren en cualquier delito o infracción ambiental o violentaren la presente Ley y sus reglamentos de aplicación, serán castigados con la sanción correspondiente y además con la inhabilitación del cargo desde uno (1) hasta cinco (5) años, según acuerde el tribunal competente.

## DELITOS AMBIENTALES

**Artículo 92.** Constituyen delitos ambientales:

- a) Expeler o descargar en la atmósfera contaminantes activos o potencialmente peligrosos, cuyo uso esté prohibido o que no haya sido objeto de los tratamientos prescritos en las normas técnicas aplicables, que causen o puedan causar la muerte de una o más personas o graves daños a la salud humana o el ecosistema;
- b) Descargar contaminantes peligrosos cuyo uso esté prohibido o sin su previo tratamiento, en los mares de jurisdicción nacional, incluyendo la zona marítimo-terrestre, en los cursos o depósitos de aguas continentales o subterráneas incluyendo los sistemas de abastecimiento de agua a poblaciones, o infiltrar en el suelo o subsuelo, aguas residuales o desechos con las mismas características de las indicadas, que causen o puedan causar muerte de una o más personas, o grave daño a la salud humana o al ecosistema en general;
- c) Fabricar, almacenar, importar, comerciar, transportar, usar o disponer sin observar lo dispuesto en las disposiciones legales sobre la materia, sustancias o productos tóxicos o contaminantes que causen o puedan causar riesgo o peligro grave a la salud pública o al ecosistema en general; y,
- ch) contaminar o permitir la contaminación de alimentos y bebidas. La acción debe dirigirse contra el responsable directo del delito cometido y debe tomarse en cuenta los casos de fuerza mayor o caso fortuito.

**Artículo 93.** La comisión de los delitos tipificados en los literales a) y b) del Artículo anterior, serán sancionados además de la pena por el delito específico que se cometiere como resultado de la acción u omisión, con pena de reclusión de tres (3, a diez (10), años, pudiendo imponerse a la vez, las sanciones establecidas en los incisos c), d), e), f), y g), del Artículo 87 de esta Ley.

**Artículo 94.** La comisión de los delitos tipificados en los literales c) y ch) del Artículo 92, además de la pena específica por el delito que se cometiere como resulta de la acción u omisión, será sancionado con pena de reclusión, de uno (1) a cinco (5) años, pudiendo imponerse a la vez las sanciones establecidas en los incisos c), ch), d), e), f) y g), del Artículo 87 de esta Ley.

**Artículo 95.** Las leyes sectoriales que regulen la ordenación de los recursos naturales u otras actividades potencialmente contaminantes podrán tipificar otras infracciones constitutivas de delito.

### 3.4.2 LEYES AMBIENTALES

#### LEY GENERAL DEL AMBIENTE

DECRETO No. 104 – 93

EL CONGRESO NACIONAL

#### PRINCIPIOS GENERALES

**Artículo 1.** La protección, conservación, restauración y manejo sostenible del ambiente y de los recursos naturales son de utilidad pública y de interés social. El Gobierno Central y las municipalidades propiciarán la utilización racional y el manejo sostenible de esos recursos, a fin de permitir su preservación y aprovechamiento económico. El interés público y el bien común constituyen los fundamentos de toda acción en defensa del ambiente; por tanto, es deber del Estado a través de sus instancias técnico-administrativas y judiciales, cumplir y hacer cumplir las normas jurídicas relativas al ambiente.

**Artículo 2.** A los efectos de esta ley, se entiende por ambiente el conjunto formado por los recursos naturales, culturales y el espacio rural y urbano, que puede verse alterado por agentes físicos, químicos o biológicos, o por otros factores debido a causas naturales o actividades humanas, todos ellos susceptibles de afectar, directa o indirectamente, las condiciones de vida del hombre y el desarrollo de la sociedad.

**Artículo 3.** Los recursos naturales no renovables deben aprovecharse de modo que se prevenga su agotamiento y la generación de efectos ambientales negativos en el entorno. Los recursos naturales renovables deben ser aprovechados de acuerdo a sus funciones ecológicas, económicas y sociales en forma sostenible.

**Artículo 4.** Es de interés público, el ordenamiento integral del territorio nacional considerando los aspectos ambientales y los factores económicos, demográficos y sociales. Los proyectos

públicos y privados que incidan en el ambiente se diseñarán y ejecutarán teniendo en cuenta la interrelación de todos los recursos naturales y la interdependencia del hombre con su entorno.

## ELEMENTOS AMBIENTALES DISTINTOS A LOS RECURSOS NATURALES

### RESIDUOS SÓLIDOS Y ORGANICOS

**Artículo 66.** Los residuos sólidos y orgánicos provenientes de fuentes domésticas, industriales o de la agricultura, ganadería, minería, usos públicos y otros, serán técnicamente tratados para evitar alteraciones en los suelos, ríos, lagos, lagunas y en general en las aguas marítimas y terrestres, así como para evitar la contaminación del aire.

**Artículo 67.** Corresponde a las municipalidades en consulta con la Secretaría de Estado en el Despacho de Salud Pública u otros organismos técnicos, adoptar un sistema de recolección, tratamiento y disposición final de estos residuos, incluyendo las posibilidades de su reutilización o reciclaje.

### AMBIENTE Y SALUD HUMANA

**Artículo 74.** El Estado, a través de la Secretaría de Estado en el Despacho de Salud Pública y con la colaboración de la Secretaría de Estado en el Despacho del Ambiente, vigilará el cumplimiento de las leyes generales y especiales atinentes al saneamiento básico y contaminación del aire, agua y suelos, con el objeto de garantizar un ambiente apropiado de vida para la población.

**Artículo 75.** Las municipalidades en el término de su jurisdicción territorial y en concordancia con la política general del Estado, tomarán las medidas específicas de control de la contaminación ambiental según las condiciones naturales, sociales y económicas imperantes.

**Artículo 76.** El Poder Ejecutivo establecerá los niveles permisibles de contaminación, atendiendo los resultados de investigaciones pertinentes y las normas internacionales.

## REGLAMENTO DE INSTALACIONES Y SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SUS REFORMAS

**ARTÍCULO 2.** SERVICIO: Se entiende como tal, el suministro de agua por parte del SANAA con destino a los abonados de esta, y a su evacuación por medio del alcantarillado para aguas negras.

**ARTÍCULO 3.** El SANAA queda obligado a prestar el servicio o servicios, según el caso, en forma continua y eficaz, salvo interrupciones debidas a fuerza mayor o caso fortuito. Sin embargo, el servicio podrá ser racionado por sectores cuando así lo exijan circunstancias especiales, tales como disminución del caudal, reparaciones y mejoras al sistema de operación, u otras de interés general.

**ARTÍCULO 4.** Cuando por fuerza mayor o caso fortuito haya necesidad de suspender o racionar los servicios, el SANAA estará obligado a hacer las reparaciones necesarias en el menor tiempo posible.

**ARTÍCULO 5.** Cuando haya necesidad de suspender los servicios por un tiempo más o menos largo, el SANAA dará aviso oportunamente por medio de la prensa y la radio, haciendo saber el tiempo aproximado que durara la suspensión.

**ARTÍCULO 6.** El SANAA prestara sus servicios únicamente dentro del perímetro urbano y para uso doméstico. - Industrial o comercial. - Para suministro fuera de este perímetro, el SANAA comprobara previamente que no se perjudica por esta causa el servicio consumo de veinte abonados, según la categoría que le corresponda.

**ARTÍCULO 7.** Para optar a una instalación y por lo tanto gozar del servicio, el propietario del inmueble deberá hacer una solicitud por escrito en formulario que le suministrará el SANAA y en el constará que el peticionario se sujeta a las disposiciones legales y al presente Reglamento.

**ARTÍCULO 8.** El formulario deberá contener por lo menos la siguiente información:

- a) Fecha de Solicitud.
- b) Dirección del inmueble, nombre de la Urbanización, número de lote, bloque y Acuerdo de aprobación de la Urbanización por parte del Distrito Central.
- c) Clase de Instalación (Domestico, Comercial, Industrial)
- d) Propietario.
- e) Ocupante actual y Ocupante anterior.
- f) Avalúo catastral del inmueble a servir.
- g) Número de personas que habitan el inmueble.
- h) Características de la edificación.

**ARTÍCULO 9.** El SANAA estudiara e investigara la solicitud de acuerdo a lo consignado en el formulario de que habla el Artículo anterior, y si lo aprueba suministrara el servicio sujeto a las disposiciones del presente Reglamento.

## CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

Existen tres tipos de metodología los cuales son el método cuantitativo, cualitativo y mixto para la investigación discutida en el presente informe se optó por emplear un enfoque cuantitativo ya que por medio de el mismo se recolectó información valiosa. Debido a ser un proyecto utilitario se deben especificar de forma numérica todos los componentes del sistema para su adecuado funcionamiento.

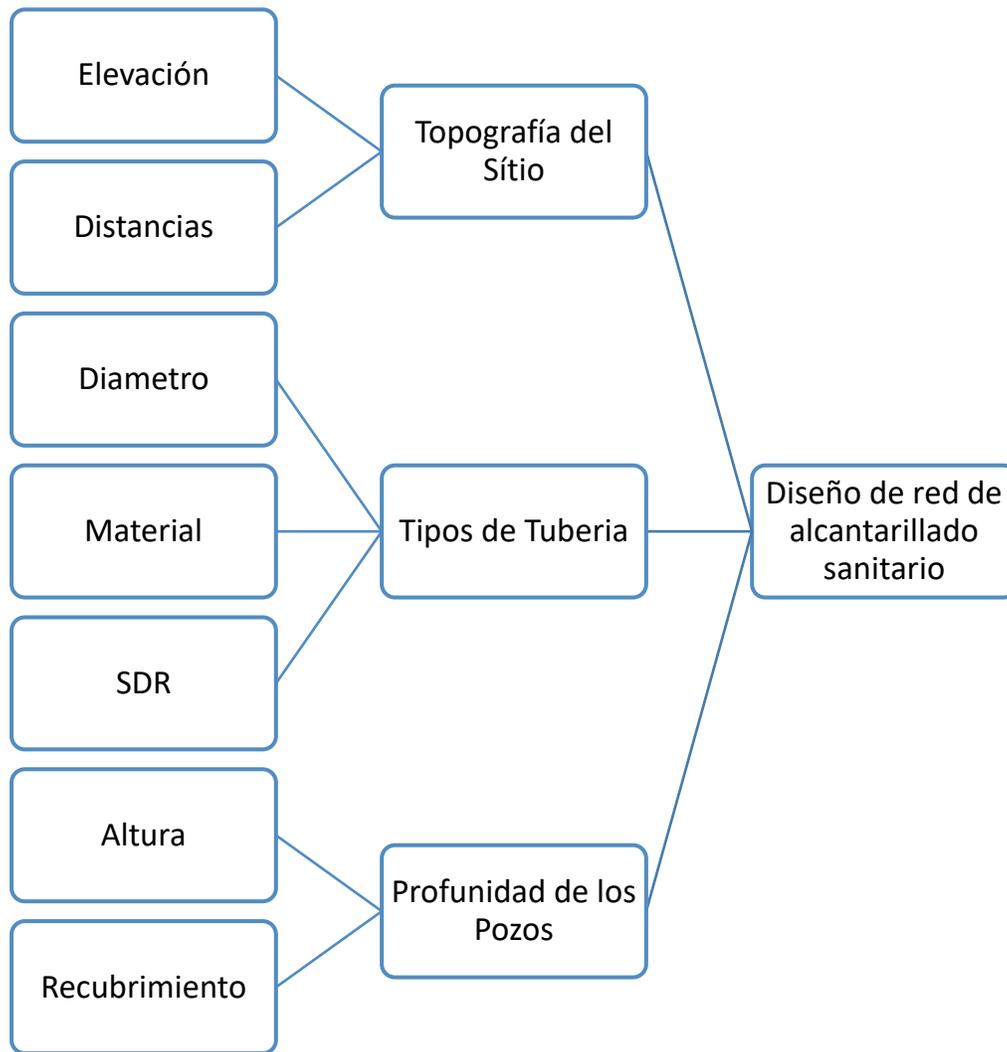
### 4.1 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y ESTACIONES DE BOMBEO, ALDEA DE TEGUCIGALPITA, CORTÉS					
Problema	Objetivo General	Preguntas de Investigación	Objetivos Específicos	VARIABLES INDEPENDIENTES	VARIABLES DEPENDIENTES
¿Qué características debe tener el sistema de alcantarillado sanitario que cumplan con las exigencias del estudio realizado a lo largo de toda la exploración de datos, y que a su vez supla con la demanda de saneamiento de la municipalidad de Omoa, Cortés? ¿Qué beneficios generará la implementación del nuevo sistema a la comunidad en general?	Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario y estaciones de bombeo, con el propósito de mejorar el acceso a servicios de saneamiento en la aldea de Tegucigalpa, Cortés.	1) ¿Cuáles son las características topográficas del sector a analizar? 2) ¿Qué especificaciones técnicas deberán cumplir las tuberías y posos de inspección en el sistema de alcantarillado de aguas residuales? 3) ¿Será necesario el uso de estaciones de bombeo? 4) ¿Cuáles son las características que deberán tener las estaciones de bombeo? 5) ¿Cuál es el costo directo del proyecto?	1) Describir cuales fueron las características topográficas del sector a analizar. 2) Determinar las especificaciones técnicas con las que deberán cumplir las tuberías y posos de inspección en el sistema de alcantarillado de aguas residuales. 3) De ser necesario, especificar las características que deberán tener las estaciones de bombeo. 4) Estimar el costo directo del proyecto.	1) Topografía del Sitio 2) Tipo de Tubería 3) Profundidad de los Pozos	Diseño de alcantarillado sanitario

**Tabla 2. Operacionalización de las variables**

Fuente: Propia

#### 4.1.1 DIAGRAMAS DE VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN



**Ilustración 10. Diagramas de variables de operacionalización**

Fuente: Propia

#### 4.1.2 TABLA DE CONCEPTUALIZACIÓN

Variables Independientes	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítem	Unidades
	Conceptual	Operacional				
Topografía del Sitio	Técnica que consiste en describir y representar en un plano la superficie o el relieve de un terreno.	sistemas tridimensionales sobre los ejes X, Y y Z (altura)	Elevación	Altura coordenada Z	¿A qué altura se encuentran los puntos?	Metros
			Distancias			
Tipo de Tubería	Cadena de procesos conectados de forma tal que la salida de cada elemento de la cadena es la entrada del próximo.	Conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos.	Diametro	Resistencia y caudal a transportar	¿Qué caudal máximo será transportado?	Metros
			Material			
			SDR			
Profundidad de los Pozos	Determina la diferencia de alturas entre la superficie y la invertida de la tubería	Permite el acceso, desde la superficie, a diversas instalaciones subterráneas de servicios públicos	Altura	¿Cuál es la altura del pozo anterior?	¿Cuál es el pozo más alto?	Metros
			Recubrimiento			

**Tabla 3. Tabla de conceptualización**

Fuente: Propia

## 4.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

Debido a las características propias del diseño y a un cronograma de actividades específico, se ha clasificado este diseño en base a su enfoque, tipo de diseño, muestra poblacional y técnicas a implementarse a lo largo de todas las visitas técnicas al sector.

TIPO DE DISEÑO

Enfoque	Cuantitativo
Estudio	No Experimental
Tipo de Diseño	Transversal
Alcance	Diseño
Metodo	Análisis Técnico
Muestra	No Probabilístico
Técnicas	Levantamiento Topográfico

**Ilustración 11. Tipo de diseño**

Fuente: Propia

Al ser un diseño de alcantarillado sanitario, se puede expresar como un enfoque cuantitativo ya que se brindarán datos numéricos específicos para la correcta elaboración de este. El estudio es No Experimental pese a que no se pueden alterar las variables de diseño o variables independientes tales como la topografía o el crecimiento demográfico del sector. El tipo de diseño es transversal ya que se está realizando en un tiempo específico y la muestra es no probabilística porque se está abarcando el diseño para la comunidad en su totalidad.

### **4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

Este corresponde al conjunto de referencia sobre el cual se va a desarrollar la investigación. Es un subconjunto de la población, una muestra representativa es una muestra que recoge todas las características relevantes de la población.

#### **4.3.1 POBLACIÓN**

La población de Omoa consta de aproximadamente 47,287 habitantes y una extensión territorial de 382,000.00 km<sup>2</sup>.

#### **4.3.2 MUESTRA**

La población que reside en Tegucigalpa es de 7,500 habitantes y la extensión territorial para la comunidad es de 1,346,001.00m<sup>2</sup>.

### **4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

Las técnicas, instrumentos y software utilizados tienen como objetivo obtener resultados precisos y recolectar datos necesarios para facilitar el diseño de un sistema de alcantarillado con la finalidad de obtener un diseño óptimo.

#### **4.4.1 INSTRUMENTOS**

##### **4.4.1.1 GPS SOKKIA - RTK**

Se denomina al GPS RTK como un instrumento utilizado en topografía bastante difundido mundialmente, la sigla RTK todavía es poco conocida en Brasil y en Latinoamérica. El posicionamiento con esta técnica se está incorporando de a poco a las actividades que involucran

análisis de registros hidrográficos, explotación minera, monitoreo de vehículos y control preciso de maquinaria, entre otras aplicaciones. (TOPOEQUIPOS, 2015)

RTK significa Real Time Kinematic, posicionamiento cinemático en tiempo real, y alía la tecnología de navegación por satélites a un módem de radio o a un teléfono GSM para obtener correcciones instantáneas. Algunas aplicaciones de ingeniería exigen que el procesamiento y el abastecimiento de las coordenadas se obtengan instantáneamente, sin la necesidad de un post procesamiento de los datos.



**Ilustración 12. SOKKIA RTK-GPS**

Fuente: (CIVILTEC, 2017)

Esta técnica exige la disponibilidad de por lo menos una estación de referencia, con las coordenadas conocidas y está dotada de un receptor GNSS y un módem de radiotransmisor. La estación genera y transmite las correcciones diferenciales para las estaciones, que usan los datos para determinar precisamente sus posiciones.

#### 4.4.1.2 Trípode

El trípode es un aparato de tres patas y parte superior circular o triangular, que permite estabilizar y nivelar un instrumento de medición y evitar el movimiento propio de este



**Ilustración 13. El Trípode**

Fuente: (INSTOP, 2016)

#### 4.4.1.3 Software

Excel es una hoja de cálculo electrónica desarrollado por Microsoft, el cual se encuentra dentro del paquete de herramientas o programas ofimáticos llamados Office, el programa ofimático Excel es la hoja de cálculo electrónica más extendida y usada a nivel global, hoy en día el trabajo de cualquier ingeniero, financiero, matemático, físico o contable sería muy diferente sin la aplicación de cálculo Excel.

La principal ventaja del programa Excel es la versatilidad y funcionalidad que presenta a la hora de realizar cualquier tipo de modelo, con Excel podemos generar hojas Excel para el diseño y cálculo de estructuras civiles, gestión y control de la contabilidad de una empresa, gestión y control de los stocks de un almacén, diseños de modelos matemáticos, gestión de bases de datos, generación de presupuestos, planificación de proyectos, etc.... Un amplio abanico de posibilidades se puede cubrir con el uso del programa Excel.

Es por esta razón que se ha decidido utilizar este programa ya que se necesita diseñar una plantilla para poder realizar el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario por lo que se necesitara los cálculos de manera rápida y correcta.



**Ilustración 14. Logo de Excel**

Fuente: (SOFTZone, 2018)

El AutoCAD Civil3D es una herramienta de diseño y cálculo muy útil en el desarrollo de diseño de sitio, diseño urbanístico, carreteras, movimiento de tierras, cálculo topográfico, replanteo de información, etc.

La principal característica del programa es que está diseñado por Autodesk para que todos los componentes del diseño estén relacionados, los objetos al ser modificados automáticamente regeneran el diseño y recalculan la información en tablas y perfiles, todo esto nos ayudará a la hora de hacer cambios en nuestra propuesta sin tener que rehacer todo el proyecto de nuevo.



**Ilustración 15. Logo de AutoCAD Civil 3D.**

Fuente: (GEOSYSTEMS, 2018)

SewerUp es el software clásico para diseño de redes de alcantarillado, fácil de usar, que dispone de todas las prestaciones profesionales posibles. Ha sido concebido para ser de uso intuitivo y sencillo. En tiempos mínimos se pueden obtener diseños óptimos y planos definitivos listos para la ejecución de la obra. Proporciona una solución completa para el diseño y análisis de sistemas de recolección de aguas residuales.



**Ilustración 16. Logo de Sewer Up.**

Fuente: Propia

#### 4.4.2 TÉCNICAS

Las técnicas utilizadas fueron visitas de campo a la Comunidad Tegucigalpita, Omoa, Cortes, asesoramiento con el ingeniero encargado de los proyectos de la Municipalidad de Omoa Cortés, entrevistas con habitantes de la comunidad y censos otorgados por el ingeniero encargado.

### **4.5 UNIDAD DE ANÁLISIS Y RESPUESTA**

Para esta etapa del diseño se hará uso de información indispensable como el levantamiento topográfico del sitio y los resultados cuantitativos a base de las normas de las cuales se está rigiendo, que podrán aportar a un diseño óptimo para el sistema de alcantarillado sanitario.

#### 4.5.1. UNIDAD DE ANÁLISIS

Coordenadas de posicionamiento global haciendo uso de equipo topográfico, necesario para dar a conocer la extensión territorial al igual que la magnitud del sistema. Todas las técnicas de

formulación de resultados a base de la normativa del SANAA, incluyendo todas sus ecuaciones. Datos relevantes e indispensables para el diseño brindados por la municipalidad de Omoa, Cortés. Implementación de diferentes softwares que pudiesen hacer el proceso de diseño mucho más productivo.

#### 4.5.2. UNIDAD DE RESPUESTA

Con base al levantamiento topográfico se obtuvieron las diferentes distancias y elevaciones entre Pozos, al igual que la extensión territorial de la comunidad en su totalidad. Al igual que los resultados brindados y formulados por la norma del SANAA, tales como velocidades máximas y mínimas, pendientes, diámetros mínimos, profundidad de los pozos, periodo de diseño, y caudal de diseño.

### **4.6 FUENTE DE INFORMACIÓN**

Para la elaboración de la tesis se hizo uso de normativas y documentos que brinden información válida, con el propósito de obtener información, comprender la información y poner en práctica lo que se ha estudiado. Normativas como el SANAA, fueron de gran ayuda para el diseño del proyecto, haciendo consideración de las normas y límites que conllevan a un diseño óptimo e ideal.

#### 4.6.1 FUENTES PRIMARIAS

Como se mencionó anteriormente, entre las fuentes primarias más relevantes está el SANAA; prácticamente el diseño del proyecto fue en base de estas normativas siguiendo el pie de la letra desde la topografía hasta el diseño hidráulico. Otra fuente primaria fue la misma municipalidad de Omoa, quien brindó información demográfica y geográfica relevante que fue de bastante apoyo para el diseño.

