

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15
			VERSIÓN	02
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN		FECHA	03/04/2017
			PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad	

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

**AUTORES:**

**NOMBRE(S)** YURLEY **APELLIDOS** BARRAGAN BARGAS

**FACULTAD:** DE INGENIERÍA

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA CIVIL

**DIRECTOR:**

**NOMBRE(S)** JUAN CARLOS **APELLIDOS** SAYAGO ORTEGA

**TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS):** DISEÑO HIDRAULICO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL ASENTAMEINTO HUMANO ESPIRITU SANTO, EN LA CIUDAD DE CÚCUTA, DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

**RESUMEN.** El presente proyecto se trata de una propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el asentamiento humano Espiritu Santo de la ciudad de Cúcuta, departamento Norte de Santander. Realizado con la intención de mejorar la calidad de vida a los habitantes de este sector, disminuir la contaminación ambiental y evitar enfermedades provenientes del mal manejo de las aguas residuales del sector.

**PALABRAS CLAVES:** sanitario, pozo inspección, alcantarillado, caudal, cotas

**CARACTERÍSTICAS**

**PÁGINAS:** 133 **PLANOS:**        **ILUSTRACIONES:**        **CD ROOM:**

DISEÑO HIDRAULICO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO ESPIRITU SANTO, EN LA CIUDAD DE CÚCUTA,  
DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

YURLEY BARRAGAN BARGAS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

DISEÑO HIDRAULICO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL  
ASENTAMIENTO HUMANO ESPIRITU SANTO, EN LA CIUDAD DE CÚCUTA,  
DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

YURLEY BARRAGAN BARGAS

Proyecto de trabajo de grado como requisito para adquirir el título de Ingeniero Civil

Director

JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA

Mcs Gerencia de Empresas

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

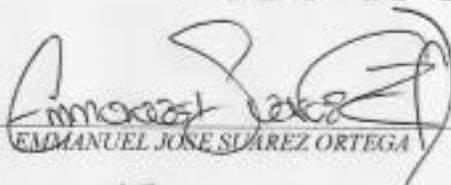
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

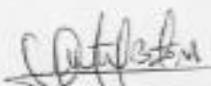
2023

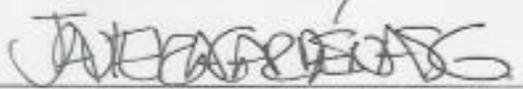
## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 27 DE FEBRERO DE 2023 HORA: 10:00 a. m.  
LUGAR: SALA SC - 301  
DE ESTUDIOS: INGENIERÍA CIVIL  
TÍTULO DE LA TESIS: "DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL ASENTAMIENTO HUMANO ESPÍRITU SANTO EN LA CIUDAD DE CÚCUTA, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER".  
JURADOS: ING. EMMANUEL JOSE SUAREZ ORTEGA  
ING. YIRLEY ASTRID BLANCO MANZANO  
DIRECTOR: INGENIERO JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA.  
NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES: CÓDIGO CALIFICACIÓN  
NÚMERO LETRA  
YURLEY BARRAGAN BARGAS 1113507 4,0 CUATRO, CERO

# APROBADA

  
ING. EMMANUEL JOSE SUAREZ ORTEGA

  
ING. YIRLEY ASTRID BLANCO MANZANO

Vo. Bo.   
JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

## **Dedicatoria**

Llena de orgullo, amor y alegría quiero dedicar este proyecto a cada una de las personas que fueron mi motivo de inspiración para lograr esta meta tan importante en mi vida.

A mi madre y a mi padre por ser mi mayor motivación para no rendirme, a mi madrina Angélica por estar siempre para apoyarme, por ser esa persona que desde un comienzo creyó en mí y a mi compañero sentimental por estar siempre ahí para mí, apoyándome en cada uno de mis pasos.

## **Agradecimientos**

Principalmente a Dios por permitirme llegar hasta este momento tan significativo e importante para el inicio de mi vida profesional.

También quiero agradecer a cada uno de los docentes que me brindaron sus conocimientos en el transcurso de la carrera.

Al ingeniero Juan Carlos Sayago por acompañarme en el desarrollo de este trabajo y a todas aquellas personas que aportaron información valiosa para que se fuese posible el desarrollo de esta propuesta de diseño con beneficio social.

## Tabla de contenido

	<b>pág.</b>
Introducción	13
1. Problema	15
1.1 Título	15
1.2 Planteamiento del problema	15
1.3 Formulación del problema	16
1.4 Justificación	16
1.5 Objetivos	18
1.5.1 Objetivo general	18
1.5.2 Objetivos específicos	18
1.6 Alcance y las limitaciones	18
1.6.1 Alcance	18
1.6.2 Limitaciones	20
1.7 Delimitaciones	20
1.7.1 Delimitación Espacial	20
1.7.2 Delimitación Temporal	24
1.7.3 Delimitación Conceptual	25
2. Marco referencial	26
2.1 Antecedentes	26
2.2 Marco teórico	28
2.3 Marco conceptual	34
2.4 Marco contextual	37
2.5 Marco legal	39

3. Diseño metodológico	43
3.1 Tipo de investigación	43
3.2 Población y muestra	44
3.2.1 Poblacion	44
3.2.2 Muestra	44
3.3 Instrumentos para la recoleccion de informacion	44
3.4 Fases del proyecto	45
4. Información general	47
5. Estudios técnicos	50
5.1 Estudio topográfico	50
5.2 Estudio de suelos	56
5.3 Estudio hidráulico	58
Caudal de aguas residuales no domésticas	62
Factor de mayoración	64
5.4 Delimitar áreas aferentes para cada tramo	67
5.5 Calculo hidráulico	67
5.6 Modelación de la red de aguas residuales proyectada en programa dinámico de simulación EPASWMM	78
6. Conclusiones	101
7. Recomendaciones	103
Referencias	104
Anexos	109

## Lista de tablas

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Clasificación del suelo	58
Tabla 2. Dotación neta	60
Tabla 3. Aporte de aguas residuales	63
Tabla 4. Información general del proyecto	68
Tabla 5. Caudal sanitario (QDT)	71
Tabla 6. Cotas y longitud de tubería	74
Tabla 7. Diámetro, velocidad, numero de Froud, esfuerzo cortante.	78
Tabla 8. Presupuesto	90
Tabla 9. Presupuesto del alcantarillado sanitario para el asentamiento humano espíritu santo de Cúcuta Norte de Santander	100

## Lista de figuras

	<b>pág.</b>
Figura 1. Evidencia descarga a cielo abierto	16
Figura 2. Mapa Ubicación Geográfica Departamento de Norte de Santander	21
Figura 3. Mapa ubicación geográfica Cúcuta Norte de Santander	23
Figura 4. Ubicación asentamiento humano Espíritu Santo	24
Figura 5. Esquema de alcantarillado combinado	29
Figura 6. Asentamiento humano Espíritu Santo	38
Figura 7. Plano topografía planta	51
Figura 8. Plano curvas de nivel	52
Figura 9. Inicio del tramo py14	53
Figura 10. Unión de dos tramos a un mismo colector	53
Figura 11. Descarga colector existente PE5	54
Figura 12. Unión de dos tramos y descarga a colector existente PE2	55
Figura 13. Descarga a colector existente E1	56
Figura 14. Ubicación apiques lasificación (SUCS y AASHO).	57
Figura 15. Salida de campo, evidencia de descargas sanitarias	59
Figura 16. Plano de áreas aferentes	67
Figura 17. Esquema en planta EPA SWMM	80

Figura 18. Cotas de fondo da cada colector y pendientes de tubería	81
Figura 19. Línea de profundidad	82
Figura 20. Caudal	83
Figura 21. Línea nivel	84
Figura 22. Línea de velocidad	85
Figura 23. Perfil 1, pozo 1- pozo E1	86
Figura 24. Perfil 2, pozo E3- pozo E2	86
Figura 25. Perfil3, pozo9 -pozo 8	87
Figura 26. Perfil 4, pozo 16-pozo E5	87
Figura 27. Perfil 5, pozo 15- pozo 16	88
Figura 28. Perfil 6, pozo 14- pozo15	88
Figura 29. Perfil 7 Pozo 21- pozo 23	89
Figura 30. Perfil 8, pozo 23- pozo 20	89

## Lista de anexos

	<b>pág.</b>
Anexo 1. Estudio de suelos	110
Anexo 2. Seguimiento fotográfico	116
Anexo 3. Resumen estadístico modelamiento EPA SWMM	120
Anexo 4. Componentes del presupuesto	125
Anexo 5. Plano de diseño	127
Anexo 6. Perfil de diseño	129
Anexo 7. Detalle de pozos	130
Anexo 8. Detalle de zanja	131
Anexo 9. Detalla caja domiciliaria sanitaria.	132

## **Introducción**

El presente documento es el resultado del diseño de un sistema de alcantarillado sanitario realizado para el asentamiento humano Espíritu santo de la ciudad de Cúcuta, debido a que carece de dicho sistema y amenaza la salud de sus habitantes. Este proyecto se pudo llevar a cabo aplicando varios de los conocimientos adquiridos en la Universidad a lo largo de la carrera.

El tratamiento de aguas residuales es esencial para el desarrollo de la sociedad, estos permiten disminuir diferentes factores de riesgo biológico al mantener un buen estado en cuanto a temas de salubridad. Por tal motivo se decidió diseñar un sistema de alcantarillado sanitario que pueda atender las necesidades de los actuales y futuros habitantes de este asentamiento ubicado en la ciudad de Cúcuta norte de Santander.

El objeto de este trabajo y del diseño realizado consistió en el desarrollo de los principales componentes para el mejoramiento de la calidad de vida y así mismo cumplió con los diferentes parámetros establecidos por la normativa. El proyecto está elaborado de manera que se pueda entender fácilmente el procedimiento que se realizó para la elaboración del diseño de alcantarillado sanitario: con el fin de desarrollar una presentación impecable, accesible y comprensible para el lector.

El desarrollo del proyecto se dio teniendo en cuenta las diferentes observaciones y falencias encontradas en el asentamiento humano Espíritu santo, algunas de ellas se presentan por causas de carácter tanto social como de un bajo déficit en infraestructura, también se encuentra en

proceso de legalización. El diseño del sistema de alcantarillado realizado tiene como propósito resolver uno de los problemas que presentan los habitantes de este asentamiento.

Con este trabajo se pretende obtener habilidades y destrezas dentro del campo profesional, por otro lado, se espera que con proyectos como este puedan venir futuras propuestas que pongan en uso tales diseños como el que fue elaborado.

## **1. Problema**

### **1.1 Título**

Diseño hidráulico de las redes de alcantarillado sanitario del asentamiento humano Espíritu Santo, en la ciudad de Cúcuta, Departamento de Norte de Santander

### **1.2 Planteamiento del problema**

Un asentamiento humano se define como un grupo de personas, que se instalan en una determinada área, con el fin de hospedarse y en muchos casos ocupando terrenos privados. Usualmente, estos terrenos que son invadidos, carecen de todos los servicios, por lo que a medida que pasa el tiempo, y la población empieza con su crecimiento, las necesidades de los servicios aumentan consigo, pero se hacen mucho más fuertes por la densidad poblacional. Servicios tales como el alumbrado público, una red de acueducto y una red de alcantarillado, son servicios fundamentales para tener una mejor calidad de vida.

El asentamiento humano Espíritu Santo de la ciudad de Cúcuta carece de un sistema de alcantarillado sanitario por lo que la comunidad se ve en la obligación de arrojar los residuos a un canal que pasa por el sector. Las desventajas de estas alternativas son muchas, como lo es la mala higiene del lugar, donde las personas se pueden enfermar por los olores y bacterias que se pueden presentar, otro tema es la presencia de zancudos los cuales contraen enfermedades como lo es el dengue.

Por lo anterior, la comunidad requiere no solo el diseño sino también la ejecución de la obra, para poder obtener una mejor calidad de vida con un sistema óptimo de descarga de aguas residuales que cumplan con la norma colombiana establecida.



**Figura 1. Evidencia descarga a cielo abierto**

### **1.3 Formulación del problema**

¿La realización del diseño del alcantarillado sanitario para el asentamiento humano Espíritu Santo de Cúcuta, mejorará las condiciones de vida de los habitantes de este sector?

### **1.4 Justificación**

La intención de realizar este diseño, es mejorar las condiciones de vida de las personas, ya que son aproximadamente 246 usuarios presentes que no gozan de un buen sistema de alcantarillado, por lo que en ocasiones han tenido riesgos de salud por una mala disposición de aguas residuales.

El factor ambiental, es además otra razón para la realización de este diseño, debido que, en algunas zonas, se presenta contaminación, generando consigo un problema de sanidad para los habitantes del asentamiento, por los malos olores y posibles enfermedades que esto pueda generar.

La Fundación V&C, perteneciente a la empresa Aguas Kpital de Cúcuta S.A., se encarga de solventar un porcentaje de dichas obras para los asentamientos humanos ya que estos al ser ilegales, no son considerados usuarios de la empresa Aguas Kpital S.A. por tanto, la Fundación V&C prestará el apoyo necesario para la realización de este proyecto.

Este sistema de alcantarillado es fundamental para el transporte de aguas residuales; fue adoptado para el asentamiento humano espíritu santo, por ello el presente proyecto de grado denominado “Diseño hidráulico de las redes de alcantarillado sanitario del asentamiento humano espíritu santo, en la ciudad de Cúcuta, departamento de norte de Santander” tiene como propósito mejorar la calidad de vida de dicha población y solucionar una de las necesidades que presentan. De la misma manera se tuvo en cuenta los parámetros de diseño propuestos en el reglamento técnico del sector agua potable y saneamiento básico, resolución 0330 del 2017 para tener un correcto funcionamiento en el sistema de alcantarillado sanitario.

Mediante este diseño, mejoran las condiciones de vida de estos habitantes, de igual manera es importante que este tipo de sistemas se implemente no solo en comunidades ilegales como en el espíritu santo sino en las demás localidades similares a este. Esta comunidad está en constante crecimiento poblacional desde que se formó, por ello es sin duda el factor más importante para llevar a cabo el desarrollo del diseño, ya que a medida que crece la población, aumentan los

residuos de ella por lo que deben ser tratados y esto se puede lograr con lo propuesto en este proyecto.

## **1.5 Objetivos**

**1.5.1 Objetivo general.** Diseñar la red de alcantarillado sanitario del asentamiento humano espíritu santo de Cúcuta, Departamento Norte de Santander. cumpliendo con lo establecido en el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico resolución 330 de 2017 del M.V.C.T.

**1.5.2 Objetivos específicos.** Hacer o disponer de los estudios técnicos como estudio topográfico y de suelos que serán insumos para el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado del asentamiento humano espíritu santo de Cúcuta.

✓ Realizar el modelamiento hidráulico de los colectores del sistema de alcantarillado proyectados para el asentamiento humano espíritu santo de Cúcuta.

✓ Determinar los costos y el cronograma de obras para la ejecución del proyecto de alcantarillado del asentamiento humano espíritu santo de Cúcuta.

## **1.6 Alcance y las limitaciones**

**1.6.1 Alcance.** El alcance principal de este proyecto es realizar el diseño del alcantarillado de tipo sanitario a los habitantes del asentamiento humano espíritu santo que necesitan la red de

alcantarillado, para garantizar el bienestar de la comunidad, y por ende su calidad de vida, pues actualmente no disponen de una red de alcantarillado sanitario que cumpla con la norma; además pensando a futuro en el desarrollo urbanístico en la pavimentación de sus calles.

A partir de lo anterior se han definido los siguientes entregables como producto final, indicadores y resultados esperados:

- ✓ Estudios topográficos
  
- ✓ Estudio de suelos
  
- ✓ Planos de diseño
  
- ✓ Memorias de calculo
  
- ✓ Presupuesto

Los entregables anteriormente mencionados son realizados de acuerdo a la norma vigente, reglamento técnico de sector agua potable y saneamiento básico resolución 799 del 09 diciembre 2021 y resolución 0330 del 2017.

**1.6.2 Limitaciones.** La apatía y desinterés por algunos miembros de la comunidad por la problemática social y de orden público en el asentamiento humano Espíritu santo.

✓ El no disponer de planos de la zona con información de redes y estructuras de las aguas residuales existentes.

✓ Escasa información general y técnica de la zona objeto del proyecto.

## **1.7 Delimitaciones**

**1.7.1 Delimitación Espacial.** Ubicación geográfica departamento de Norte de Santander

El Departamento de Norte de Santander está situado al Nororiente de la República de Colombia y sus territorios hacen parte de la región Andina.

Coordenadas geográficas extremas: 06°52'31" y 09°17'53" de latitud norte 72°00'37" y 73°38'22" de longitud oeste

### **Superficie:**

El Departamento de Norte de Santander tiene una extensión de 22.130 kilómetros cuadrados (Km<sup>2</sup>), ocupando el Duodécimo (12) lugar en extensión a nivel nacional.

### **Porcentaje territorial:**

El Departamento de Norte de Santander representa el 1.91 % del territorio nacional.

### **Límites:**

El Departamento de Norte de Santander limita por el Norte y Este con la República Bolivariana de Venezuela, al Sur con los departamentos de Boyacá (franja de territorio en litigio) y Santander (franja de territorio en litigio) y al Oeste con los departamentos de Santander y Cesar.



**Figura 2. Mapa Ubicación Geográfica Departamento de Norte de Santander**

## **Ciudad de Cúcuta**

### **Límites:**

Cúcuta, limita por el Norte con el municipio de Tibú; por el Occidente con los municipios de Zulia y San Cayetano; por el Sur con los municipios de Villa del Rosario, Bochalema y Los Patios y; por el Oriente con la Republica de Venezuela y el municipio de Puerto Santander.

### **Posición Geográfica:**

Cúcuta se encuentra en la parte centro oriental del departamento, en la Cordillera Oriental a los 7° 30' de latitud norte con respecto al Meridiano de Bogotá y 72° 30' de longitud al Oeste de Greenwich.

### **Climatología y Superficie:**

El área del municipio de Cúcuta es de 1.176 km<sup>2</sup>, que representan el 5,65% del departamento, su altura sobre el nivel del mar es de 320m. Su temperatura media es 28°C y su precipitación media anual es de 1.041 mm

### **Hidrografía:**

Los ríos principales son: Ríos Guaramito, Pamplonita, San Miguel y Zulia, Frontera con La República De Venezuela

**Población:**

Según el censo de 2018, el municipio de Cúcuta cuenta con 711,715 habitantes

**Comunas:**

Cúcuta cuenta con 10 comunas

**Corregimientos:**

Agua clara, Banco de Arena, La Buena Esperanza, El Soldado, Puerto Villamizar, Ricaurte, San Faustino, San Pedro, Guaramito y El Palmanrito.



**Figura 3. Mapa ubicación geográfica Cúcuta Norte de Santander**



cronograma de actividades se establece que todo trabajo dirigido deberá tener una duración mínima de un semestre académico. (Comite Curricular Ingenieria Civil, 2019)

**1.7.3 Delimitación Conceptual.** Aguas Residuales, Agua Potable, Aguas Servidas, Alcantarillado, Caja De Inspección Domiciliaria, Sistemas Convencionales, Alcantarillado combinado, Transporte de Aguas residuales, Vertido final de las aguas tratadas, Asentamiento Subnormal.

## 2. Marco referencial

### 2.1 Antecedentes

Álvarez y Flórez (2013). *Diseño red de alcantarillado sanitario del Barrio Brisas de La Ermita, Cúcuta-Norte de Santander en la modalidad trabajo dirigido*. Universidad Francisco de Paula Santander.

Una vez realizada la topografía del área, se procedió a realizar el diseño respectivo que era necesario para la comunidad, pues presentaba constantes problemas de salud y contaminación por los malos olores y derrames de contenido de los tubos. Posterior a ellos, se procedió a cuantificar el debido presupuesto de la obra para la ejecución del proyecto en cuestión. Se finalizó entonces con las debidas especificaciones técnicas de construcción para evitar inconvenientes en obra.

Berrios y Cervantes (2015). *Propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario condominal para la tercera etapa del barrio nueva vida en el municipio de ciudad Sandino, departamento de Managua, con periodo de diseño de 20 años (2018 – 2038)*.

Dispuso a formular la propuesta de diseño de un sistema de alcantarillado sanitario condominal. El sistema comprende: 195 dispositivos de visita sanitario (116 cajas de registro de inspección y 78 pozos de inspección), 5,459.50 m de tubería de diámetro 4”, 883.86 m de tubería de diámetro 6”, y 1,206.83 m de tubería de diámetro 8”, toda la tubería serán de PVC SDR-41. Este sistema tendrá como función transportar las aguas servidas de las viviendas por medio de la fuerza gravitacional a través de la red hasta el punto de descarga. (pág. 8)

Calderón y Velasco (2020) *Diseño de alcantarillado sanitario y pluvial para el barrio Rubí de Villavicencio, Meta.*

Se buscó dar solución con un sistema de alcantarillado separado, el cual busca prevenir que surjan afectaciones tanto de salubridad como ambientales. Las aguas residuales como las pluviales serán transportadas por medio de tuberías circulares en PVC con un periodo de diseño de 25 años, que beneficia a 5230 habitantes. (pág. 4)

Mediante la utilización del programa Civil Cad 3D, se obtuvo la correcta realización del trazado de red; teniendo en cuenta los distintos parámetros y requisitos pertinentes de la normativa; lo cual aseguro el cumplimiento de uno de los objetivos específicos y garantizó la prevención de distintos problemas que ya se presentaban en el sector y que se corrigieron mediante la elaboración del diseño del sistema de alcantarillado separado. (pág. 55)

Quiroz y Bayona (2013). *Diseño hidráulico de un sistema de acueducto y alcantarillado sanitario para el Barrio Manuela Beltrán, municipio de San José de Cúcuta, Norte de Santander.* Universidad Francisco de Paula Santander.

Una vez conocida la topografía, se procedió a analizar las características del terreno, con el fin de realizar una red de acueducto y alcantarillado sanitario que más se acomodara a las condiciones del mismo. Tras varias opciones de diseño, se obtuvo el final para ambos proyectos y con esto, se calculó la cantidad de materiales, requerida para la obra, así como de su presupuesto, de forma que se pudiese pasar a la gestión de los recursos y posterior ejecución de la obra. (pág. 1)

Peña (2020). *Diseño académico de la red de alcantarillado sanitario del asentamiento humano colinas del Tunal, en la ciudad de Cúcuta.* Universidad Francisco de Paula Santander.

En “el análisis del levantamiento topográfico, observo que el terreno posee pendientes grandes en muchos tramos”[...], [también se obtuvo que], al calcular los diámetros de las tuberías, se encontró con que el 81% de los tramos calculados presentaron diámetros muy pequeños en el diseño, con lo cual se toma la decisión de acuerdo a la Norma NTC 3722-3 S8 de escoger el diámetro inferior mínimo requerido para el diseño de dichas tuberías. (pág. 134)

## **2.2 Marco teórico**

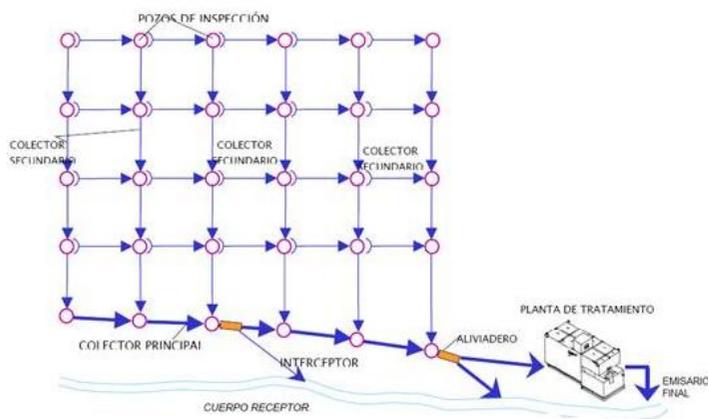
### **Sistemas de alcantarillados**

Pluviales y combinados en un todo de acuerdo con las condiciones de diseño especificadas el título d del reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico del M.V.C.T.