#### 4.6.2 FUENTES SECUNDARIAS

Como fuentes de información secundarias, se hizo uso de gran diversidad de libros brindados por la biblioteca de UNITEC y de documentos digitales encontrados en internet. Ambas fuentes,

brindaron información valiosa acerca del saneamiento, alcantarillado, plantas de tratamiento y cualquier otro tipo de información que apoye el proyecto.

#### 4.7 CRONOGRAMA DE TRABAJO

Actividad	Descripción	Fecha
Primera reunión en el municipio de Omoa.	Reunión con los ingenieros que son parte de la municipalidad de Omoa dónde se hizo mención de los proyectos que realmente urgen en las zonas aledañas de Omoa; días después se nos asignó proyecto.	2-feb-18
Primera visita a Tegucigalpa, Omoa.	Se visitó por primera vez el lugar dónde se diseñó el sistema de alcantarillado. Se hizo el reconocimiento del sitio y se empezó con el levantamiento topográfico; se alcanzó un 15% del territorio.	16-feb-18
Segunda visita a Tegucigalpa, Omoa.	Se continuó con el levantamiento topográfico del sitio. Se alcanzó hasta un 30% del territorio.	23-feb-18
Tercera visita a Tegucigalpa, Omoa.	Nuevamente se continuó con el levantamiento topográfico del sitio. Se alcanzó hasta un 80% del territorio.	23-mar-18
Cuarta visita a Tegucigalpa, Omoa.	Finalmente se alcanzó el 100% del territorio, terminando con totalidad los trabajos topográficos.	6-abr-18

Fuente: Propia

## **CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y RESULTADOS**

### **5.1 CRITERIOS DE DISEÑO**

Se utilizarán las normativas del Servicio Autónomo Nacional De Acueductos y Alcantarillados (SANAA) para llevar a cabo el diseño de alcantarillado sanitario de la comunidad de Tegucigalpa.

#### **5.1.1 PERIODO DE DISEÑO**

Se ha determinado un período de diseño de 20 años para todas las partes del sistema, como lo rigen las normativas del Servicio Autónomo Nacional De Acueductos y Alcantarillados. A excepción de los equipos de bombeo que se diseñarán para 10 años. Aquellos sistemas que ya cumplieron con su periodo, es decir 22 años o más y que requieran mejoras en todas las partes del sistema, se considerará como acueducto nuevo.

#### **5.1.2 ÍNDICE DE CRECIMIENTO**

Se tomará como índice de crecimiento anual 2.36%, el cual representa el promedio a nivel nacional según datos recabados por la municipalidad de Omoa, Cortés. Debido a que el Instituto Nacional de Estadística (INE), solo ha realizado un censo poblacional en el año 2013, no fue posible el recalcular una tasa de crecimiento que pudiese sustentar la obtenida. Se optó por realizar los cálculos de densidad a base de la población futura ya que sobrepasaba los índices de la población por saturación.

#### **5.1.3 DOTACIÓN**

El consumo de agua potable por persona en la comunidad de Tegucigalpa es regulado por la junta de aguas de la zona. En conjunto a la municipalidad de Omoa, Cortés, se facilitó una dotación concreta y específica para el sector, de 189 l/p/p/d. Este tipo de dotación satisface simplemente el consumo doméstico y público para los pobladores.

#### 5.1.4 COEFICIENTE DE RETORNO

Generalmente se utiliza del 70% – 80% (como coeficiente de retorno) de la dotación por agua potable como aportación de aguas residuales por persona. Sin embargo, se ha decidido utilizar el promedio de ambos para efectos del diseño en el software y verificación de memoria de cálculo.

#### 5.1.5 CAUDAL POR CONEXIONES ILÍCITAS

El valor del caudal por conexiones ilícitas será el 30% del Caudal medio diario a usar.

#### 5.1.6 CAUDAL POR INFILTRACIÓN

El caudal de infiltración dependerá del tipo de tubería a utilizar, así tenemos que para tubería PVC, ADS RIBLOC, NOVAFORT utilizar un caudal de infiltración igual a 1.0 lt/seg/Km; en el caso que SANAA autorice utilizar tubería de concreto el caudal de infiltración para concreto nuevo será de 1.2 lt/seg/Km; para concreto viejo de 1.5 lt/seg/Km.

#### 5.1.6 COEFICIENTE DE HARMON

Al realizar la operación matemática en base a la fórmula de Harmon, se obtuvo un coeficiente de 2.87, para su adecuada incorporación al diseño.

#### 5.1.7 DIÁMETROS MÍNIMOS

200 mm (8"), para Red Colectora (Colectores Secundarios). 150 mm (6"), para Laterales iniciales y que no esté en la influencia del área tributaria que conecta a él siempre que no drenen más de 30 lotes.

### 5.1.7 PENDIENTES

La pendiente no será menor de 0.5%, ni mayor de 15% en las tuberías del sistema. Para las acometidas domiciliarias la pendiente mínima será de 2%. Cuando el terreno no permita pendientes menores de 15% se deberán usar anclajes cada 10 metros.

### 5.1.8 VELOCIDADES MÁXIMAS Y MÍNIMAS

Las velocidades mínimas serán:

$\geq 0.40$  m/seg para PVC;  $\geq 0.60$  m/seg para Concreto

Las velocidades Máximas serán:

$\leq 5.0$  m/seg para PVC;  $\leq 3.0$  m/seg para Concreto

### 5.1.8 RELACIÓN TIRANTE DIÁMETRO

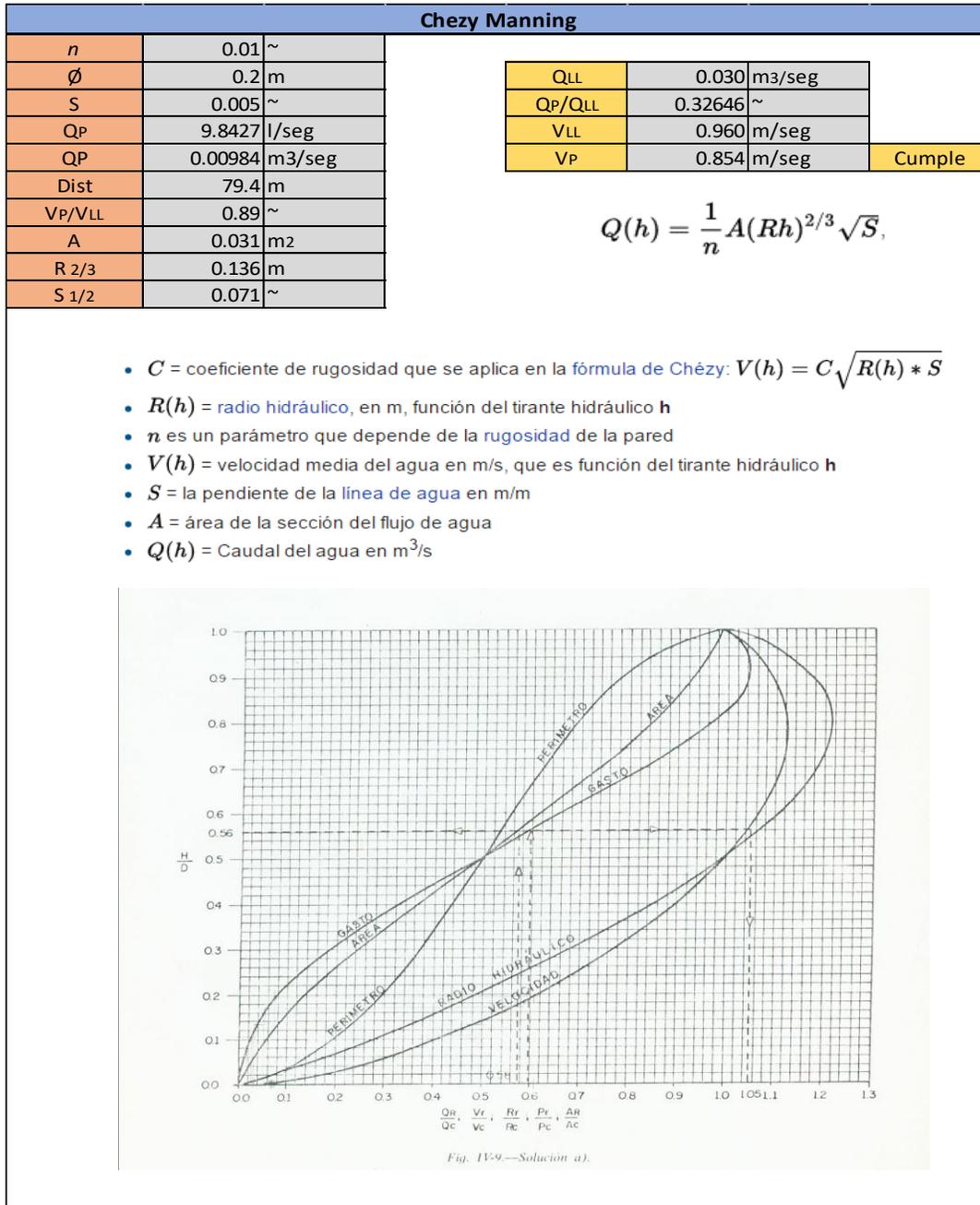
La relación entre Diámetro (D) y tirante (Y) no deberá ser mayor a 0.75, para asegurar una operacionalización eficiente y sin presión por parte de la tubería.

### 5.1.9 POZOS DE INSPECCIÓN

La altura del pozo no será mayor de 4.50 metros ni menor de 1.50 metros, para paredes normales. Cuando la altura del pozo este entre 4.50 y 6.00 metros colocar paredes dobles desde la base del pozo hasta una altura de  $h/3$ .

## 5.2 PROCESOS DE DISEÑO

En breve, se presentan los cálculos y resultados realizados mediante una tabla de revisión realizada en Excel, un ejercicio a mano y por el programa Sewer Up que presenta el diseño óptimo de alcantarillado sanitario.



### Ecuación 1. Formula de Chezy Manning

Fuente: (SANAA, 2003)

### 5.2.1 REVISIÓN DE CAUDALES, PENDIENTES Y VELOCIDADES

Aquí se presente la revisión de un tramo hecho a mano, poniendo en práctica lo aprendido en la clase de Ingeniería Sanitaria II; también haciendo uso de las normas del SANAA.

Ejercicio a mano.

- Sector 6
- Tramo R22 – R21
- $\varnothing = 200$  mm
- $S = 0.5\%$
- $L = 74.85$  m
- Densidad Poblacional = 90 hab/ha
- Área = 2.94 ha
- $N = 0.01$

$$\text{Población por tramo} = 90 \text{ hab/ha (2.94)}$$

$$= 92.94 \text{ Hab}$$

$$= 93 \text{ hab}$$

$$\text{Factor Harmon} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{93}{1000}}}$$

$$= 4.25 > 4; \text{ Se usa el Max "4"}$$

$$\text{Q doméstico} = \frac{\text{Dot} \times \text{Población} \times 0.8 \times 4}{86,400}$$

$$= \frac{189 \text{ Lppd} \times 93 \times 0.8 \times 4}{86,400}$$

$$= 0.651 \text{ L/s}$$

$$\text{Q Infiltración} = 1 \text{ l/s/km (74.9/1000)}$$

$$= 0.0749 + 0.004 \text{ (2 Tapaderas)}$$

$$= 0.0829 \text{ L/s}$$

$$\text{Q ilícito} = 0.3 \times \frac{189 \times 93 \times 0.8}{84,400}$$

$$= 0.0488 \text{ L/s}$$

$$\text{Q Diseño} = 0.651 + 0.0829 + 0.0488$$

$$= 0.7827 + \text{Q Acumulado}$$

$$= 0.7827 + 11.70$$

$$= 12.4827 \text{ L/s} / 1000$$

$$= 0.01248 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{Q \text{ Llano}} &= \frac{1}{0.01} \left( \frac{\pi \cdot 0.20^2}{4} \right) \left( \frac{0.20}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \left( \frac{0.5}{100} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= 100(0.0314)(0.136)(0.0707) \\ &= 0.0302 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{Qd/Qll} &= \frac{0.01248}{0.0302} \\ &= 0.4140 \end{aligned}$$

**Y/D Según Tabla** = 0.4133  $\approx$  46% < 80% "Cumple"

$$\begin{aligned} \mathbf{V \text{ Llano}} &= \frac{Q \text{ ll}}{A} = \frac{0.0302}{\frac{\pi \cdot 0.20^2}{4}} \\ &= 0.9613 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\mathbf{Vp/Vll} = 0.98$$

$$\mathbf{Vp} = 0.98 \text{ (0.9613 m/s)}$$

$$= 0.94 \text{ m/s}$$

$$= 0.4 \text{ m/s} < 0.94 \text{ m/s} < 5 \text{ m/s "Cumple"}$$

Resultados del program Sewer Up.

ID	Material	Diámetro	Longitud	S(%)	Velocidad	Y/D
R22-R21	PVC	200	74.85	0.05%	0.99	0.46

Como se pudo observar, los resultados dados por la tabla de Excel y los datos obtenidos por el ejercicio hecho a mano fueron resultados relativamente iguales. De igual manera, también coinciden con los resultados obtenidos con el programa de Sewer Up.

## 5.2.2 INGRESO DE DATOS EN SOFTWARE SEWER UP

**Datos generales**

**Condiciones de Frontera**

- Tensión Tractiva mínima (Pa) : 1.50
- Velocidad mínima (m/s) : 0.40
- Coef. para tramos iniciales : 1.00
- h/D Máximo : 0.80
- Recubrimiento Mínimo (m) : 1.50
- Longitud de tramo máxima (m) : 80.00

**Gastos**

- Infiltracion (L/s/ Km) : 1.00
- Coficiente de seguridad : 1.00

**Pendientes**

- Verificar por diámetro
- Mínima en tramos iniciales : 0.0050
- Mínima absoluta : 0.0050

? OK

**Ilustración 17. Datos Generales**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

**Sectores de Población**

Sect-1

Densidad (hab./ ha) : 90.00

Dotación (L/hab./d) : 189.00

Activado  clWhite

>> X

? OK

**Ilustración 18. Densidad y Dotación**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

Estimación de la Demanda



Tramo	Q.Dis.
A1-A0	8.20
B9-B8	1.97
B7-B6	0.15
B6-B5	0.31
B8-B5	2.55
B5-B4	3.38
B4-B3	3.82
B3-B2	4.44
B2-B1	5.14
B1-D0	5.44
C2-C1	0.24
C1-D0	0.48
D1-D0	0.21
B10-B9	1.84

Coeficiente de retorno : 0.75  
 Gasto mínimo (L/s) : 1.50  
 M (Harmon)  
 Min : 2.87  
 Max : 2.87  
 Sector  
 Sect-1 90.00 p/ha  
 189.00 L/p/d  
 Area (ha) : 0.380 FIX  
 Población (hab) :  
 Local : 34  
 Acumulada : 253  
 M (Harmon) : 2.87

**Demanda Local**  
 Med. : 0.06  
 Max. : 0.16  
 Extra : 0.16  
 Infiltr. : 0.03  
 Conc. : 0.00  


---

 Q (L/s) : 0.19

**Acumulado**  
 Q. Dis. (L/s) : 8.20

**Ilustración 19. Estimación de la Demanda**

Fuente: (Sewer Up, 2018)



Sector 2		
SUBSISTEMA A		Tramo A1-A0
Q. Medio	:	0.24 L/s
Q. Diseño	:	8.20 L/s
Diametro	:	200.00 mm
Cota Topog.	:	22.06 m
Invertida	:	19.86 m
Recubrim.	:	2.01 m
Excavación	:	2.31 m
SUBSISTEMA B		Tramo B1-D0
Q. Medio	:	1.10 L/s
Q. Diseño	:	5.44 L/s
Diametro	:	200.00 mm
Cota Topog.	:	21.44 m
Invertida	:	14.89 m
Recubrim.	:	6.35 m
Excavación	:	6.65 m
SUBSISTEMA C		Tramo C1-D0
Q. Medio	:	0.13 L/s
Q. Diseño	:	0.48 L/s
Diametro	:	200.00 mm
Cota Topog.	:	21.44 m
Invertida	:	18.23 m
Recubrim.	:	3.01 m
Excavación	:	3.31 m
SUBSISTEMA D		Tramo D1-D0
Q. Medio	:	0.06 L/s
Q. Diseño	:	0.21 L/s
Diametro	:	200.00 mm
Cota Topog.	:	21.44 m
Invertida	:	19.75 m
Recubrim.	:	1.50 m
Excavación	:	1.80 m

<b>VALORES TOTALES</b>		
Cantidad de Tramos	:	20
Profundidad Promedio	:	2.79 m
Longitud	:	968.69 m
Area	:	0.00 ha.
Dens. de Pobl.	:	90.00 hab./ha
Población	:	0 hab
Colchón de arena	:	58.12 m3
Relleno Compactado	:	1,271.68 m3
Relleno Manual	:	260.34 m3
Excavación	:	1,620.76 m3
<b>EXCAVACIÓN EN TRAMOS</b>		
		<b>LONGITUD</b>
(0 - 2) m	:	444.60 m
(2 - 4) m	:	333.30 m
(4 - 6) m	:	142.12 m
(6 - 8) m	:	48.67 m
<b>TUBERÍA</b>		
		<b>LONGITUD</b>
Ø 200.0 mm ( 8" )	:	968.69
<b>PROF. DE LOS NODOS</b>		
(1.50 - 1.75) m	:	6 u
(1.75 - 2.00) m	:	5 u
(2.00 - 2.25) m	:	1 u
(2.25 - 2.50) m	:	1 u
(2.50 - 2.75) m	:	3 u
(2.75 - 3.00) m	:	1 u
(> 4.0) m	:	4 u
<b>CAIDAS</b>		
(0 - 0.5) m	:	1 u
(0 - 1.0) m	:	1 u
<b>Tramos cabecera</b>		
	:	6 u
<b>Tramos con 1 entradas</b>		
	:	12 u
<b>Tramos con 2 entradas</b>		
	:	2 u

**Tabla 5. Generalidades Sector 2**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Sector 4</b>		
<b>SUBSISTEMA A</b>		
		Tramo A1-A0
Q. Medio	:	0.07 L/s
Q. Diseño	:	0.24 L/s
Diámetro	:	200.00 mm
Cota Topog.	:	19.85 m
Invertida	:	18.16 m
Recubrim.	:	1.50 m
Excavación	:	1.80 m
<b>SUBSISTEMA B</b>		
		Tramo B1-B0
Q. Medio	:	1.07 L/s
Q. Diseño	:	17.43 L/s
Diámetro	:	200.00 mm
Cota Topog.	:	19.04 m
Invertida	:	16.15 m
Recubrim.	:	2.70 m
Excavación	:	3.00 m
<b>VALORES TOTALES</b>		
Cantidad de Tramos	:	24
Profundidad Promedio	:	2.49 m
Longitud	:	1,208.10 m
Area	:	0.00 ha.
Dens. de Pobl.	:	90.00 hab./ha
Población	:	0 hab
Colchón de arena	:	72.49 m <sup>3</sup>
Relleno Compactado	:	1,366.57 m <sup>3</sup>
Relleno Manual	:	324.68 m <sup>3</sup>
Excavación	:	1,801.93 m <sup>3</sup>
<b>EXCAVACIÓN EN TRAMOS</b>		
		LONGITUD
(0 - 2) m	:	239.24 m
(2 - 4) m	:	968.87 m

<b>TUBERÍA</b>		<b>LONGITUD</b>
Ø 200.0 mm ( 8" )	:	1,208.10
<b>PROF. DE LOS NODOS</b>		
(1.50 - 1.75) m	:	12 u
(1.75 - 2.00) m	:	1 u
(2.00 - 2.25) m	:	1 u
(2.25 - 2.50) m	:	2 u
(2.50 - 2.75) m	:	3 u
(2.75 - 3.00) m	:	2 u
(3.00 - 3.25) m	:	1 u
(3.25 - 3.50) m	:	1 u
(> 4.0) m	:	2 u
<b>CAIDAS</b>		
(0 - 0.5) m	:	1 u
<b>Tramos cabecera</b>		
	:	7 u
<b>Tramos con 1 entradas</b>		
	:	12 u
<b>Tramos con 2 entradas</b>		
	:	5 u

**Tabla 6. Generalidades Sector 4**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

Sector 5		
<b>SUBSISTEMA A</b>		
		Tramo A1-B0
Q. Medio	:	0.41 L/s
Q. Diseño	:	1.68 L/s
Diametro	:	200.00 mm
Cota Topog.	:	16.06 m
Invertida	:	13.96 m
Recubrim.	:	1.90 m
Excavación	:	2.20 m
<b>SUBSISTEMA B</b>		
		Tramo B1-B0
Q. Medio	:	1.00 L/s
Q. Diseño	:	28.27 L/s
Diametro	:	250.00 mm
Cota Topog.	:	16.06 m
Invertida	:	10.81 m
Recubrim.	:	5.01 m
Excavación	:	5.36 m
<b>VALORES TOTALES</b>		
Cantidad de Tramos	:	24
Profundidad Promedio	:	2.09 m
Longitud	:	1,387.50 m
Area	:	0.00 ha.
Dens. de Pobl.	:	90.00 hab./ha
Población	:	0 hab
Colchón de arena	:	83.92 m3
Relleno Compactado	:	1,288.48 m3
Relleno Manual	:	378.22 m3
Excavación	:	1,796.85 m3
<b>EXCAVACIÓN EN TRAMOS</b>		
		LONGITUD
(0 - 2) m	:	1,014.13 m
(2 - 4) m	:	309.67 m

(4 - 6) m	:	63.70 m
<b>TUBERÍA</b>		
		LONGITUD
Ø 200.0 mm ( 8" )	:	1,253.97
Ø 250.0 mm ( 10" )	:	133.53
<b>PROF. DE LOS NODOS</b>		
(1.50 - 1.75) m	:	18 u
(1.75 - 2.00) m	:	4 u
(2.00 - 2.25) m	:	1 u
(> 4.0) m	:	2 u
<b>CAIDAS</b>		
(0 - 0.1) m	:	2 u
(0 - 0.2) m	:	1 u
<b>Tramos cabecera</b>		
	:	4 u
<b>Tramos con 1 entradas</b>		
	:	18 u
<b>Tramos con 2 entradas</b>		
	:	2 u

**Tabla 7. Generalidades Sector 5**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Sector 6</b>	
Tramo R1-R0	
Q. Medio	: 0.03 L/s
Q. Diseño	: 54.09 L/s
Diametro	: 315.00 mm
Cota Topog.	: 14.67 m
Invertida	: 9.01 m
Recubrim.	: 5.35 m
Excavación	: 5.77 m
<b>VALORES TOTALES</b>	
Cantidad de Tramos	: 25
Profundidad Promedio	: 3.88 m
Longitud	: 1,246.04 m
Area	: 0.00 ha.
Dens. de Pobl.	: 90.00 hab./ha
Población	: 0 hab
Colchón de arena	: 79.48 m <sup>3</sup>
Relleno Compactado	: 2,623.29 m <sup>3</sup>
Relleno Manual	: 368.63 m <sup>3</sup>
Excavación	: 3,120.34 m <sup>3</sup>
<b>EXCAVACIÓN EN TRAMOS</b>	
	LONGITUD
(0 - 2) m	: 55.32 m
(2 - 4) m	: 684.68 m
(4 - 6) m	: 506.03 m
<b>TUBERÍA</b>	
	LONGITUD
Ø 200.0 mm ( 8" )	: 888.4
Ø 250.0 mm ( 10" )	: 247.23
Ø 315.0 mm ( 12" )	: 110.41

<b>PROF. DE LOS NODOS</b>	
(1.50 - 1.75) m	: 2 u
(1.75 - 2.00) m	: 4 u
(2.00 - 2.25) m	: 1 u
(2.25 - 2.50) m	: 6 u
(2.50 - 2.75) m	: 1 u
(2.75 - 3.00) m	: 1 u
( > 4.0 ) m	: 11 u
<b>CAIDAS</b>	
(0 - 0.1) m	: 1 u
(0 - 1.0) m	: 1 u
(0 - 2.0) m	: 1 u
(0 - 2.5) m	: 2 u
<b>Tramos cabecera</b>	
	: 5 u
<b>Tramos con 1 entradas</b>	
	: 16 u
<b>Tramos con 2 entradas</b>	
	: 4 u

**Tabla 8. Generalidades Sector 6**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Sector 7</b>		
SUBSISTEMA A		Tramo A1-A0
Q. Medio	:	0.70 L/s
Q. Diseño	:	2.71 L/s
Diametro	:	200.00 mm
Cota Topog.	:	16.42 m
Invertida	:	14.10 m
Recubrim.	:	2.12 m
Excavación	:	2.42 m
SUBSISTEMA B		Tramo B1-B0
Q. Medio	:	1.26 L/s
Q. Diseño	:	12.56 L/s
Diametro	:	200.00 mm
Cota Topog.	:	16.42 m
Invertida	:	13.09 m
Recubrim.	:	3.13 m
Excavación	:	3.43 m
VALORES TOTALES		
Cantidad de Tramos	:	21
Profundidad Promedio	:	2.66 m
Longitud	:	1,014.60 m
Area	:	0.00 ha.
Dens. de Pobl.	:	90.00 hab./ha
Población	:	0 hab
Colchón de arena	:	60.88 m <sup>3</sup>
Relleno Compactado	:	1,227.41 m <sup>3</sup>
Relleno Manual	:	272.68 m <sup>3</sup>
Excavación	:	1,593.03 m <sup>3</sup>

EXCAVACIÓN EN TRAMOS		LONGITUD
(0 - 2) m	:	331.44 m
(2 - 4) m	:	683.15 m
TUBERÍA		LONGITUD
Ø 200.0 mm ( 8" )	:	1,014.60
PROF. DE LOS NODOS		
(1.50 - 1.75) m	:	5 u
(1.75 - 2.00) m	:	1 u
(2.00 - 2.25) m	:	5 u
(2.25 - 2.50) m	:	4 u
(2.50 - 2.75) m	:	1 u
(2.75 - 3.00) m	:	2 u
(3.00 - 3.25) m	:	4 u
CAIDAS		
(0 - 1.0) m	:	2 u
Tramos cabecera	:	4 u
Tramos con 1 entradas	:	15 u
Tramos con 2 entradas	:	2 u

**Tabla 9. Generalidades Sector 7**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Sector 8</b>		
SUBSISTEMA A		Tramo A1-A0
Q. Medio	:	0.40 L/s
Q. Diseño	:	5.60 L/s
Diametro	:	200.00 mm
Cota Topog.	:	18.21 m
Invertida	:	14.48 m
Recubrim.	:	3.54 m
Excavación	:	3.84 m
SUBSISTEMA B		Tramo B1-B0
Q. Medio	:	0.25 L/s
Q. Diseño	:	1.70 L/s
Diametro	:	200.00 mm
Cota Topog.	:	19.14 m
Invertida	:	17.44 m
Recubrim.	:	1.50 m
Excavación	:	1.80 m
VALORES TOTALES		
Cantidad de Tramos	:	25
Profundidad Promedio	:	2.32 m
Longitud	:	1,410.02 m
Area	:	0.00 ha.
Dens. de Pobl.	:	90.00 hab./ha
Población	:	0 hab
Colchón de arena	:	84.60 m3
Relleno Compactado	:	1,444.26 m3
Relleno Manual	:	378.95 m3
Excavación	:	1,952.37 m3

EXCAVACIÓN EN TRAMOS		LONGITUD
(0 - 2) m	:	662.33 m
(2 - 4) m	:	747.68 m
TUBERÍA		LONGITUD
Ø 200.0 mm ( 8" )	:	1,410.02
PROF. DE LOS NODOS		
(1.50 - 1.75) m	:	13 u
(1.75 - 2.00) m	:	5 u
(2.00 - 2.25) m	:	1 u
(2.25 - 2.50) m	:	1 u
(2.50 - 2.75) m	:	5 u
(2.75 - 3.00) m	:	1 u
CAIDAS		
(0 - 0.2) m	:	2 u
(0 - 0.5) m	:	1 u
(0 - 2.0) m	:	2 u
Tramos cabecera	:	7 u
Tramos con 1 entradas	:	13 u
Tramos con 2 entradas	:	5 u

**Tabla 10. Generalidades Sector 8**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Sector 9</b>	
SUBSISTEMA A	Tramo A1-A0
Q. Medio	: 1.42 L/s
Q. Diseño	: 8.64 L/s
Diametro	: 200.00 mm
Cota Topog.	: 19.15 m
Invertida	: 15.91 m
Recubrim.	: 3.05 m
Excavación	: 3.35 m
SUBSISTEMA B	Tramo B1-C0
Q. Medio	: 0.19 L/s
Q. Diseño	: 0.78 L/s
Diametro	: 200.00 mm
Cota Topog.	: 21.65 m
Invertida	: 19.38 m
Recubrim.	: 2.08 m
Excavación	: 2.38 m
SUBSISTEMA C	Tramo C1-C0
Q. Medio	: 0.18 L/s
Q. Diseño	: 0.81 L/s
Diametro	: 200.00 mm
Cota Topog.	: 21.65 m
Invertida	: 19.19 m
Recubrim.	: 2.27 m
Excavación	: 2.57 m
<b>VALORES TOTALES</b>	
Cantidad de Tramos	: 25
Profundidad Promedio	: 2.06 m
Longitud	: 1,352.73 m
Area	: 0.00 ha.
Dens. de Pobl.	: 90.00 hab./ha
Población	: 0 hab
Colchón de arena	: 81.16 m <sup>3</sup>
Relleno Compactado	: 1,191.27 m <sup>3</sup>
Relleno Manual	: 363.55 m <sup>3</sup>
Excavación	: 1,678.74 m <sup>3</sup>

EXCAVACIÓN EN TRAMOS	LONGITUD
(0 - 2) m	: 769.51 m
(2 - 4) m	: 583.22 m
TUBERÍA	LONGITUD
Ø 200.0 mm ( 8" )	: 1,352.73
PROF. DE LOS NODOS	
(1.50 - 1.75) m	: 14 u
(1.75 - 2.00) m	: 2 u
(2.00 - 2.25) m	: 5 u
(2.25 - 2.50) m	: 3 u
(2.50 - 2.75) m	: 1 u
(2.75 - 3.00) m	: 1 u
CAIDAS	
(0 - 1.0) m	: 2 u
Tramos cabecera	: 6 u
Tramos con 1 entradas	: 16 u
Tramos con 2 entradas	: 3 u

**Tabla 11. Generalidades Sector 9**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Sector 10</b>		
<b>SUBSISTEMA A</b>		
		Tramo A1-A0
Q. Medio	:	0.03 L/s
Q. Diseño	:	1.76 L/s
Diametro	:	200.00 mm
Cota Topog.	:	18.46 m
Invertida	:	16.76 m
Recubrim.	:	1.50 m
Excavación	:	1.80 m
<b>SUBSISTEMA B</b>		
		Tramo B1-B0
Q. Medio	:	2.15 L/s
Q. Diseño	:	18.66 L/s
Diametro	:	200.00 mm
Cota Topog.	:	12.50 m
Invertida	:	10.81 m
Recubrim.	:	1.50 m
Excavación	:	1.80 m
<b>VALORES TOTALES</b>		
Cantidad de Tramos	:	13
Profundidad Promedio	:	1.80 m
Longitud	:	631.20 m
Area	:	0.00 ha.
Dens. de Pobl.	:	90.00 hab./ha
Población	:	0 hab
Colchón de arena	:	37.87 m <sup>3</sup>
Relleno Compactado	:	454.47 m <sup>3</sup>
Relleno Manual	:	169.64 m <sup>3</sup>
Excavación	:	681.93 m <sup>3</sup>
<b>EXCAVACIÓN EN TRAMOS</b>		
		LONGITUD
(0 - 2) m	:	631.20 m
<b>TUBERÍA</b>		
		LONGITUD
Ø 200.0 mm ( 8" )	:	631.2
<b>PROF. DE LOS NODOS</b>		
		LONGITUD
(1.50 - 1.75) m	:	14 u
<b>CAIDAS</b>		
		LONGITUD
Tramos cabecera	:	2 u
Tramos con 1 entradas	:	11 u

**Tabla 12. Generalidades Sector 10**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Sector 11</b>	
SUBSISTEMA A	Tramo A1-A0
Q. Medio	: 0.14 L/s
Q. Diseño	: 76.66 L/s
Diametro	: 315.00 mm
Cota Topog.	: 13.74 m
Invertida	: 8.94 m
Recubrim.	: 4.49 m
Excavación	: 4.90 m
SUBSISTEMA B	Tramo B1-B0
Q. Medio	: 0.00 L/s
Q. Diseño	: 60.36 L/s
Diametro	: 315.00 mm
Cota Topog.	: 14.77 m
Invertida	: 8.82 m
Recubrim.	: 5.64 m
Excavación	: 6.05 m
<b>VALORES TOTALES</b>	
Cantidad de Tramos	: 19
Profundidad Promedio	: 3.45 m
Longitud	: 1,297.20 m
Area	: 0.00 ha.
Dens. de Pobl.	: 90.00 hab./ha
Población	: 0 hab
Colchón de arena	: 103.94 m3
Relleno Compactado	: 2,891.63 m3
Relleno Manual	: 528.01 m3
Excavación	: 3,603.34 m3
<b>EXCAVACIÓN EN TRAMOS</b>	<b>LONGITUD</b>
(0 - 2) m	: 154.02 m
(2 - 4) m	: 733.98 m
(4 - 6) m	: 409.20 m

TUBERÍA	LONGITUD
Ø 200.0 mm ( 8" )	: 468.33
Ø 315.0 mm ( 12" )	: 828.87
<b>PROF. DE LOS NODOS</b>	
(1.50 - 1.75) m	: 2 u
(1.75 - 2.00) m	: 2 u
(2.00 - 2.25) m	: 2 u
(2.25 - 2.50) m	: 1 u
(2.50 - 2.75) m	: 1 u
(2.75 - 3.00) m	: 1 u
(3.00 - 3.25) m	: 4 u
(> 4.0) m	: 7 u
<b>CAIDAS</b>	
(0 - 0.1) m	: 1 u
(0 - 1.5) m	: 1 u
<b>Tramos cabecera</b>	: 3 u
<b>Tramos con 1 entradas</b>	: 15 u
<b>Tramos con 2 entradas</b>	: 1 u

**Tabla 13. Generalidades Sector 11**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

Sucesivo a las tablas de resumen, se presentan la información acerca las coordenadas de los nodos, cota topográfica de cada uno y el tipo de nodo que se utilizará en cada punto.

<b>Nodos Sector 1</b>				
<b>ID</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Cota Topog.</b>	<b>Orient.</b>
E0	3,342.57	4,971.96	24.8	1
E1	3,399.29	4,915.42	25.22	2
E2	3,437.17	4,873.77	25.81	2
E3	3,486.03	4,816.85	25.98	2
E4	3,526.56	4,767.96	25.92	1
<b>Nodos Sector 2</b>				
<b>ID</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Cota Topog.</b>	<b>Orient.</b>
A7	3,156.16	4,908.56	23.15	1
A1	3,062.57	4,985.25	21.93	5
A2	3,040.72	4,963.23	21.84	2
A5	3,076.29	4,861.39	23.44	1
A4	3,041.15	4,890.73	22.79	2
A3	3,002.35	4,923.10	22.18	3
A0	3,080.35	5,004.24	22.06	1
A6	3,106.75	4,949.07	22.54	2
D1	2,917.16	4,770.30	22.19	1
C2	2,810.41	4,717.57	20.8	1
C1	2,846.87	4,756.98	20.65	2
D0	2,887.08	4,798.38	21.44	6
B1	2,852.11	4,832.23	20.79	2
B2	2,817.15	4,866.05	20.42	2
B3	2,784.46	4,903.92	19.84	2
B4	2,756.14	4,936.86	19.45	2
B5	2,729.52	4,972.20	19.36	5
B6	2,767.59	5,012.68	19.31	2
B7	2,799.81	5,047.39	18.94	1
B8	2,698.09	5,009.39	19.14	3
B9	2,732.53	5,045.33	19.02	2
B10	2,766.98	5,081.27	20.38	1

**Tabla 14. Coordenadas de Pozos Sector 1 y 2**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Nodos Sector 3</b>				
<b>ID</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Cota Topog.</b>	<b>Orient.</b>
B2	3,248.37	5,063.56	23.96	1
B1	3,280.50	5,082.34	24.14	2
C0	3,318.40	5,105.22	23.85	3
C1	3,350.23	5,073.01	24.02	2
C2	3,382.09	5,040.68	23.85	1
D3	3,310.64	4,997.73	24.84	1
D2	3,282.99	5,022.82	24.86	2
D1	3,242.75	5,060.17	23.96	2
A7	3,270.26	4,974.62	24.53	1
A6	3,211.11	5,027.95	24.28	2
A5	3,234.07	4,952.02	23.66	1
A4	3,178.23	4,999.99	23.46	2
D0	3,184.24	5,114.77	23.49	3
A1	3,153.27	5,081.03	21.74	5
A2	3,122.51	5,049.16	21.96	5
A3	3,080.32	5,004.25	21.56	1
<b>Nodos Sector 4</b>				
<b>ID</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Cota Topog.</b>	<b>Orient.</b>
A1	3,418.06	5,273.93	21.15	1
B7	3,403.79	5,153.15	22.33	1
A0	3,470.45	5,306.86	19.85	1
B0	3,448.56	5,402.90	19.04	1
B1	3,406.46	5,357.69	19.54	2
B3	3,413.11	5,270.49	21.15	2
B4	3,446.48	5,233.11	20.55	2
B5	3,479.84	5,195.71	20.82	5
B8	3,510.48	5,160.97	21.57	2
B9	3,541.08	5,126.23	22.95	1
B6	3,439.40	5,173.24	22.12	2
B2	3,367.58	5,312.84	18.45	5
B10	3,337.52	5,279.02	20.29	2
B12	3,353.20	5,197.97	21.84	2
B13	3,398.94	5,150.73	22.33	5
B16	3,431.11	5,117.12	22.48	2
B17	3,463.25	5,083.55	22.66	1
B14	3,358.57	5,127.59	23.21	2
B11	3,307.40	5,245.20	18.91	5
B18	3,276.99	5,211.06	22.36	2
B22	3,285.76	5,137.82	23.58	2
B19	3,246.59	5,176.91	19.37	5
B20	3,215.45	5,145.82	23.16	2
B23	3,318.40	5,105.25	22.58	3
B21	3,184.23	5,114.77	20.81	1

**Tabla 15. Coordenadas de Pozos Sector 3 y 4**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Nodos Sector 5</b>				
<b>ID</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Cota Topog.</b>	<b>Orient.</b>
A3	3,595.26	5,566.92	16.76	1
B10	3,544.63	5,503.99	17.19	2
B9	3,793.69	5,278.08	18.61	1
B8	3,752.97	5,340.83	17.15	2
B7	3,743.57	5,355.75	16.87	2
B6	3,726.21	5,381.29	16.71	2
B5	3,706.40	5,427.81	16.49	2
B4	3,689.85	5,475.19	16.27	2
B3	3,669.36	5,530.91	16.39	4
A8	3,481.77	5,449.71	18.7	1
A2	3,559.62	5,600.91	16.59	2
B2	3,601.38	5,562.19	13.21	5
B1	3,645.76	5,616.01	16.32	3
B0	3,601.13	5,661.46	16.06	3
A1	3,540.04	5,634.36	16.2	5
A4	3,494.74	5,614.61	16.42	3
A5	3,498.06	5,557.42	16.75	4
A6	3,467.14	5,519.60	17.52	2
A7	3,433.15	5,484.63	18.25	3
B11	3,487.89	5,445.78	17.56	3
B12	3,518.12	5,406.11	18.88	2
B13	3,541.72	5,358.19	19.04	2
B14	3,574.82	5,299.59	19.38	2
B15	3,606.17	5,245.19	19.81	2
B16	3,639.80	5,188.99	20.32	1

**Tabla 16. Coordenadas de Pozos Sector 5**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Nodos Sector 6</b>				
<b>ID</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Cota Topog.</b>	<b>Orient.</b>
R1	3,970.23	2,510.22	14.95	2
R23	4,018.15	2,432.55	15.45	3
R24	3,984.06	2,384.82	15.6	2
R25	3,956.20	2,342.34	15.64	1
R0	3,978.18	2,553.22	14.67	1
R2	3,964.78	2,466.34	15.3	6
R15	3,900.96	2,484.08	15	4
R12	3,746.63	2,280.91	16.19	1
R4	3,937.51	2,393.10	15.22	4
R5	3,952.17	2,337.84	15.64	2
R7	3,952.39	2,259.23	15.95	4
R8	3,931.89	2,233.73	12.54	1
R6	3,952.55	2,324.46	15.71	5
R13	3,816.88	2,240.88	16.1	2
R14	3,826.06	2,186.32	16.42	1
R9	3,879.61	2,310.25	15.72	2
R11	3,807.70	2,295.44	16.12	5
R16	3,850.63	2,464.91	14.93	4
R17	3,807.89	2,422.96	15.21	2
R3	3,942.91	2,471.46	15.2	5
R18	3,778.68	2,380.37	15.41	2
R19	3,762.08	2,335.83	15.68	2
R20	3,752.09	2,309.00	15.84	2
R10	3,822.34	2,298.51	15.94	2
R21	3,741.01	2,279.22	16.19	2
R22	3,697.10	2,218.61	14.79	1

**Tabla 17. Coordenadas de Pozos Sector 6**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Nodos Sector 7</b>				
<b>ID</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Cota Topog.</b>	<b>Orient.</b>
A0	3,826.71	2,186.62	16.42	1
A13	3,703.61	2,101.46	17.71	3
A12	3,733.00	2,133.51	17.05	2
A9	3,664.60	2,067.20	18	2
A10	3,631.97	2,027.55	18.33	2
A11	3,586.13	1,977.83	18.9	1
A8	3,693.82	2,108.20	17.75	3
A1	3,762.38	2,165.57	16.8	5
A2	3,724.10	2,165.29	17.17	4
A14	3,764.45	2,056.36	18.25	1
A7	3,536.74	2,145.18	17.72	1
A3	3,674.33	2,136.10	17.47	5
A4	3,651.00	2,126.66	17.6	4
A5	3,611.14	2,133.15	17.6	4
A6	3,562.22	2,122.04	17.57	4
B0	3,697.09	2,218.61	16.42	1
B1	3,639.99	2,189.11	17.15	2
B2	3,622.34	2,181.72	17.32	2
B3	3,579.79	2,163.91	17.53	2
B4	3,532.20	2,146.66	17.72	4
B5	3,501.10	2,158.88	17.75	4
B6	3,431.56	2,161.55	18	2
B7	3,388.59	2,159.10	16.42	1

**Tabla 18. Coordenadas de Pozos Sector 7**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Nodos Sector 8</b>				
<b>ID</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Cota Topog.</b>	<b>Orient.</b>
A2	3,420.60	2,111.26	18.41	2
A19	3,381.88	2,074.76	18.65	2
A20	3,423.08	2,030.23	19.14	1
A3	3,471.06	2,071.20	18.64	5
A4	3,528.69	2,024.53	18.85	2
A17	3,355.28	1,962.29	20	1
A16	3,389.30	1,992.62	19.52	2
A0	3,388.58	2,159.11	18.21	1
A1	3,370.14	2,151.31	18.21	5
B0	3,262.21	2,039.94	19.14	1
A18	3,337.67	2,122.29	18.33	5
A12	3,426.11	2,027.23	19.14	5
A13	3,461.45	1,991.15	19.55	2
A14	3,496.83	1,955.09	19.81	2
A15	3,529.09	1,922.21	20.21	1
A5	3,586.14	1,977.83	18.93	3
A10	3,583.40	1,867.55	21.08	2
A11	3,638.71	1,816.90	21.23	1
A7	3,531.18	1,919.97	20.21	5
A8	3,498.06	1,886.45	21.3	2
A9	3,465.01	1,852.99	20.89	1
B4	3,420.73	1,817.93	21.75	1
B3	3,386.15	1,888.49	20.65	2
B2	3,351.54	1,959.07	20	4
B1	3,309.47	2,001.34	19.46	2
A6	3,558.66	1,948.90	19.57	2
A21	3,318.68	2,102.05	18.46	1

**Tabla 19. Coordenadas de Pozos Sector 8**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Nodos Sector 9</b>				
<b>ID</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Cota Topog.</b>	<b>Orient.</b>
B2	3,453.52	1,762.92	22.28	1
A14	3,246.31	1,779.59	20.47	2
B3	3,577.95	1,748.60	22.89	1
C0	3,465.08	1,852.95	21.65	3
C1	3,420.72	1,817.79	21.75	3
B1	3,518.44	1,800.84	22.27	5
C4	3,449.69	1,760.87	22.28	2
C5	3,470.24	1,728.59	22.76	2
C6	3,515.39	1,686.70	23.48	1
C2	3,429.85	1,796.01	21.92	5
C3	3,387.76	1,751.00	22.34	1
A13	3,484.59	1,652.59	23.48	1
A12	3,434.70	1,700.34	22.96	2
A11	3,384.53	1,747.72	22.34	2
A10	3,344.74	1,782.29	21.35	2
A9	3,304.11	1,818.78	20.72	2
A8	3,263.10	1,854.96	20.4	3
A7	3,244.15	1,834.42	20.42	2
A15	3,275.48	1,752.24	20.93	2
A16	3,316.62	1,712.42	21.45	1
A6	3,217.14	1,806.93	20.01	5
A5	3,171.52	1,850.50	19.45	2
A4	3,126.40	1,894.59	18.6	3
A2	3,191.44	1,961.48	18.73	2
A1	3,225.22	1,998.98	18.92	2
A3	3,151.17	1,921.36	18.76	2
A0	3,262.22	2,039.95	19.15	1