Los alcantarillados convencionales son los sistemas tradicionales utilizados para la recolección y transporte de aguas residuales o lluvias hasta los sitios de disposición final. Los tipos de sistemas convencionales son el alcantarillado combinado y el alcantarillado separado. En el primero, tanto las aguas residuales como las pluviales son recolectadas y transportadas por el mismo sistema, mientras que en el tipo separado esto se hace mediante sistemas independientes; es decir, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial.

El sistema de alcantarillado es un conjunto de conductos y estructuras destinados a recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas servidas o aquellas que por una u otra razón representen un peligro para la localidad. Son de tres tipos: sanitario, combinado y pluvial.

El alcantarillado sanitario se diseña y construye para recibir, conducir y entregar a la planta de tratamiento las aguas residuales domésticas, de establecimientos comerciales y residuos industriales pretratados que cumplan con las disposiciones de vertimiento de la empresa prestadora del servicio. Por lo general las aguas negras sin fermentación son ligeramente alcalinas o neutras y bastante diluidas, por lo tanto, un sistema bien proyectado, construido y con buen mantenimiento el problema de corrosión de las tuberías se reduce al mínimo, siempre que la velocidad le permita transportar los residuos hasta la PTAR antes que se inicie el proceso de degradación de la materia orgánica. (Ortiz, s.f.,Sistemas de Alcantarillado, párrs. 2-4)



**Figura 5. Esquema de alcantarillado combinado.** Fuente (Ortiz, s.f., Sistemas de Alcantarillado, párr. 4)

### Componentes del sistema de alcantarillado

Dependiendo del sistema de alcantarillado a implementar se tienen los siguientes componentes

**Aliviadero.** “Estructura diseñada [...] con el propósito de separar los caudales que exceden la capacidad del sistema y conducirlos a un sistema de drenaje de agua lluvia” (Empitalito, s.f., párr. 6).

**Área tributaria.** “Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado del sistema de aguas lluvias o pluvial. La definición de alcantarillado de acuerdo con la ley 142/94 también incluye el sistema de tratamiento de las aguas residuales.

**Caja de inspección domiciliaria.** Cámara localizada en la parte final de la red pública de alcantarillado que recoge las aguas residuales, lluvias o combinadas provenientes de un inmueble.

**Cámara de caída.** Estructura utilizada para dar continuidad al flujo cuando una tubería llega a una altura considerable respecto de la tubería de salida.

**Caja de paso.** Cámara sin acceso, localizada en puntos singulares por necesidad constructiva.

**Canal.** Cauce artificial, revestido o no, que se construye para conducir las aguas lluvias hasta su entrega final en un cauce natural.

**Cañuela.** Parte interior inferior de una estructura de conexión o pozo de inspección, cuya forma orienta el flujo.

**Colector principal ó matriz.** Conducto cerrado circular, semicircular, rectangular, entre otros, sin conexiones domiciliarias directas que recibe los caudales de los tramos secundarios, siguiendo líneas directas de evacuación de un determinado sector.

**Conexión domiciliaria.** Tubería que transporta las aguas residuales y/o las aguas lluvias desde la caja domiciliaría hasta un colector secundario. Generalmente son de 150 mm de diámetro para vivienda unifamiliar y redes de alcantarillado de aguas servidas.

**Cuerpo receptor.** Cualquier masa de agua natural o de suelo que recibe la descarga del afluente final.

**Cuneta.** Canal ubicado entre el sardinel y la calzada de una calle, destinado a conducir las aguas lluvias hacia los sumideros.

**Emisario final.** Colectores cerrados que llevan parte o la totalidad de las aguas combinadas o aguas negras de una localidad hasta el sitio de vertimiento o a las plantas de tratamiento de aguas residuales. En caso de aguas lluvias pueden ser colectores a cielo abierto.

**Estructuras de disipación de energía.** Estructuras construidas para disipar la energía del flujo.

**Estructuras de entrega.** Estructuras utilizadas para evitar daños e inestabilidad en el cuerpo de agua receptor de sistemas de aguas lluvias, residuales o combinados.

**Estación de bombeo.** Componente de un sistema de alcantarillado que es utilizado para evacuar por bombeo las aguas residuales, lluvias o combinadas de las zonas bajas de una población o cuando una localidad tiene una topografía muy plana y el bombeo se requiere para acceder al sitio de instalación de la planta.

**Instalación interna.** Conjunto de tuberías y accesorios que recogen y conducen las aguas residuales y/o lluvias de las edificaciones hasta la caja de inspección domiciliar.

**Interceptor.** Conducto cerrado que recibe las afluencias de los colectores principales, y generalmente se construye paralelamente a quebradas o ríos, con el fin de evitar el vertimiento de las aguas residuales a los mismos.

**Sumidero.** Estructura diseñada y construida para cumplir con el propósito de captar las aguas de escorrentía que corren por las cunetas de las calzadas de las vías para entregarlas a las estructuras de conexión o pozos de inspección de los alcantarillados combinados o de lluvias. (Ortiz, s.f., Sistemas de Alcantarillado, párrs. 8-26)

### **Selección del sistema**

La adopción del tipo de alcantarillado a ser utilizado en el municipio requiere una justificación sustentada de orden técnico, económico, financiero y ambiental, incluyendo consideraciones de tratamiento y disposición de las aguas residuales, para lo cual es recomendable hacer estudios de modelación de la calidad de agua del cuerpo receptor en donde se demuestren que los impactos generados por las descargas del alcantarillado sanitario, permiten cumplir con los usos asignados a dicho cuerpo.

El Diseñador debe establecer el tipo de sistema y flujo a utilizar para el transporte de las aguas residuales domésticas. La incidencia ambiental está relacionada por una parte con la calidad del agua que se transporta (aguas residuales domésticas e industriales) y por otra con los riesgos que se generan para los predios y población del área de afectación directa. Se debe tener en cuenta los siguientes:

- Dimensiones (Longitud, diámetro, sección del canal sí aplica).
- Material y tipo de las tuberías.
- Profundidad de instalación.
- Estructuras especiales requeridas en el trazado (aliviaderos, estructuras de paso, etc.).
- Usos del suelo
- Requerimientos del bombeo (sí aplica)
- Perímetro urbano.
- Distribución espacial de la población.

- Caudales generados por aguas residuales y aguas de escorrentía en el área.
- Vías existentes y proyectadas y sus condiciones de rasante.
- Áreas de expansión futura de acuerdo con el Plan de Desarrollo Territorial del municipio y/o Plan de Ordenamiento Territorial y Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado.
- Los cursos de agua existentes y obras interceptación o canalización actuales y/o futuras.
- Regímenes de propiedad, establecer los terrenos que son propiedad del estado, departamento o municipio.
- Usos generales de las diferentes zonas.
- Características de los suelos.
- Número y Tipo de Industrias existentes.
- Inventario y características de las descargas industriales recibidas por el sistema incluyendo el matadero y hospital o Centros de Salud.
- Sitio de Disposición Final
- Tipo de tratamiento a implementar.
- Especial cuidado se debe tener al diseñar el sistema en cuanto a la separación máxima entre pozos, la cual debe cumplir con lo establecido en el reglamento técnico sector de agua potable y saneamiento básico, debido a la acumulación de gases en los conductos con el consiguiente problema ambiental que esta situación genera. (Ortiz, s.f.,Sistemas del Siste..., párrs. 1-26)

El diseño de los pozos de inspección debe de hacerse con total cuidado ya que estos

“Son estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de alcantarillado. Se utilizan generalmente en la unión de varias tuberías y en todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente” (Siapa, s.f., pág. 9)

## **Sistemas convencionales de alcantarillado**

Los sistemas de alcantarillado separados son la primera opción para el diseño y construcción de sistemas de recolección de aguas residuales y lluvias en el territorio nacional. Estos sistemas son los tradicionalmente utilizados para la recolección y el transporte de las aguas residuales y las aguas lluvias desde su generación hasta las plantas de tratamiento de las mismas o hasta los sitios de vertimiento. Los sistemas convencionales se dividen en alcantarillados separados y alcantarillados combinados. En los primeros, las aguas residuales y las aguas lluvias son recolectadas y evacuadas por sistemas totalmente independientes; en tal caso, el sistema separado de alcantarillado de aguas residuales usualmente se denomina alcantarillado de aguas residuales; y el sistema por el cual se recolectan y se transportan las aguas lluvias se denomina alcantarillado de aguas lluvias. Los sistemas de alcantarillado combinados son aquellos en los cuales tanto las aguas residuales como las aguas lluvias son recolectadas y transportadas por el mismo sistema de tuberías. (Minivivienda, 2012, pág. 11)

## **Sistemas no convencionales de alcantarillado**

Debido a que los alcantarillados convencionales usualmente son sistemas de saneamiento costosos, especialmente para localidades con baja capacidad económica, en las últimas décadas se han propuesto sistemas de menor costo, alternativos al alcantarillado convencional de aguas residuales, basados en consideraciones de diseño adicionales y en una mejor tecnología disponible para su operación y mantenimiento. Dentro de estos sistemas alternativos están los denominados alcantarillados simplificados, los alcantarillados condominiales y los alcantarillados sin arrastre de sólidos. Los sistemas no convencionales pueden constituir alternativas de saneamiento cuando, partiendo de sistemas in situ, se incrementa la densidad de población.

1. Los alcantarillados simplificados funcionan esencialmente como un alcantarillado de aguas residuales convencional, pero teniendo en cuenta para su diseño y construcción consideraciones que permiten reducir el diámetro de las tuberías tales como la disponibilidad de mejores equipos para su mantenimiento, que permiten reducir el número de cámaras de inspección o sustituir por estructuras más económicas.
2. Los alcantarillados condominiales son sistemas que recogen las aguas residuales de un conjunto de viviendas que normalmente están ubicadas en un área inferior a 1 ha mediante tramos

simplificados, para ser conducidas a la red de alcantarillado municipal o eventualmente a una planta de tratamiento.

3. Los alcantarillados sin arrastre de sólidos son sistemas en los que el agua residual, de una o más viviendas, es descargada a un tanque interceptor de sólidos donde estos se retienen y degradan, produciendo un efluente sin sólidos sedimentables que es transportado por gravedad, en un sistema de tramos con diámetros reducidos y poco profundos. (Minivivienda, 2012, pág. 11)

### **Sistemas in situ**

Por otra parte, existen sistemas basados en la disposición in situ de las aguas residuales como son las letrinas y tanques, pozos sépticos y campos de riego, los cuales son sistemas de muy bajo costo y pueden ser apropiados en áreas suburbanas con baja densidad de población y con adecuadas características del subsuelo. En el tiempo, estos sistemas deben considerarse como sistemas transitorios a sistemas convencionales de recolección, transporte y disposición, a medida que el uso de la tierra tienda a ser urbano. En el Título J del RAS “Alternativas tecnológicas en agua y saneamiento para el sector rural” se establecen los criterios de diseño de este tipo de sistemas. Además, se debe seguir lo establecido en el Decreto 302 de 2000 si se cuenta con la aprobación de la Autoridad Ambiental y de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios -SSPD. (Minivivienda, 2012, pág. 12)

En relación a los sistemas existentes se determina como mejor opción para el presente proyecto el sistema de alcantarillado sanitario ya que el alcantarillado existente es de tipo sanitario, por lo tanto, se usa el mismo sistema.

## **2.3 Marco conceptual**

*Aguas Residuales:* “Desechos líquidos provenientes de residencias, edificios, instituciones, fábricas, industrias y demás inmuebles” (Alcaldía Municipal de Chía, s.f., pág. 1).

*Agua Potable:* es el agua que es adecuada y segura para el uso y consumo humano. Es un producto que se elabora a partir del agua cruda captada de los ríos, lagos o pozos.

*Aguas Servidas:* “Aguas de desecho provenientes de lavamanos, tinas de baño, duchas, lavaplatos, y otros artefactos que no descargan materias fecales” (Alcaldía Municipal de Chía, s.f., pág. 1).

*Alcantarillado:* Se denomina al “sistema de estructuras y tuberías usados para el transporte de aguas residuales o servidas alcantarillado sanitario), o aguas de lluvia, (alcantarillado pluvial) desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten a cauce o se tratan” (Dane, 2014, pág. 12).

Las redes de alcantarillado son estructuras hidráulicas que funcionan a presión atmosférica. Sólo muy raramente, y por tramos breves, están constituidos por tuberías que trabajan bajo presión. Normalmente son canales de sección circular, oval, o compuesta, enterrados la mayoría de las veces bajo las vías públicas. La red de alcantarillado se considera un servicio básico, sin embargo, la cobertura de estas redes en las ciudades de países en desarrollo es ínfima en relación con la cobertura de las redes de agua potable. Esto genera importantes problemas sanitarios. (Aguamarket, s.f., párr. 1)

*Asentamiento Subnormal (Decreto 302 de 2000):* “Es aquel cuya infraestructura de servicios públicos domiciliarios presenta serias deficiencias por no estar integrada totalmente a la estructura formal urbana y en el cual las familias viven en condiciones de pobreza crítica. Usualmente se clasifican en el Estrato 1”.

*Alcantarillado combinado:*

aguas residuales y las pluviales son recolectadas y transportadas por el mismo sistema. El sistema combinado puede ser utilizado cuando es indispensable transportar las aguas lluvias por conductos enterrados y no se pueden emplear sistemas de drenajes superficiales, debido al tamaño de las áreas a drenar, la configuración topográfica del terreno o las consecuencias económicas de las inundaciones. Es un “sistema útil en áreas urbanas densamente pobladas, donde los volúmenes anuales drenados de aguas residuales son mayores que los de aguas lluvias y por lo tanto su incidencia en los costos de tratamiento de efluentes es moderada..

Alcantarillado separado: la recolección y transporte se hace independientemente

a) alcantarillado sanitario

b) alcantarillado pluvial. (Dane, 2014, pág. 13)

*Caja De Inspección Domiciliaria:* Cámara localizada en el límite de la red pública de alcantarillado y la privada, que recoge las aguas residuales, lluvias o combinadas provenientes de un inmueble. 2. Caja de inspección (Decreto 302 de 2000). Caja ubicada al inicio de la acometida de alcantarillado que recoge las aguas residuales, lluvias o combinadas, de un inmueble, con sus respectivas tapas removibles y en lo posible ubicadas en zonas libres de tráfico vehicular.

*Sistemas Convencionales:* “Los alcantarillados convencionales son los sistemas tradicionales utilizados para la recolección y transporte de aguas residuales o lluvias hasta los sitios de disposición final” (MinDesarrollo, 2000, pág. 16).

### *Transporte de Aguas residuales*

A diferencia de un sistema de suministro de agua que la distribuye y asegura la presión suficiente para el usuario final, transportar aguas residuales requiere de una amplia gama de productos que las mantengan en movimiento y en un entorno de variaciones constantes de la presión. Dependiendo de

la topografía y la regulación local, puede requerirse una combinación de alcantarillas por gravedad y sistemas depuradores a presión. (Peña, 2020, pág. 42)

### *Vertido final de las aguas tratadas*

El vertido final del agua tratada puede ser: Llevada a un río o arroyo; Vertida al mar en proximidad de la costa; Vertida al mar mediante un emisario submarino, llevándola a varias centenas de metros de la costa; Reutilizada para riego y otros menesteres apropiados. (Dane, 2014, pág. 16)

## **2.4 Marco contextual**

El área del municipio de San José de Cúcuta tiene una superficie de 1.176 km<sup>2</sup>, los cuales representan el 5,65% del departamento. Los límites son al Norte con el municipio de Tibú, al Sur con los municipios de Villa del Rosario, Bochalema, y los Patios, al Oriente con la República de Venezuela y el municipio de Puerto Santander, al Occidente con los municipios del Zulia y San Cayetano.

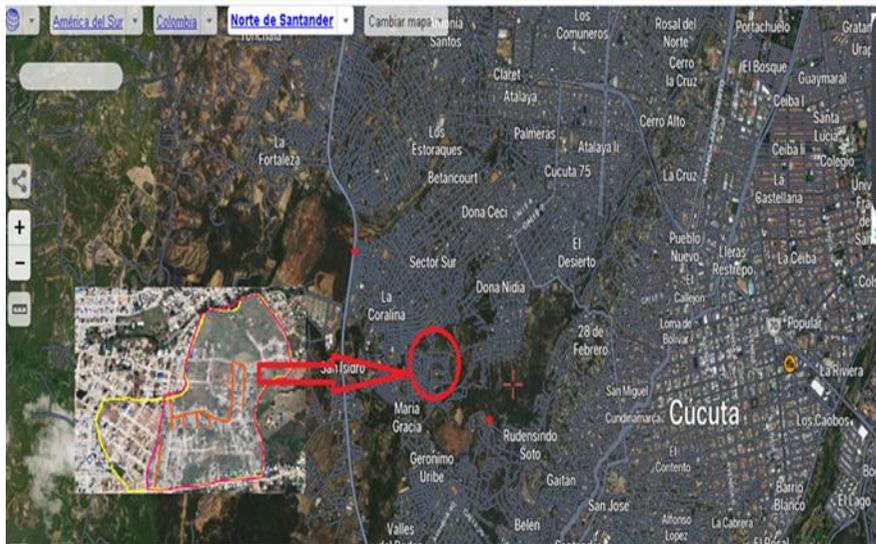
Según las proyecciones de población publicadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) la población de Cúcuta llegará a 795.608 habitantes en [...] [2023, un 12%] más que la reportada por el Censo de 2018, cuando el número de habitantes llegó a 711.715 Cúcuta se posicionó entre las siete capitales del país con mayor población. Un aumento [...] [12]% significaba que sería la ciudad con mayor crecimiento poblacional, este aumento estaría ligado al fenómeno de la migración que tiene a Cúcuta al ser el principal puerto de llegada de los inmigrantes.

Históricamente, Cúcuta se destaca por el comercio binacional y la industria manufacturera. Su localización en la zona limítrofe entre Colombia y Venezuela ha permitido que existan fuertes vínculos con la ciudad venezolana de San Cristóbal y su Zona Franca es la más activa de todo el país y de toda América Latina, debido en gran parte a que Venezuela es el segundo socio comercial de Colombia. (Colombia.immap, s.f., párrs. 1-3)

### **Objeto de estudio**

El asentamiento humano espíritu santo está ubicado en la ciudad de Cúcuta departamento norte de Santander comuna 8. altitud promedio de 260 msnm coordenadas 13°53'13" N – 72° 12'11.44" O, a sus alrededores se encuentra el barrio doña nidia, barrio el rodeo. Las vías de acceso no están pavimentadas están en total deterioro, no pasa transporte público, las personas que no tienen vehículo propio deben caminar aproximadamente 20 minutos a donde pasa el transporte, además no cuenta con un centro de salud, escuela ni iglesia católica. Los habitantes de este asentamiento algunos viven del día a día, otros tienen trabajos comunes. Este asentamiento cuenta con un área de 14,3 hectáreas y en ella, se encuentran alrededor de 762.6 habitantes los cuales se determinan a partir de censo nacional de población el cual dice que en Colombia hay 3.1 habitantes por vivienda y en el asentamiento humano Espíritu Santo según información suministrada por el líder comunal hay 246 usuarios.

$$\text{Habitantes} = 246 \text{ usuarios} * 3.1 \text{ habitantes} = 762.6 \text{ habitante}$$



**Figura 6. Asentamiento humano Espíritu Santo.** Fuente: Google earth, (2022)

## **2.5 Marco legal**

Acuerdo No 069 de septiembre 5 de 1997 por el cual se reglamenta el Artículo 140 del Estatuto Estudiantil de la Universidad Francisco de Paula Santander del consejo superior universitario. Dentro de las opciones de trabajo de grado que puede realizar el estudiante para obtener su título como profesional, se encuentra no solo la tesis sino también el trabajo dirigido siendo definido de la siguiente manera en el estatuto estudiantil: “consiste en el desarrollo, por parte del estudiante y bajo la dirección de un profesional en el área del conocimiento a la que es inherente el trabajo, de un proyecto específico que debe realizarse siguiendo el plan previamente establecido en el anteproyecto correspondiente, debidamente aprobado”.

### **Ley 9 de 1979**

a) Las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona a la salud humana.

b) Los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del ambiente.

### **Ley 99 de 1993**

Ley del medio ambiente. por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

### **Ley 142 de 1994**

De servicios públicos domiciliarios. Las empresas de servicios públicos para la operación de los servicios deben contar con los permisos ambientales, de seguridad, de circulación y tránsito y de desarrollo urbano del orden municipal. Igualmente, dispone que para que el usuario pueda recibir los servicios públicos el inmueble debe reunir las condiciones técnicas que defina la empresa.

### **Ley 388 de 1997**

Ley de ordenamiento territorial: Posibilitar a los habitantes el acceso a las vías públicas, infraestructuras de transporte y demás espacios públicos, y su destinación al uso común, y hacer efectivos los derechos constitucionales de la vivienda y los servicios públicos domiciliarios.

### **Resolución 2115 de 2007**

Expedido por los ministerios de salud y de desarrollo económico; normas técnicas de calidad de agua potable. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

La **Resolución 0330 de 2017** expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.  
“Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento

Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009”.

La Resolución reglamenta los requisitos técnicos que se deben cumplir en las etapas de diseño construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura relacionada con los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo.

Constitución política de Colombia, artículo 49: "La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado. Se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud.

### **Decreto 229 de 2002**

Define el servicio de Pila Pública como:

Suministro de agua por la entidad prestadora del servicio de acueducto, de manera provisional.

Para el abastecimiento colectivo y en zonas que no cuenten con red de acueducto, siempre que las condiciones técnicas y económicas impidan la instalación de redes domiciliarias.

**Resolución 0799 de 09 de diciembre de 2021.** Por la cual se modifica la Resolución 0330 de 2017.

### 3. Diseño metodológico

#### 3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación a realizar implica tres tipos: descriptiva, aplicada y cuantitativa.

Descriptiva: se pretende establecer la descripción del problema que presenta el asentamiento como la carencia de una red de alcantarillado sanitario que este conforme a las normas colombianas establecidas, mediante la visita de campo y diálogos con el líder comunal.

Aplicada: se va a realizar la solución del problema que se describirá en una primera instancia, para satisfacer el objetivo del proyecto que es realizar el diseño de la red de alcantarillado del asentamiento humano Espíritu santo.

Cuantitativa: los procedimientos de la solución, se realizarán con base a un conjunto de mediciones tomadas no solo en campo sino también en oficina, mediante el uso de programaciones en Excel y planos realizados en AutoCAD, es conjunto de cálculos numéricos que brindaran los resultados esperados, para encontrar la mejor solución al problema.