**Tabla 20. Coordenadas de Pozos Sector 9**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

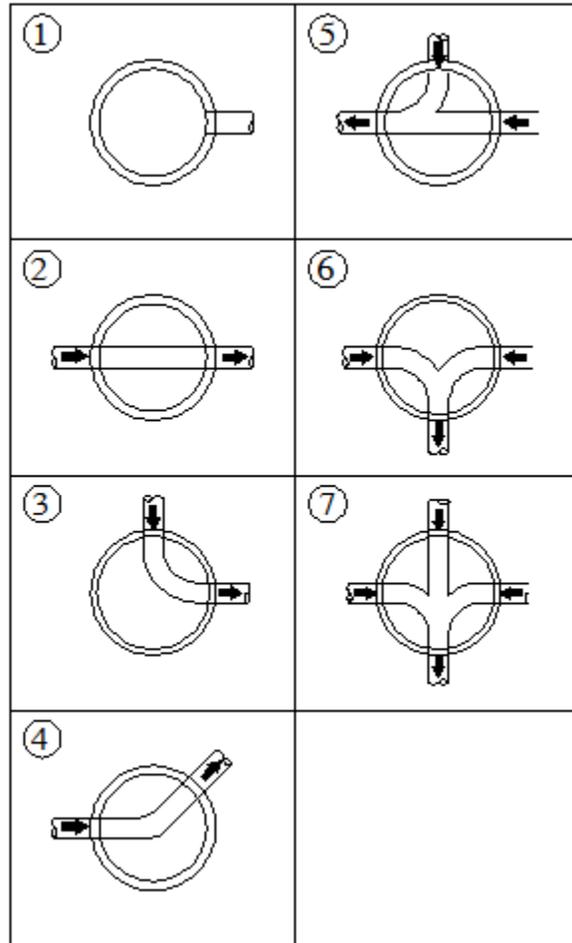
<b>Nodos Sector 10</b>				
<b>ID</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Cota Topog.</b>	<b>Orient.</b>
B5	3,146.31	2,233.47	16.9	2
B11	3,258.65	2,043.09	19.15	1
B0	3,087.84	2,550.54	12.5	1
B1	3,098.22	2,508.72	14.98	2
B2	3,119.07	2,431.27	15.48	2
B3	3,131.09	2,352.37	16.09	2
B4	3,139.58	2,272.73	16.61	2
B6	3,153.05	2,194.21	17.18	4
B7	3,162.91	2,176.75	17.29	2
B8	3,189.96	2,137.01	17.72	2
B9	3,194.25	2,128.38	17.83	2
B10	3,225.57	2,082.38	18.6	2
A0	3,318.69	2,102.02	18.46	1
A1	3,299.72	2,081.89	18.6	2
A2	3,262.12	2,039.74	19.13	1
<b>Nodos Sector 11</b>				
<b>ID</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Cota Topog.</b>	<b>Orient.</b>
B0	6,374.29	4,409.02	14.77	1
A11	6,030.69	4,414.10	14.68	1
A5	5,556.02	4,410.70	14.45	2
A4	5,506.13	4,410.56	14.57	2
A1	5,302.50	4,410.36	14.19	2
A2	5,382.44	4,410.31	14.53	2
A3	5,462.48	4,410.46	14.77	2
A0	5,222.51	4,410.07	13.74	1
B1	6,354.03	4,408.51	10.72	2
A6	5,635.97	4,411.20	14.45	2
A7	5,715.96	4,411.70	14.5	2
A8	5,796.03	4,411.88	14.58	2
A9	5,875.94	4,412.03	14.52	2
A10	5,955.98	4,412.86	14.55	2
B8	6,035.95	4,414.02	14.68	1
B7	6,115.24	4,412.64	14.65	2
B6	6,183.81	4,278.29	13.62	1
B5	6,163.98	4,331.95	13.62	2
B4	6,158.77	4,412.34	14.62	5
B3	6,219.46	4,413.95	14.44	2
B2	6,280.17	4,415.56	14.39	2

**Tabla 21. Coordenadas de Pozos Sector 10 y 11**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

En resumen a los nodos, la cota del nodo inicial fue de 20.38 metros sobre el nivel del mar y la cota final es de 13.70 sobre el nivel del mar. También se observó que la cota máxima es de 25.98 metros sobre el nivel del mar y de 10.72 metros sobre el nivel del mar como la cota mínima.

Tipos de nodos.



**Ilustración 20. Tipos de Nodos**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

A continuación, los resultados acerca del caudal que conduce cada tramo del diseño. El SANAA no muestra un rango de caudal máximo ni mínimo.

NOTA: Unidades de caudal en m<sup>3</sup>/s.

<b>Gastos Sector 1</b>									
ID	Area	Población	Pobl.Acum	M-Harmon	Q.Min.	Q.Med.	Q.Conc.	Infiltr.	Q.Dis.
E4-E3	0.66	0	0	2.87	0	0	0	0.06	0.67
E3-E2	1.33	0	0	2.87	0	0	0	0.08	1.28
E2-E1	0.59	53.06	53.06	2.87	0.04	0.09	0.027	0.06	1.59
E1-E0	0.9	80.82	133.88	2.87	0.11	0.22	0.066	0.08	2.05
<b>Gastos Sector 2</b>									
ID	Area	Población	Pobl.Acum	M-Harmon	Q.Min.	Q.Med.	Q.Conc.	Infiltr.	Q.Dis.
D1-D0	0.39	35.14	35.14	2.87	0.03	0.06	0.018	0.04	0.21
C2-C1	0.44	39.6	39.6	2.87	0.03	0.06	0.018	0.05	0.24
C1-D0	0.44	39.56	79.15	2.87	0.06	0.13	0.039	0.06	0.48
B10-B9	0.28	0	0	2.87	0	0	0	0.05	1.84
B9-B8	0.2	18.04	18.04	2.87	0.01	0.03	0.009	0.05	1.97
B8-B5	1.24	111.21	129.25	2.87	0.11	0.21	0.063	0.05	2.55
B7-B6	0.25	22.25	22.25	2.87	0.02	0.04	0.012	0.05	0.15
B6-B5	0.24	22.04	44.29	2.87	0.04	0.07	0.021	0.06	0.31
B5-B4	1.12	101.15	274.69	2.87	0.23	0.45	0.135	0.04	3.38
B4-B3	0.94	84.43	359.12	2.87	0.29	0.59	0.177	0.04	3.82
B3-B2	1.35	121.06	480.18	2.87	0.39	0.79	0.237	0.05	4.44
B2-B1	1.53	137.32	617.5	2.87	0.51	1.01	0.303	0.05	5.14
B1-D0	0.6	53.55	671.05	2.87	0.55	1.1	0.33	0.05	5.44
A7-A6	0.44	39.67	39.67	2.87	0.03	0.07	0.021	0.06	0.25
A6-A1	0.38	34.05	73.72	2.87	0.06	0.12	0.036	0.06	0.47
A5-A4	0.66	59.35	59.35	2.87	0.05	0.1	0.03	0.05	0.33
A4-A3	0.54	48.89	108.23	2.87	0.09	0.18	0.054	0.05	0.61
A3-A2	1.33	0	108.23	2.87	0	0	0	0.06	7.34
A2-A1	0.41	37.27	145.5	2.87	0.03	0.06	0.018	0.03	7.55
A1-A0	0.38	34.2	253.42	2.87	0.12	0.24	0.072	0.03	8.2
<b>Gastos Sector 3</b>									
ID	Area	Población	Pobl.Acum	M-Harmon	Q.Min.	Q.Med.	Q.Conc.	Infiltr.	Q.Dis.
D3-D2	0.28	0	0	2.87	0	0	0	0.04	2.2
D2-D1	0.3	27.05	27.05	2.87	0.02	0.04	0.012	0.05	2.38
D1-D0	0.35	31.65	58.71	2.87	0.05	0.1	0.03	0.08	2.61
C2-C1	0.41	37.23	37.23	2.87	0.03	0.06	0.018	0.05	0.22
C1-C0	0.43	38.29	75.52	2.87	0.06	0.12	0.036	0.05	0.45
B2-B1	0.15	13.28	13.28	2.87	0.01	0.02	0.006	0.04	0.11
B1-C0	0.19	17.19	30.47	2.87	0.02	0.05	0.015	0.04	0.23
A7-A6	0.37	32.85	32.85	2.87	0.03	0.05	0.015	0.08	0.23
A6-A1	0.32	29.24	62.09	2.87	0.05	0.1	0.03	0.08	0.45
A5-A4	0.32	28.69	28.69	2.87	0.02	0.05	0.015	0.07	0.21
A4-A2	0.46	41.21	69.9	2.87	0.06	0.11	0.033	0.07	0.48
A3-A2	0.48	0	0	2.87	0	0	0	0.06	7.8
A2-A1	0.38	33.8	103.71	2.87	0.09	0.17	0.051	0.04	8.55
A1-D0	0.39	34.98	200.78	2.87	0.16	0.33	0.099	0.05	9.21

**Tabla 22. Caudal Por Tramo Sector 1 - 3**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Gastos Sector 4</b>									
<b>ID</b>	<b>Area</b>	<b>Población</b>	<b>Pobl.Acum</b>	<b>M-Harmon</b>	<b>Q.Min.</b>	<b>Q.Med.</b>	<b>Q.Conc.</b>	<b>Infiltr.</b>	<b>Q.Dis.</b>
B23-B22	0.2	18.27	18.27	2.87	0.01	0.03	0.009	0.05	0.13
B22-B19	0.23	20.56	38.83	2.87	0.03	0.06	0.018	0.06	0.28
B21-B20	0.13	0	0	2.87	0	0	0	0.04	13.26
B20-B19	0.19	17.09	17.09	2.87	0.01	0.03	0.009	0.04	13.38
B19-B18	0.25	22.07	77.98	2.87	0.06	0.13	0.039	0.05	13.82
B18-B11	0.3	26.63	104.62	2.87	0.09	0.17	0.051	0.05	13.99
B17-B16	0.4	35.79	35.79	2.87	0.03	0.06	0.018	0.05	0.22
B16-B13	0.3	26.6	62.4	2.87	0.05	0.1	0.03	0.05	0.39
B23-B14	0.21	18.63	18.63	2.87	0.02	0.03	0.009	0.05	0.13
B14-B13	0.21	18.8	37.43	2.87	0.03	0.06	0.018	0.05	0.27
B13-B12	0.25	22.95	122.78	2.87	0.1	0.2	0.06	0.07	0.83
B12-B11	0.69	62.01	184.79	2.87	0.15	0.3	0.09	0.07	1.19
B11-B10	0.3	27.19	316.59	2.87	0.26	0.52	0.156	0.05	15.35
B10-B2	0.32	29.22	345.82	2.87	0.28	0.57	0.171	0.05	15.53
B9-B8	0.39	34.78	34.78	2.87	0.03	0.06	0.018	0.05	0.21
B8-B5	0.31	27.96	62.75	2.87	0.05	0.1	0.03	0.05	0.39
B7-B6	0.26	23	23	2.87	0.02	0.04	0.012	0.05	0.15
B6-B5	0.2	18.32	41.32	2.87	0.03	0.07	0.021	0.05	0.29
B5-B4	0.36	32.17	136.24	2.87	0.11	0.22	0.066	0.05	0.88
B4-B3	0.4	36.01	172.25	2.87	0.14	0.28	0.084	0.05	1.1
B3-B2	0.37	33.59	205.84	2.87	0.17	0.34	0.102	0.06	1.32
B2-B1	0.49	44.09	595.75	2.87	0.49	0.98	0.294	0.06	17.12
B1-B0	0.6	53.83	649.57	2.87	0.53	1.07	0.321	0.06	17.43
A1-A0	0.44	39.83	39.83	2.87	0.03	0.07	0.021	0.05	0.24
<b>Gastos Sector 5</b>									
<b>ID</b>	<b>Area</b>	<b>Población</b>	<b>Pobl.Acum</b>	<b>M-Harmon</b>	<b>Q.Min.</b>	<b>Q.Med.</b>	<b>Q.Conc.</b>	<b>Infiltr.</b>	<b>Q.Dis.</b>
B16-B15	1.33	119.45	119.45	3	0	0.2	0.06	0.07	0.65
B15-B14	0.98	88.62	208.07	3	0	0.34	0.102	0.06	1.15
B14-B13	1.18	105.93	314	3	0	0.52	0.156	0.07	1.74
B13-B12	0.89	79.66	393.66	3	0	0.65	0.195	0.05	2.19
B12-B11	0.51	46.08	439.74	3	0	0.72	0.216	0.05	2.46
B11-B10	0.51	0	439.74	3	0	0	0	0.08	24.7
B10-B2	0.77	69.56	509.3	3	0	0.11	0.033	0.08	25.12
B9-B8	1.25	112.31	112.31	3	0	0.18	0.054	0.07	0.63
B8-B7	0	0	112.31	3	0	0.18	0.054	0.02	0.65
B7-B6	0.6	54.09	166.4	3	0	0.27	0.081	0.03	0.94
B6-B5	0.61	54.96	221.36	3	0	0.36	0.108	0.05	1.26
B5-B4	0.61	54.91	276.27	3	0	0.45	0.135	0.05	1.58
B4-B3	0.99	89.11	365.38	3	0	0.6	0.18	0.06	2.08
B3-B2	0.75	67.65	433.04	3	0	0.71	0.213	0.07	2.49
B2-B1	0.23	20.64	962.97	3	0	0.86	0.258	0.07	27.78
B1-B0	0.95	85.68	1,048.65	3	0	1	0.3	0.06	28.27
A8-A7	0.57	51.11	51.11	3	0	0.08	0.024	0.07	0.32
A7-A6	0.06	5.61	56.72	3	0	0.09	0.027	0.05	0.4
A6-A5	0.37	33.12	89.85	3	0	0.15	0.045	0.05	0.61
A5-A4	0.26	23.69	113.53	3	0	0.19	0.057	0.06	0.78
A4-A1	0.25	22.14	135.67	3	0	0.22	0.066	0.05	0.94
A3-A2	0.51	46.08	46.08	3	0	0.08	0.024	0.06	0.28
A2-A1	0.14	12.43	58.51	3	0	0.1	0.03	0.04	0.38
A1-B0	0.64	57.96	252.14	3	0	0.41	0.123	0.07	1.68

**Tabla 23. Caudal Por Tramo Sector 4 y 5**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Gastos Sector 6</b>									
<b>ID</b>	<b>Area</b>	<b>Población</b>	<b>Pobl.Acum</b>	<b>M-Harmon</b>	<b>Q.Min.</b>	<b>Q.Med.</b>	<b>Q.Conc.</b>	<b>Infiltr.</b>	<b>Q.Dis.</b>
R25-R24	0.07	6.73	6.73	2.87	0.01	0.01	0.003	0.05	0.08
R24-R23	0.54	48.78	55.51	2.87	0.05	0.09	0.027	0.06	0.37
R23-R2	0.63	56.44	111.95	2.87	0.09	0.18	0.054	0.06	0.7
R22-R21	2.94	0	0	2.87	0	0	0	0.07	12.56
R21-R20	1.54	138.46	138.46	2.87	0.11	0.23	0.069	0.03	13.24
R20-R19	0.81	72.45	210.91	2.87	0.17	0.35	0.105	0.03	13.61
R19-R18	1.26	113.02	323.93	2.87	0.27	0.53	0.159	0.05	14.19
R18-R17	1.03	92.81	416.74	2.87	0.34	0.68	0.204	0.05	14.68
R17-R16	0.72	64.67	481.41	2.87	0.39	0.79	0.237	0.06	15.05
R16-R15	0.65	58.43	539.84	2.87	0.44	0.89	0.267	0.05	15.38
R15-R3	0.53	48.1	587.94	2.87	0.48	0.96	0.288	0.04	15.65
R14-R13	0.47	0	0	2.87	0	0	0	0.06	2.96
R13-R11	0.29	26.35	26.35	2.87	0.02	0.04	0.012	0.06	3.14
R12-R11	0.21	19.27	19.27	2.87	0.02	0.03	0.009	0.07	0.16
R11-R10	0.3	26.99	72.61	2.87	0.06	0.12	0.036	0.01	3.44
R10-R9	0.43	39.09	111.7	2.87	0.09	0.18	0.054	0.06	3.68
R9-R6	0.72	65.16	176.86	2.87	0.15	0.29	0.087	0.07	4.06
R8-R7	0.53	0	0	2.87	0	0	0	0.03	32.47
R7-R6	0.4	36	36	2.87	0.03	0.06	0.018	0.07	32.7
R6-R5	0.55	49.4	262.26	2.87	0.22	0.43	0.129	0.01	37.01
R5-R4	0.4	36.21	298.47	2.87	0.24	0.49	0.147	0.06	37.24
R4-R3	0.65	58.91	357.38	2.87	0.29	0.59	0.177	0.08	37.6
R3-R2	-9.87	0	945.32	2.87	0	0	0	0.02	53.25
R2-R1	0.28	0	1,057.28	2.87	0	0	0	0.04	53.95
R1-R0	0.22	19.59	1,076.86	2.87	0.02	0.03	0.009	0.04	54.09
<b>Gastos Sector 7</b>									
<b>ID</b>	<b>Area</b>	<b>Población</b>	<b>Pobl.Acum</b>	<b>M-Harmon</b>	<b>Q.Min.</b>	<b>Q.Med.</b>	<b>Q.Conc.</b>	<b>Infiltr.</b>	<b>Q.Dis.</b>
B7-B6	2.41	0	0	2.87	0	0	0	0.04	8.65
B6-B5	0.65	58.47	58.47	2.87	0.05	0.1	0.03	0.07	9.01
B5-B4	1.16	104.47	162.95	2.87	0.14	0.29	0.087	0.03	9.57
B4-B3	0.52	46.36	209.3	2.87	0.18	0.37	0.111	0.05	9.85
B3-B2	0.36	32.56	241.87	2.87	0.21	0.42	0.126	0.05	10.06
B2-B1	2.92	262.9	504.77	2.87	0.44	0.88	0.264	0.02	11.4
B1-B0	2.41	217.08	721.85	2.87	0.63	1.26	0.378	0.06	12.56
A14-A13	0.7	63.17	63.17	2.87	0.06	0.11	0.033	0.08	0.39
A13-A12	0.08	7.47	70.64	2.87	0.06	0.12	0.036	0.04	0.47
A12-A1	0.14	12.59	83.23	2.87	0.07	0.15	0.045	0.04	0.58
A11-A10	0.53	47.83	47.83	2.87	0.04	0.08	0.024	0.07	0.31
A10-A9	0.26	23.62	71.45	2.87	0.06	0.13	0.039	0.05	0.48
A9-A8	0.18	16.01	87.46	2.87	0.08	0.15	0.045	0.05	0.61
A8-A3	0.18	16.18	103.64	2.87	0.09	0.18	0.054	0.03	0.72
A7-A6	0.34	30.42	30.42	2.87	0.03	0.05	0.015	0.04	0.2
A6-A5	0.99	88.69	119.11	2.87	0.1	0.21	0.063	0.05	0.69
A5-A4	0.17	15.54	134.66	2.87	0.12	0.24	0.072	0.04	0.81
A4-A3	0.1	8.78	143.44	2.87	0.13	0.25	0.075	0.03	0.88
A3-A2	0.23	20.85	267.94	2.87	0.23	0.47	0.141	0.06	1.77
A2-A1	0.13	11.97	279.91	2.87	0.24	0.49	0.147	0.04	1.86
A1-A0	0.44	39.62	402.76	2.87	0.35	0.7	0.21	0.07	2.71

**Tabla 24. Caudal Por Tramo Sector 6 y 7**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Gastos Sector 8</b>									
ID	Area	Población	Pobl.Acum	M-Harmon	Q.Min.	Q.Med.	Q.Conc.	Infiltr.	Q.Dis.
B4-B3	0.81	0	0	2.87	0	0	0	0.08	0.77
B3-B2	0.77	69.61	69.61	2.87	0.06	0.12	0.036	0.08	1.2
B2-B1	0.53	47.94	117.55	2.87	0.1	0.21	0.063	0.06	1.5
B1-B0	0.3	27.08	144.63	2.87	0.13	0.25	0.075	0.06	1.7
A21-A18	0.73	0	0	2.87	0	0	0	0.03	2.01
A20-A19	0.38	34.33	34.33	2.87	0.03	0.06	0.018	0.06	0.24
A19-A18	0.58	52.22	86.54	2.87	0.08	0.15	0.045	0.06	0.56
A18-A1	0.25	0	86.54	2.87	0	0	0	0.06	2.57
A17-A16	0.05	0	0	2.87	0	0	0	0.05	0.99
A16-A12	0.38	33.79	33.79	2.87	0.03	0.06	0.018	0.05	1.21
A15-A14	0.24	21.53	21.53	2.87	0.02	0.04	0.012	0.05	0.15
A14-A13	0.54	48.34	69.87	2.87	0.06	0.12	0.036	0.05	0.45
A13-A12	0.19	17.23	87.09	2.87	0.08	0.15	0.045	0.05	0.58
A12-A3	0.15	13.74	134.62	2.87	0.12	0.24	0.072	0.06	1.93
A11-A10	0.61	55.31	55.31	2.87	0.05	0.1	0.03	0.07	0.35
A10-A7	0.39	34.67	89.97	2.87	0.08	0.16	0.048	0.07	0.6
A9-A8	0.3	26.64	26.64	2.87	0.02	0.05	0.015	0.05	0.18
A8-A7	0.35	31.26	57.9	2.87	0.05	0.1	0.03	0.05	0.38
A7-A6	0.09	8.52	156.39	2.87	0.14	0.27	0.081	0.04	1.07
A6-A5	-3.14	-282.55	-126.15	2.87	-0.11	-0.22	-0.066	0.04	0.31
A5-A4	0.75	67.72	-58.44	2.87	-0.05	-0.1	-0.03	0.07	0.1
A4-A3	0.64	57.92	-0.51	2.87	0	0	0	0.07	0.47
A3-A2	0.43	38.7	172.81	2.87	0.15	0.3	0.09	0.06	2.65
A2-A1	0.15	13.84	186.65	2.87	0.16	0.33	0.099	0.06	2.79
A1-A0	0.49	43.89	317.09	2.87	0.2	0.4	0.12	0.02	5.6
<b>Gastos Sector 9</b>									
ID	Area	Población	Pobl.Acum	M-Harmon	Q.Min.	Q.Med.	Q.Conc.	Infiltr.	Q.Dis.
C6-C5	0.26	23.58	23.58	2.87	0.02	0.04	0.012	0.06	0.17
C5-C4	0.18	16.43	40.01	2.87	0.03	0.07	0.021	0.04	0.29
C4-C2	0.16	14.72	54.73	2.87	0.04	0.09	0.027	0.04	0.4
C3-C2	0.19	16.66	16.66	2.87	0.01	0.03	0.009	0.07	0.14
C2-C1	0.09	7.74	79.13	2.87	0.06	0.13	0.039	0.02	0.6
C1-C0	0.35	31.45	110.58	2.87	0.09	0.18	0.054	0.06	0.81
B3-B1	0.7	63.29	63.29	2.87	0.05	0.1	0.03	0.08	0.38
B2-B1	0.37	32.85	32.85	2.87	0.03	0.05	0.015	0.08	0.23
B1-C0	0.22	20.02	116.16	2.87	0.1	0.19	0.057	0.07	0.78
A16-A15	1.37	123.67	123.67	2.87	0.1	0.2	0.06	0.06	0.64
A15-A14	1.19	107.06	230.73	2.87	0.19	0.38	0.114	0.04	1.19
A14-A6	0.89	80.32	311.06	2.87	0.26	0.51	0.153	0.04	1.6
A13-A12	0.53	0	0	2.87	0	0	0	0.07	3.8
A12-A11	0.45	40.22	40.22	2.87	0.03	0.07	0.021	0.07	4.06
A11-A10	0.37	33.25	73.47	2.87	0.06	0.12	0.036	0.05	4.27
A10-A9	0.45	40.37	113.84	2.87	0.09	0.19	0.057	0.05	4.51
A9-A8	0.42	37.9	151.74	2.87	0.12	0.25	0.075	0.05	4.75
A8-A7	0.25	22.26	174	2.87	0.14	0.29	0.087	0.03	4.88
A7-A6	0.13	11.78	185.78	2.87	0.15	0.3	0.09	0.04	4.97
A6-A5	1.29	116.16	613	2.87	0.5	1.01	0.303	0.06	7.19
A5-A4	1.23	110.56	723.55	2.87	0.59	1.19	0.357	0.06	7.77
A4-A3	0.1	9.36	732.91	2.87	0.6	1.2	0.36	0.04	7.85
A3-A2	0.49	43.71	776.63	2.87	0.64	1.27	0.381	0.05	8.11
A2-A1	0.78	70.19	846.82	2.87	0.69	1.39	0.417	0.05	8.5
A1-A0	0.21	18.54	865.36	2.87	0.71	1.42	0.426	0.05	8.64

**Tabla 25. Caudal Por Tramo Sector 8 y 9**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Gastos Sector 10</b>									
<b>ID</b>	<b>Area</b>	<b>Población</b>	<b>Pobl.Acum</b>	<b>M-Harmon</b>	<b>Q.Min.</b>	<b>Q.Med.</b>	<b>Q.Conc.</b>	<b>Infiltr.</b>	<b>Q.Dis.</b>
B11-B10	0.45	0	0	2.87	0	0	0	0.05	11.98
B10-B9	0.83	74.51	74.51	2.87	0.06	0.12	0.036	0.06	12.39
B9-B8	0.21	18.84	93.35	2.87	0.08	0.15	0.045	0.01	12.48
B8-B7	1.41	127.21	220.55	2.87	0.18	0.36	0.108	0.05	13.13
B7-B6	0.11	9.9	230.45	2.87	0.19	0.38	0.114	0.02	13.2
B6-B5	1.38	123.78	354.23	2.87	0.29	0.58	0.174	0.04	13.82
B5-B4	1.14	102.98	457.21	2.87	0.38	0.75	0.225	0.04	14.35
B4-B3	2.4	215.92	673.13	2.87	0.55	1.1	0.33	0.08	15.44
B3-B2	3.85	346.48	1,019.61	2.87	0.84	1.67	0.501	0.08	17.15
B2-B1	2.93	263.51	1,283.12	2.87	1.05	2.11	0.633	0.08	18.47
B1-B0	0.34	30.33	1,313.45	2.87	1.08	2.15	0.645	0.04	18.66
A2-A1	0.24	0	0	2.87	0	0	0	0.06	1.65
A1-A0	0.19	16.74	16.74	2.87	0.01	0.03	0.009	0.03	1.76
<b>Gastos Sector 11</b>									
<b>ID</b>	<b>Area</b>	<b>Población</b>	<b>Pobl.Acum</b>	<b>M-Harmon</b>	<b>Q.Min.</b>	<b>Q.Med.</b>	<b>Q.Conc.</b>	<b>Infiltr.</b>	<b>Q.Dis.</b>
B8-B7	1.37	123.34	123.34	2.87	0.1	0.2	0.06	0.08	0.66
B7-B4	0.39	34.89	158.23	2.87	0.13	0.26	0.078	0.05	0.87
B6-B5	0.39	35.12	35.12	2.87	0.03	0.06	0.018	0.06	0.22
B5-B4	0.67	60.45	95.57	2.87	0.08	0.16	0.048	0.08	0.59
B4-B3	0.7	62.69	316.48	2.87	0.26	0.52	0.156	0.06	1.81
B3-B2	0.84	75.78	392.26	2.87	0.32	0.64	0.192	0.08	2.24
B2-B1	0.3	27.27	419.53	2.87	0.34	0.69	0.207	0.07	2.44
B1-B0	6.85	0	419.53	2.87	0	0	0	0.02	60.36
A11-A10	0.84	0	0	2.87	0	0	0	0.07	60.79
A10-A9	0.99	88.65	88.65	2.87	0.07	0.15	0.045	0.08	61.29
A9-A8	1.1	98.69	187.34	2.87	0.15	0.31	0.093	0.08	61.83
A8-A7	1	90.38	277.71	2.87	0.23	0.46	0.138	0.08	62.34
A7-A6	1.12	101.03	378.75	2.87	0.31	0.62	0.186	0.08	62.89
A6-A5	1.11	99.68	478.43	2.87	0.39	0.78	0.234	0.08	63.44
A5-A4	0.71	64.08	542.51	2.87	0.45	0.89	0.267	0.05	63.79
A4-A3	0.17	15.67	558.18	2.87	0.46	0.92	0.276	0.04	63.91
A3-A2	0.3	0	558.18	2.87	0	0	0	0.08	76.1
A2-A1	0.32	28.64	586.82	2.87	0.02	0.05	0.015	0.08	76.31
A1-A0	0.63	56.32	643.14	2.87	0.07	0.14	0.042	0.08	76.66

**Tabla 26. Caudal Por Tramo Sector 10 y 11**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

Se observó que el caudal mínimo es de 0.08 l/s y el caudal máximo es de 76.66 l/s que surge en el último tramo del diseño.

En estas tablas de resultados es donde surgen los datos más relevantes del diseño, la pendiente y la velocidad. Según el SANAA pendiente debe estar entre 0.5% a 15% y la velocidad en un rango de 0.4 m/s como mínima y 5 m/s como máxima.

Tramos Sector 1										
ID	Material	Diametro	Longitud	S(%)	Tension Tr.	Velocidad	Y/D	Y.Norm.	Y.Crit.	N.Froude
E4-E3	PVC	200	63.5	0.5%	0.62	0.42	0.1	0.02	0.01	1.17
E3-E2	PVC	200	75.02	0.5%	0.83	0.52	0.14	0.03	0.01	1.21
E2-E1	PVC	200	56.3	0.5%	0.91	0.55	0.16	0.03	0.01	1.22
E1-E0	PVC	200	80.09	0.5%	1.02	0.59	0.18	0.03	0.01	1.23
Tramos Sector 2										
ID	Material	Diametro	Longitud	S(%)	Tension Tr.	Velocidad	Y/D	Y.Norm.	Y.Crit.	N.Froude
D1-D0	PVC	200	41.15	1.8%	0.98	0.47	0.04	0.01	0	1.98
C2-C1	PVC	200	53.7	1.0%	0.68	0.4	0.05	0.01	0	1.53
C1-D0	PVC	200	57.71	0.6%	0.58	0.4	0.09	0.02	0	1.2
B10-B9	PVC	200	49.8	2.7%	3.63	1.04	0.11	0.02	0	2.75
B9-B8	PVC	200	49.78	0.5%	1	0.59	0.18	0.03	0.01	1.23
B8-B5	PVC	200	48.7	0.5%	1.12	0.63	0.2	0.04	0.01	1.24
B7-B6	PVC	200	47.36	1.5%	0.74	0.4	0.04	0.01	0	1.79
B6-B5	PVC	200	55.57	0.8%	0.64	0.4	0.07	0.01	0	1.4
B5-B4	PVC	200	44.24	0.5%	1.27	0.69	0.23	0.04	0.01	1.25
B4-B3	PVC	200	43.44	0.5%	1.34	0.71	0.25	0.05	0.01	1.25
B3-B2	PVC	200	50.03	0.5%	1.43	0.74	0.26	0.05	0.01	1.26
B2-B1	PVC	200	48.65	0.5%	1.52	0.78	0.29	0.05	0.01	1.26
B1-D0	PVC	200	48.67	0.5%	1.56	0.79	0.29	0.06	0.01	1.26
A7-A6	PVC	200	63.9	1.0%	0.67	0.4	0.06	0.01	0	1.51
A6-A1	PVC	200	57.11	1.0%	0.92	0.49	0.07	0.01	0	1.61
A5-A4	PVC	200	45.77	1.4%	1	0.49	0.06	0.01	0	1.82
A4-A3	PVC	200	50.54	1.2%	1.17	0.56	0.08	0.02	0	1.76
A3-A2	PVC	200	55.53	0.6%	2.08	0.92	0.33	0.06	0	1.39
A2-A1	PVC	200	31.01	0.5%	1.79	0.86	0.35	0.07	0.01	1.26
A1-A0	PVC	200	26.02	0.5%	1.85	0.88	0.36	0.07	0.01	1.25
Tramos Sector 3										
ID	Material	Diametro	Longitud	S(%)	Tension Tr.	Velocidad	Y/D	Y.Norm.	Y.Crit.	N.Froude
D3-D2	PVC	200	37.34	0.5%	1.05	0.61	0.19	0.04	0.01	1.24
D2-D1	PVC	200	54.91	1.3%	2.24	0.86	0.15	0.03	0	1.93
D1-D0	PVC	200	80.03	0.6%	1.29	0.68	0.19	0.04	0	1.34
C2-C1	PVC	200	45.39	1.1%	0.69	0.4	0.05	0.01	0	1.57
C1-C0	PVC	200	45.29	0.6%	0.59	0.4	0.08	0.02	0	1.24
B2-B1	PVC	200	43.8	2.1%	0.81	0.4	0.03	0.01	0	2.01
B1-C0	PVC	200	44.27	1.1%	0.68	0.4	0.05	0.01	0	1.55
A7-A6	PVC	200	79.64	1.0%	0.68	0.4	0.05	0.01	0	1.54
A6-A1	PVC	200	78.55	2.5%	1.79	0.66	0.06	0.01	0	2.42
A5-A4	PVC	200	73.62	1.2%	0.7	0.4	0.05	0.01	0	1.61
A4-A2	PVC	200	74.33	1.1%	1	0.51	0.07	0.01	0	1.68
A3-A2	PVC	200	61.62	0.5%	1.81	0.87	0.35	0.07	0.01	1.25
A2-A1	PVC	200	44.29	0.5%	1.88	0.89	0.37	0.07	0.01	1.25
A1-D0	PVC	200	45.83	0.5%	1.94	0.91	0.39	0.07	0.01	1.25
Tramos Sector 4										
ID	Material	Diametro	Longitud	S(%)	Tension Tr.	Velocidad	Y/D	Y.Norm.	Y.Crit.	N.Froude
B23-B22	PVC	200	46.12	1.7%	0.77	0.4	0.04	0.01	0	1.88
B22-B19	PVC	200	55.5	4.3%	2.22	0.7	0.04	0.01	0	3.04
B21-B20	PVC	200	44.1	0.5%	2.25	1.01	0.47	0.09	0.01	1.22
B20-B19	PVC	200	44.17	2.8%	8.78	1.88	0.3	0.06	0	2.96
B19-B18	PVC	200	45.82	0.5%	2.28	1.02	0.49	0.09	0.01	1.21
B18-B11	PVC	200	45.85	0.5%	2.3	1.02	0.49	0.09	0.01	1.21
B17-B16	PVC	200	46.48	1.1%	0.69	0.4	0.05	0.01	0	1.59
B16-B13	PVC	200	46.53	0.7%	0.61	0.4	0.08	0.01	0	1.3
B23-B14	PVC	200	45.97	1.7%	0.77	0.4	0.04	0.01	0	1.87
B14-B13	PVC	200	46.54	0.9%	0.66	0.4	0.06	0.01	0	1.47
B13-B12	PVC	200	65.75	0.5%	0.68	0.45	0.12	0.02	0.01	1.18
B12-B11	PVC	200	65.86	3.2%	3.38	0.97	0.09	0.02	0	2.9
B11-B10	PVC	200	45.3	0.5%	2.37	1.04	0.52	0.1	0.01	1.19
B10-B2	PVC	200	45.29	0.5%	2.44	1.06	0.52	0.1	0.01	1.21
B9-B8	PVC	200	46.32	3.0%	1.45	0.56	0.04	0.01	0	2.49
B8-B5	PVC	200	46.32	1.6%	1.2	0.54	0.06	0.01	0	1.96
B7-B6	PVC	200	46.3	1.5%	0.74	0.4	0.04	0.01	0	1.78
B6-B5	PVC	200	46.27	1.8%	1.11	0.51	0.05	0.01	0	1.99
B5-B4	PVC	200	50.12	0.5%	0.74	0.47	0.12	0.02	0.01	1.23
B4-B3	PVC	200	50.11	0.5%	0.77	0.49	0.13	0.03	0.01	1.2
B3-B2	PVC	200	62.25	3.0%	3.33	0.97	0.09	0.02	0	2.81
B2-B1	PVC	200	59.37	0.5%	2.47	1.07	0.55	0.1	0.01	1.17
B1-B0	PVC	200	61.77	0.5%	2.48	1.08	0.56	0.11	0.01	1.17
A1-A0	PVC	200	50	2.6%	1.38	0.55	0.04	0.01	0	2.36

**Tabla 27. Resultados Por Tramo Sector 1 - 4**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

Tramos Sector 5										
ID	Material	Diametro	Longitud	S(%)	Tension Tr.	Velocidad	Y/D	Y.Norm.	Y.Crit.	N.Froude
B16-B15	PVC	200	65.49	0.8%	0.86	0.49	0.09	0.02	0	1.44
B15-B14	PVC	200	62.8	0.7%	1.01	0.56	0.13	0.02	0	1.39
B14-B13	PVC	200	67.29	0.5%	0.96	0.57	0.17	0.03	0.01	1.23
B13-B12	PVC	200	53.42	0.5%	1.05	0.61	0.19	0.04	0.01	1.23
B12-B11	PVC	200	49.9	2.4%	3.78	1.09	0.13	0.03	0	2.64
B11-B10	PVC	200	81.3	0.5%	2.76	1.15	0.71	0.13	0.01	1.05
B10-B2	PVC	200	81.38	4.8%	17.84	2.74	0.36	0.07	0	3.9
B9-B8	PVC	200	74.81	2.0%	1.72	0.67	0.07	0.01	0	2.2
B8-B7	PVC	200	17.64	1.6%	1.49	0.63	0.08	0.01	0	2
B7-B6	PVC	200	30.88	0.5%	0.74	0.48	0.12	0.02	0.01	1.21
B6-B5	PVC	200	50.57	0.5%	0.82	0.51	0.14	0.03	0.01	1.21
B5-B4	PVC	200	50.19	0.5%	0.91	0.55	0.16	0.03	0.01	1.22
B4-B3	PVC	200	59.37	0.5%	1.03	0.6	0.18	0.03	0.01	1.23
B3-B2	PVC	200	74.89	3.6%	5.16	1.26	0.12	0.02	0	3.19
B2-B1	PVC	250	69.83	0.5%	2.96	1.21	0.52	0.12	0.01	1.24
B1-B0	PVC	250	63.7	0.5%	2.98	1.22	0.52	0.12	0.01	1.24
A8-A7	PVC	200	67.13	0.8%	0.63	0.4	0.07	0.01	0	1.39
A7-A6	PVC	200	48.77	1.3%	1.03	0.51	0.07	0.01	0	1.78
A6-A5	PVC	200	48.86	1.6%	1.44	0.62	0.08	0.01	0	1.99
A5-A4	PVC	200	57.28	0.6%	0.74	0.47	0.11	0.02	0	1.26
A4-A1	PVC	200	49.42	0.5%	0.72	0.47	0.12	0.02	0.01	1.19
A3-A2	PVC	200	57	0.9%	0.65	0.4	0.06	0.01	0	1.45
A2-A1	PVC	200	38.76	0.7%	0.61	0.4	0.07	0.01	0	1.3
A1-B0	PVC	200	66.83	0.5%	0.93	0.56	0.16	0.03	0.01	1.22
Tramos Sector 6										
ID	Material	Diametro	Longitud	S(%)	Tension Tr.	Velocidad	Y/D	Y.Norm.	Y.Crit.	N.Froude
R25-R24	PVC	200	50.8	2.6%	0.85	0.4	0.03	0.01	0	2.2
R24-R23	PVC	200	58.65	0.7%	0.61	0.4	0.07	0.01	0	1.32
R23-R2	PVC	200	63.17	0.5%	0.63	0.43	0.11	0.02	0.01	1.17
R22-R21	PVC	200	74.85	0.5%	2.2	0.99	0.46	0.09	0.01	1.22
R21-R20	PVC	200	31.78	0.5%	2.24	1.01	0.47	0.09	0.01	1.22
R20-R19	PVC	200	28.62	0.5%	2.27	1.01	0.48	0.09	0.01	1.21
R19-R18	PVC	200	47.53	0.5%	2.3	1.02	0.49	0.09	0.01	1.21
R18-R17	PVC	200	51.65	0.5%	2.33	1.03	0.5	0.1	0.01	1.2
R17-R16	PVC	200	59.88	0.5%	2.35	1.04	0.51	0.1	0.01	1.2
R16-R15	PVC	200	53.86	0.5%	2.37	1.04	0.52	0.1	0.01	1.19
R15-R3	PVC	200	43.81	0.5%	2.39	1.05	0.52	0.1	0.01	1.19
R14-R13	PVC	200	55.32	0.6%	1.34	0.7	0.21	0.04	0	1.34
R13-R11	PVC	200	55.33	0.5%	1.23	0.67	0.22	0.04	0.01	1.25
R12-R11	PVC	200	65.4	1.5%	0.74	0.4	0.04	0.01	0	1.77
R11-R10	PVC	200	14.95	0.5%	1.28	0.69	0.23	0.04	0.01	1.25
R10-R9	PVC	200	58.46	0.5%	1.32	0.7	0.24	0.05	0.01	1.25
R9-R6	PVC	200	74.31	0.5%	1.38	0.73	0.25	0.05	0.01	1.26
R8-R7	PVC	250	32.9	0.5%	3.13	1.26	0.57	0.13	0.01	1.21
R7-R6	PVC	250	65.22	0.5%	3.14	1.26	0.57	0.14	0.01	1.21
R6-R5	PVC	250	13.39	0.5%	3.27	1.29	0.62	0.15	0.01	1.17
R5-R4	PVC	250	57.18	0.5%	3.28	1.29	0.62	0.15	0.01	1.17
R4-R3	PVC	250	78.54	0.5%	3.29	1.3	0.63	0.15	0.01	1.16
R3-R2	PVC	315	22.46	0.5%	3.78	1.42	0.53	0.16	0.01	1.28
R2-R1	PVC	315	44.22	0.5%	3.8	1.43	0.53	0.16	0.01	1.28
R1-R0	PVC	315	43.73	0.5%	3.8	1.43	0.53	0.16	0.01	1.28
Tramos Sector 7										
ID	Material	Diametro	Longitud	S(%)	Tension Tr.	Velocidad	Y/D	Y.Norm.	Y.Crit.	N.Froude
B7-B6	PVC	200	43.07	0.5%	1.89	0.9	0.37	0.07	0.01	1.25
B6-B5	PVC	200	69.6	0.5%	1.93	0.91	0.38	0.07	0.01	1.25
B5-B4	PVC	200	33.41	0.5%	1.97	0.92	0.4	0.07	0.01	1.25
B4-B3	PVC	200	50.62	0.5%	2	0.93	0.4	0.08	0.01	1.24
B3-B2	PVC	200	46.13	0.5%	2.01	0.94	0.41	0.08	0.01	1.24
B2-B1	PVC	200	19.14	0.5%	2.12	0.97	0.44	0.08	0.01	1.23
B1-B0	PVC	200	64.28	0.5%	2.2	0.99	0.46	0.09	0.01	1.22
A14-A13	PVC	200	75.74	0.7%	0.64	0.41	0.07	0.01	0	1.33
A13-A12	PVC	200	43.48	1.5%	1.25	0.56	0.07	0.01	0	1.92
A12-A1	PVC	200	43.49	0.6%	0.65	0.43	0.09	0.02	0	1.24
A11-A10	PVC	200	67.62	0.8%	0.65	0.4	0.06	0.01	0	1.42
A10-A9	PVC	200	51.35	0.6%	0.64	0.42	0.08	0.02	0	1.29
A9-A8	PVC	200	50.35	0.5%	0.59	0.41	0.1	0.02	0.01	1.16
A8-A3	PVC	200	34.04	0.8%	0.94	0.52	0.1	0.02	0	1.48
A7-A6	PVC	200	42.9	1.2%	0.71	0.4	0.05	0.01	0	1.64
A6-A5	PVC	200	50.16	0.5%	0.63	0.43	0.11	0.02	0.01	1.17
A5-A4	PVC	200	40.39	0.5%	0.67	0.45	0.11	0.02	0.01	1.18
A4-A3	PVC	200	25.16	0.5%	0.7	0.46	0.12	0.02	0.01	1.18
A3-A2	PVC	200	57.7	0.5%	0.95	0.57	0.17	0.03	0.01	1.22
A2-A1	PVC	200	38.27	0.5%	0.98	0.58	0.17	0.03	0.01	1.23
A1-A0	PVC	200	67.69	0.5%	1.15	0.64	0.21	0.04	0.01	1.24