## 3.2 Población y muestra

**3.2.1 Poblacion.** Habitantes del asentamiento humano espíritu santo son aproximadamente 762.6, información suministrada por el líder comunal.

**3.2.2 Muestra.** En este caso, la muestra es aproximadamente el 70% los habitantes que necesitan el alcantarillado sanitario.

## 3.3 Instrumentos para la recoleccion de informacion

*Fuentes primarias:* en este caso se obtiene información por medio de la observación, información relevante a la población beneficiada con el proyecto objeto de estudio fue suministrada por el líder comunal quien previamente ha realizado censos casa a casa generando el catastro de usuarios.

Fundación V&C: topografía asentamiento humano Espíritu Santo

*Fuentes secundarias:*

- ✓ Requisitos técnicos establecidos para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2021)
  
- ✓ Información general de población, cultura y desarrollo de la ciudad de Cúcuta, “*Mapeo de asentamientos, contexto general de necesidades wash y puntos de abastecimiento de agua en los*

*asentamientos de la ciudad de Cúcuta en el departamento de norte de Santander*”. (Wash Colombia, s.f.)

### **3.4 Fases del proyecto**

#### **FASE 1**

✓ Hacer o disponer de los estudios técnicos como estudio topográfico y de suelos que serán insumos para el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado del asentamiento humano espíritu santo de Cúcuta.

✓ Para la búsqueda de información del asentamiento humano espíritu santo se realizó visitas de campo verificando la información suministrada por el líder del catastro de usuarios, para así analizar las problemáticas que presentan los habitantes de esta zona.

✓ Se realizó una solicitud a la fundación V&C con la finalidad de que suministraran el estudio topográfico que ya habían realizado en esta zona.

✓ Por medio de visitas de campo se logró obtener la muestra de suelo para determinar la clasificación de suelo en el que se encuentra ubicado el asentamiento humano espíritu santo, dejando en evidencia los registros fotográficos.

#### ***FASE 2. Laboratorio de suelos***

✓ Las muestras tomadas en campo se llevan al laboratorio de suelos de la universidad francisco de Paula Santander para realizar los respectivos estudios y obtener la información deseada del suelo.

### **FASE 3. Diseño**

✓ Teniendo la información necesaria se procederá a realizar el modelamiento hidráulico de los colectores sanitarios los cuales se harán respetando los lineamientos pautados en el reglamento técnico del sector agua potable y saneamiento básico. en el programa AutoCAD.

✓ Realizar cálculos que cumplan con los parámetros establecidos en la norma de saneamiento básico resolución 330 de 2017 y resolución 799 del 2021.

✓ Evaluar el diseño de la red de alcantarillado sanitario desarrollado, mediante la modelación de los mismos en EPA SWMM, para validar los parámetros normativos mínimos.

✓ Estimar los costos de ejecución del proyecto de alcantarillado del asentamiento humano espíritu santo de Cúcuta

## **4. Información general**

### **Descripción general del departamento**

El Departamento de Norte de Santander se encuentra ubicado al noreste de la región andina de Colombia. Cuenta con una superficie de 22.367 km<sup>2</sup>, lo que representa el 1.9% del territorio nacional. Este departamento limita por el Norte y Este con la República de Venezuela, por el Sur con los departamentos de Boyacá y Santander y por el Oeste con los departamentos de Santander y Cesar. Se reconoce por ser un departamento que tiene la frontera terrestre más dinámica con su vecino país Venezuela, al presentar mayores movimientos migratorios. Así mismo es un departamento con afectaciones de violencia sobre todo en la región del Catatumbo. El Departamento tiene un aproximado de 1.620.318 habitantes según el Censo Nacional de Población y Vivienda con proyección 2022, donde el 50,7% son mujeres (821.546) y el 49,3% hombres (798.772). A finales de mayo de 2022, el Departamento tenía unos 200.256 venezolanos según Migración Colombia. (Colombia.immap, s.f., párr. 1)

### **Municipio de Cúcuta, norte de Santander**

En el Municipio de Cúcuta, iMMAP realizó un diagnóstico en 12 asentamientos. Todos los puntos geográficos fueron validados, y los encuestadores determinaron que si existen asentamientos en esos lugares. Además, todos los asentamientos fueron monitoreados.

Todos los asentamientos tienen población mixta, es decir con colombianos y residentes de otro país. Dicho esto, algunos de los asentamientos tienen más habitantes de otro país (probablemente migrantes y refugiados venezolanos) representando un 16,7%. El resto de los asentamientos 66,7% tiene una mezcla indeterminada de colombianos y extranjeros. 83,3% de los asentamientos en Cúcuta tienen un tiempo de conformación entre 3 y 5 años, que corresponde al periodo de la crisis migratoria venezolana. El 91% de los asentamientos quedan en una zona urbana. (Colombia.immap, s.f., párrs. 4-5)

### **Comuna 8**

La Comuna 8 de San José de Cúcuta, ubicada en la zona occidental, por ser una de las más extensas, evidencia problemáticas de tipo socioeconómico, reflejadas en las condiciones precarias que viven, la percepción de inseguridad en los barrios de un 44%; tan sólo un 30% de la población se encuentra satisfecha con las vías de sus sectores; a nivel global entre las 10 comunas de la capital de Norte de Santander, un 55% de la población encuestada en el informe Cúcuta cómo vamos 2016, consideró que el cierre de la frontera impactó de manera negativa a la ciudad (Cámara de Comercio, 2016).

El sector económico de esta comuna es uno de los más golpeados, teniendo en cuenta que desde el cierre de frontera es cada vez más elevado el número de venezolanos que llegan a la ciudadela de Juan Atalaya, como se le conoce en la capital de Norte de Santander, buscando nuevas alternativas económicas, que en muchas ocasiones dejan en desventaja a quienes devengan sus salarios en talleres de confección y calzado especialmente, porque el valor de su mano de obra está por debajo de los índices establecidos en el comercio formal.

Las vías de acceso entre los barrios de la comuna se encuentran en regulares condiciones, un 30 % de las calles y avenidas de la comuna 8 se encuentran deterioradas, por la falta de pavimentación, desgaste del asfalto o aguas que por su circulación diaria han generado hundimientos. Este sector de la ciudadela de Juan Atalaya, cuenta con el servicio de rutas de busetas, taxis, colectivo informal y moto taxi, siendo los dos últimos los que operan en las noches, especialmente en aquellos barrios donde la inseguridad predomina. Esta situación entre el transporte legal y el ilegal, ha generado en la comuna 8, algunas situaciones tensas ante el desequilibrio en las condiciones para operar en cada uno de los dos medios de transporte.

En lo corrido del 2018, en la Comuna 8 al igual que en otros sectores de la Ciudadela de Juan Atalaya, territorio donde se encuentra localizada la muestra del proyecto de investigación, ha sido golpeada en los últimos meses por actores al margen de la ley que pretenden intimidar el accionar comunitario de sus líderes y lideresas, lo que ha generado pronunciamientos por parte de algunos dignatarios, solicitando al gobierno local más medidas de protección.

Adicionalmente, el nivel de inseguridad en la comuna 8 se eleva a un 41% en la región sur, delimitada para efectos de la aplicación de la encuesta de percepción ciudadana, entre las que se encuentra la comuna 8, por los casos de delincuencia común representados en atracos callejeros, focos de drogadicción, asaltos a casas, apartamentos y establecimientos comerciales, presencia de pandillas, homicidios, según lo reporta el último informe “Cúcuta como vamos” 2017 publicado en marzo de 2018, por la Fundación Corona, en asocio con la Universidad Libre de Cúcuta, el diario La Opinión, Findeter y Fundescat en asocio con la Cámara de Comercio de Cúcuta (Cámara de

Comercio de Cúcuta, Informe Cúcuta como vamos, 2018, citado en (Herrera Leal, 2019, págs. 32-33).

### **Asentamiento humano objeto de estudio**

El asentamiento humano espíritu santo está ubicado en la ciudad de Cúcuta departamento norte de Santander comuna 8. altitud promedio de 260 msnm coordenadas  $13^{\circ}53'13''$  N –  $72^{\circ}12'11.44''$  O, a sus alrededores se encuentra el barrio doña nidia, barrio el rodeo. Las vías de acceso no están pavimentadas están en total deterioro, no pasa transporte público, las personas que no tienen vehículo propio deben caminar aproximadamente 20 minutos a donde pasa el transporte, además no cuenta con un centro de salud, escuela ni iglesia católica. Los habitantes de este asentamiento algunos viven del día a día, otros tienen trabajos comunes. Este asentamiento cuenta con un área de 14,3 hectáreas y en ella, se encuentran alrededor de 762.6 habitantes. El terreno de la zona presenta fuertes cambios de direcciones a lo largo de las vías destapadas. Actualmente, este sector no presenta ni la red de acueducto ni la red de alcantarillado sanitario, por esta razón, se hizo la topografía del sitio, para pasar a analizar las condiciones del terreno y posterior a ello realizar el diseño.

## 5. Estudios técnicos

### 5.1 Estudio topográfico

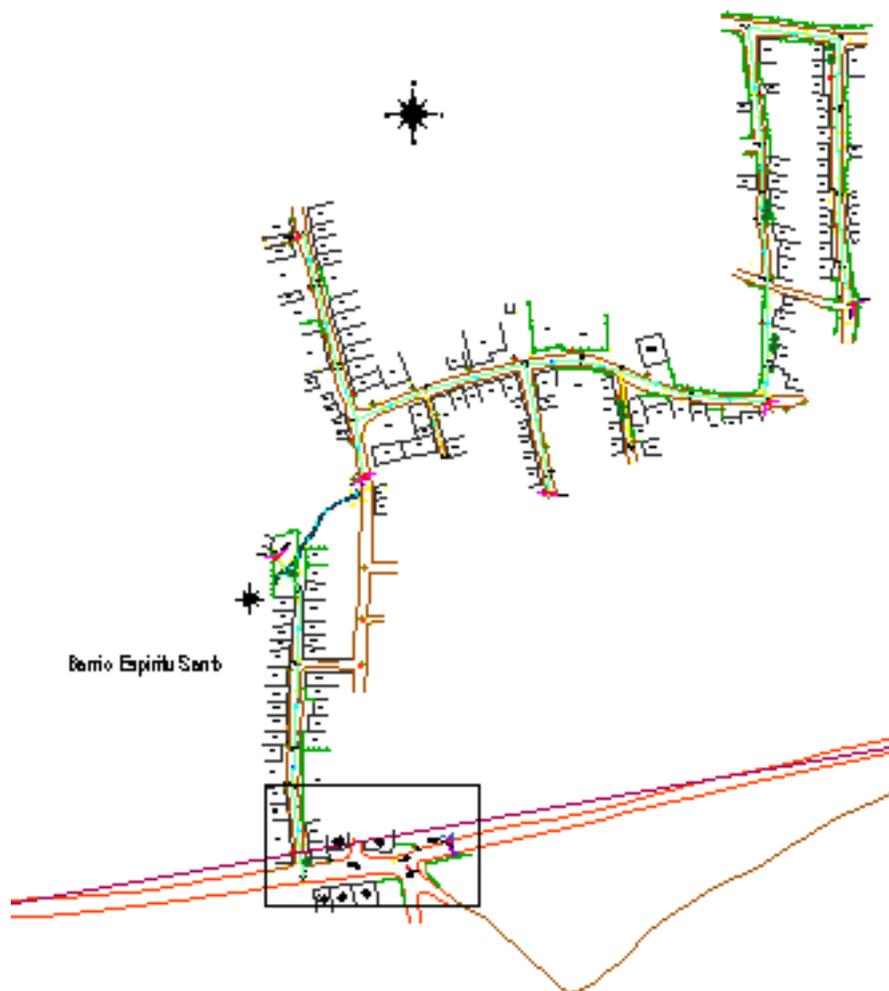
La herramienta principal para realizar el diseño de alcantarillado es la topografía del terreno que está comprendida por el levantamiento topográfico y altimétrico para la ubicación de un predio específico.

Para el presente proyecto se obtuvo la topografía por medio de diálogos con el líder comunal se logró obtener la topografía suministrada por la fundación V & C, esta entidad ya contaba con el estudio topográfico del asentamiento objeto de estudio por lo tanto se realizó la gestión pertinente.

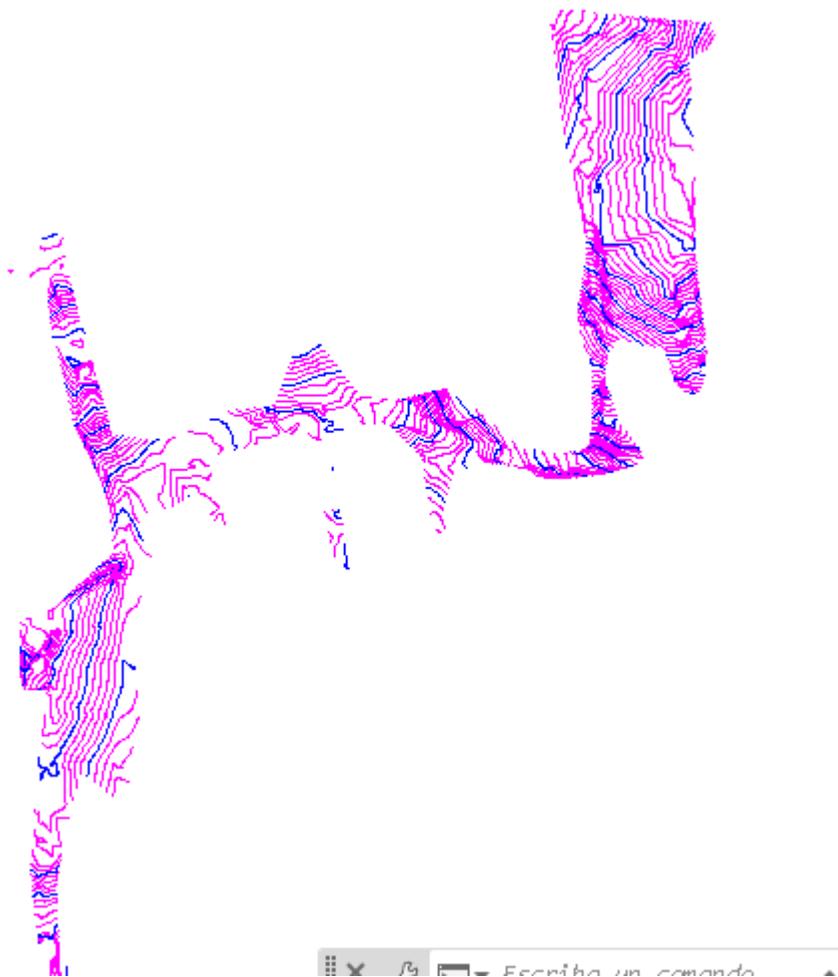
La Fundación V&C, es una entidad sin ánimo de lucro que brinda apoyo administrativo, técnico, comercial y jurídico a las juntas de acción comunal y/o asociaciones legalmente constituidas de los asentamientos humanos organizados en las zonas de alto riesgo y periféricas del área metropolitana de la ciudad de Cúcuta, integrando a la comunidad para la solución activa y organizada de las necesidades de agua potable, saneamiento básico, socio-ambientales, cultural y de su legalización a través del desarrollo de proyectos que generen bienestar en las comunidades intervenidas. (Fundación V&C, s.f., párr. 1)

#### DESCRIPCION TOPOGRÁFICA

La topografía suministrada por la fundación V&C se encuentra un trazado de alcantarillado y acueducto proyectado, el cual contiene 23 pozos proyectados y 9 pozos existentes de los cuales 4 de ellos se pretendía realizar la respectiva descarga.



**Figura 7. Plano topografía planta.** Fuente: Fundación V&C, (2022)



**Figura 8. Plano curvas de nivel.** Fuente: fundación V&C. (2022)

Para el presente proyecto se agregaron y modificaron los pozos (PY21, PY22 Y PY23, PY12A) también se determinó que se realizara la respectiva descarga en los pozos existentes E5, E2 Y E1. En resumen, el inicio de tramo es en el py14 del cual parte en el sentido py14-py15-py16-py17-py18-py19-py20 y por otro lado inicia el tramo en el py14 – py21-py-22-py23-py20 encontrándose los dos caudales en el py20 para ser transportado al pozo existente PE5 donde se realizará la respectiva descarga.

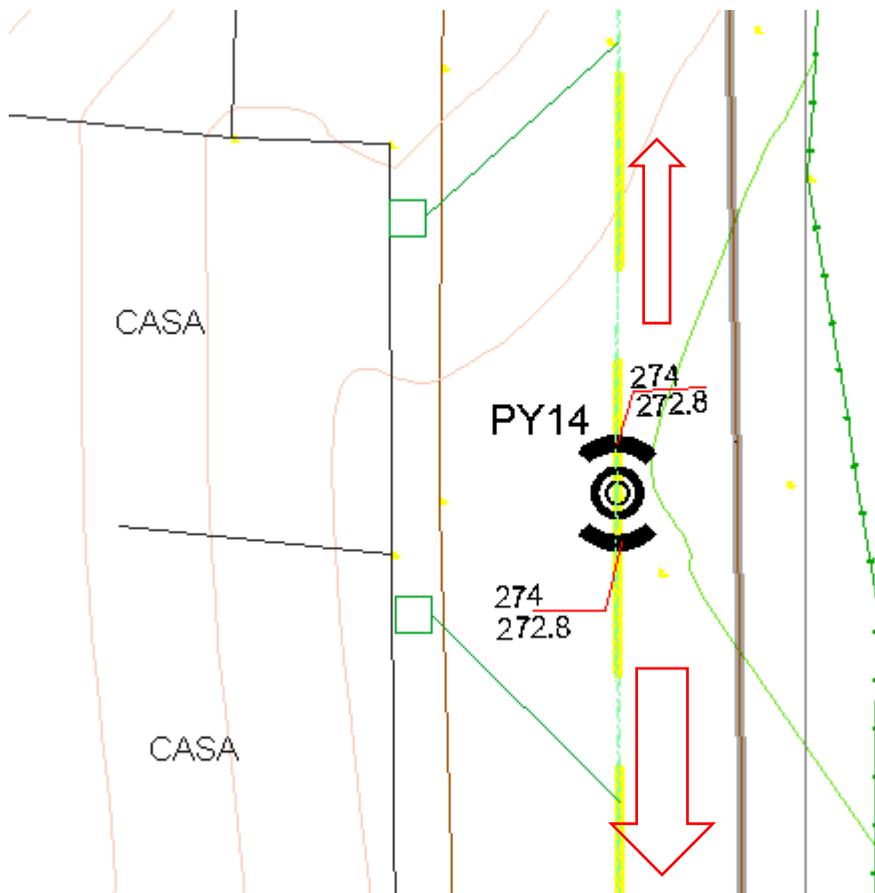


Figura 9. Inicio del tramo py14

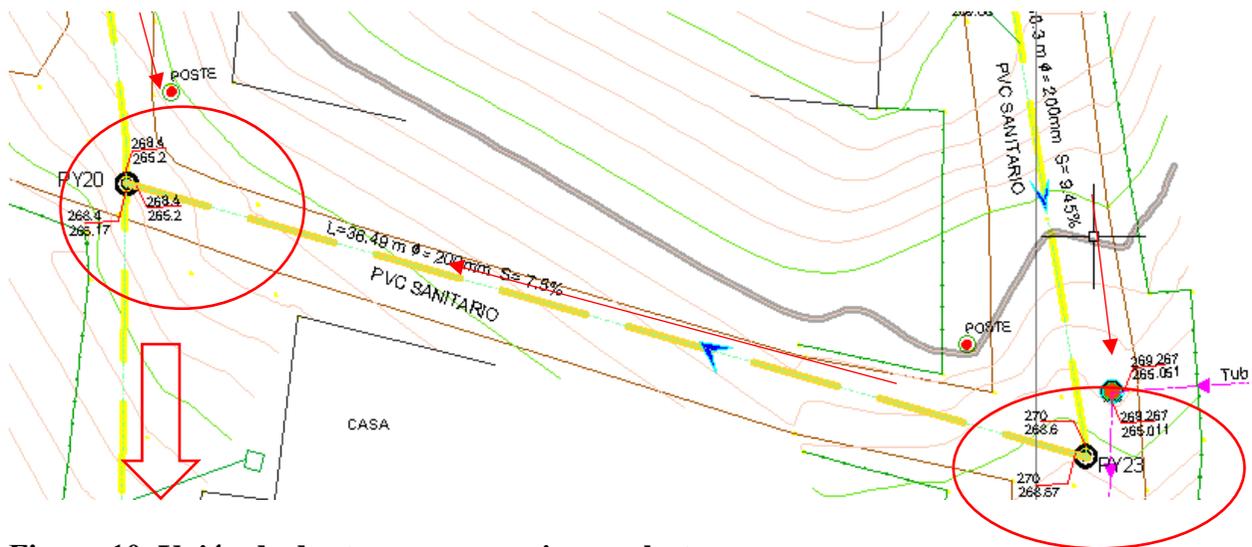
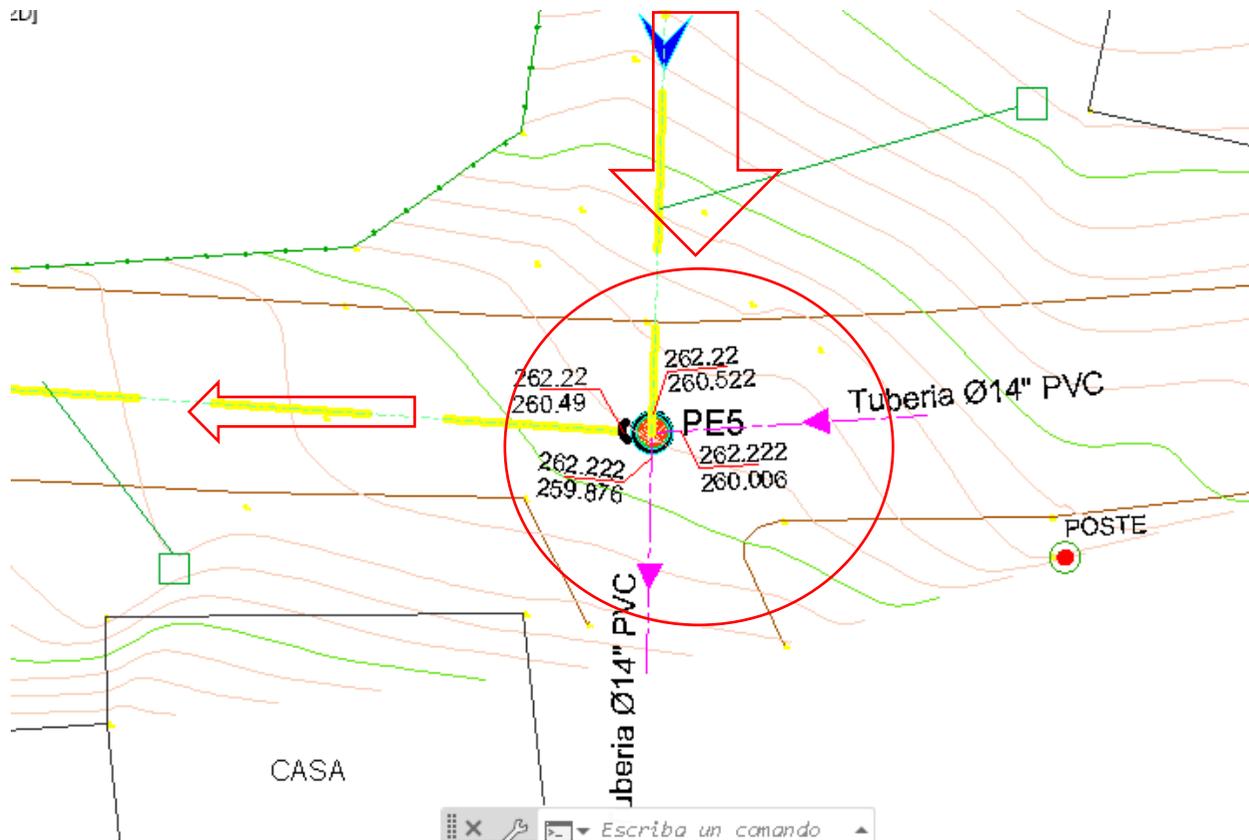
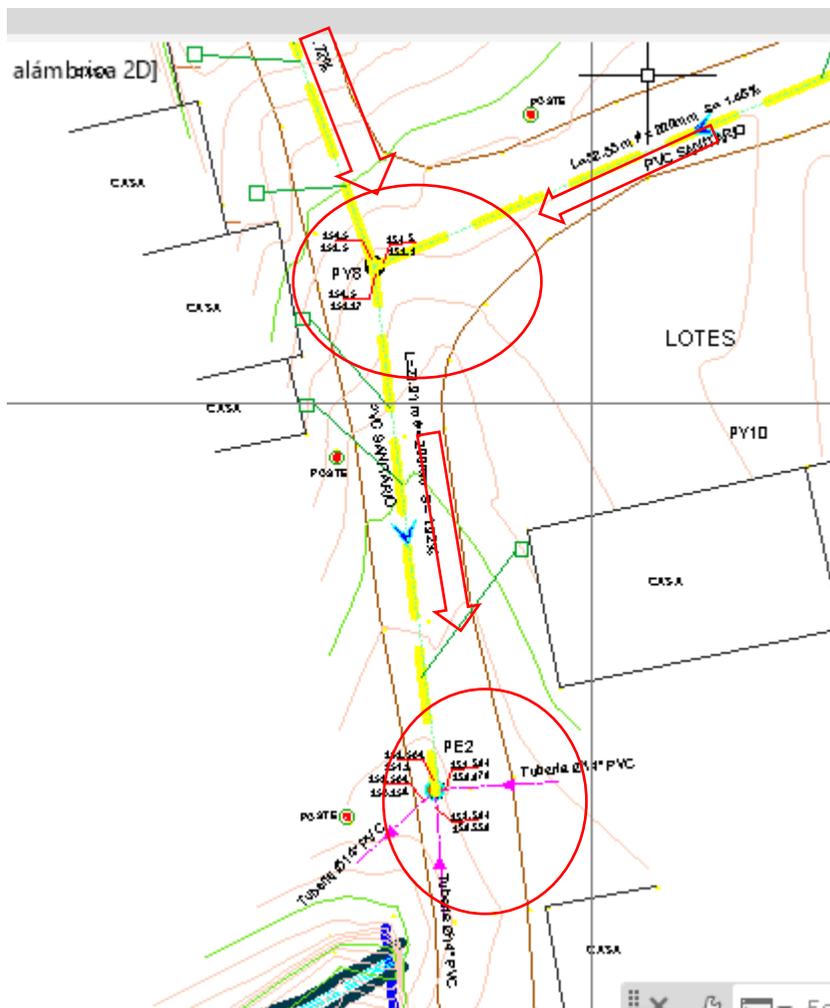