Tabla 28. Resultados Por Tramo Sector 5 - 7

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Tramos Sector 8</b>										
ID	Material	Diametro	Longitud	S(‰)	Tension Tr.	Velocidad	Y/D	Y.Norm.	Y.Crit.	N.Froude
B4-B3	PVC	200	78.58	1.4%	1.46	0.64	0.09	0.02	0	1.91
B3-B2	PVC	200	78.61	0.8%	1.19	0.6	0.12	0.02	0	1.53
B2-B1	PVC	200	59.64	0.9%	1.41	0.67	0.13	0.03	0	1.61
B1-B0	PVC	200	61.02	0.5%	0.97	0.57	0.16	0.03	0.01	1.25
A21-A18	PVC	200	27.75	0.5%	1.01	0.59	0.18	0.03	0.01	1.23
A20-A19	PVC	200	64.9	1.0%	0.68	0.4	0.05	0.01	0	1.54
A19-A18	PVC	200	64.92	0.5%	0.57	0.4	0.1	0.02	0.01	1.16
A18-A1	PVC	200	43.55	0.5%	1.13	0.63	0.2	0.04	0.01	1.24
A17-A16	PVC	200	50.5	1.0%	1.21	0.6	0.11	0.02	0	1.61
A16-A12	PVC	200	50.53	0.8%	1.11	0.59	0.13	0.02	0	1.46
A15-A14	PVC	200	46.06	1.5%	0.74	0.4	0.04	0.01	0	1.78
A14-A13	PVC	200	50.51	0.6%	0.59	0.4	0.08	0.02	0	1.24
A13-A12	PVC	200	50.51	0.5%	0.58	0.41	0.1	0.02	0.01	1.16
A12-A3	PVC	200	62.88	0.5%	1.01	0.59	0.17	0.03	0.01	1.24
A11-A10	PVC	200	75	0.7%	0.62	0.4	0.07	0.01	0	1.34
A10-A7	PVC	200	74	0.6%	0.71	0.45	0.09	0.02	0	1.3
A9-A8	PVC	200	47.03	1.3%	0.72	0.4	0.05	0.01	0	1.68
A8-A7	PVC	200	47.13	0.7%	0.61	0.4	0.08	0.01	0	1.3
A7-A6	PVC	200	39.91	1.0%	1.27	0.62	0.11	0.02	0	1.63
A6-A5	PVC	200	39.91	1.6%	1.83	0.72	0.1	0.02	0	2.07
A5-A4	PVC	200	74.04	2.1%	0.81	0.4	0.03	0.01	0	2.03
A4-A3	PVC	200	74.16	0.6%	0.59	0.4	0.09	0.02	0	1.22
A3-A2	PVC	200	64.43	0.5%	1.14	0.64	0.2	0.04	0.01	1.24
A2-A1	PVC	200	64.42	0.5%	1.17	0.65	0.21	0.04	0.01	1.24
A1-A0	PVC	200	20.03	0.5%	1.58	0.8	0.3	0.06	0.01	1.26
<b>Tramos Sector 9</b>										
ID	Material	Diametro	Longitud	S(‰)	Tension Tr.	Velocidad	Y/D	Y.Norm.	Y.Crit.	N.Froude
C6-C5	PVC	200	61.9	1.4%	0.73	0.4	0.04	0.01	0	1.71
C5-C4	PVC	200	38	0.9%	0.68	0.41	0.06	0.01	0	1.48
C4-C2	PVC	200	40.6	0.9%	0.76	0.44	0.07	0.01	0	1.48
C3-C2	PVC	200	66.3	1.6%	0.75	0.4	0.04	0.01	0	1.82
C2-C1	PVC	200	23.62	0.5%	0.59	0.41	0.1	0.02	0.01	1.16
C1-C0	PVC	200	56.5	0.5%	0.67	0.45	0.11	0.02	0.01	1.18
B3-B1	PVC	200	79.3	0.8%	0.67	0.42	0.07	0.01	0	1.39
B2-B1	PVC	200	79.8	1.0%	0.68	0.4	0.05	0.01	0	1.54
B1-C0	PVC	200	74.5	0.5%	0.66	0.45	0.11	0.02	0.01	1.18
A16-A15	PVC	200	59.9	0.9%	0.93	0.51	0.09	0.02	0	1.51
A15-A14	PVC	200	39.99	1.2%	1.52	0.68	0.11	0.02	0	1.78
A14-A6	PVC	200	39.99	1.2%	1.75	0.74	0.13	0.02	0	1.81
A13-A12	PVC	200	69	0.8%	1.84	0.82	0.22	0.04	0	1.53
A12-A11	PVC	200	69.01	0.9%	2.18	0.89	0.22	0.04	0	1.67
A11-A10	PVC	200	52.8	1.9%	3.95	1.18	0.19	0.04	0	2.39
A10-A9	PVC	200	54.61	1.2%	2.77	1.01	0.22	0.04	0	1.89
A9-A8	PVC	200	54.6	0.6%	1.67	0.8	0.26	0.05	0	1.36
A8-A7	PVC	200	27.95	0.5%	1.49	0.76	0.28	0.05	0.01	1.26
A7-A6	PVC	200	38.54	0.6%	1.84	0.84	0.26	0.05	0	1.43
A6-A5	PVC	200	63.14	0.9%	2.76	1.05	0.29	0.06	0	1.68
A5-A4	PVC	200	63.08	1.3%	3.96	1.24	0.27	0.05	0	2.07
A4-A3	PVC	200	37	0.5%	1.82	0.87	0.36	0.07	0.01	1.25
A3-A2	PVC	200	54	0.5%	1.84	0.88	0.36	0.07	0.01	1.25
A2-A1	PVC	200	54.6	0.5%	1.88	0.89	0.37	0.07	0.01	1.25
A1-A0	PVC	200	54	0.5%	1.89	0.9	0.37	0.07	0.01	1.25

**Tabla 29. Resultados Por Tramo Sector 8 y 9**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

Tramos Sector 10										
ID	Material	Diametro	Longitud	S(‰)	Tension Tr.	Velocidad	Y/D	Y.Norm.	Y.Crit.	N.Froude
B11-B10	PVC	200	51.36	1.1%	3.96	1.29	0.36	0.07	0	1.83
B10-B9	PVC	200	55.66	1.4%	4.93	1.43	0.35	0.07	0	2.09
B9-B8	PVC	200	9.7	1.1%	4.22	1.34	0.37	0.07	0	1.89
B8-B7	PVC	200	48	0.9%	3.57	1.24	0.4	0.08	0	1.66
B7-B6	PVC	200	20	0.6%	2.42	1.04	0.46	0.09	0	1.28
B6-B5	PVC	200	39.83	0.7%	3.05	1.16	0.44	0.08	0	1.47
B5-B4	PVC	200	39.83	0.7%	3.09	1.17	0.45	0.08	0	1.47
B4-B3	PVC	200	80	0.7%	2.94	1.15	0.48	0.09	0	1.38
B3-B2	PVC	200	80	0.8%	3.49	1.26	0.49	0.09	0	1.49
B2-B1	PVC	200	80	0.6%	3.05	1.19	0.54	0.1	0	1.32
B1-B0	PVC	200	43.16	5.7%	18.01	2.68	0.3	0.06	0	4.27
A2-A1	PVC	200	56	0.9%	1.52	0.7	0.14	0.03	0	1.66
A1-A0	PVC	200	27.66	0.5%	0.96	0.57	0.17	0.03	0.01	1.23
Tramos Sector 11										
ID	Material	Diametro	Longitud	S(‰)	Tension Tr.	Velocidad	Y/D	Y.Norm.	Y.Crit.	N.Froude
B8-B7	PVC	200	79.3	0.5%	0.61	0.42	0.1	0.02	0.01	1.17
B7-B4	PVC	200	45.58	0.5%	0.7	0.46	0.12	0.02	0.01	1.18
B6-B5	PVC	200	57.21	1.1%	0.69	0.4	0.05	0.01	0	1.57
B5-B4	PVC	200	80.56	0.5%	0.58	0.41	0.1	0.02	0.01	1.16
B4-B3	PVC	200	55.7	0.5%	0.96	0.57	0.17	0.03	0.01	1.23
B3-B2	PVC	200	75.69	0.5%	1.06	0.61	0.19	0.04	0.01	1.24
B2-B1	PVC	200	74.29	1.6%	2.77	0.95	0.15	0.03	0	2.19
B1-B0	PVC	315	20.67	0.5%	3.95	1.47	0.57	0.17	0.01	1.25
A11-A10	PVC	315	74.72	0.5%	3.96	1.47	0.57	0.17	0.01	1.25
A10-A9	PVC	315	80.04	0.5%	3.97	1.47	0.58	0.17	0.01	1.25
A9-A8	PVC	315	79.91	0.5%	3.99	1.47	0.58	0.17	0.01	1.25
A8-A7	PVC	315	80.07	0.5%	4	1.48	0.58	0.17	0.01	1.25
A7-A6	PVC	315	80	0.5%	4.01	1.48	0.58	0.17	0.01	1.24
A6-A5	PVC	315	79.95	0.5%	4.02	1.48	0.59	0.18	0.01	1.24
A5-A4	PVC	315	49.89	0.5%	4.03	1.48	0.59	0.18	0.01	1.24
A4-A3	PVC	315	43.65	0.5%	4.03	1.49	0.59	0.18	0.01	1.24
A3-A2	PVC	315	80.03	0.5%	4.26	1.54	0.66	0.2	0.01	1.17
A2-A1	PVC	315	79.95	0.5%	4.26	1.54	0.67	0.2	0.01	1.17
A1-A0	PVC	315	79.99	0.5%	4.27	1.54	0.67	0.2	0.01	1.17

**Tabla 30. Resultados Por Tramo Sector 10 y 11**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

Como resultados de velocidades estuvieron en un rango de 0.4 m/s como mínima y 2.74 m/s como máxima. En cuanto a las pendientes en un rango de 0.5% como mínima y 5.75% como máxima. Ambas cumpliendo con las normas del SANAA.

Otra observación que se hizo fue en cuanto a la tubería. Según el SANAA las distancias entre pozo y pozo no debe superar los 80 m y que el diámetro comercial a usarse debe ser igual o mayor al de 200 mm (8"). En el caso de este diseño ningún tramo supero los 80 m y las tuberías que se utilizaron fueron de 200 mm (8"), 250 mm (10") y de 300 mm (12") haciendo un total de 214 tramos y alcanzando los 11.6 km de tubería.

Siguiente a la tabla de resultados de tramos, nos encontramos con los datos de diseño del nodo entrante y saliente. Donde especifica la cota topográfica, la corona, fondo, nivel del agua, recubrimiento (1.5 m como mínima según el SANAA) y datos de la excavación. Cabe mencionar que las normas especifican que las excavaciones están en un rango de 1.5 m como mínima y 4.50 como máxima. En caso contrario que se superen los 4.5 m de excavación se da la opción de hacer un refuerzo de doble pared de ladrillo, desde el fondo hasta H/3 del pozo considerando que la altura total del pozo no debe superar los 6 m de altura.

En el caso de que un en pozo tenga dos o más tuberías entrantes, la caída de agua no debe superar los 0.7 m de altura, de esta manera evitar turbulencias en el agua. En caso contrario supere el límite, se hace uso un accesorio especial que encauce el caudal con un mínimo de turbulencias.

<b>Nodos Entrantes Sector 1</b>									
ID	Nodo 1	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
E4-E3	E4	25.92	24.42	24.12	24.23	24.24	1.5	1.8	0
E3-E2	E3	25.98	24.1	23.8	23.91	23.93	1.88	2.18	0
E2-E1	E2	25.81	23.73	23.43	23.53	23.56	2.08	2.38	0
E1-E0	E1	25.22	23.45	23.15	23.25	23.28	1.77	2.07	0

<b>Nodos Salientes Sector 1</b>									
ID	Nodo 2	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
E4-E3	E3	25.98	24.1	23.8	23.91	23.93	1.88	2.18	0
E3-E2	E2	25.81	23.73	23.43	23.53	23.56	2.08	2.38	0
E2-E1	E1	25.22	23.45	23.15	23.25	23.28	1.77	2.07	0
E1-E0	E0	24.8	23.05	22.74	22.85	22.88	1.75	2.06	0

**Tabla 31. Resultados Por Nodo Sector 1**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Nodos Entrantes Sector 2</b>									
ID	Nodo 1	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
D1-D0	D1	22.19	20.69	20.39	20.5	20.5	1.5	1.8	0
C2-C1	C2	20.8	19.3	19	19.1	19.12	1.5	1.8	0
C1-D0	C1	20.65	18.75	18.45	18.55	18.57	1.9	2.2	0
B10-B9	B10	20.38	18.88	18.58	18.68	18.71	1.5	1.8	0
B9-B8	B9	19.02	17.52	17.22	17.33	17.36	1.5	1.8	0
B8-B5	B8	19.14	17.27	16.97	17.08	17.11	1.87	2.17	0
B7-B6	B7	18.94	17.44	17.14	17.25	17.25	1.5	1.8	0
B6-B5	B6	19.31	16.72	16.42	16.52	16.54	2.59	2.89	0
B5-B4	B5	19.36	16.26	15.96	16.07	16.11	3.1	3.4	0
B4-B3	B4	19.45	16.04	15.74	15.85	15.9	3.41	3.71	0
B3-B2	B3	19.84	15.83	15.53	15.63	15.68	4.01	4.31	0
B2-B1	B2	20.42	15.58	15.28	15.38	15.44	4.84	5.14	0
B1-D0	B1	20.79	15.33	15.03	15.14	15.19	5.46	5.76	0
A7-A6	A7	23.15	21.65	21.35	21.45	21.47	1.5	1.8	0
A6-A1	A6	22.54	21.02	20.72	20.83	20.84	1.52	1.82	0
A5-A4	A5	23.44	21.94	21.64	21.75	21.76	1.5	1.8	0
A4-A3	A4	22.79	21.29	20.99	21.1	21.11	1.5	1.8	0
A3-A2	A3	22.18	20.68	20.38	20.49	20.55	1.5	1.8	0
A2-A1	A2	21.84	20.34	20.04	20.15	20.21	1.5	1.8	0
A1-A0	A1	21.93	20.18	19.88	19.99	20.06	1.75	2.05	0

<b>Nodos Salientes Sector 2</b>									
ID	Nodo 2	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
D1-D0	D0	21.44	19.94	19.64	19.75	19.75	1.5	1.8	0
C2-C1	C1	20.65	18.75	18.45	18.55	18.56	1.9	2.2	0
C1-D0	D0	21.44	18.43	18.13	18.23	18.25	3.01	3.31	0
B10-B9	B9	19.02	17.52	17.22	17.33	17.35	1.5	1.8	0
B9-B8	B8	19.14	17.27	16.97	17.08	17.11	1.87	2.17	0
B8-B5	B5	19.36	17.03	15.96	16.83	16.87	2.33	3.4	0.76
B7-B6	B6	19.31	16.72	16.42	16.52	16.53	2.59	2.89	0
B6-B5	B5	19.36	16.26	15.96	16.07	16.08	3.1	3.4	0
B5-B4	B4	19.45	16.04	15.74	15.85	15.89	3.41	3.71	0
B4-B3	B3	19.84	15.83	15.53	15.63	15.68	4.01	4.31	0
B3-B2	B2	20.42	15.58	15.28	15.38	15.43	4.84	5.14	0
B2-B1	B1	20.79	15.33	15.03	15.14	15.19	5.46	5.76	0
B1-D0	D0	21.44	15.09	14.79	14.89	14.95	6.35	6.65	0
A7-A6	A6	22.54	21.02	20.72	20.83	20.84	1.52	1.82	0
A6-A1	A1	21.93	20.43	19.88	20.24	20.25	1.5	2.05	0.25
A5-A4	A4	22.79	21.29	20.99	21.1	21.11	1.5	1.8	0
A4-A3	A3	22.18	20.68	20.38	20.49	20.5	1.5	1.8	0
A3-A2	A2	21.84	20.34	20.04	20.15	20.21	1.5	1.8	0
A2-A1	A1	21.93	20.18	19.88	19.99	20.06	1.75	2.05	0
A1-A0	A0	22.06	20.05	19.75	19.86	19.93	2.01	2.31	0

**Tabla 32. Resultados Por Nodo Sector 2**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Nodos Entrantes Sector 3</b>									
ID	Nodo 1	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
D3-D2	D3	24.84	23.34	23.04	23.15	23.18	1.5	1.8	0
D2-D1	D2	24.86	23.15	22.85	22.96	22.99	1.71	2.01	0
D1-D0	D1	23.96	22.46	22.16	22.26	22.3	1.5	1.8	0
C2-C1	C2	23.85	22.35	22.05	22.16	22.16	1.5	1.8	0
C1-C0	C1	24.02	21.85	21.55	21.66	21.67	2.17	2.47	0
B2-B1	B2	23.96	22.46	22.16	22.26	22.27	1.5	1.8	0
B1-C0	B1	24.14	21.55	21.25	21.35	21.36	2.59	2.89	0
A7-A6	A7	24.53	23.03	22.73	22.84	22.85	1.5	1.8	0
A6-A1	A6	24.28	22.2	21.9	22	22.01	2.08	2.38	0
A5-A4	A5	23.66	22.16	21.86	21.97	21.97	1.5	1.8	0
A4-A2	A4	23.46	21.31	21.01	21.11	21.12	2.15	2.45	0
A3-A2	A3	21.56	20.06	19.76	19.86	19.93	1.5	1.8	0
A2-A1	A2	21.96	19.75	19.45	19.56	19.63	2.21	2.51	0
A1-D0	A1	21.74	19.53	19.23	19.34	19.41	2.21	2.51	0

<b>Nodos Salientes Sector 3</b>									
ID	Nodo 2	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
D3-D2	D2	24.86	23.15	22.85	22.96	22.99	1.71	2.01	0
D2-D1	D1	23.96	22.46	22.16	22.26	22.29	1.5	1.8	0
D1-D0	D0	23.49	21.99	21.69	21.8	21.83	1.5	1.8	0
C2-C1	C1	24.02	21.85	21.55	21.66	21.67	2.17	2.47	0
C1-C0	C0	23.85	21.58	21.28	21.38	21.4	2.27	2.57	0
B2-B1	B1	24.14	21.55	21.25	21.35	21.36	2.59	2.89	0
B1-C0	C0	23.85	21.08	20.78	20.88	20.89	2.77	3.07	0
A7-A6	A6	24.28	22.2	21.9	22	22.01	2.08	2.38	0
A6-A1	A1	21.74	20.24	19.23	20.05	20.06	1.5	2.51	0.71
A5-A4	A4	23.46	21.31	21.01	21.11	21.12	2.15	2.45	0
A4-A2	A2	21.96	20.46	19.45	20.26	20.28	1.5	2.51	0.71
A3-A2	A2	21.96	19.75	19.45	19.56	19.62	2.21	2.51	0
A2-A1	A1	21.74	19.53	19.23	19.34	19.41	2.21	2.51	0
A1-D0	D0	23.49	19.3	19	19.11	19.18	4.19	4.49	0

**Tabla 33. Resultados Por Nodo Sector 3**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

Nodos Entrantes Sector 4									
ID	Nodo 1	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
B23-B22	B23	22.58	21.08	20.78	20.89	20.89	1.5	1.8	0
B22-B19	B22	23.58	20.28	19.98	20.09	20.1	3.3	3.6	0
B21-B20	B21	20.81	19.31	19.01	19.11	19.2	1.5	1.8	0
B20-B19	B20	23.16	19.09	18.79	18.89	18.95	4.07	4.37	0
B19-B18	B19	19.37	17.87	17.57	17.68	17.77	1.5	1.8	0
B18-B11	B18	22.36	17.64	17.34	17.45	17.54	4.72	5.02	0
B17-B16	B17	22.66	21.16	20.86	20.97	20.97	1.5	1.8	0
B16-B13	B16	22.48	20.64	20.34	20.44	20.46	1.84	2.14	0
B23-B14	B23	22.58	21.08	20.78	20.89	20.89	1.5	1.8	0
B14-B13	B14	23.21	20.29	19.99	20.1	20.11	2.92	3.22	0
B13-B12	B13	22.33	19.86	19.56	19.67	19.69	2.47	2.77	0
B12-B11	B12	21.84	19.53	19.23	19.34	19.35	2.31	2.61	0
B11-B10	B11	18.91	17.41	17.11	17.22	17.31	1.5	1.8	0
B10-B2	B10	20.29	17.18	16.88	16.99	17.09	3.11	3.41	0
B9-B8	B9	22.95	21.45	21.15	21.26	21.26	1.5	1.8	0
B8-B5	B8	21.57	20.07	19.77	19.88	19.89	1.5	1.8	0
B7-B6	B7	22.33	20.83	20.53	20.64	20.64	1.5	1.8	0
B6-B5	B6	22.12	20.13	19.83	19.94	19.95	1.99	2.29	0
B5-B4	B5	20.82	19.32	19.02	19.13	19.15	1.5	1.8	0
B4-B3	B4	20.55	19.05	18.75	18.85	18.88	1.5	1.8	0
B3-B2	B3	21.15	18.8	18.5	18.6	18.62	2.35	2.65	0
B2-B1	B2	18.45	16.95	16.65	16.76	16.86	1.5	1.8	0
B1-B0	B1	19.54	16.65	16.35	16.46	16.56	2.89	3.19	0
A1-A0	A1	21.15	19.65	19.35	19.45	19.46	1.5	1.8	0

Nodos Salientes Sector 4									
ID	Nodo 2	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
B23-B22	B22	23.58	20.28	19.98	20.09	20.09	3.3	3.6	0
B22-B19	B19	19.37	17.87	17.57	17.68	17.68	1.5	1.8	0
B21-B20	B20	23.16	19.09	18.79	18.89	18.98	4.07	4.37	0
B20-B19	B19	19.37	17.87	17.57	17.68	17.73	1.5	1.8	0
B19-B18	B18	22.36	17.64	17.34	17.45	17.54	4.72	5.02	0
B18-B11	B11	18.91	17.41	17.11	17.22	17.31	1.5	1.8	0
B17-B16	B16	22.48	20.64	20.34	20.44	20.45	1.84	2.14	0
B16-B13	B13	22.33	20.32	19.56	20.13	20.14	2.01	2.77	0.46
B23-B14	B14	23.21	20.29	19.99	20.1	20.11	2.92	3.22	0
B14-B13	B13	22.33	19.86	19.56	19.67	19.68	2.47	2.77	0
B13-B12	B12	21.84	19.53	19.23	19.34	19.36	2.31	2.61	0
B12-B11	B11	18.91	17.41	17.11	17.22	17.23	1.5	1.8	0
B11-B10	B10	20.29	17.18	16.88	16.99	17.09	3.11	3.41	0
B10-B2	B2	18.45	16.95	16.65	16.76	16.85	1.5	1.8	0
B9-B8	B8	21.57	20.07	19.77	19.88	19.88	1.5	1.8	0
B8-B5	B5	20.82	19.32	19.02	19.13	19.14	1.5	1.8	0
B7-B6	B6	22.12	20.13	19.83	19.94	19.95	1.99	2.29	0
B6-B5	B5	20.82	19.32	19.02	19.13	19.13	1.5	1.8	0
B5-B4	B4	20.55	19.05	18.75	18.85	18.88	1.5	1.8	0
B4-B3	B3	21.15	18.8	18.5	18.6	18.63	2.35	2.65	0
B3-B2	B2	18.45	16.95	16.65	16.76	16.77	1.5	1.8	0
B2-B1	B1	19.54	16.65	16.35	16.46	16.56	2.89	3.19	0
B1-B0	B0	19.04	16.34	16.04	16.15	16.26	2.7	3	0
A1-A0	A0	19.85	18.35	18.05	18.16	18.16	1.5	1.8	0