Figura 10. Unión de dos tramos a un mismo colector



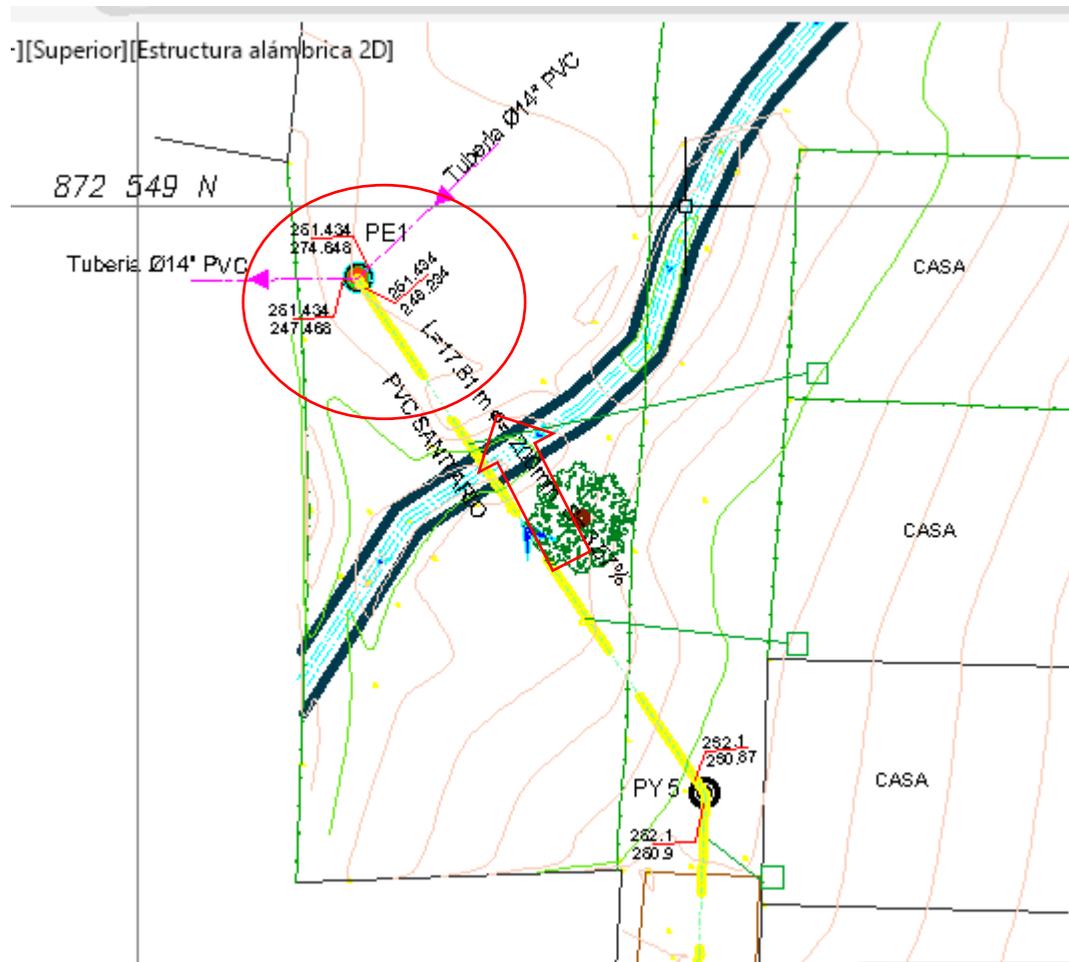
**Figura 11. Descarga colector existente PE5**

En el pozo existente PE5 parte un tramo inicial el cual conduce Epy9-py10-py11-py12-py8. Al cual se le unen los tramos py10A, py12A, py13A. por otro lado se inicia un nuevo tramo del pozo existente PE3 que conduce a los pozos py6-py7-py8. El cual conduce hacia la descarga en el pozo existente PE2



**Figura 12. Unión de dos tramos y descarga a colector existente PE2**

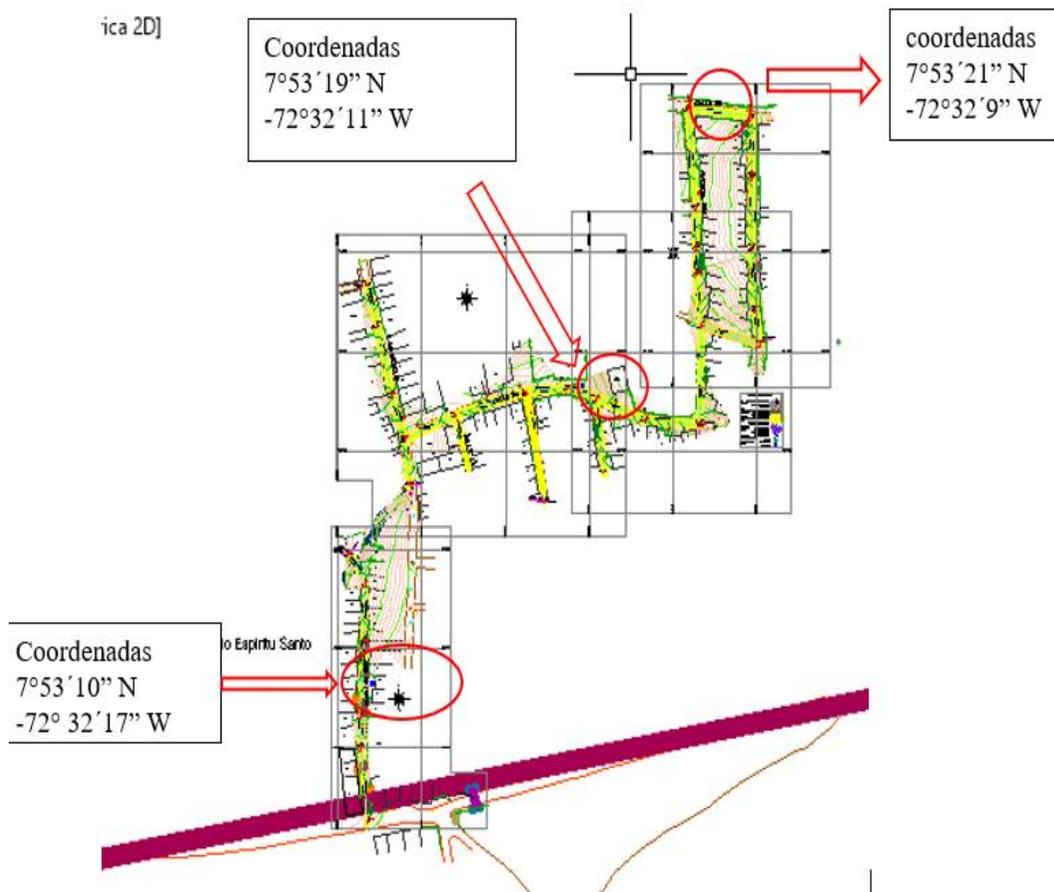
Finalmente se tiene un nuevo tramo que inicia en el py1 y conduce al py2-py3-py4-py5 descargando en el pozo existente PE1.



**Figura 13. Descarga a colector existente E1**

## 5.2 Estudio de suelos

Con el fin de investigar las propiedades físico mecánicas del sub-suelo se realizó tres (3) apiques a una profundidad de dos (2) metros; de donde se obtuvo las muestras de suelo requeridas para conocer por medio de pruebas de laboratorio, la siguiente información:



**Figura 14. Ubicación apiques clasificación (SUCS y AASHO).**

✓ Contenido de humedad natural.

✓ Peso unitario.

En el asentamiento humano espíritu santo se presentan suelos arcillosos de baja plasticidad, clasificados como CL según el sistema de clasificación unificada y como A-7-6 Y A-6 según el sistema de clasificación AASHO.

**Tabla 1. Clasificación del suelo**

RESULTADOS DE LA CLASIFICACION DEL SUELO DEL ASENTAMIENTO HUMANO ESPIRITU SANTO				
ELABORADO POR	YURLEY BARRAGAN BARGAS			
SUPERVISADO POR	JUAN CARLOS SAYAGO			
APIQUE 1				(45CM) relleno
ESTRATO 1	USCS	arcilla de baja plasticidad CL		30cm
	AASHTO	A-7-6 (24) SUELOS ARCILLOSOS		E1
ESTRATO 2	USCS	arcilla de baja plasticidad CL		29cm
	AASHTO	A-7-6 (22) SUELOS ARCILLOSOS		E2
ESTRATO 3	USCS	arcilla de baja plasticidad CL		27cm
	AASHTO	A-7-6 (23) SUELOS ARCILLOSOS		E3
ESTRATO 4	USCS	arcilla de baja plasticidad CL		62 cm
	AASHTO	A-7-6 (25) SUELOS ARCILLOSOS		E4
APIQUE 2				apique 2
ESTRATO 1	USCS	arcilla de baja plasticidad CL		relleno (51cm)
	AASHTO	A-6 (18) SUELOS ARCILLOSOS		E1 62 cm
ESTRATO 2	USCS	arcilla de baja plasticidad CH		E2 87 cm
	AASHTO	A-7-6 (29) SUELOS ARCILLOSOS		
APIQUE 3				RELLENO
ESTRATO 1	USCS	arcilla de Alta plasticidad CH		E1 (35cm)
	AASHTO	A-7-6 (21) SUELOS ARCILLOSOS		
ESTRATO 2	USCS	arcilla de Alta plasticidad CH		E2 (60cm)
	AASHTO	A-7-6 (20) SUELOS ARCILLOSOS		
ESTRATO 3	USCS	limo de baja plasticidad HL		E3 (75cm)
	AASHTO	A-7-5 (28) SUELOS ARCILLOSOS		

Los suelos arcillosos del índice superficial presentan un índice de plasticidad entre 15 y 30% con limite liquido entre 38 y 57%. presenta un porcentaje de humedad promedio de 22%, el porcentaje de suelo lavado que pasa por el tamiz #200 es mayor al 50%. En la etapa exploratoria se encontró nivel de agua freáticas entre 1.60 y 1.80m de profundidad. Como resultado de este estudio se determinó factor de infiltración de 0.2 para mayor seguridad. Memoria de cálculo (ver anexo 1)

### 5.3 Estudio hidráulico

Inicialmente se ha hablado de las funciones del alcantarillado sanitario y que soluciones traerá a la comunidad del asentamiento humano espíritu santo, puesto que su estado de

saneamiento es deteriorable esto se ha identificado mediante salidas de campo donde se observó la gravedad del problema y qué medidas se tomarían para mitigar las problemáticas.

Seguimiento fotográfico (ver anexo 2)



**Figura 15. Salida de campo, evidencia de descargas sanitarias**

### **Período de diseño**

En la resolución 0330 del 08 de junio de 2017, capítulo 1. artículo 40, establece, para todos los componentes de los sistemas de acueducto , alcantarillado y aseo e adopta como periodo de diseño 25 años

### **Población de diseño**

En el presente proyecto se trabaja con la densidad de población ya que se está considerando el área total por lo cual no hay posibilidad de que la población se pueda expandir, siendo así, no

aplica para un aumento de población futura. Por lo tanto, no se realiza proyección de la población.

### **Densidad de población**

Densidad de población se establece según el (Alcaldía San José de Cúcuta, 2020, pág. 47) en el municipio de Cúcuta tenemos una densidad poblacional de 12.708 habitantes por km<sup>2</sup>. Es decir 1270.8 habitantes por hectárea.

### **Dotación neta máxima**

La dotación neta debe determinarse haciendo uso de información histórica de los consumos de agua potable de los suscriptores, disponible por parte de la persona prestadora del servicio de acueducto o, en su defecto, recopilada en el Sistema Único de Información (SUI) de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), siempre y cuando los datos sean consistentes. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2021)

En todos los casos, se deberá utilizar un valor de dotación que no supere los máximos establecidos en la siguiente Tabla:

**Tabla 2. Dotación neta**

<b>Altura promedio sobre el nivel del mar de la zona atendida</b>	<b>Dotación neta máxima (l/hab* día)</b>
> 2000 m.s.n.m	120
1000 - 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Nota. Fuente: (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017)

Por lo tanto, para el presente proyecto se tomará la dotación neta de 140 l/hab.día.

### **Caudal de aguas residuales**

Los aportes de aguas residuales deben determinarse con base en información de consumos y/o mediciones recientes registrados en la localidad, y considerando las densidades previstas para el período de diseño con base en el Plan de Ordenamiento Territorial o Plan Básico de Ordenamiento Territorial o Esquema de Ordenamiento Territorial y Plan de Desarrollo del municipio a través de zonificación del uso de la tierra. Se justificarán los valores adoptados y deben ser aprobados por la persona prestadora del servicio. Se deben estimar los caudales para las condiciones iniciales y finales del período de diseño, en cada uno de los tramos de la red.

### **Caudal de aguas residuales domésticas**

Caudal de aguas residuales domésticas. Cuando se cuente con proyección de demanda de agua potable, se debe calcular con la siguiente ecuación:

$$QD = Cr \times D_{netap} \times A$$

Donde (DNETAp) es la demanda neta de agua potable por unidad de área tributaria (L/s.ha) y (A) es el área tributaria de drenaje (ha).

Cuando se cuente con proyección de demanda de agua potable por suscriptor, se debe

$$D = \frac{Cr * Ps * Dn}{30}$$

Donde (PS) es el número de suscriptores proyectados al periodo de diseño y (DNETAs) es la demanda neta de agua potable proyectada por suscriptor (m3 /suscriptor-mes).

Cuando se utilice proyección de población, se debe calcular con la siguiente ecuación:

$$QD = \frac{Cr * P * Dn}{86400}$$

Donde (DNETA) es la dotación neta de agua potable proyectada por habitante (L/hab.día) y (P) es el número de habitantes proyectados al período de diseño.

El coeficiente de retorno (CR) debe estimarse a partir del análisis de información existente en la localidad y/o de mediciones de campo realizadas por la persona prestadora del servicio. De no contar con datos de campo, se debe tomar un valor de 0,85. (Resolucion 799, 2021)

### **Caudal de aguas residuales no domésticas.**

El consumo de agua industrial varía de acuerdo con el tipo y tamaño de la industria y los aportes de aguas residuales varían con el grado de recirculación de aguas, los procesos de pretratamiento y tratamiento.

En síntesis y de conformidad con la Resolución 0330/2017, para zonas netamente industriales, comerciales e institucionales se deben elaborar análisis específicos de aportes de aguas residuales, que conduzcan a determinar el valor de contribución a utilizar según el caso.

**Tabla 3. Aporte de aguas residuales**

Contribución industrial (L/s-ha <sub>ind</sub> )	0.7
Contribución comercial (L/s-ha <sub>com</sub> )	0.5
Contribución comercial (L/s-ha <sub>inst</sub> )	0.5

### **Caudal medio diario de aguas residuales**

Se debe calcular el caudal medio diario de aguas residuales como la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales.

De acuerdo con lo anterior, se tendría:

$$Q_{md} = QD + QI + QC + QIN$$

En donde:

$Q_{md}$ = Caudal medio diario (L/s)

$QD$ = Caudal de aguas residuales domésticas (L/s)

$QI$ = Caudal industrial (L/s)

$QC$ = Caudal comercial (L/s)

$QIN$ = Caudal institucional (L/s)

### **Caudal máximo horario**

Como se recordará, en el Curso de Sistemas de Acueductos se definió el Caudal Máximo Horario (QMH), como el consumo máximo durante una hora, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

Para tener en cuenta la variación del caudal de aguas residuales domésticas, particularmente en las horas pico, en alcantarillados se usa el Factor de mayoración.

### **Factor de mayoración**

El factor de mayoración utilizado en la estimación del caudal máximo horario debe calcularse haciendo uso de mediciones de campo, en las cuales se tengan en cuenta los patrones de consumo de la población. En ausencia de datos de campo, se debe estimar con las ecuaciones aproximadas, teniendo en cuenta las limitaciones que puedan presentarse en su aplicabilidad. Este valor deberá estar entre 1,4 y 3,8. (Resolución 799 de 2021. Por la cual se modifica la Resolución 0330 de 2017, 2021)

Ecuación de Gaines (1989)

$$F = \frac{3.114}{QMD^{0.062}}$$

F= factor de mayoración

QMD= caudal medio diario de aguas residuales L/S

En el caso en que el factor de mayoración de aguas residuales domésticas se haya estimado utilizando como parámetro de cálculo el caudal medio final de aguas residuales (Ecuaciones (D.3.10), y (D.3.11), el caudal máximo horario final será igual que: (Minivivienda, 2012)

$$QMHf = F * QMDf$$

### **Caudal de conexiones erradas**

Los aportes por conexiones erradas deben estimarse a partir de la información existente en la localidad. En ausencia de esta información deberá utilizar un valor máximo de 0,2 L/s.ha. (Resolución 799 de 2021. Por la cual se modifica la Resolución 0330 de 2017, 2021)

### **Caudal de infiltración**

El caudal de infiltración debe estimarse a partir de aforos en el sistema y de consideraciones sobre la naturaleza y permeabilidad del suelo, la topografía de la zona y su drenaje, la cantidad y distribución temporal de la precipitación, la variación del nivel freático con respecto a las cotas clave de las tuberías, las dimensiones, estado y tipo de tuberías, los tipos, número y calidad

constructiva de uniones y juntas, el número de estructuras de conexión y demás estructuras, y su calidad constructiva. Ante la ausencia de información se acepta que la infiltración se calcule con base en un factor de 0,1 L/s ha, aplicado al área de aferencia de infiltración del alcantarillado, entendida esta como el área de las calles del sector beneficiado con el sistema.

### **Caudal de diseño**

El caudal de diseño debe obtenerse sumando el caudal máximo horario, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas. Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea menor que 1,5 L/s, debe adoptarse este último valor como caudal de diseño para el tramo.”

Esto es:

$$QD T = QMHT + QINF T + QCE T$$

donde:

$QD T$  = Caudal de diseño para cada tramo de la red (L/s).

$QMHT$  = Caudal máximo horario del tramo (L/s).

$QINF T$  = Caudal por infiltraciones en el tramo (L/s).

$QCE T$  = Caudal por conexiones erradas en el tramo (L/s).

#### 5.4 Delimitar áreas aferentes para cada tramo

En base a la topografía suministrada por la Fundación Valor & Compromiso (V&C), se determina las áreas aferentes correspondientes a cada tramo (ilustración 7), el cual su área total es de 11.77 Ha, y el área máxima entre estas es 1.606 Ha y el área mínima es de 0.055 Ha.

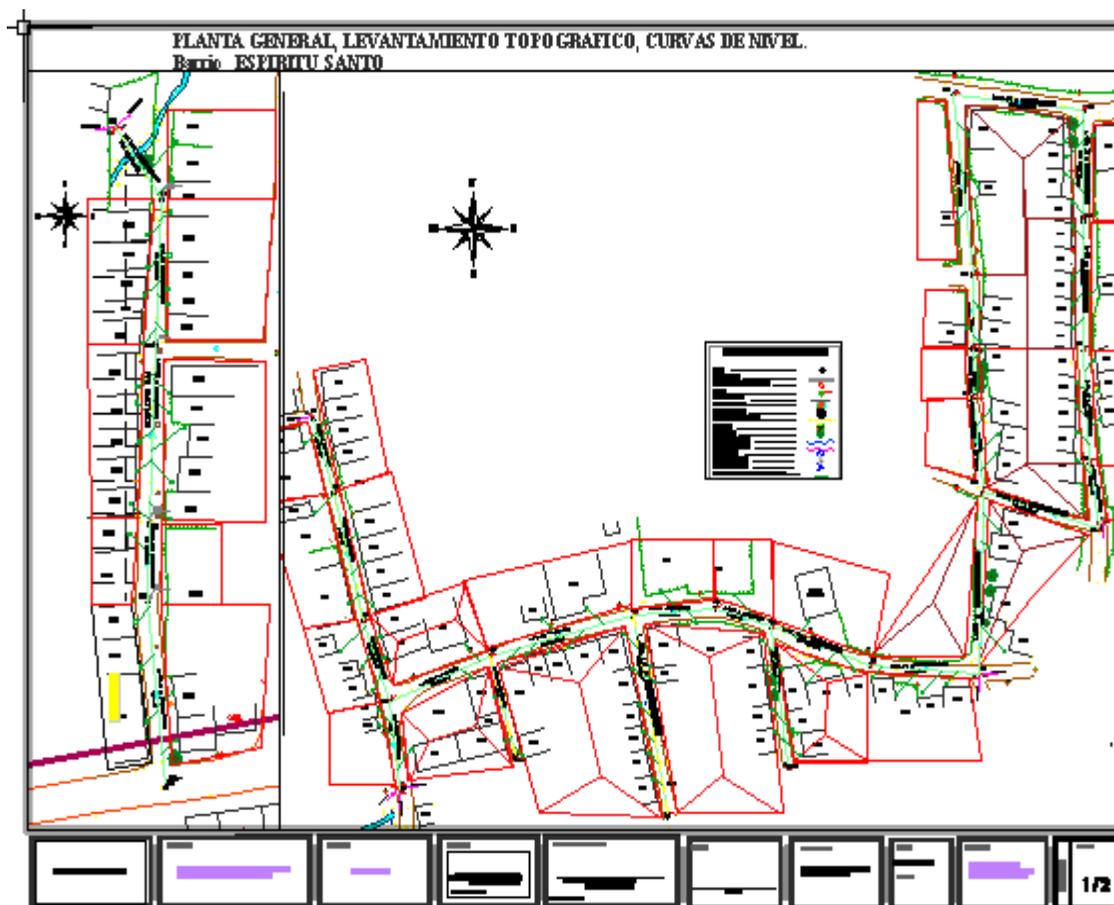


Figura 16. Plano de áreas aferentes

#### 5.5 Calculo hidráulico

A continuación, se hace la descripción de la memoria de cálculo.

**Tabla 4. Información general del proyecto**

<b>Dotación Neta:</b>	C =	140	L/hab.día				
<b>Densidad de población:</b>	D =	1270.80	hab/ha				
<b>factor infiltración</b>		0.2	L/s.ha				
<b>Aporte por conexiones erradas</b>		0.2	L/s.ha (máximo permitido por el RAS)				
<b>Cálculo del factor de mayoración por Gains</b>							
<b>Coefficiente de retorno:</b>	R =	0.85					

COLUMNA 1: Inicio – fin del tramo

COLUMNA 2: área tributaria domestica

COLUMNA 3: área tributaria industrial

COLUMNA 4: Área tributaria comercial

COLUMNA 5: área tributaria institucional

COLUMNA 6: área total por tramo

COLUMNA 7: población (en miles)

COLUMNA 8: Caudal domestico

$$QD = \frac{A * Dp * Dn * R}{86400}$$

$$QD = \frac{0.055 * 1270.8 * 140 * 0.85}{86400} = 0.096L/S$$

COLUMNA 9: Caudal industrial

COLUMNA 10: Caudal comercial

COLUMNA 11: Caudal institucional

COLUMNA 12: caudal medio diario

$$Qmd = Qdom + Qind + Qcom + Qind$$

$$Qmd = 0.096 + 0 + 0 = 0.096 \text{ l/s}$$

COLUMNA 13: factor de mayoración (formula de Gaines)

$$F = \frac{3.114}{Qmd^{0.062}}$$

$$F = \frac{3.114}{0.096^{0.062}} = 3.6$$

COLUMNA 14: Caudal máximo horario

$$QMH = F * Qmd$$

$$Q_{MH}=3.8*0.096 =0.345 \text{ L/S}$$

COLUMNA 15: Caudal de infiltración

$$Q_{INF}= 0.2* A$$

$$Q_{INF}= 0.2*0.055= 0.011\text{L/S}$$

COLUMNA 16: Caudal de conexiones erradas

$$Q_{CE}= 0.2 *A$$

$$Q_{CE}= 0.2*0.055=0.011\text{L/S}$$

COLUMNA 17: Caudal de diseño tramo

$$Q_{DT}= Q_{MH}+Q_{IN}+Q_{CE}$$

$$Q_{DT}= 0.345+0.011+0.011= 0.367\text{L/S}$$

COLUMNA 18: Caudal de diseño ajustado

Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea menor que 1,5 L/s, debe adoptarse este último valor como caudal de diseño para dimensionar las tuberías de sistemas de alcantarillado de aguas residuales (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2021)

Tabla 5. Caudal sanitario (QDT)

C1		C2		C3		C4		C5		C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19
Tramo		Área Tributaria Doméstica		Área Tributaria Industrial		Área Tributaria Comercial		Área Tributaria Institucional		Área Total	Población	Q Doméstico	Q Industrial	Q Comercial	Q Institucional	Qmd	F	QMH	QINF	QCE	QDT	QDT corregido	L
De	Hasta	Parcial	Acumulada	Parcial	Acumulada	Parcial	Acumulada	Parcial	Acumulada	(ha)	(miles)	L/s	L/s	L/s	L/s	l/s	L/S	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	(m)
py14	py15	0.0548	0.055	0	0	0	0	0	0	0.055	0.070	0.096	0	0	0	0.096	3.6	0.345	0.01	0.01096	0.367	1.5	29.7
py15	py16	0.0207	0.076	0	0	0	0	0	0	0.076	0.096	0.132	0	0	0	0.132	3.53	0.467	0.02	0.01510	0.497	1.5	39
py16	py17	0.0988	0.174	0	0	0	0	0	0	0.174	0.222	0.305	0	0	0	0.305	3.35	1.023	0.03	0.03486	1.092	1.5	50
py17	py18	0.0462	0.221	0	0	0	0	0	0	0.221	0.280	0.386	0	0	0	0.386	3.30	1.275	0.04	0.04410	1.363	1.5	20.1
py18	py19	0.0352	0.256	0	0	0	0	0	0	0.256	0.325	0.448	0	0	0	0.448	3.27	1.465	0.05	0.05114	1.567	1.6	13.7
py19	py20	0.0542	0.310	0	0	0	0	0	0	0.310	0.394	0.542	0	0	0	0.542	3.23	1.754	0.06	0.06198	1.878	1.9	24.7
py14	py21	0.0939	0.094	0	0	0	0	0	0	0.094	0.119	0.164	0	0	0	0.164	3.48	0.572	0.02	0.01878	0.610	1.5	36.1
py21	py22	0.0825	0.176	0	0	0	0	0	0	0.176	0.224	0.309	0	0	0	0.309	3.35	1.034	0.04	0.03528	1.105	1.5	31.2
py22	py23	0.0267	0.203	0	0	0	0	0	0	0.203	0.258	0.355	0	0	0	0.355	3.32	1.180	0.04	0.04062	1.262	1.5	18
py23	py20	0.0309	0.234	0	0	0	0	0	0	0.234	0.297	0.410	0	0	0	0.410	3.29	1.348	0.05	0.04680	1.442	1.5	36.5
py20	pe5	0.0454	0.589	0	0	0	0	0	0	0.589	0.749	1.031	0	0	0	1.031	3.11	3.206	0.12	0.11786	3.441	3.4	50
pe5	py9	0.0971	0.097	0	0	0	0	0	0	0.097	0.123	0.170	0	0	0	0.170	3.48	0.591	0.02	0.01942	0.630	1.5	32.7
py9	py10	0.076	0.173	0	0	0	0	0	0	0.173	0.220	0.303	0	0	0	0.303	3.35	1.017	0.03	0.03466	1.086	1.500	31.2
py10A	py10	0.093	0.093	0	0	0	0	0	0	0.093	0.118	0.163	0	0	0	0.163	3.49	0.567	0.02	0.01858	0.604	1.5	37.4
py10	py11	0.037	0.304	0	0	0	0	0	0	0.304	0.386	0.531	0	0	0	0.531	3.24	1.720	0.06	0.06070	1.842	1.8	17.8
py11	py12	0.046	0.349	0	0	0	0	0	0	0.349	0.444	0.611	0	0	0	0.611	3.21	1.963	0.07	0.06986	2.103	2.10	24.5
py12A	py12	0.130	0.130	0	0	0	0	0	0	0.130	0.165	0.227	0	0	0	0.227	3.41	0.776	0.03	0.02596	0.827	1.50	55.1
py12	py13	0.112	0.591	0	0	0	0	0	0	0.591	0.751	1.035	0	0	0	1.035	3.11	3.216	0.12	0.11826	3.452	3.45	44
py13A	py13	0.085	0.085	0	0	0	0	0	0	0.085	0.107	0.148	0	0	0	0.148	3.51	0.518	0.02	0.01690	0.552	1.50	28.2
py13	py8	0.050	0.726	0	0	0	0	0	0	0.726	0.922	1.270	0	0	0	1.270	3.07	3.897	0.15	0.14514	4.187	4.187	32.3
pe3	py6	0.083	0.083	0	0	0	0	0	0	0.083	0.105	0.145	0	0	0	0.145	3.51	0.510	0.02	0.01660	0.543	1.500	20.9
py6	py7	0.121	0.204	0	0	0	0	0	0	0.204	0.260	0.358	0	0	0	0.358	3.32	1.187	0.04	0.04088	1.269	1.500	36.6
py7	py8	0.043	0.247	0	0	0	0	0	0	0.247	0.314	0.433	0	0	0	0.433	3.28	1.419	0.05	0.04944	1.518	1.518	23.4
py8	pe2	0.044	1.017	0	0	0	0	0	0	1.017	1.292	1.779	0	0	0	1.779	3.00	5.346	0.20	0.20332	5.753	5.753	23.9
py1	py2	0.1	0.100	0	0	0	0	0	0	0.100	0.127	0.175	0	0	0	0.175	3.47	0.607	0.02	0.02000	0.647	1.500	38.4
py2	py3	0.0391	0.139	0	0	0	0	0	0	0.139	0.177	0.243	0	0	0	0.243	3.40	0.828	0.03	0.02782	0.883	1.500	16
py3	py4	0.1129	0.252	0	0	0	0	0	0	0.252	0.320	0.441	0	0	0	0.441	3.28	1.445	0.05	0.05040	1.546	1.546	35.9
py4	py5	0.0649	0.317	0	0	0	0	0	0	0.317	0.403	0.555	0	0	0	0.555	3.23	1.792	0.06	0.06338	1.918	1.918	31.1
py5	pe1	0.0411	0.358	0	0	0	0	0	0	0.358	0.455	0.627	0	0	0	0.627	3.21	2.009	0.07	0.07160	2.152	2.152	17.8

Al tener definido el caudal de diseño para cada colector, se dará paso al cálculo de cotas rasantes y longitud de tubería de la red hidráulica cumpliendo con todos los parámetros establecidos por la resolución 799 del 2021.

COLUMNANA 19: longitud del tramo

COLUMNA 20, 21: Cota rasante terreno real

COLUMNMA 22: cota rasante proyectada (línea roja)

Se plantea un ajuste de vía ya que el terreno presenta deformaciones y pendientes pronunciadas.

COLUMNA 23: pendiente terreno

$$S = \text{Cota inicial} - \text{cota final} / \text{longitud}$$

$$S = \left( \frac{(274.00 - 272.20)m}{29.72m} \right) * 100 = 6.1\%$$

COLUMNA 24: Cota clave.

$$C_{ci} = C_{ti} - P_{ci}$$

$$C_{ci} = 274.00 - 1.0m$$

$$C_{ci} = 273 \text{ m}$$

$$C_{ci} = C_{ti} - P_{ci}$$

$$C_{ci} = 272.2 - 1 \text{ m}$$

$$C_{ci} = 271.2 \text{ m}$$

COLUMNA 25: Cota fondo

COLUMNA 26: profundidad de excavación

COLUMNA 27: Pendiente del tubo.

$$S. \text{ Tubo} = \frac{C_{ci} - C_f}{\text{longitud}}$$

$$S = \frac{\text{Cota inicial} - \text{cota final}}{\text{longitud}}$$

$$S = \left( \frac{(273 - 271.20) \text{ m}}{29.72 \text{ m}} \right) * 100 = 6.06\%$$

COLUMNA 28: longitud del tubo (m)

$$L. \text{ tubo} = \sqrt{(\text{cota clave inicial} - \text{cota clave final})^2 + L. \text{ tramo}^2}$$

$$\text{Tubo} = \sqrt{(273 - 271.2)^2 + 29.72^2}$$

L. tubo= 29.77m

**Tabla 6. Cotas y longitud de tubería**

C19	C20	C21	C22		C23	C24		C25		C26		C27		C28
L	COTAS RASANTE ORIGINAL		Cotas Rasante proyectada		S terreno	Cotas Claves		Cotas Fondo		profundidad clave		Sw tubo	Sw	longitud del tubo
(m)	INICIAL	FINAL	Inicial	Final	%	Inicial	Final	Inicial	Final	inicial	final	%	%	m
29.72	273.98	272.356	274.00	272.20	6.1%	273.00	271.20	272.80	271.00	1.00	1.00	6.06%	0.06	29.77
38.97	272.356	269.611	272.20	270.00	5.6%	271.17	268.60	270.97	268.40	1.03	1.40	6.59%	0.07	39.05
49.98	269.611	271.426	270.00	271.50	-3.0%	268.57	268.00	268.37	267.80	1.43	3.50	1.14%	0.01	49.98
20.11	271.426	271.795	271.50	271.90	-2.0%	267.97	267.20	267.77	267.00	3.53	4.70	3.83%	0.04	20.12
13.7	271.795	270.587	271.90	270.10	13.1%	267.17	265.90	266.97	265.70	4.73	4.20	9.27%	0.09	13.76
24.66	270.587	268.534	270.10	268.40	6.9%	265.87	265.40	265.67	265.20	4.23	3.00	1.91%	0.02	24.66
36.12	273.98	273.444	274.00	273.50	1.4%	273.00	271.90	272.80	271.70	1.00	1.60	3.05%	0.03	36.14
31.18	273.444	270.998	273.50	271.01	8.0%	271.87	269.81	271.67	269.61	1.63	1.20	6.61%	0.07	31.25
18.03	270.998	269.267	271.01	270.00	5.6%	269.78	268.80	269.58	268.60	1.23	1.20	5.44%	0.05	18.06
36.49	269.267	268.534	270.00	268.40	4.4%	268.77	265.40	268.57	265.20	1.23	3.00	9.24%	0.09	36.65
50	268.534	262.222	268.40	262.22	12.4%	265.37	260.72	265.17	260.52	3.03	1.50	9.30%	0.09	50.22
32.74	262.222	260.345	262.22	260.20	6.2%	260.69	259.00	260.49	258.80	1.53	1.20	5.17%	0.05	32.78
31.18	260.345	257.692	260.20	257.80	7.7%	258.97	256.80	258.77	256.60	1.23	1.00	6.96%	0.07	31.26
37.39	257.381	257.692	258.60	257.80	2.1%	257.60	256.80	257.40	256.60	1.00	1.00	2.14%	0.02	37.40
17.82	257.632	256.456	257.80	256.50	7.3%	256.77	255.50	256.57	255.30	1.03	1.00	7.13%	0.07	17.87
24.54	256.456	255.726	256.50	255.90	2.4%	255.47	254.40	255.27	254.20	1.03	1.50	4.36%	0.04	24.56
55.13	255.864	255.726	256.50	255.90	1.1%	255.50	254.30	255.30	254.10	1.00	1.60	2.18%	0.02	55.14
43.99	255.73	254.698	255.90	254.80	2.5%	254.27	253.60	254.07	253.40	1.63	1.20	1.52%	0.02	44.00
28.2	254.1	254.698	254.00	254.80	-2.8%	253.00	252.80	252.80	252.60	1.00	2.00	0.71%	0.01	28.20
32.33	254.698	254.511	254.80	254.50	0.9%	252.77	252.50	252.77	252.30	2.03	2.00	0.84%	0.01	32.33
20.92	262.54	260.132	262.54	260.10	11.7%	261.54	258.80	261.34	258.60	1.00	1.30	13.10%	0.13	21.10
36.57	260.132	257.485	260.10	257.50	7.1%	258.77	256.10	258.57	255.90	1.33	1.40	7.30%	0.07	36.67
23.42	257.485	254.511	257.50	254.50	12.8%	256.07	252.70	255.87	252.50	1.43	1.80	14.39%	0.14	23.66
23.91	254.511	253.504	254.50	253.50	4.2%	252.47	251.50	252.27	251.30	2.03	2.00	4.06%	0.04	23.93
38.43	256.819	255.406	256.60	255.30	3.4%	255.60	254.30	255.40	254.10	1.00	1.00	3.38%	0.03	38.45
15.98	255.406	253.593	255.30	253.70	10.0%	254.27	252.70	254.07	252.50	1.03	1.00	9.82%	0.10	16.06
35.86	253.593	252.998	253.70	252.80	2.5%	252.67	251.80	252.47	251.60	1.03	1.00	2.43%	0.02	35.87
31.08	252.998	250.026	252.80	252.10	2.3%	251.77	251.10	251.57	250.90	1.03	1.00	2.16%	0.02	31.09
17.81	250.026	251.434	252.10	251.43	3.7%	251.07	248.43	250.87	247.47	1.03	3.00	14.80%	0.15	18.00

COLUMNA 29. diámetro interno tubería en (mm)

COLUMNA 30: Diámetro comercial (m).

COLUMNA 31: relación de llenado

COLUMNA 32: profundidad normal del flujo ((Yn) puede ser como máximo el 85% del diámetro interno)

COLUMNA 33: Angulo

$$\theta = 2 \arccos \left( 1 - \frac{2y}{d} \right)$$

$$\theta = 2 \arccos \left( 1 - \frac{2 * 0.015}{0.182} \right) = 1.16 \text{ rad}$$

COLUMNA 34: Área

$$A = (\theta - \text{sen}\theta) * \frac{d^2}{8}$$

$$A = (1.176 - \text{sen}(1.16)) * \frac{0.182^2}{8} = 0.001m^2$$

COLUMNA 35: Perímetro mojado

$$P = \theta * \frac{D}{2}$$

$$P = 1.16 * \frac{0.182}{2} = 0.11m$$

COLUMNA 36: Radio hidráulico

$$R = \left( 1 - \frac{\text{SEN}\theta}{\theta} \right) * \frac{D}{4}$$

$$R = \left(1 - \frac{SEN1.16}{1.16}\right) * \frac{0.182}{4} = 0.010m$$

COLUMNA 37: Caudal

$$Q = -2A\sqrt{8gRS} * \left(\log_{10}\left(\frac{ks}{14.8R} + \frac{2.51v}{4R\sqrt{8gRS}}\right)\right)$$

$$Q = -2 * 0.001\sqrt{8 * 9.81 * 0.010 * 0.06}$$

$$* \left( \log_{10} \left( \frac{1.5E - 6m}{14.8 * 0.010m} + \frac{2.51 * \frac{1.44m}{0.06}}{4 * 0.010m \sqrt{8 * \frac{9.81m}{0.06^2} * 0.010 * 0.06}} \right) \right)$$

$$= 1.5m/s$$

COLUMNA 38: Velocidad

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{1.5}{0.001}/1000=1.44m/s$$

COLUMNA 39: Profundidad hidráulica

$$D = \left(\frac{\theta - \text{sen}\theta}{\text{sen}\frac{\theta}{2}}\right) * \frac{d}{8}$$

$$D = \left( \frac{1.16 - \text{sen}1.16}{\text{sen} \frac{1.16}{2}} \right) * \frac{0.182}{8} = 0.01m$$

COLUMNA 40: Numero del Reynolds (Debe evitarse el flujo crítico y/o cuasi crítico, por tanto, el NF no deberá estar entre 0.90 y 1.10)

$$Nf = v/\sqrt{gD}$$

$$Nf = \frac{1.49}{\sqrt{9.81 * 0.01}} = 4.74$$

COLUMNA 41: Esfuerzo cortante (Debe verificarse que  $\tau$  sea mayor de 1.0 N/m<sup>2</sup>.)

$$\tau = \gamma RS$$

$$\tau = 9.81 * 0.010 * 0.06 * 1000 = 5.67Pa$$

**Tabla 7. Diámetro, velocidad, numero de Froud, esfuerzo cortante.**

C29	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37	C38	C39	C40	C41
d interno	d	Yn/d	Yn	°	A	P	Rh	Q	V	D	N <sub>F</sub>	τ
mm	m	adm	m	rad	m <sup>2</sup>	m	m	L/s	m/s	m	adm	Pa
182	0.182	<b>0.08</b>	0.015	1.16	0.001	0.11	0.010	<b>1.5</b>	1.49	0.01	4.74	<b>5.67</b>
182	0.182	<b>0.08</b>	0.015	1.15	0.001	0.10	0.009	<b>1.5</b>	1.54	0.01	4.95	<b>6.04</b>
182	0.182	<b>0.13</b>	0.023	1.46	0.002	0.13	0.015	<b>1.5</b>	0.78	0.02	1.97	<b>1.62</b>
182	0.182	<b>0.09</b>	0.017	1.23	0.001	0.11	0.011	<b>1.5</b>	1.25	0.01	3.73	<b>4.02</b>
182	0.182	<b>0.07</b>	0.013	1.09	0.001	0.10	0.009	<b>1.5</b>	1.76	0.01	5.92	<b>7.79</b>
182	0.182	<b>0.12</b>	0.023	1.44	0.002	0.13	0.014	<b>1.9</b>	1.02	0.02	2.62	<b>2.65</b>
182	0.182	<b>0.10</b>	0.018	1.27	0.001	0.12	0.011	<b>1.5</b>	1.14	0.01	3.31	<b>3.39</b>
182	0.182	<b>0.08</b>	0.015	1.15	0.001	0.10	0.009	<b>1.5</b>	1.54	0.01	4.96	<b>6.05</b>
182	0.182	<b>0.08</b>	0.015	1.18	0.001	0.11	0.010	<b>1.5</b>	1.43	0.01	4.48	<b>5.22</b>
182	0.182	<b>0.07</b>	0.013	1.10	0.001	0.10	0.009	<b>1.5</b>	1.76	0.01	5.91	<b>7.76</b>
182	0.182	<b>0.11</b>	0.020	1.34	0.002	0.12	0.012	<b>3.4</b>	2.26	0.01	6.25	<b>11.28</b>
182	0.182	<b>0.09</b>	0.016	1.18	0.001	0.11	0.010	<b>1.5</b>	1.40	0.01	4.36	<b>5.03</b>
182	0.182	<b>0.08</b>	0.015	1.15	0.001	0.10	0.009	<b>1.5</b>	1.59	0.01	5.10	<b>6.36</b>
182	0.182	<b>0.11</b>	0.020	1.34	0.002	0.12	0.012	<b>1.5</b>	0.99	0.01	2.75	<b>2.60</b>
182	0.182	<b>0.09</b>	0.016	1.19	0.001	0.11	0.010	<b>1.8</b>	1.68	0.01	5.22	<b>6.94</b>
182	0.182	<b>0.10</b>	0.019	1.32	0.001	0.12	0.012	<b>2.1</b>	1.45	0.01	4.08	<b>5.15</b>
182	0.182	<b>0.11</b>	0.020	1.33	0.001	0.12	0.012	<b>1.5</b>	1.00	0.01	2.77	<b>2.64</b>
182	0.182	<b>0.18</b>	0.032	1.73	0.003	0.16	0.020	<b>3.4</b>	1.12	0.02	2.40	<b>2.92</b>
182	0.182	<b>0.14</b>	0.026	1.56	0.002	0.14	0.016	<b>1.5</b>	0.65	0.02	1.53	<b>1.14</b>
182	0.182	<b>0.23</b>	0.041	1.99	0.004	0.18	0.025	<b>4.2</b>	0.94	0.03	1.75	<b>2.02</b>
182	0.182	<b>0.07</b>	0.012	1.05	0.001	0.10	0.008	<b>1.5</b>	2.01	0.01	7.09	<b>10.08</b>
182	0.182	<b>0.08</b>	0.014	1.13	0.001	0.10	0.009	<b>1.5</b>	1.60	0.01	5.22	<b>6.51</b>
182	0.182	<b>0.07</b>	0.012	1.03	0.001	0.09	0.008	<b>1.5</b>	2.09	0.01	7.44	<b>10.81</b>
182	0.182	<b>0.17</b>	0.031	1.71	0.003	0.16	0.019	<b>5.8</b>	1.92	0.02	4.14	<b>7.66</b>
182	0.182	<b>0.10</b>	0.017	1.26	0.001	0.11	0.011	<b>1.5</b>	1.19	0.01	3.49	<b>3.67</b>
182	0.182	<b>0.07</b>	0.013	1.09	0.001	0.10	0.008	<b>1.5</b>	1.80	0.01	6.10	<b>8.13</b>
182	0.182	<b>0.10</b>	0.019	1.31	0.001	0.12	0.012	<b>1.5</b>	1.04	0.01	2.93	<b>2.86</b>
182	0.182	<b>0.12</b>	0.022	1.42	0.002	0.13	0.014	<b>1.9</b>	1.08	0.02	2.80	<b>2.92</b>
182	0.182	<b>0.08</b>	0.014	1.12	0.001	0.10	0.009	<b>2.2</b>	2.36	0.01	7.74	<b>12.99</b>