**Tabla 34. Resultados Por Nodo Sector 4**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

Nodos Entrantes Sector 5									
ID	Nodo 1	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
B16-B15	B16	20.32	18.82	18.52	18.63	18.64	1.5	1.8	0
B15-B14	B15	19.81	18.31	18.01	18.11	18.14	1.5	1.8	0
B14-B13	B14	19.38	17.88	17.58	17.68	17.72	1.5	1.8	0
B13-B12	B13	19.04	17.54	17.24	17.34	17.38	1.5	1.8	0
B12-B11	B12	18.88	17.27	16.97	17.08	17.1	1.61	1.91	0
B11-B10	B11	17.56	16.06	15.76	15.86	16	1.5	1.8	0
B10-B2	B10	17.19	15.65	15.35	15.46	15.53	1.54	1.84	0
B9-B8	B9	18.61	17.11	16.81	16.92	16.93	1.5	1.8	0
B8-B7	B8	17.15	15.65	15.35	15.45	15.47	1.5	1.8	0
B7-B6	B7	16.87	15.37	15.07	15.18	15.2	1.5	1.8	0
B6-B5	B6	16.71	15.21	14.91	15.02	15.04	1.5	1.8	0
B5-B4	B5	16.49	14.96	14.66	14.76	14.79	1.53	1.83	0
B4-B3	B4	16.27	14.71	14.41	14.51	14.55	1.56	1.86	0
B3-B2	B3	16.39	14.41	14.11	14.21	14.24	1.98	2.28	0
B2-B1	B2	13.21	11.72	11.37	11.48	11.6	1.49	1.84	0.04
B1-B0	B1	16.32	11.37	11.02	11.13	11.25	4.95	5.3	0
A8-A7	A8	18.7	17.2	16.9	17	17.02	1.5	1.8	0
A7-A6	A7	18.25	16.66	16.36	16.47	16.48	1.59	1.89	0
A6-A5	A6	17.52	16.02	15.72	15.82	15.84	1.5	1.8	0
A5-A4	A5	16.75	15.25	14.95	15.06	15.08	1.5	1.8	0
A4-A1	A4	16.42	14.92	14.62	14.73	14.75	1.5	1.8	0
A3-A2	A3	16.76	15.26	14.96	15.06	15.08	1.5	1.8	0
A2-A1	A2	16.59	14.76	14.45	14.56	14.57	1.83	2.14	0
A1-B0	A1	16.2	14.49	14.19	14.3	14.33	1.71	2.01	0

Nodos Salientes Sector 5									
ID	Nodo 2	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
B16-B15	B15	19.81	18.31	18.01	18.11	18.13	1.5	1.8	0
B15-B14	B14	19.38	17.88	17.58	17.68	17.71	1.5	1.8	0
B14-B13	B13	19.04	17.54	17.24	17.34	17.38	1.5	1.8	0
B13-B12	B12	18.88	17.27	16.97	17.08	17.11	1.61	1.91	0
B12-B11	B11	17.56	16.06	15.76	15.86	15.89	1.5	1.8	0
B11-B10	B10	17.19	15.65	15.35	15.46	15.59	1.54	1.84	0
B10-B2	B2	13.21	11.71	11.37	11.52	11.58	1.5	1.84	0.04
B9-B8	B8	17.15	15.65	15.35	15.45	15.47	1.5	1.8	0
B8-B7	B7	16.87	15.37	15.07	15.18	15.19	1.5	1.8	0
B7-B6	B6	16.71	15.21	14.91	15.02	15.04	1.5	1.8	0
B6-B5	B5	16.49	14.96	14.66	14.76	14.79	1.53	1.83	0
B5-B4	B4	16.27	14.71	14.41	14.51	14.54	1.56	1.86	0
B4-B3	B3	16.39	14.41	14.11	14.21	14.25	1.98	2.28	0
B3-B2	B2	13.21	11.71	11.37	11.52	11.54	1.5	1.84	0.04
B2-B1	B1	16.32	11.37	11.02	11.13	11.25	4.95	5.3	0
B1-B0	B0	16.06	11.05	10.7	10.81	10.93	5.01	5.36	0
A8-A7	A7	18.25	16.66	16.36	16.47	16.48	1.59	1.89	0
A7-A6	A6	17.52	16.02	15.72	15.82	15.84	1.5	1.8	0
A6-A5	A5	16.75	15.25	14.95	15.06	15.07	1.5	1.8	0
A5-A4	A4	16.42	14.92	14.62	14.73	14.75	1.5	1.8	0
A4-A1	A1	16.2	14.67	14.19	14.48	14.5	1.53	2.01	0.18
A3-A2	A2	16.59	14.76	14.45	14.56	14.57	1.83	2.14	0
A2-A1	A1	16.2	14.49	14.19	14.3	14.31	1.71	2.01	0
A1-B0	B0	16.06	14.16	13.86	13.96	13.99	1.9	2.2	0

**Tabla 35. Resultados Por Nodo Sector 5**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

Nodos Entrantes Sector 6									
ID	Nodo 1	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
R25-R24	R25	15.64	14.14	13.84	13.95	13.95	1.5	1.8	0
R24-R23	R24	15.6	12.81	12.51	12.62	12.63	2.79	3.09	0
R23-R2	R23	15.45	12.4	12.1	12.21	12.23	3.05	3.35	0
R22-R21	R22	14.79	13.29	12.99	13.1	13.18	1.5	1.8	0
R21-R20	R21	16.19	12.92	12.62	12.72	12.81	3.27	3.57	0
R20-R19	R20	15.84	12.76	12.46	12.56	12.65	3.08	3.38	0
R19-R18	R19	15.68	12.61	12.31	12.42	12.51	3.07	3.37	0
R18-R17	R18	15.41	12.38	12.08	12.18	12.28	3.03	3.33	0
R17-R16	R17	15.21	12.12	11.82	11.92	12.02	3.09	3.39	0
R16-R15	R16	14.93	11.82	11.52	11.62	11.72	3.11	3.41	0
R15-R3	R15	15	11.55	11.25	11.35	11.45	3.45	3.75	0
R14-R13	R14	16.42	14.92	14.62	14.73	14.76	1.5	1.8	0
R13-R11	R13	16.1	14.6	14.3	14.41	14.45	1.5	1.8	0
R12-R11	R12	16.19	14.69	14.39	14.5	14.5	1.5	1.8	0
R11-R10	R11	16.12	13.72	13.41	13.52	13.56	2.4	2.71	0
R10-R9	R10	15.94	13.64	13.34	13.45	13.49	2.3	2.6	0
R9-R6	R9	15.72	13.35	13.05	13.15	13.2	2.37	2.67	0
R8-R7	R8	12.54	11.09	10.74	10.85	10.98	1.45	1.8	0
R7-R6	R7	15.95	10.92	10.57	10.68	10.82	5.03	5.38	0
R6-R5	R6	15.71	10.6	10.25	10.35	10.5	5.11	5.46	0
R5-R4	R5	15.64	10.53	10.18	10.29	10.43	5.11	5.46	0
R4-R3	R4	15.22	10.25	9.89	10	10.15	4.97	5.33	0
R3-R2	R3	15.2	9.87	9.45	9.56	9.72	5.33	5.75	0.05
R2-R1	R2	15.3	9.76	9.34	9.45	9.61	5.54	5.96	0
R1-R0	R1	14.95	9.53	9.12	9.23	9.39	5.42	5.83	0

Nodos Salientes Sector 6									
ID	Nodo 2	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
R25-R24	R24	15.6	12.81	12.51	12.62	12.62	2.79	3.09	0
R24-R23	R23	15.45	12.4	12.1	12.21	12.22	3.05	3.35	0
R23-R2	R2	15.3	12.09	9.34	11.89	11.91	3.21	5.96	2.44
R22-R21	R21	16.19	12.92	12.62	12.72	12.81	3.27	3.57	0
R21-R20	R20	15.84	12.76	12.46	12.56	12.65	3.08	3.38	0
R20-R19	R19	15.68	12.61	12.31	12.42	12.51	3.07	3.37	0
R19-R18	R18	15.41	12.38	12.08	12.18	12.27	3.03	3.33	0
R18-R17	R17	15.21	12.12	11.82	11.92	12.02	3.09	3.39	0
R17-R16	R16	14.93	11.82	11.52	11.62	11.72	3.11	3.41	0
R16-R15	R15	15	11.55	11.25	11.35	11.45	3.45	3.75	0
R15-R3	R3	15.2	11.33	9.46	11.14	11.23	3.87	5.74	1.57
R14-R13	R13	16.1	14.6	14.3	14.41	14.44	1.5	1.8	0
R13-R11	R11	16.12	14.32	13.41	14.13	14.17	1.8	2.71	0.61
R12-R11	R11	16.12	13.72	13.41	13.52	13.53	2.4	2.71	0
R11-R10	R10	15.94	13.64	13.34	13.45	13.49	2.3	2.6	0
R10-R9	R9	15.72	13.35	13.05	13.15	13.2	2.37	2.67	0
R9-R6	R6	15.71	12.98	10.25	12.78	12.83	2.73	5.46	2.43
R8-R7	R7	15.95	10.92	10.57	10.68	10.82	5.03	5.38	0
R7-R6	R6	15.71	10.6	10.25	10.35	10.49	5.11	5.46	0
R6-R5	R5	15.64	10.53	10.18	10.29	10.43	5.11	5.46	0
R5-R4	R4	15.22	10.25	9.89	10	10.15	4.97	5.33	0
R4-R3	R3	15.2	9.85	9.45	9.61	9.76	5.35	5.75	0.05
R3-R2	R2	15.3	9.76	9.34	9.45	9.61	5.54	5.96	0
R2-R1	R1	14.95	9.53	9.12	9.23	9.39	5.42	5.83	0
R1-R0	R0	14.67	9.32	8.9	9.01	9.17	5.35	5.77	0

**Tabla 36. Resultados Por Nodo Sector 6**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Nodos Entrantes Sector 7</b>									
ID	Nodo 1	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
B7-B6	B7	16.42	14.92	14.62	14.73	14.8	1.5	1.8	0
B6-B5	B6	18	14.7	14.4	14.51	14.58	3.3	3.6	0
B5-B4	B5	17.75	14.36	14.06	14.16	14.24	3.39	3.69	0
B4-B3	B4	17.72	14.19	13.89	13.99	14.07	3.53	3.83	0
B3-B2	B3	17.53	13.94	13.64	13.74	13.82	3.59	3.89	0
B2-B1	B2	17.32	13.71	13.41	13.51	13.59	3.61	3.91	0
B1-B0	B1	17.15	13.61	13.31	13.42	13.5	3.54	3.84	0
A14-A13	A14	18.25	16.75	16.45	16.56	16.57	1.5	1.8	0
A13-A12	A13	17.71	16.21	15.91	16.01	16.03	1.5	1.8	0
A12-A1	A12	17.05	15.55	15.25	15.35	15.37	1.5	1.8	0
A11-A10	A11	18.9	17.4	17.1	17.2	17.22	1.5	1.8	0
A10-A9	A10	18.33	16.83	16.53	16.64	16.65	1.5	1.8	0
A9-A8	A9	18	16.5	16.2	16.31	16.32	1.5	1.8	0
A8-A3	A8	17.75	16.25	15.95	16.05	16.07	1.5	1.8	0
A7-A6	A7	17.72	16.22	15.92	16.02	16.03	1.5	1.8	0
A6-A5	A6	17.57	15.69	15.39	15.5	15.52	1.88	2.18	0
A5-A4	A5	17.6	15.44	15.14	15.25	15.27	2.16	2.46	0
A4-A3	A4	17.6	15.24	14.94	15.05	15.07	2.36	2.66	0
A3-A2	A3	17.47	15.12	14.82	14.92	14.95	2.35	2.65	0
A2-A1	A2	17.17	14.83	14.53	14.63	14.66	2.34	2.64	0
A1-A0	A1	16.8	14.64	14.34	14.44	14.48	2.16	2.46	0

<b>Nodos Salientes Sector 7</b>									
ID	Nodo 2	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
B7-B6	B6	18	14.7	14.4	14.51	14.58	3.3	3.6	0
B6-B5	B5	17.75	14.36	14.06	14.16	14.23	3.39	3.69	0
B5-B4	B4	17.72	14.19	13.89	13.99	14.07	3.53	3.83	0
B4-B3	B3	17.53	13.94	13.64	13.74	13.82	3.59	3.89	0
B3-B2	B2	17.32	13.71	13.41	13.51	13.59	3.61	3.91	0
B2-B1	B1	17.15	13.61	13.31	13.42	13.5	3.54	3.84	0
B1-B0	B0	16.42	13.29	12.99	13.09	13.18	3.13	3.43	0
A14-A13	A13	17.71	16.21	15.91	16.01	16.03	1.5	1.8	0
A13-A12	A12	17.05	15.55	15.25	15.35	15.37	1.5	1.8	0
A12-A1	A1	16.8	15.3	14.34	15.1	15.12	1.5	2.46	0.66
A11-A10	A10	18.33	16.83	16.53	16.64	16.65	1.5	1.8	0
A10-A9	A9	18	16.5	16.2	16.31	16.32	1.5	1.8	0
A9-A8	A8	17.75	16.25	15.95	16.05	16.07	1.5	1.8	0
A8-A3	A3	17.47	15.97	14.82	15.77	15.79	1.5	2.65	0.85
A7-A6	A6	17.57	15.69	15.39	15.5	15.51	1.88	2.18	0
A6-A5	A5	17.6	15.44	15.14	15.25	15.27	2.16	2.46	0
A5-A4	A4	17.6	15.24	14.94	15.05	15.07	2.36	2.66	0
A4-A3	A3	17.47	15.12	14.82	14.92	14.94	2.35	2.65	0
A3-A2	A2	17.17	14.83	14.53	14.63	14.66	2.34	2.64	0
A2-A1	A1	16.8	14.64	14.34	14.44	14.47	2.16	2.46	0
A1-A0	A0	16.42	14.3	14	14.1	14.14	2.12	2.42	0

**Tabla 37. Resultados Por Nodo Sector 7**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

Nodos Entrantes Sector 8									
ID	Nodo 1	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
B4-B3	B4	21.75	20.25	19.95	20.06	20.07	1.5	1.8	0
B3-B2	B3	20.65	19.15	18.85	18.95	18.98	1.5	1.8	0
B2-B1	B2	20	18.5	18.2	18.31	18.33	1.5	1.8	0
B1-B0	B1	19.46	17.96	17.66	17.76	17.8	1.5	1.8	0
A21-A18	A21	18.46	16.96	16.66	16.76	16.8	1.5	1.8	0
A20-A19	A20	19.14	17.64	17.34	17.44	17.46	1.5	1.8	0
A19-A18	A19	18.65	16.97	16.67	16.77	16.79	1.68	1.98	0
A18-A1	A18	18.33	16.64	16.34	16.45	16.49	1.69	1.99	0
A17-A16	A17	20	18.5	18.2	18.31	18.33	1.5	1.8	0
A16-A12	A16	19.52	18.02	17.72	17.83	17.85	1.5	1.8	0
A15-A14	A15	20.21	18.71	18.41	18.51	18.52	1.5	1.8	0
A14-A13	A14	19.81	18.01	17.71	17.82	17.84	1.8	2.1	0
A13-A12	A13	19.55	17.71	17.41	17.52	17.54	1.84	2.14	0
A12-A3	A12	19.14	17.46	17.16	17.27	17.3	1.68	1.98	0
A11-A10	A11	21.23	19.73	19.43	19.53	19.55	1.5	1.8	0
A10-A7	A10	21.08	19.18	18.88	18.98	19	1.9	2.2	0
A9-A8	A9	20.89	19.39	19.09	19.19	19.2	1.5	1.8	0
A8-A7	A8	21.3	18.77	18.47	18.58	18.59	2.53	2.83	0
A7-A6	A7	20.21	18.45	18.15	18.26	18.28	1.76	2.06	0
A6-A5	A6	19.57	18.07	17.77	17.88	17.89	1.5	1.8	0
A5-A4	A5	18.93	17.43	17.13	17.24	17.24	1.5	1.8	0
A4-A3	A4	18.85	15.85	15.55	15.65	15.67	3	3.3	0
A3-A2	A3	18.64	15.42	15.12	15.22	15.26	3.22	3.52	0
A2-A1	A2	18.41	15.1	14.8	14.9	14.94	3.31	3.61	0
A1-A0	A1	18.21	14.77	14.47	14.58	14.64	3.44	3.74	0

Nodos Salientes Sector 8									
ID	Nodo 2	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
B4-B3	B3	20.65	19.15	18.85	18.95	18.97	1.5	1.8	0
B3-B2	B2	20	18.5	18.2	18.31	18.33	1.5	1.8	0
B2-B1	B1	19.46	17.96	17.66	17.76	17.79	1.5	1.8	0
B1-B0	B0	19.14	17.64	17.34	17.44	17.48	1.5	1.8	0
A21-A18	A18	18.33	16.82	16.34	16.63	16.66	1.51	1.99	0.18
A20-A19	A19	18.65	16.97	16.67	16.77	16.78	1.68	1.98	0
A19-A18	A18	18.33	16.64	16.34	16.45	16.47	1.69	1.99	0
A18-A1	A1	18.21	16.43	14.47	16.23	16.27	1.78	3.74	1.65
A17-A16	A16	19.52	18.02	17.72	17.83	17.85	1.5	1.8	0
A16-A12	A12	19.14	17.64	17.16	17.44	17.47	1.5	1.98	0.18
A15-A14	A14	19.81	18.01	17.71	17.82	17.83	1.8	2.1	0
A14-A13	A13	19.55	17.71	17.41	17.52	17.53	1.84	2.14	0
A13-A12	A12	19.14	17.46	17.16	17.27	17.28	1.68	1.98	0
A12-A3	A3	18.64	17.14	15.12	16.94	16.98	1.5	3.52	1.72
A11-A10	A10	21.08	19.18	18.88	18.98	19	1.9	2.2	0
A10-A7	A7	20.21	18.71	18.15	18.51	18.53	1.5	2.06	0.26
A9-A8	A8	21.3	18.77	18.47	18.58	18.59	2.53	2.83	0
A8-A7	A7	20.21	18.45	18.15	18.26	18.27	1.76	2.06	0
A7-A6	A6	19.57	18.07	17.77	17.88	17.9	1.5	1.8	0
A6-A5	A5	18.93	17.43	17.13	17.24	17.25	1.5	1.8	0
A5-A4	A4	18.85	15.85	15.55	15.65	15.66	3	3.3	0
A4-A3	A3	18.64	15.42	15.12	15.22	15.24	3.22	3.52	0
A3-A2	A2	18.41	15.1	14.8	14.9	14.94	3.31	3.61	0
A2-A1	A1	18.21	14.77	14.47	14.58	14.62	3.44	3.74	0
A1-A0	A0	18.21	14.67	14.37	14.48	14.54	3.54	3.84	0

**Tabla 38. Resultados Por Nodo Sector 8**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

Nodos Entrantes Sector 9									
ID	Nodo 1	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
C6-C5	C6	23.48	21.98	21.68	21.78	21.79	1.5	1.8	0
C5-C4	C5	22.76	21.14	20.83	20.94	20.95	1.62	1.93	0
C4-C2	C4	22.28	20.78	20.48	20.59	20.6	1.5	1.8	0
C3-C2	C3	22.34	20.84	20.54	20.65	20.65	1.5	1.8	0
C2-C1	C2	21.92	19.78	19.48	19.59	19.61	2.14	2.44	0
C1-C0	C1	21.75	19.66	19.36	19.47	19.49	2.09	2.39	0
B3-B1	B3	22.89	21.39	21.09	21.19	21.21	1.5	1.8	0
B2-B1	B2	22.28	20.78	20.48	20.59	20.6	1.5	1.8	0
B1-C0	B1	22.27	19.95	19.65	19.75	19.77	2.32	2.62	0
A16-A15	A16	21.45	19.95	19.65	19.76	19.77	1.5	1.8	0
A15-A14	A15	20.93	19.43	19.13	19.24	19.26	1.5	1.8	0
A14-A6	A14	20.47	18.97	18.67	18.77	18.8	1.5	1.8	0
A13-A12	A13	23.48	21.98	21.68	21.78	21.83	1.5	1.8	0
A12-A11	A12	22.96	21.46	21.16	21.26	21.31	1.5	1.8	0
A11-A10	A11	22.34	20.84	20.54	20.65	20.68	1.5	1.8	0
A10-A9	A10	21.35	19.85	19.55	19.66	19.7	1.5	1.8	0
A9-A8	A9	20.72	19.22	18.92	19.02	19.07	1.5	1.8	0
A8-A7	A8	20.4	18.9	18.6	18.7	18.76	1.5	1.8	0
A7-A6	A7	20.42	18.76	18.46	18.57	18.61	1.66	1.96	0
A6-A5	A6	20.01	18.51	18.21	18.32	18.37	1.5	1.8	0
A5-A4	A5	19.45	17.95	17.65	17.76	17.81	1.5	1.8	0
A4-A3	A4	18.6	17.1	16.8	16.91	16.97	1.5	1.8	0
A3-A2	A3	18.76	16.92	16.61	16.72	16.79	1.84	2.15	0
A2-A1	A2	18.73	16.65	16.34	16.45	16.52	2.08	2.39	0
A1-A0	A1	18.92	16.37	16.07	16.18	16.25	2.55	2.85	0

Nodos Salientes Sector 9									
ID	Nodo 2	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
C6-C5	C5	22.76	21.14	20.83	20.94	20.95	1.62	1.93	0
C5-C4	C4	22.28	20.78	20.48	20.59	20.6	1.5	1.8	0
C4-C2	C2	21.92	20.42	19.48	20.23	20.24	1.5	2.44	0.64
C3-C2	C2	21.92	19.78	19.48	19.59	19.59	2.14	2.44	0
C2-C1	C1	21.75	19.66	19.36	19.47	19.49	2.09	2.39	0
C1-C0	C0	21.65	19.38	19.08	19.19	19.21	2.27	2.57	0
B3-B1	B1	22.27	20.77	19.65	20.58	20.59	1.5	2.62	0.82
B2-B1	B1	22.27	19.95	19.65	19.75	19.76	2.32	2.62	0
B1-C0	C0	21.65	19.57	19.27	19.38	19.4	2.08	2.38	0
A16-A15	A15	20.93	19.43	19.13	19.24	19.25	1.5	1.8	0
A15-A14	A14	20.47	18.97	18.67	18.77	18.8	1.5	1.8	0
A14-A6	A6	20.01	18.51	18.21	18.32	18.34	1.5	1.8	0
A13-A12	A12	22.96	21.46	21.16	21.26	21.31	1.5	1.8	0
A12-A11	A11	22.34	20.84	20.54	20.65	20.69	1.5	1.8	0
A11-A10	A10	21.35	19.85	19.55	19.66	19.69	1.5	1.8	0
A10-A9	A9	20.72	19.22	18.92	19.02	19.07	1.5	1.8	0
A9-A8	A8	20.4	18.9	18.6	18.7	18.75	1.5	1.8	0
A8-A7	A7	20.42	18.76	18.46	18.57	18.62	1.66	1.96	0
A7-A6	A6	20.01	18.51	18.21	18.32	18.36	1.5	1.8	0
A6-A5	A5	19.45	17.95	17.65	17.76	17.81	1.5	1.8	0
A5-A4	A4	18.6	17.1	16.8	16.91	16.96	1.5	1.8	0
A4-A3	A3	18.76	16.92	16.61	16.72	16.79	1.84	2.15	0
A3-A2	A2	18.73	16.65	16.34	16.45	16.52	2.08	2.39	0
A2-A1	A1	18.92	16.37	16.07	16.18	16.25	2.55	2.85	0
A1-A0	A0	19.15	16.1	15.8	15.91	15.98	3.05	3.35	0