## 5.6 Modelación de la red de aguas residuales proyectada en programa dinámico de simulación EPASWMM

Se debe realizar el diseño de la red de alcantarillado mediante el empleo de la formulación matemática que defina los diámetros, las pendientes y los parámetros mínimos hidráulicos de los conductos del sistema, el cuál debe ser verificado mediante el empleo de una modelación hidráulica de las redes de alcantarillado, mediante el uso de un programa que permita simular entre otros el sistema existente, el cual debe estar basado en ecuaciones de resistencia fluida, que permita obtener resultados de tal forma que el modelo matemático represente en gran medida el

modelo físico o prototipo de la red de alcantarillado. El programa de análisis hidráulico debe tener la capacidad de simular condiciones de flujo uniforme, así como condiciones de flujo no permanente mediante la solución de las ecuaciones de Saint – Venant<sup>1</sup>, con sus correspondientes condiciones de frontera. **Artículo 137. Resolución 0330 de 08 de junio de -2017. Hoja 86.**

Para este proyecto se usó el software de modelación EPASWMM 5 vE para verificar el análisis hidráulico. que es una herramienta de cálculo para la simulación de flujos en régimen variable en redes de tuberías, con condiciones alternativas de superficie libre y flujo a presión. En este caso, al tratarse de una red de saneamiento, se aplicará la condición de superficie libre. El cálculo se basa en una solución numérica implícita en diferencias finitas de las ecuaciones 1-D básicas del flujo en superficie libre (Ecuaciones de Saint Venant). El algoritmo implementado permite soluciones eficientes y exactas en redes ramificadas y malladas con múltiples conexiones.

Como resultado de simulación para el presente proyecto se obtiene que las tuberías no se encuentran en sobrecarga ni inundación es decir no se evidencian reboses de aguas residuales en ningún tramo.

En la Ilustración 17 se representa el esquema de la red sanitaria en la que se muestran los pozos y tuberías. Los datos introducidos manualmente a este programa fueron calculados previamente en una hoja de Excel.

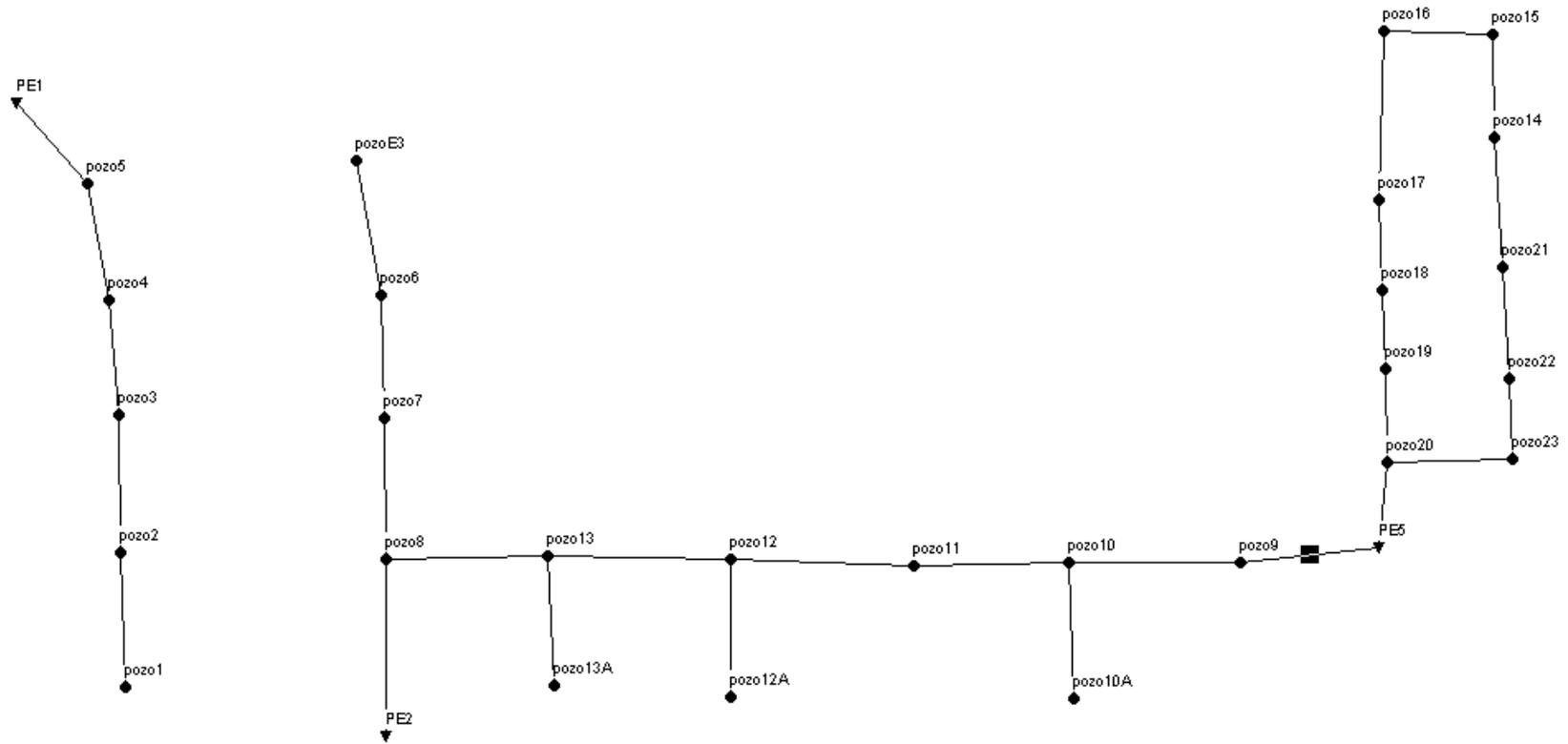
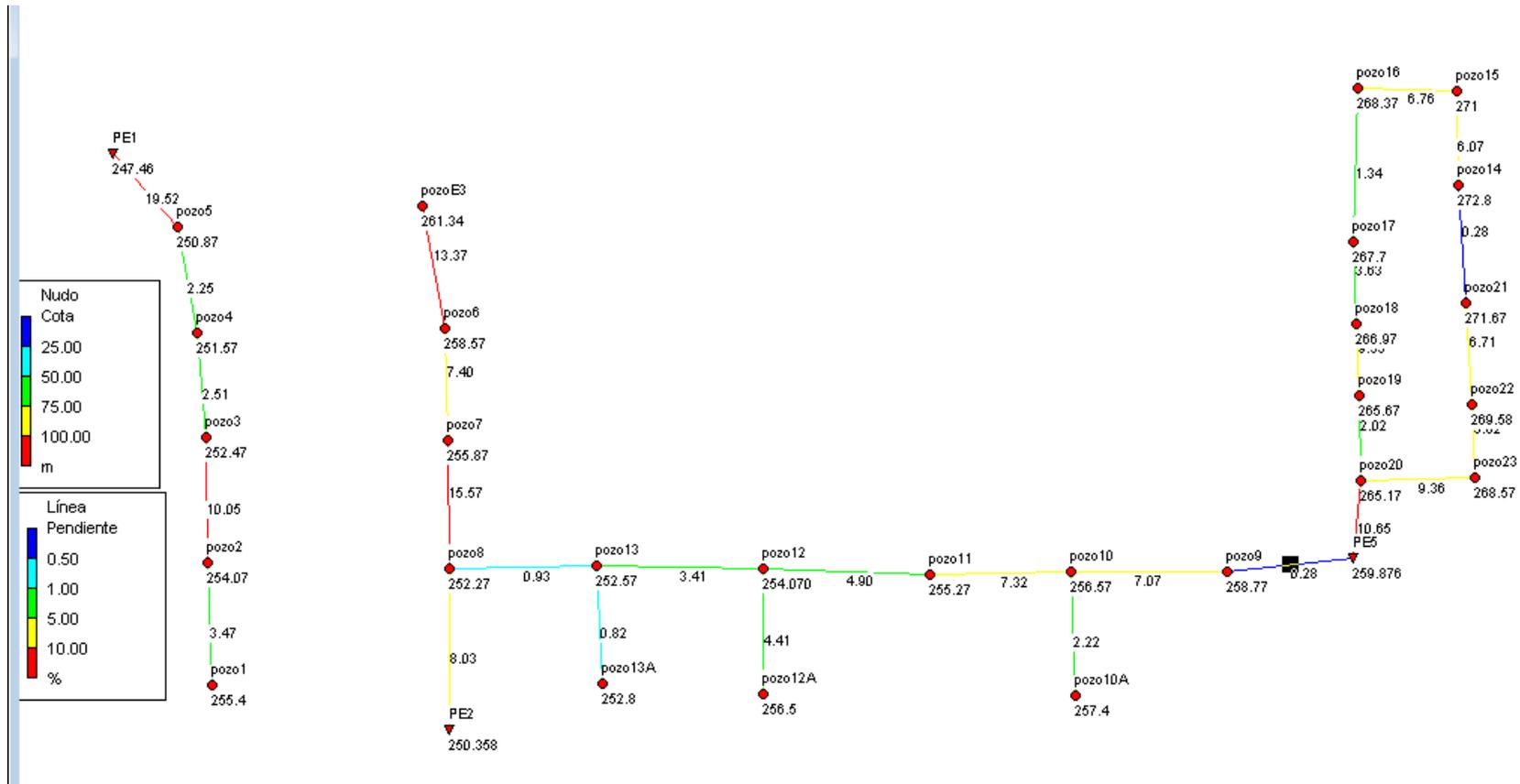


Figura 17. Esquema en planta EPA SWMM



**Figura 18. Cotras de fondo da cada colector y pendientes de tubería**

La ilustración 19 nos muestra que diámetro de tubería se está usando, este diámetro fue determinado en la hoja de cálculo como PVC de diámetro 0.182mm:

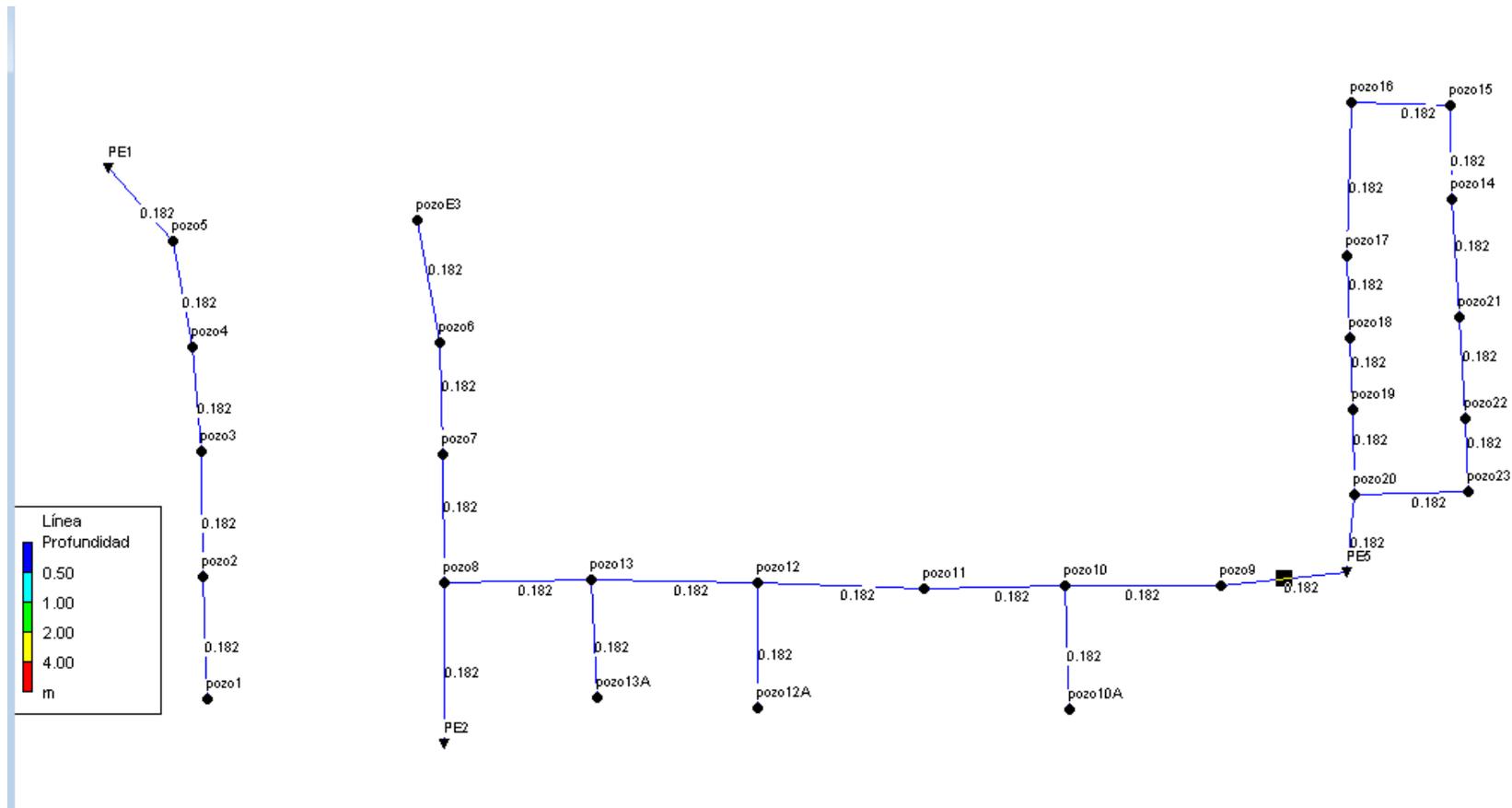


Figura 19. Línea de profundidad



La ilustración 21, indica la lámina de agua, con respecto al caudal y la pendiente de cada tramo.

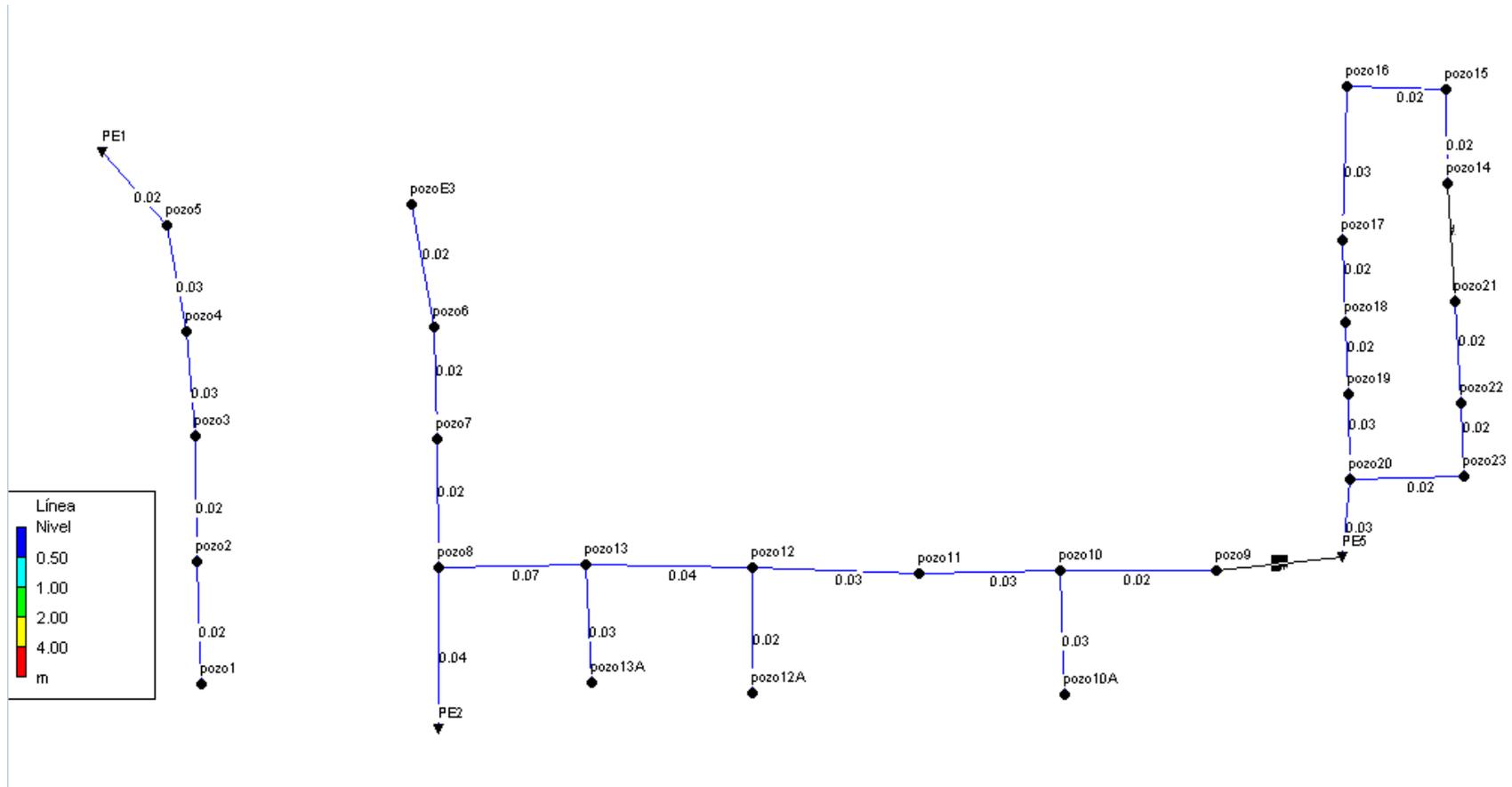


Figura 21. Línea nivel

En la ilustración 22 podemos verificar que la velocidad del flujo cumple con las especificaciones técnicas velocidad mínima permitida 0.45m/s y velocidad máxima permitida 5m/s. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2021)