**Tabla 39. Resultados Por Nodo Sector 9**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

<b>Nodos Entrantes Sector 10</b>									
ID	Nodo 1	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
B11-B10	B11	19.15	17.65	17.35	17.45	17.52	1.5	1.8	0
B10-B9	B10	18.6	17.1	16.8	16.91	16.97	1.5	1.8	0
B9-B8	B9	17.83	16.33	16.03	16.14	16.2	1.5	1.8	0
B8-B7	B8	17.72	16.22	15.92	16.02	16.1	1.5	1.8	0
B7-B6	B7	17.29	15.79	15.49	15.6	15.68	1.5	1.8	0
B6-B5	B6	17.18	15.68	15.38	15.49	15.57	1.5	1.8	0
B5-B4	B5	16.9	15.4	15.09	15.2	15.28	1.5	1.8	0
B4-B3	B4	16.61	15.11	14.81	14.92	15.01	1.5	1.8	0
B3-B2	B3	16.09	14.59	14.29	14.4	14.49	1.5	1.8	0
B2-B1	B2	15.48	13.98	13.68	13.78	13.89	1.5	1.8	0
B1-B0	B1	14.98	13.48	13.18	13.28	13.34	1.5	1.8	0
A2-A1	A2	19.13	17.63	17.33	17.43	17.46	1.5	1.8	0
A1-A0	A1	18.6	17.1	16.8	16.91	16.94	1.5	1.8	0

<b>Nodos Salientes Sector 10</b>									
ID	Nodo 2	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
B11-B10	B10	18.6	17.1	16.8	16.91	16.97	1.5	1.8	0
B10-B9	B9	17.83	16.33	16.03	16.14	16.2	1.5	1.8	0
B9-B8	B8	17.72	16.22	15.92	16.02	16.09	1.5	1.8	0
B8-B7	B7	17.29	15.79	15.49	15.6	15.67	1.5	1.8	0
B7-B6	B6	17.18	15.68	15.38	15.49	15.57	1.5	1.8	0
B6-B5	B5	16.9	15.4	15.09	15.2	15.28	1.5	1.8	0
B5-B4	B4	16.61	15.11	14.81	14.92	15	1.5	1.8	0
B4-B3	B3	16.09	14.59	14.29	14.4	14.49	1.5	1.8	0
B3-B2	B2	15.48	13.98	13.68	13.78	13.88	1.5	1.8	0
B2-B1	B1	14.98	13.48	13.18	13.28	13.39	1.5	1.8	0
B1-B0	B0	12.5	11	10.7	10.81	10.86	1.5	1.8	0
A2-A1	A1	18.6	17.1	16.8	16.91	16.93	1.5	1.8	0
A1-A0	A0	18.46	16.96	16.66	16.76	16.8	1.5	1.8	0

**Tabla 40. Resultados Por Nodo Sector 10**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

Nodos Entrantes Sector 11									
ID	Nodo 1	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
B8-B7	B8	14.68	13.18	12.88	12.99	13	1.5	1.8	0
B7-B4	B7	14.65	12.78	12.48	12.59	12.61	1.87	2.17	0
B6-B5	B6	13.62	12.12	11.82	11.93	11.93	1.5	1.8	0
B5-B4	B5	13.62	11.49	11.19	11.3	11.32	2.13	2.43	0
B4-B3	B4	14.62	11.09	10.79	10.9	10.93	3.53	3.83	0
B3-B2	B3	14.44	10.81	10.51	10.62	10.65	3.63	3.93	0
B2-B1	B2	14.39	10.43	10.13	10.24	10.27	3.96	4.26	0
B1-B0	B1	10.72	9.23	8.82	8.93	9.1	1.49	1.9	0.1
A11-A10	A11	14.68	13.29	12.88	12.99	13.16	1.39	1.8	0
A10-A9	A10	14.55	12.92	12.5	12.61	12.78	1.63	2.05	0
A9-A8	A9	14.52	12.52	12.1	12.21	12.38	2	2.42	0
A8-A7	A8	14.58	12.12	11.7	11.81	11.99	2.46	2.88	0
A7-A6	A7	14.5	11.72	11.3	11.41	11.59	2.78	3.2	0
A6-A5	A6	14.45	11.32	10.9	11.01	11.19	3.13	3.55	0
A5-A4	A5	14.45	10.92	10.5	10.61	10.79	3.53	3.95	0
A4-A3	A4	14.57	10.67	10.25	10.36	10.54	3.9	4.32	0
A3-A2	A3	14.77	10.45	10.04	10.14	10.34	4.32	4.73	0
A2-A1	A2	14.53	10.05	9.63	9.74	9.94	4.48	4.9	0
A1-A0	A1	14.19	9.65	9.24	9.34	9.54	4.54	4.95	0

Nodos Salientes Sector 11									
ID	Nodo 2	Cota Topog.	Corona	Fondo	Invertida	Nivel Agua	Recubrim.	Excavación	Caída
B8-B7	B7	14.65	12.78	12.48	12.59	12.61	1.87	2.17	0
B7-B4	B4	14.62	12.56	10.79	12.36	12.38	2.06	3.83	1.46
B6-B5	B5	13.62	11.49	11.19	11.3	11.31	2.13	2.43	0
B5-B4	B4	14.62	11.09	10.79	10.9	10.91	3.53	3.83	0
B4-B3	B3	14.44	10.81	10.51	10.62	10.65	3.63	3.93	0
B3-B2	B2	14.39	10.43	10.13	10.24	10.27	3.96	4.26	0
B2-B1	B1	10.72	9.22	8.82	9.03	9.05	1.5	1.9	0.1
B1-B0	B0	14.77	9.13	8.72	8.82	8.99	5.64	6.05	0
A11-A10	A10	14.55	12.92	12.5	12.61	12.78	1.63	2.05	0
A10-A9	A9	14.52	12.52	12.1	12.21	12.38	2	2.42	0
A9-A8	A8	14.58	12.12	11.7	11.81	11.98	2.46	2.88	0
A8-A7	A7	14.5	11.72	11.3	11.41	11.58	2.78	3.2	0
A7-A6	A6	14.45	11.32	10.9	11.01	11.19	3.13	3.55	0
A6-A5	A5	14.45	10.92	10.5	10.61	10.79	3.53	3.95	0
A5-A4	A4	14.57	10.67	10.25	10.36	10.54	3.9	4.32	0
A4-A3	A3	14.77	10.45	10.04	10.14	10.32	4.32	4.73	0
A3-A2	A2	14.53	10.05	9.63	9.74	9.94	4.48	4.9	0
A2-A1	A1	14.19	9.65	9.24	9.34	9.54	4.54	4.95	0
A1-A0	A0	13.74	9.25	8.84	8.94	9.14	4.49	4.9	0

**Tabla 41. Resultados Por Nodo Sector 11**

Fuente: (Sewer Up, 2018)

Se concluyó que hay un total de 212 unidades de pozos, donde la excavación mínima es de 1.8 m y que la máxima es de 5.96 m. En el caso de este diseño, si se hará uso de pozos doblemente reforzado; para ser exactos un total de 20 unidades.

Como análisis final, a continuación, se presentan los resultados ya simplificados en base a datos generales, cotas topográficas, pozos, caudales y los tramos.

<b>DATOS GENERALES</b>	
Población actual 2018	7500 Hab
Tasa de crecimiento	2.36%
Periodo de diseño ESTACIONES	10 Años
Periodo de diseño SISTEMA	20 Años
Habitantes por lote	6 Hab
Lotes	980 Lotes
Dotación por persona	189 LPPD
Factor de retorno	0.75
Població futura ARITMÉTICA	11040 Hab
Població futura GEOMÉTRICA	11958 Hab
Població de saturación	5880 Hab
Densidad poblacional	90 Hab/Ha

**Tabla 42. Datos Generales**

Fuente: Propia

<b>POZOS</b>	
Pozos	212 unidades
Colchón de arena	624 m <sup>3</sup>
Relleno Compactado	14849 m <sup>3</sup>
Relleno Manual	3336 m <sup>3</sup>
Excavación	19324 m <sup>3</sup>
(1.50 - 1.75) m	81 unidades
(1.75 - 2.00) m	28 unidades
(2.00 - 2.25) m	17 unidades
(2.25 - 2.50) m	23 unidades
(2.50 - 2.75) m	16 unidades
(2.75 - 3.00) m	10 unidades
(3.00 - 3.25) m	9 unidades
(3.25 - 3.50) m	1 unidades
(> 4.0) m	27 unidades
Doble refuerzo	20 unidades
Excavación MAX	5.96 m
Excavación MIN	1.8 m

**Tabla 43. Resumen Final de Pozos**

Fuente: Propia

COTA	
Cota MAX	25.98 metros sobre nivel del mar
Cota MIN	10.72 metros sobre nivel del mar

**Tabla 44. Resumen Final de Cotas**

Fuente: Propia

CAUDALES	
Q MAX	76.66 l/s
Q MIN	0.08 l/s
V MAX	2.74 m/s
V MIN	0.40 m/s
S% MAX	5.75 %
S% MIN	0.50 %
N Harmon	2.87

**Tabla 45. Resumen Final de Caudales**

Fuente: Propia

TRAMOS	
Material	PVC
Tramos	211 unidades
Tubería $\varnothing$ 200.0 mm ( 8" )	10279.860 m
Tubería $\varnothing$ 250.0 mm ( 10" )	380.760 m
Tubería $\varnothing$ 300.0 mm ( 12" )	939.280 m
TOTAL	11599.9 m

**Tabla 46. Resumen Final de Tramos**

Fuente: Propia

## **CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES**

- 1) Se realizó el levantamiento topográfico de la aldea donde se concluyó que Tegucigalpa es una comunidad relativamente plana, mostrando que tiene pendientes suaves que no exceden el 5.75%; según las normas del SANAA el valor máximo de pendientes es de 15%, lo que quiere decir que todos los tramos si cumplen con las normativas.
- 2) Al diseñar la red de alcantarillado sanitario, se logró mantener las profundidades máximas de entre 1.5 m a 4.5 m para pozos sencillos y de 4.5 m a 6.0 m para pozos de paredes dobles, con alteraciones en el sistema; esto quiere decir que la red de alcantarillado no trabaja por gravedad en su totalidad ya que no cumplió con los requisitos de las normas establecidas.
- 3) Debido a que ciertos sectores no trabajan por gravedad, se necesitará el uso de 3 estaciones de bombeo, debido a que se incumplieron las velocidades mínimas y/o las profundidades de los pozos eran excesivas.
- 4) Se implementaron algunas alteraciones en cuanto a los diámetros y material de las tuberías, con un 88.6% de la red con tuberías de 8", un 3.3% con tubería de 10" y un 8.1% con tuberías de 12".
- 5) Se implementará una tubería de concreto que unifique el sector 1 al sector 3, debido a que sus cargas serían de tráfico pesado y liviano, bajo la vía de comunicación CA-13.
- 6) El costo directo del proyecto se estimó en 32,409,872.67 Lempiras.

## **CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES**

- 1) Realizar una planta de tratamiento para las aguas residuales procedentes del sistema de alcantarillado sanitario de la comunidad de Tegucigalpa, antes de ser evacuadas a un cuerpo receptor.
- 2) Estudiar la posibilidad de nuevas alternativas de terrenos para la ubicación de la planta de tratamiento que se encuentren a nivel bajo, de preferencia un sector colindante al río ya que allí es donde se estarán recolectando todas las aguas de la comunidad, con el fin de que se reduzca o sea incensario el uso de estaciones de bombeo en ese sector.
- 3) Realizar un estudio hidrológico al Río Chiquito con el propósito de asegurar la comodidad y seguridad de sus pobladores en caso de fenómenos naturales y promover una tentativa sobre la ubicación de la planta de tratamiento mucho más beneficiosa, siendo productiva para el sistema tanto funcional como económico.
- 4) Para minimizar la cantidad de bombas a 2, se recomienda que el Sector 2 se independice del sistema y que funcione con pozos sépticos o tanque Imhoff; y que la municipalidad se encargue de realizar una limpieza del tanque al año. Podría aplicarse este mismo procedimiento las viviendas que se encuentran en las cotas bajas del Sector 9.
- 5) Realizar un estudio de suelo, con el propósito de identificar el nivel freático de la zona, y por consiguiente no comprometer el proceso constructivo de los pozos de inspección. Se recomienda una calicata, en el mejor de los casos una prueba de penetración estándar.
- 6) Después de haber realizado una valoración al proyecto de alcantarillado sanitario como un sistema de evacuación de desechos sólidos, se ha categorizado el mismo como No. Dos (II) según las tablas de categorización brindadas por las leyes ambientales establecidas en el país, por lo que se recomienda respetar la magnitud e importancia del proyecto antes y después de su proceso constructivo.

## CAPÍTULO VIII. BIBLIOGRAFIA

- Alianza por el Agua. (2007). *ANUARIO SOBRE EL ACCESO A AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN CENTROAMÉRICA*. Alianza por el Agua.
- Aranda Ascencio, J. G., Lazo Reyes, E. L., & Vela Avalos, H. M. (2016). *PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA CIUDAD DE ANAMORÓS, DEPARTAMENTO DE LA UNIÓN*. San Miguel: Ciudad Universitaria de Oriente.
- CENISS. (s.f.). *CENISS*. Obtenido de <http://ceniss.gob.hn/programasMO/moidecoas.html>
- CIVILTEC. (2017). Obtenido de <http://civiltec.mx/product/gps-rtk-grx2-sokkia/>
- Crites, R., & Tchobanoglous, G. (2000). *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. Santafé de Bogota: McGraw-Hill.
- FCAS. (2013). *Fonde de Cooperación para Agua y Saneamiento*. Obtenido de <http://www.fondodelagua.aecid.es/es/fcas/donde-trabaja/paises/el-salvador.html>
- GEOSYSTEMS, P. (2018). Obtenido de <https://www.precision-geosystems.com/product/autodesk-autocad-civil-3d-2017-1-year-subscription-multi-user-floating/?v=ac4a2766028a>
- Hondudiario Redacción. (21 de Enero de 2017). *Hondudiario*. Obtenido de <http://hondudiario.com/2017/01/21/construyen-alcantarillado-sanitario-en-chinacla-la-paz/>
- Honduras.com. (21 de Enero de 2015). *Honduras.com*. Obtenido de <http://www.honduras.com/honduras-the-failings-of-economic-policies/>
- INFOM. (2001). *Normas Generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala.
- INSTOP. (2016). Obtenido de <https://www.instop.es/accesorios/accesorio.php?REF=394752>
- Lentini, E. (2010). *Servicio de agua potable y saneamiento en Guatemala: beneficios potenciales y determinantes de éxito*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Martínez Jordán, O. R. (2011). *DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO*. Monografía, Chiquimula, San Juan Ermita.

McGhee, T. J. (2001). *ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALACANTARILLADO*. Santafé de Bogotá: McGRAW-HILL INTERAMERICANA.

Mi Ambiente. (2018). *SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES, AMBIENTE Y MINAS*. Obtenido de <http://www.miambiente.gob.hn/>

Molina, E. V. (25 de Febrero de 2016). La Prensa. *En Omoa tendrán red sanitaria*.

Molina, E. V. (6 de Octubre de 2017). La Prensa. *Urgen L1.7 millones para planta de tratamiento en Omoa*.

N.CONACYT. (2018). *NUEVO CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EL SALVADOR*. Obtenido de [https://www.conacyt.gob.sv/?page\\_id=157](https://www.conacyt.gob.sv/?page_id=157)

OMS. (2018). *Organización Mundial De La Salud*. Obtenido de <http://www.who.int/topics/sanitation/es/>

Organización Mundial de la Salud. (2015). *OMS*. Obtenido de <http://www.who.int/topics/sanitation/es/>

Prieto, L. (14 de Febrero de 2014). *PREZI*. Obtenido de <https://prezi.com/akxqqfxydm9p/pozos-de-inspeccion/>

Riego, U. d. (Noviembre de 2017). *Universidad del Riego*. Obtenido de <http://www.universidadderiego.com/sobre-el-caudal-y-la-presion-del-agua/>

SANAA. (2003). *Normas para diseño de acueductos rurales*. Tegucigalpa.

SERNA. (8 de Junio de 1993). *LEY GENERAL DEL AMBIENTE*. Obtenido de [http://portalunico.iaip.gob.hn/Archivos/SERNA/Regulaciones\(normativa\)/Leyes/2015/Ley%20General%20del%20Ambiente%20Honduras.PDF](http://portalunico.iaip.gob.hn/Archivos/SERNA/Regulaciones(normativa)/Leyes/2015/Ley%20General%20del%20Ambiente%20Honduras.PDF)

Sewer Up. (2018).

SOFTZone. (2018). Obtenido de <https://www.softzone.es/2015/09/28/microsoft-excel-cumple-30-anos/>

Soy Digital. (19 de Febrero de 2016). *Construir América Central y El Caribe*. Obtenido de <https://revistaconstruir.com/honduras-destina-us1-millon-alcantarillado-agua-potable/>

TOPOEQUIPOS. (2015). SOLUCIONES INTEGRALES EN GEOMATICA. *Equipos de topografía* , 17-19.

Crites, R., & Tchobanoglous, G. (2000). *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. Santafé de Bogota: McGraw-Hill.

Fair, G. M., Geyer, J. C., & Okun, D. A. (2012). *Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales*. México D.F.: LIMUSA.

Hondudiario Redacción. (21 de Enero de 2017). *Hondudiario*. Obtenido de <http://hondudiario.com/2017/01/21/construyen-alcantarillado-sanitario-en-chinacla-la-paz/>

Honduras.com. (21 de Enero de 2015). *Honduras.com*. Obtenido de <http://www.honduras.com/honduras-the-failings-of-economic-policies/>

IDECOAS. (2015). *IDECOAS - FHIS*. Obtenido de <http://www.fhis.hn/proyxcodigo?proyecto=103118>

Molina, E. V. (25 de Febrero de 2016). La Prensa. *En Omoa tendrán red sanitaria*.

Molina, E. V. (6 de Octubre de 2017). La Prensa. *Urgen L1.7 millones para planta de tratamiento en Omoa*.

Monroy Fernández, G. (2014). *Problemáticas de los sistemas de alcantarillado*. Tesis.

Soy Digital. (19 de Febrero de 2016). *Construir América Central y El Caribe*. Obtenido de <https://revistaconstruir.com/honduras-destina-us1-millon-alcantarillado-agua-potable/>

Soy Digital. (19 de Octubre de 2017). *Construir América Central y El Caribe*. Obtenido de <https://revistaconstruir.com/honduras-ejecuta-proyecto-de-alcantarillado-y-planta-de-tratamiento-de-agua/>

Civilgeeks. (2010). Obtenido de <https://civilgeeks.com/2010/10/07/dotacion-sistema-de-agua-potable/>

Definición. (s.f.).

Glosario Topografico. (2009). Obtenido de <http://glosariogrupo3.blogspot.com/2009/02/rasante.html>

GRUPO AVILA. (2015). Obtenido de <http://plomeriabogota24horas.com/construccion-de-cajas-de-inspeccion-aguas-negras.html>

IngeMAte. (2014). Obtenido de [http://www.igme.es/ZonalInfantil/MateDivul/guia\\_didactica/pdf\\_carteles/cartel4/CARTEL%204\\_4-4.pdf](http://www.igme.es/ZonalInfantil/MateDivul/guia_didactica/pdf_carteles/cartel4/CARTEL%204_4-4.pdf)

Ingeniero de Caminos . (2016). Obtenido de <https://ingeniero-de-caminos.com/nivel-freatico/>

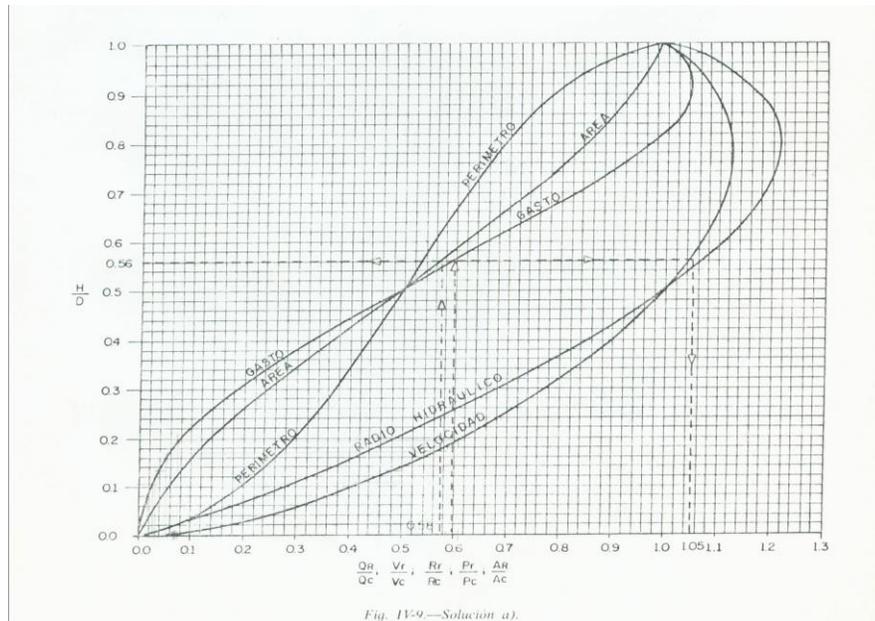
Las Aguas Residuales. (2013). Obtenido de [http://mimosa.pntic.mec.es/vgarci14/aguas\\_residuales.htm](http://mimosa.pntic.mec.es/vgarci14/aguas_residuales.htm)

Merino, J. P. (2017). *Definición.de*. Obtenido de <https://definicion.de/palenque/>

Ministerio Del Agua . (2007). Obtenido de [http://www.mmaya.gob.bo/index.php/informacion\\_institucional/El-Viceministerio-de-Agua-Potable-y-Saneamiento-Basico,1426.html](http://www.mmaya.gob.bo/index.php/informacion_institucional/El-Viceministerio-de-Agua-Potable-y-Saneamiento-Basico,1426.html)

Topoequipos. (2018). Obtenido de <http://www.topoequipos.com/dem/qu-es/terminologa/que-es-topografa>

## CAPÍTULO IX. ANEXOS



Gráfica del Banano.



Tegucigalpa, Cortés.