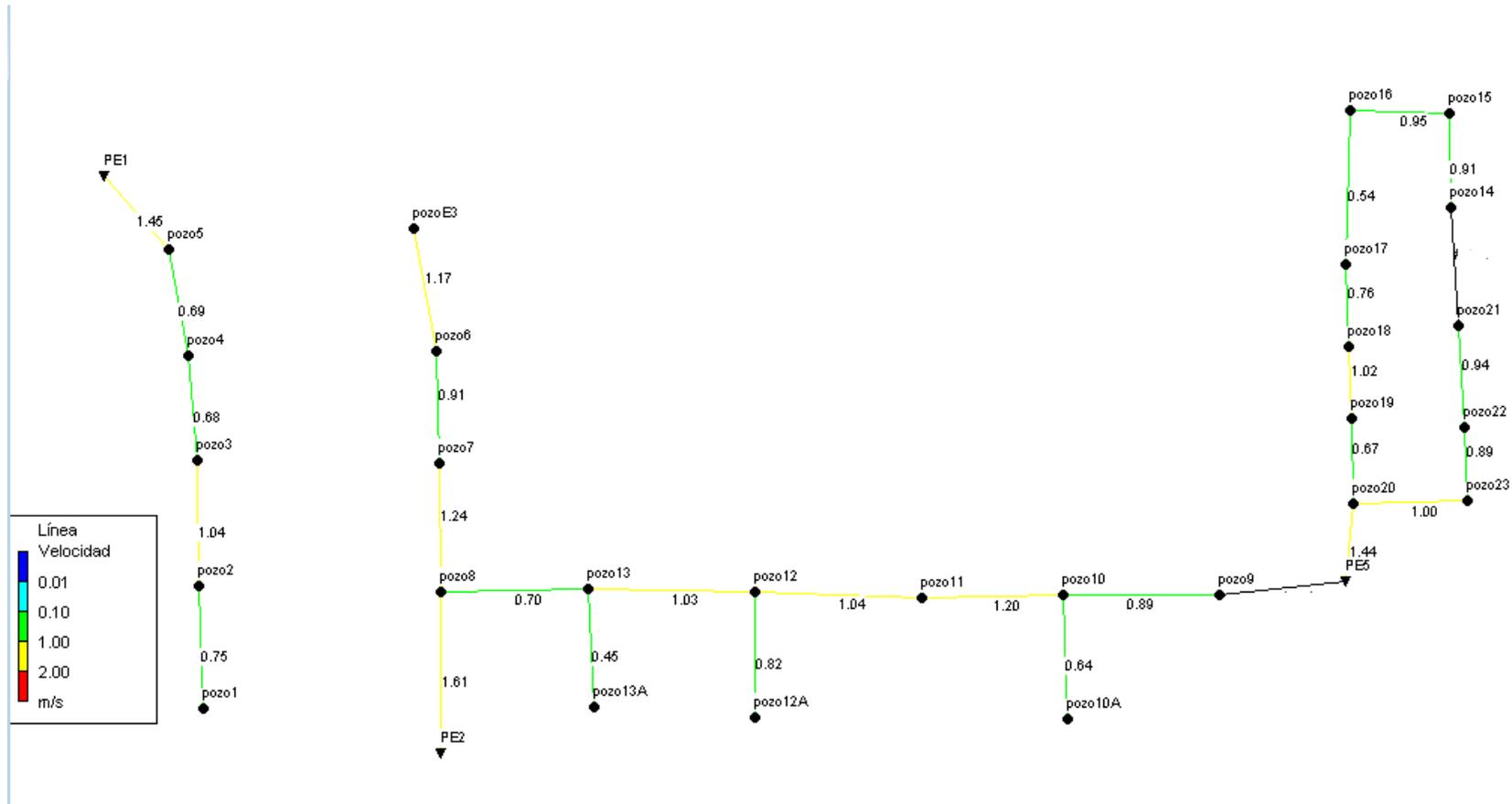


Figura 22. Línea de velocidad

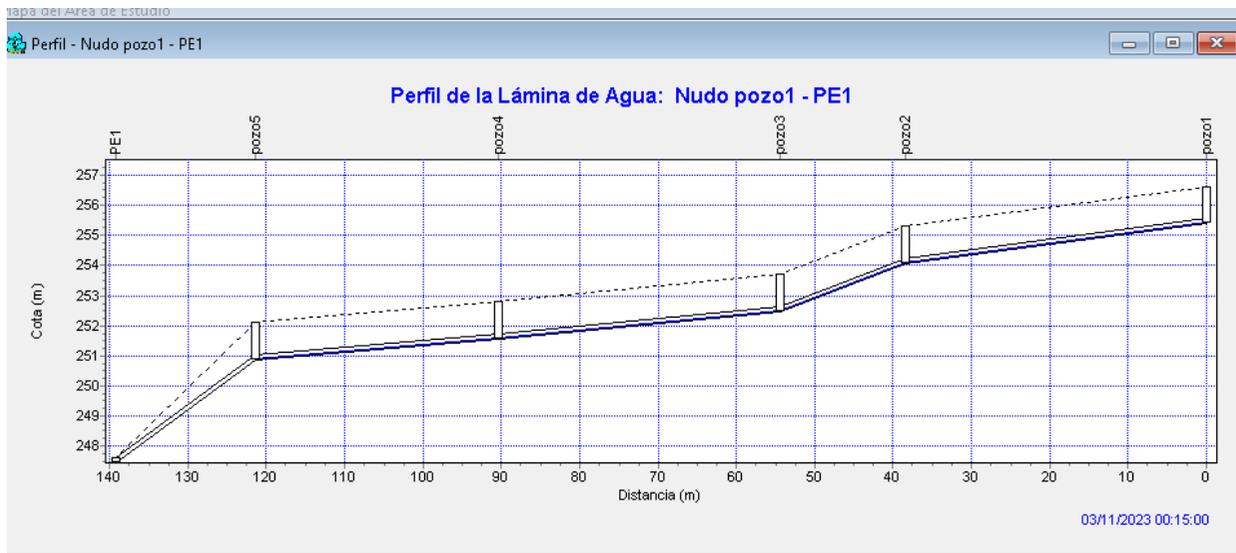


Figura 23. Perfil 1, pozo 1- pozo E1

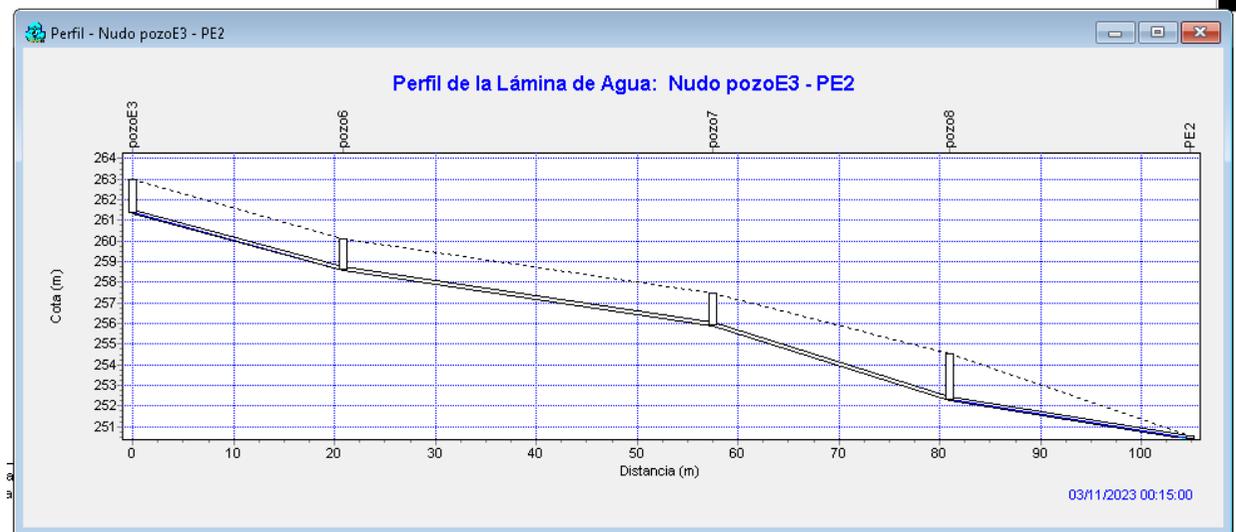


Figura 24. Perfil 2, pozo E3- pozo E2

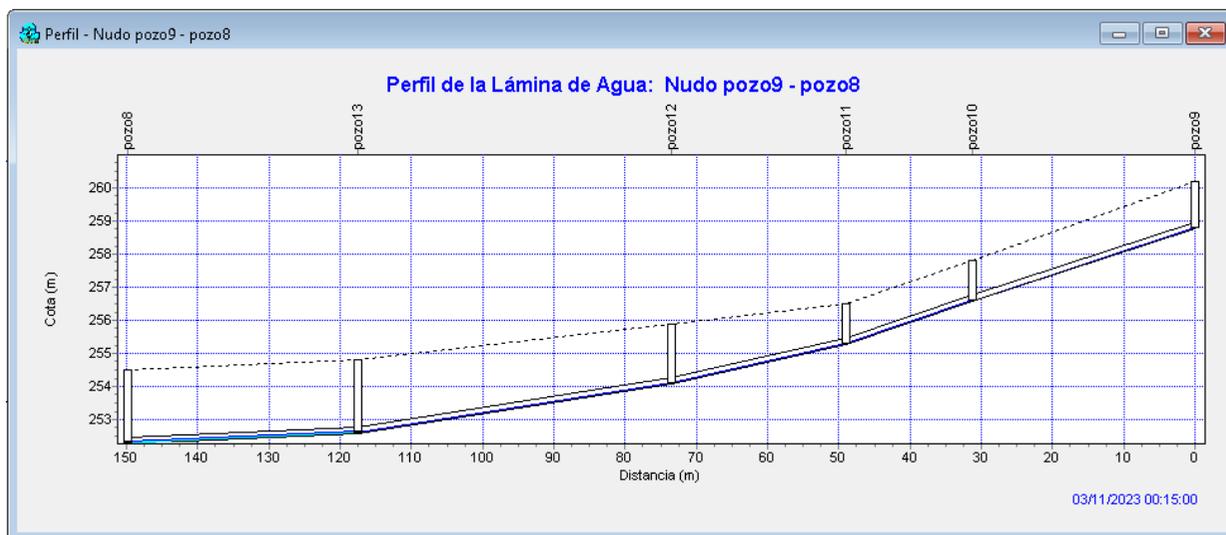


Figura 25. Perfil3, pozo9 -pozo 8

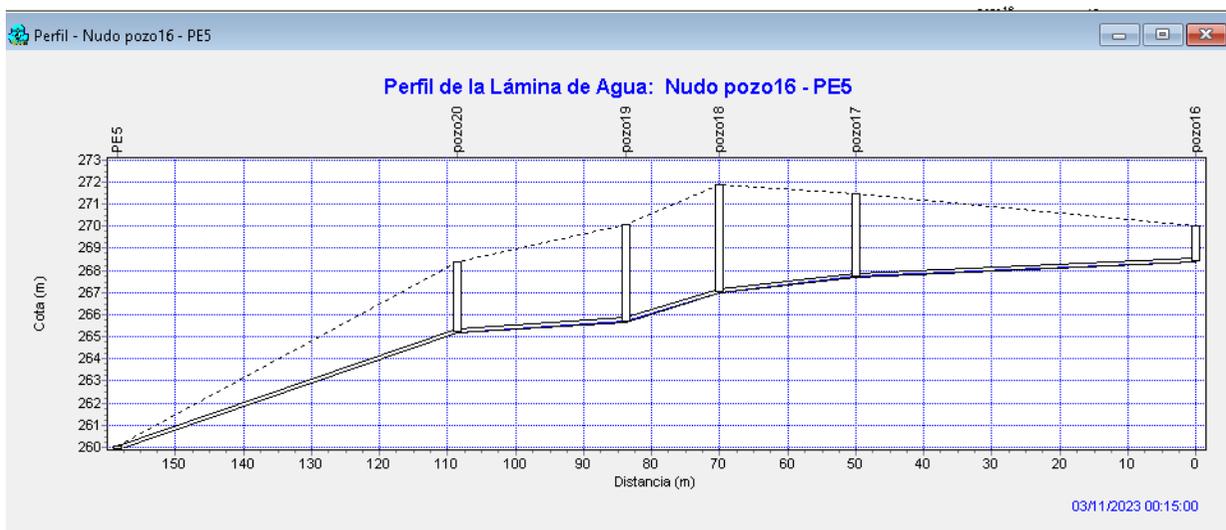
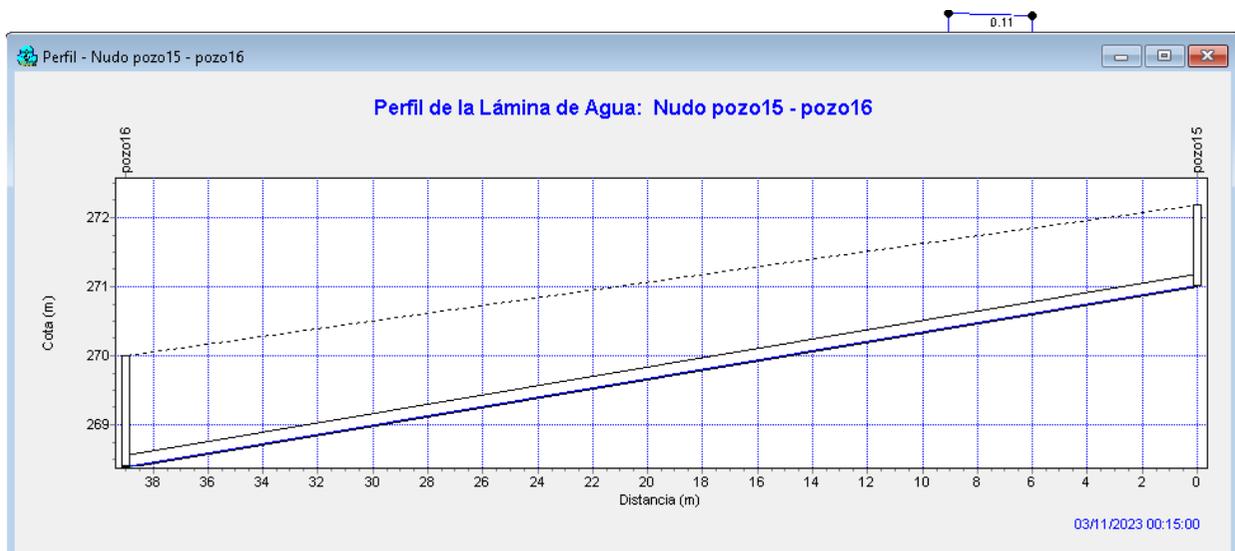
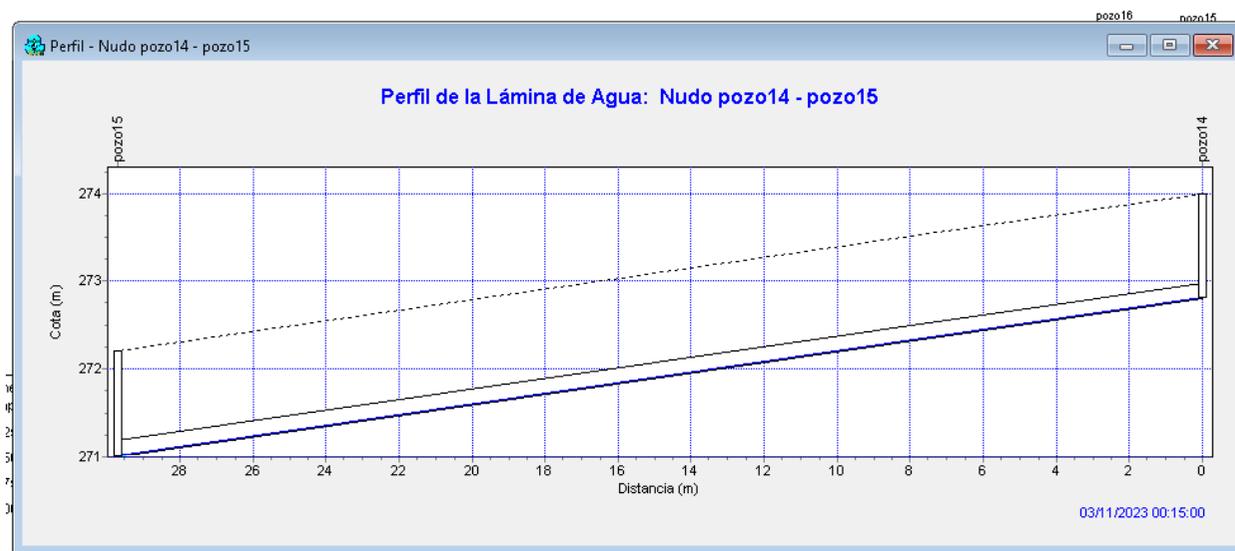


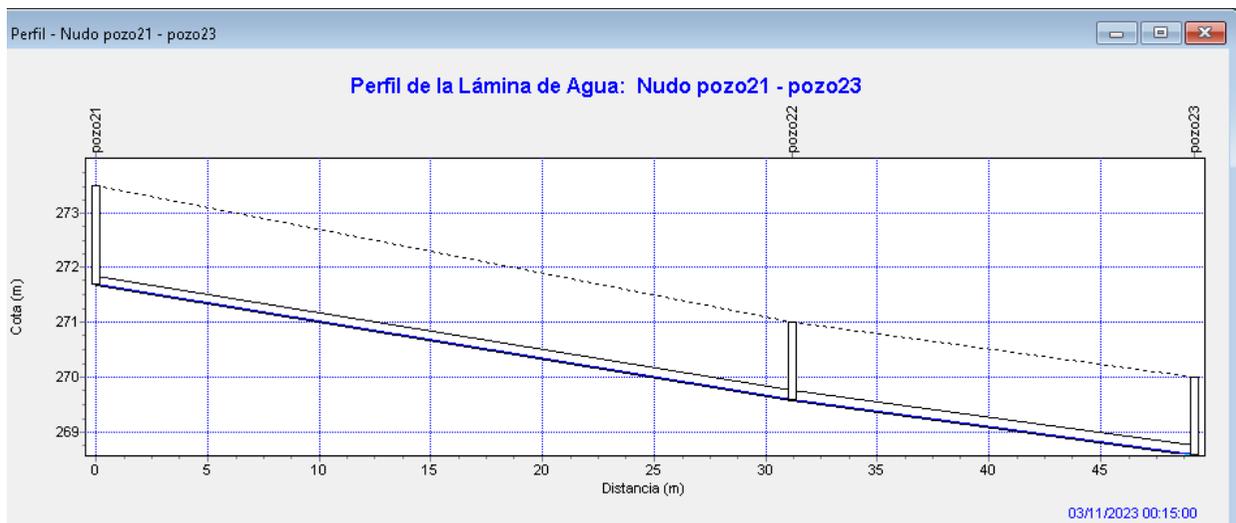
Figura 26. Perfil 4, pozo 16-pozo E5



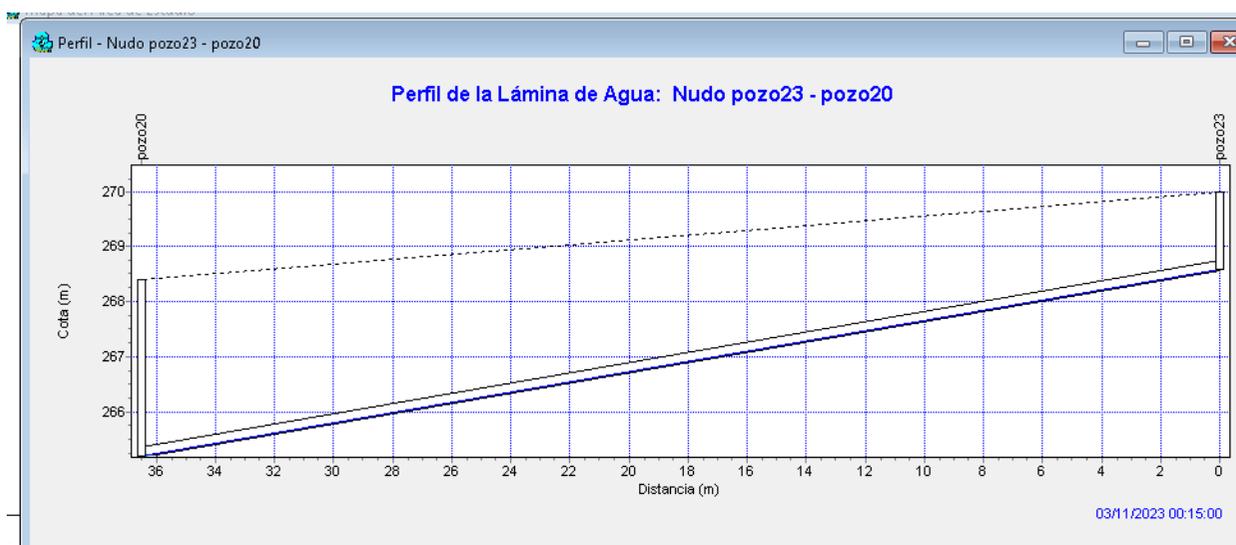
**Figura 27. Perfil 5, pozo 15- pozo 16**



**Figura 28. Perfil 6, pozo 14- pozo15**



**Figura 29. Perfil 7 Pozo 21- pozo 23**



**Figura 30. Perfil 8, pozo 23- pozo 20**

El informe de los resultados obtenidos de los datos del software EPA-SWMM los podrá encontrar en el Anexo 3 en la sección de ANEXOS de este documento.

Tabla 8. Presupuesto

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO ESPIRITU SANTO					
ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>1</b>	<b>ACTIVIDADES PRELIMINARES</b>				
<b>1.1</b>	<b>LOCALIZACION Y REPLANTEO</b>	<b>m2</b>			\$ 6,896.37
1.1.1	<b>material</b>				
1.1.1.1	puntillas 1*400grs	kg	0.02	\$ 3,000.00	\$ 60.00
1.1.1.2	vara comun 4m	und	0.04	\$ 12,600.00	\$ 504.00
1.1.1.3	tabla pegachento 2x20x300	und	0.05	\$ 10,653.00	\$ 532.65
1.1.1.4	desperdicio de materiales	%	0		
1.1.2	<b>personal</b>				
1.1.2.1	ayudante de construccion Hh	hH	0.04	\$ 8,474.58	\$ 338.98
1.1.2.2	oficial de construccion hH	hH	0.04	\$ 12,269.59	\$ 490.78
1.1.2.3	cadenero 1hH	hH	0.01	\$ 18,757.29	\$ 187.57
1.1.2.4	cadenero 2 hH	hH	0.01	\$ 15,295.03	\$ 152.95
1.1.2.5	ayudante de contruccion dH	dH	0.02	\$ 67,707.12	\$ 1,354.14
1.1.2.6	topografo auxiliar dH	dH	0.01	\$ 191,727.12	\$ 1,917.27
1.1.2.7	herramienta menor	%	5		\$ 253.02
1.1.3	<b>equipos</b>				
1.1.3.1	equipo de topografia	dE	0.01	\$ 110,500.00	\$ 1,105.00
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO ESPIRITU SANTO					
ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR	VALOR TOTAL
<b>2</b>	<b>EXCAVACION MECANICA EN TIERRA</b>	<b>m3</b>			\$ 17,857.96
2.1	<b>material</b>				
2.2	<b>personal</b>				
2.2.1	ayudante de construccion hH	hH	0.02	\$ 8,474.58	\$ 169.49
2.2.2	herramienta menor	%	5		\$ 8.47
2.3	<b>equipos</b>				\$ -
2.3.1	cargador 930	hM	0.02	\$ 84,000.00	\$ 1,680.00
2.3.2	bulldozer d6	hM	0.02	\$ 120,000.00	\$ 2,400.00
2.3.3	volqueta de 6m3	viaje	0.17	\$ 80,000.00	\$ 13,600

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO ESPIRITU SANTO					
ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>3</b>	<b>COMPACTACION DE RELLENO CON CILINDRO</b>	<b>m3</b>			<b>\$ 7,086.75</b>
3.1	material				
3.2	personal				
3.3	equipos				
3.3.1	carrotanque de agua	hm	0.03	\$ 36,225.00	\$ 1,086.75
3.3.2	compactador de llantas	hm	0.03	\$ 90,000.00	\$ 2,700.00
3.3.3	motoniveladora	hm	0.03	\$ 110,000.00	\$ 3,300.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO ESPIRITU SANTO					
ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>4</b>	<b>RETIRO DE MATERIAL EXCAVADO</b>	<b>M3</b>			<b>\$ 20,361.87</b>
4.1	material				
4.2	personal				
4.2.1	ayudante de construccion hH	hH	0.67	\$ 8,474.58	\$ 5,677.97
4.2.2	herramienta menor	%	5		\$ 283.90
4.3	equipos				\$ -
4.3.1	volqueta 6m3	viaje	0.18	\$ 80,000.00	\$ 14,400.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO ESPIRITU SANTO					
ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
5	EXCAVACION MECANICA H<2M ARCILLA DURA	m3			\$ 8,515.93
5.1	material				
5.2	personal				
5.2.1	ayudante de construccion hH	hH	0.04	\$ 8,474.53	\$ 338.98
5.2.2	herramienta menor	%	5		\$ 16.95
5.3	equipos				\$ -
5.3.1	cargador 930	hM	0.04	\$ 84,000.00	\$ 3,360.00
5.3.2	bulldozer D6	hM	0.04	\$ 120,000.00	\$ 4,800.00
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO ESPIRITU SANTO					
ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
6	EXCAVACION MANUAL H<2M ARCILLA DURA	M3			\$ 53,389.85
6.1	material				
6.2	Personal				
6.2.1	ayudante de construccion	Hh	6	\$ 8,474.58	\$ 50,847.48
6.2.2	herramienta menor	%	5		2542.37
6.3	equipo				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO ESPIRITU SANTO					
ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
7	TUBERIA PVC NOVAFORT D= 200MM	ml			\$ 88,063.16
7.1	material				
7.1.1	lubricante	kg	0	\$ 18,821.00	\$ 37.64
7.1.2	tubo pvc alcantarillado. Novafort D 200mm	m	1.03	\$ 48,658.83	\$ 50,118.59
7.1.3	union pvc alcantarillado novafort D= 200mm	und	0.2	\$ 45,844.00	\$ 9,168.80
7.1.4	silla yee pvc alcantarillado D= 250*160 mm	und	0.2	\$ 92,615.00	\$ 18,523.00
7.1.5	desperdicio de materiales	%	0		\$ -
7.2	personal				\$ -
7.2.1	ayudante de construccion hH	hH	0.67	\$ 8,474.58	\$ 5,677.97
7.2.2	oficial de construccion hH	hH	0.33	\$ 12,269.59	\$ 4,048.96
7.2.3	herramienta menor	%	5		\$ 488.19
7.3	equipo				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO					
ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
8	POZO DE INSPECCION H=1.2				\$ 1,216,808.77
8.1	<b>material</b>				
8.1.1	ladrillo de obra	und	456	\$ 500.00	\$ 228,000.00
8.1.2	concreto normal 17.5 MPa TM1"	m3	0.4	\$ 300,000.00	\$ 120,000.00
8.1.3	concreto normal 21 MPa TM1"	m3	0.26	\$ 320,000.00	\$ 83,200.00
8.1.4	mortero 21MPa 1:3	m3	0.51	\$ 345,000.00	\$ 175,950.00
8.1.5	mortero 24.5MPa 1:2	m3	0.068	\$ 360,000.00	\$ 24,480.00
8.1.6	desperdicio de material	%	0		\$ -
8.2	<b>personal</b>				\$ -
8.2.1	ayudante de construccion	hH	37.84	\$ 8,474.58	\$ 320,678.11
8.2.2	oficial de construccion	hH	18.91	\$ 12,269.59	\$ 232,017.95
8.2.3	herramienta menor	%	5		\$ 32,482.72
	<b>equipo</b>				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO					
ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
8	POZO DE INSPECCION H=1.23				\$ 1,245,764.43
8.1	<b>material</b>				
8.1.1	ladrillo de obra	und	467	\$ 500.00	\$ 233,500.00
8.1.2	concreto normal 17.5 MPa TM1"	m3	0.41	\$ 300,000.00	\$ 123,000.00
8.1.3	concreto normal 21 MPa TM1"	m3	0.266	\$ 320,000.00	\$ 85,120.00
8.1.4	mortero 21MPa 1:3	m3	0.522	\$ 345,000.00	\$ 180,090.00
8.1.5	mortero 24.5MPa 1:2	m3	0.0697	\$ 360,000.00	\$ 25,092.00
8.1.6	desperdicio de material	%	0		\$ -
8.2	<b>personal</b>				\$ -
8.2.1	ayudante de construccion	hH	38.786	\$ 8,474.58	\$ 328,695.06
8.2.2	oficial de construccion	hH	19.38	\$ 12,269.59	\$ 237,784.65
8.2.3	herramienta menor	%	5		\$ 32,482.72
	<b>equipo</b>				

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO</b>					
<b>ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
8	POZO DE INSPECCION H=1.43				\$ 1,426,100.28
8.1	<b>material</b>				
8.1.1	ladrillo de obra	und	536	\$ 500.00	\$ 268,000.00
8.1.2	concreto normal 17.5 MPa TM1"	m3	0.47	\$ 300,000.00	\$ 141,000.00
8.1.3	concreto normal 21 MPa TM1"	m3	0.31	\$ 320,000.00	\$ 99,200.00
8.1.4	mortero 21MPa 1:3	m3	0.6	\$ 345,000.00	\$ 207,000.00
8.1.5	mortero 24.5MPa 1:2	m3	0.08	\$ 360,000.00	\$ 28,800.00
8.1.6	desperdicio de material	%	0		\$ -
8.2	<b>personal</b>				\$ -
8.2.1	ayudante de construccion	hH	44.47	\$ 8,474.58	\$ 376,864.57
8.2.2	oficial de construccion	hH	22.23	\$ 12,269.59	\$ 272,752.99
8.2.3	herramienta menor	%	5		\$ 32,482.72
	<b>equipo</b>				
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO</b>					
<b>ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
8	POZO DE INSPECCION H=1.5				\$ 1,510,210.77
8.1	<b>material</b>				
8.1.1	ladrillo de obra	und	570	\$ 500.00	\$ 285,000.00
8.1.2	concreto normal 17.5 MPa TM1"	m3	0.5	\$ 300,000.00	\$ 150,000.00
8.1.3	concreto normal 21 MPa TM1"	m3	0.325	\$ 320,000.00	\$ 104,000.00
8.1.4	mortero 21MPa 1:3	m3	0.63	\$ 345,000.00	\$ 217,350.00
8.1.5	mortero 24.5MPa 1:2	m3	0.085	\$ 360,000.00	\$ 30,600.00
8.1.6	desperdicio de material	%	0		\$ -
8.2	<b>personal</b>				\$ -
8.2.1	ayudante de construccion	hH	47.3	\$ 8,474.58	\$ 400,847.63
8.2.2	oficial de construccion	hH	23.63	\$ 12,269.59	\$ 289,930.41
8.2.3	herramienta menor	%	5		\$ 32,482.72
	<b>equipo</b>				

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO</b>					
<b>ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
8	POZO DE INSPECCION H=1.60				\$ 1,885,111.22
8.1	<b>material</b>				
8.1.1	ladrillo de obra	und	714.6	\$ 500.00	\$ 357,300.00
8.1.2	concreto normal 17.5 MPa TM1"	m3	0.62	\$ 300,000.00	\$ 186,000.00
8.1.3	concreto normal 21 MPa TM1"	m3	0.41	\$ 320,000.00	\$ 131,200.00
8.1.4	mortero 21MPa 1:3	m3	0.8	\$ 345,000.00	\$ 276,000.00
8.1.5	mortero 24.5MPa 1:2	m3	0.1	\$ 360,000.00	\$ 36,000.00
8.1.6	desperdicio de material	%	0		\$ -
8.2	<b>personal</b>				\$ -
8.2.1	ayudante de construccion	hH	59.29	\$ 8,474.58	\$ 502,457.85
8.2.2	oficial de construccion	hH	29.64	\$ 12,269.59	\$ 363,670.65
8.2.3	herramienta menor	%	5		\$ 32,482.72
	<b>equipo</b>				
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO</b>					
<b>ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
8	POZO DE INSPECCION H=1.63				\$ 1,916,666.27
8.1	<b>material</b>				
8.1.1	ladrillo de obra	und	727.3	\$ 500.00	\$ 363,650.00
8.1.2	concreto normal 17.5 MPa TM1"	m3	0.63	\$ 300,000.00	\$ 189,000.00
8.1.3	concreto normal 21 MPa TM1"	m3	0.417	\$ 320,000.00	\$ 133,440.00
8.1.4	mortero 21MPa 1:3	m3	0.81	\$ 345,000.00	\$ 279,450.00
8.1.5	mortero 24.5MPa 1:2	m3	0.101	\$ 360,000.00	\$ 36,360.00
8.1.6	desperdicio de material	%	0		\$ -
8.2	<b>personal</b>				\$ -
8.2.1	ayudante de construccion	hH	60.4	\$ 8,474.58	\$ 511,864.63
8.2.2	oficial de construccion	hH	30.19	\$ 12,269.59	\$ 370,418.92
8.2.3	herramienta menor	%	5		\$ 32,482.72
	<b>equipo</b>				

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO</b>					
<b>ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
8	POZO DE INSPECCION H=1.83				\$ 2,138,883.09
8.1	<b>material</b>				
8.1.1	ladrillo de obra	und	817.3	\$ 500.00	\$ 408,650.00
8.1.2	concreto normal 17.5 MPa TM1"	m3	0.7	\$ 300,000.00	\$ 210,000.00
8.1.3	concreto normal 21 MPa TM1"	m3	0.46	\$ 320,000.00	\$ 147,200.00
8.1.4	mortero 21MPa 1:3	m3	0.91	\$ 345,000.00	\$ 313,950.00
8.1.5	mortero 24.5MPa 1:2	m3	0.1	\$ 360,000.00	\$ 36,000.00
8.1.6	desperdicio de material	%	0		\$ -
8.2	<b>personal</b>				\$ -
8.2.1	ayudante de construccion	hH	67.81	\$ 8,474.58	\$ 574,661.27
8.2.2	oficial de construccion	hH	33.9	\$ 12,269.59	\$ 415,939.10
8.2.3	herramienta menor	%	5		\$ 32,482.72
	<b>equipo</b>				
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO</b>					
<b>ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
8	POZO DE INSPECCION H=2.23				\$ 2,609,469.03
8.1	<b>material</b>				
8.1.1	ladrillo de obra	und	996	\$ 500.00	\$ 498,000.00
8.1.2	concreto normal 17.5 MPa TM1"	m3	0.86	\$ 300,000.00	\$ 258,000.00
8.1.3	concreto normal 21 MPa TM1"	m3	0.57	\$ 320,000.00	\$ 182,400.00
8.1.4	mortero 21MPa 1:3	m3	1.115	\$ 345,000.00	\$ 384,675.00
8.1.5	mortero 24.5MPa 1:2	m3	0.13	\$ 360,000.00	\$ 46,800.00
8.1.6	desperdicio de material	%	0		\$ -
8.2	<b>personal</b>				\$ -
8.2.1	ayudante de construccion	hH	82.63	\$ 8,474.58	\$ 700,254.55
8.2.2	oficial de construccion	hH	41.31	\$ 12,269.59	\$ 506,856.76
8.2.3	herramienta menor	%	5		\$ 32,482.72
	<b>equipo</b>				

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO</b>					
<b>ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
8	POZO DE INSPECCION H=3.23				\$ 3,615,982.06
8.1	<b>material</b>				
8.1.1	ladrillo de obra	und	1142	\$ 500.00	\$ 571,000.00
8.1.2	concreto normal 17.5 MPa TM1"	m3	1.25	\$ 300,000.00	\$ 375,000.00
8.1.3	concreto normal 21 MPa TM1"	m3	0.82	\$ 320,000.00	\$ 262,400.00
8.1.4	mortero 21MPa 1:3	m3	1.61	\$ 345,000.00	\$ 555,450.00
8.1.5	mortero 24.5MPa 1:2	m3	0.2	\$ 360,000.00	\$ 72,000.00
8.1.6	desperdicio de material	%	0		\$ -
8.2	<b>personal</b>				\$ -
8.2.1	ayudante de construccion	hH	119.6	\$ 8,474.58	\$ 1,013,559.77
8.2.2	oficial de construccion	hH	59.83	\$ 12,269.59	\$ 734,089.57
8.2.3	herramienta menor	%	5		\$ 32,482.72
	<b>equipo</b>				
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO</b>					
<b>ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
8	POZO DE INSPECCION H=3.8				\$ 4,434,515.74
8.1	<b>material</b>				
8.1.1	ladrillo de obra	und	1697	\$ 500.00	\$ 848,500.00
8.1.2	concreto normal 17.5 MPa TM1"	m3	1.47	\$ 300,000.00	\$ 441,000.00
8.1.3	concreto normal 21 MPa TM1"	m3	0.97	\$ 320,000.00	\$ 310,400.00
8.1.4	mortero 21MPa 1:3	m3	1.9	\$ 345,000.00	\$ 655,500.00
8.1.5	mortero 24.5MPa 1:2	m3	0.23	\$ 360,000.00	\$ 82,800.00
8.1.6	desperdicio de material	%	0		\$ -
8.2	<b>personal</b>				\$ -
8.2.1	ayudante de construccion	hH	140.81	\$ 8,474.58	\$ 1,193,305.61
8.2.2	oficial de construccion	hH	70.95	\$ 12,269.59	\$ 870,527.41
8.2.3	herramienta menor	%	5		\$ 32,482.72
	<b>equipo</b>				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO					
ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
8	POZO DE INSPECCION H=4.43				\$ 5,151,941.41
8.1	<b>material</b>				
8.1.1	ladrillo de obra	und	1976	\$ 500.00	\$ 988,000.00
8.1.2	concreto normal 17.5 MPa TM1"	m3	1.71	\$ 300,000.00	\$ 513,000.00
8.1.3	concreto normal 21 MPa TM1"	m3	1.13	\$ 320,000.00	\$ 361,600.00
8.1.4	mortero 21MPa 1:3	m3	2.21	\$ 345,000.00	\$ 762,450.00
8.1.5	mortero 24.5MPa 1:2	m3	0.27	\$ 360,000.00	\$ 97,200.00
8.1.6	desperdicio de material	%	0		\$ -
8.2	<b>personal</b>				\$ -
8.2.1	ayudante de construccion	hH	164.15	\$ 8,474.58	\$ 1,391,102.31
8.2.2	oficial de construccion	hH	82	\$ 12,269.59	\$ 1,006,106.38
8.2.3	herramienta menor	%	5		\$ 32,482.72
	<b>equipo</b>				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO					
ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
8	POZO DE INSPECCION H=4.93				\$ 5,737,577.95
8.1	<b>material</b>				
8.1.1	ladrillo de obra	und	2200	\$ 500.00	\$ 1,100,000.00
8.1.2	concreto normal 17.5 MPa TM1"	m3	1.91	\$ 300,000.00	\$ 573,000.00
8.1.3	concreto normal 21 MPa TM1"	m3	1.26	\$ 320,000.00	\$ 403,200.00
8.1.4	mortero 21MPa 1:3	m3	2.46	\$ 345,000.00	\$ 848,700.00
8.1.5	mortero 24.5MPa 1:2	m3	0.31	\$ 360,000.00	\$ 111,600.00
8.1.6	desperdicio de material	%	0		\$ -
8.2	<b>personal</b>				\$ -
8.2.1	ayudante de construccion	hH	182.68	\$ 8,474.58	\$ 1,548,136.27
8.2.2	oficial de construccion	hH	91.32	\$ 12,269.59	\$ 1,120,458.96
8.2.3	herramienta menor	%	5		\$ 32,482.72
	<b>equipo</b>				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO					
ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
9	COMPACTACION CON VIBROCOMPACTADOR	m3			\$ 33,229.25
	<b>material</b>				
	<b>personal</b>				
9.1.1	ayudante de construccion	hH	3.4	\$ 8,474.58	\$ 28,813.57
9.1.2	herramienta menor	%	5		\$ 1,440.68
	<b>equipos</b>				
9.2.1	vibrocompactador (rana) 8h.p	dM	0.05	\$ 59,500.00	\$ 2,975.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO					
ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
10	TUBERIA DE AGUAS SERVIDAS D=6"	ml			\$ 108,650.05
10.1	<b>material</b>				
10.1.1	limpiador removedor 112gr.(1/32)	und	0.25	\$ 8,900.00	\$ 2,225.00
10.1.2	soldadura liquida 1/4 gal	und	0.05	\$ 88,000.00	\$ 4,400.00
10.1.3	tubo pvc sanitario D=6"	m	1.05	\$ 59,650.00	\$ 62,632.50
10.1.4	codo 45°-8" pvc sanitario c*c D=6"	und	0.5	\$ 56,420.00	\$ 28,210.00
10.1.5	desperdicio de materiales	%	0		\$ -
10.2	<b>personal</b>				\$ -
10.2.1	oficial de especialidad hH	hH	0.3	\$ 14,315.96	\$ 4,294.79
10.2.2	ayudante de especialidad hH	hH	0.6	\$ 10,592.11	\$ 6,355.27
10.2.3	herramienta menor	%	5		\$ 532.50
	<b>equipo</b>				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO					
ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
11	CAJA DE INSPECCION 0.60M X0.60M X0.60M	und			\$ 378,201.03
11.1	<b>material</b>				
11.1.1	varilla de acero corrugada 1/4 a 3/8	kg	3	\$ 5,500.00	\$ 16,500.00
11.1.2	ladrillo de obra	und	111	\$ 500.00	\$ 55,500.00
11.1.3	concreto normal 17.5MPA TM 3/4"	m3	0.25	\$ 300,000.00	\$ 75,000.00
11.1.4	mortero baja permeabilidad 15.5 Mpa	m3	0.17	\$ 335,000.00	\$ 56,950.00
11.1.5	desperdicio de materiales	%			\$ -
11.2	<b>personal</b>				\$ -
11.2.1	ayudante de construccion hH	hH	8	\$ 8,474.58	\$ 67,796.64
11.2.2	oficial de construccion hH	hH	8	\$ 12,269.59	\$ 98,156.72
11.2.3	herramienta menor	%	5		\$ 8,297.67
	<b>Equipo</b>				
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO					
ELABORO YURLEY BARRAGAN BARGAS					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
12	RETIRO DE SOBRESANTES DE CONSTRUCCION	m3			\$ 15,874.64
	<b>material</b>				
12.1	<b>personal</b>				
1.2.1.1	ayudante de construccion	hH	0.8	\$ 8,474.58	\$ 6,779.66
12.1.2	herramienta menor	%	5		\$ 338.98
12.2	<b>equipo</b>				\$ -
12.2.1	volqueta 6 m3	viaje	0.2	\$ 43,780.00	\$ 8,756.00

Tabla 9. Presupuesto del alcantarillado sanitario para el asentamiento humano espíritu santo de Cúcuta Norte de Santander

<b>PRESUPUESTO ALCANTARILLADO SANITARIO ASENTAMIENTO HUMANO ESPIRITU SANTO</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>LOCALIZACION Y REPLANTEO</b>	<b>M2</b>	5386.26	\$ 6,896.37	\$ <b>37,145,642</b>
<b>2</b>	<b>NIVELACION Y REAJUSTE DE LA VIA</b>				\$ <b>8,738,058</b>
2.1	excavacion mecanica en tierra (bulldozer+cargador)	m3	350.3	\$ 17,858.0	\$ 6,255,286
2.2	compactacion de relleno con cilindro	m3	350.3	\$ 7,086.8	\$ 2,482,772
2.3	retiro mecanico de material sobrante	m3	0.0	\$ 20,361.9	\$ -
<b>3</b>	<b>EXCAVACION PARA ALCANTARILLADO</b>				\$ <b>10,131,552</b>
3.1	excavacion mecanica arcilla dura, red principal de alcantarillado sanitario	M3	867.5	\$ 8,515.9	\$ 7,387,314
3.2	excavacion manual arcilla dura para pozos de inspeccion	M3	51.4	\$ 53,389.9	\$ 2,744,238
<b>4</b>	<b>INSTALACION RED PRINCIPAL SANITARIA</b>				\$ <b>79,055,179</b>
4.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA ALCANTARILLADO PVC NOVAFORT D=200mm- 8"	ML	897.7	\$ 88,063.2	\$ 79,055,179
<b>5</b>	<b>CONSTRUCCION POZOS DE INSPECCION</b>				\$ <b>53,552,140</b>
<b>5.1</b>	pozo de inspeccion H= 1.20m	UNIDAD	4.0	\$ 1,216,808.77	\$ 4,867,235
<b>5.2</b>	pozo de inspeccion H= 1.23m	UNIDAD	8.0	\$ 1,245,764.43	\$ 9,966,115
<b>5.3</b>	pozo de inspeccion H= 1.43m	UNIDAD	3.0	\$ 1,426,100.28	\$ 4,278,301
<b>5.4</b>	pozo de inspeccion H= 1.50m	UNIDAD	1.0	\$ 1,510,210.77	\$ 1,510,211
<b>5.5</b>	pozo de inspeccion H= 1.60m	UNIDAD	1.0	\$ 1,885,111.22	\$ 1,885,111
<b>5.6</b>	pozo de inspeccion H= 1.63m	UNIDAD	1.0	\$ 1,916,666.27	\$ 1,916,666
<b>5.7</b>	pozo de inspeccion H= 1.83m	UNIDAD	2.0	\$ 2,138,883.09	\$ 4,277,766
<b>5.8</b>	pozo de inspeccion H= 2.23m	UNIDAD	2.0	\$ 2,609,469.03	\$ 5,218,938
<b>5.9</b>	pozo de inspeccion H= 3.23m	UNIDAD	1.0	\$ 3,615,982.058	\$ 3,615,982
<b>5.11</b>	pozo de inspeccion H= 3.8m	UNIDAD	1.0	\$ 4,434,515.740	\$ 4,434,516
	pozo de inspeccion H= 4.43m	UNIDAD	1.0	\$ 5,151,941.407	\$ 5,151,941
<b>5.12</b>	pozo de inspeccion H= 9.93m	UNIDAD	1.0	\$ 5,737,577.953	\$ 5,737,578
5.13	Conexiones pozos existentes a nuevos	UNIDAD	3.0	\$ 230,593.000	\$ 691,779
<b>6</b>	<b>RELLENO DE ZANJAS RED PRINCIPAL ALCANTARILLADO SANITARIO</b>				\$ <b>45,463,570</b>
6.1	para piso o cama (COLCHON DE ARENA)	m3	372.1	\$ 62,524.0	\$ 23,266,431
6.2	con material comun misma excavacion. Deben ser eliminadas las piedras superiores a 5 cm compactacion con vibrocompactador (rana) 8h.p	m3	668.0	\$ 33,229.3	\$ 22,197,139
<b>7</b>	<b>RETIRO DE ESCOMBROS</b>				\$ <b>5,264,031</b>
7.1	retiro sobrantes de construccion	m3	331.6	\$ 15,874.6	\$ 5,264,031
<b>8</b>	<b>INSTALACIONES DOMICILIARIAS</b>				\$ <b>106,960,155</b>
8.1	suministro e instalacion de tuberia aguas servidas D=6"	ml	456.0	\$ 108,650.1	\$ 49,544,427
8.2	caja de inspeccion domiciliaria 0.60m*0.60m*0.60m	und	115.0	\$ 378,203.0	\$ 43,493,348
8.3	excavacion manual instalacion de acometidas	m3	200.6	\$ 69,389.9	\$ 13,922,380
<b>COSTO DIRECTO</b>					\$ <b>346,310,327</b>
<b>administracion 10%</b>					\$ <b>34,631,033</b>
<b>impuestos 10%</b>					\$ <b>34,631,033</b>
<b>utilidad 5%</b>					\$ <b>17,315,516</b>
<b>iva 19%</b>					\$ <b>65,798,962</b>
<b>costo indirecto</b>					\$ <b>152,376,544</b>
<b>costo total</b>					\$ <b>498,686,871</b>

## 6. Conclusiones

Para el desarrollo de un sistema de alcantarillado es necesario disponer de información básica de la zona de estudio, este permite al diseñador tener una proyección real de las necesidades que se presentan en el lugar y así determinar una alternativa de solución favorable para los beneficiados.

El suelo del barrio Espíritu Santo se clasifica como un suelo arcilloso de baja plasticidad, CL según el sistema de clasificación unificada y como A-7-6 Y A-6 según el sistema de clasificación AASHTO por lo tanto se podría considerar un factor de infiltración de 0.1 para mayor seguridad en el presente proyecto se establece 0.2, también se encuentra nivel freático a profundidad de 1.80 y 1.60 m de profundidad.

Es necesario el ajuste y replanteo de la vía ya que este asentamiento dispone de un perfil irregular con altibajos pronunciados el cual afecta el funcionamiento correcto del sistema de drenaje sanitario.

La red de alcantarillado de aguas residuales proyectada requiere de 897.7 metros lineales de tubería PVC de  $\Phi 8''$  para la red principal y 456 metros de tubería PVC de  $\Phi 6''$  para las instalaciones domiciliarias. También La construcción de 26 pozos de inspección de diferentes profundidades para poder garantizar el correcto funcionamiento sin afectar la vía y las viviendas existentes. Este sistema se conectará a 3 pozos existentes (PE5- PE2- PE1) donde se realizará su respectiva descarga.

El presupuesto determinado para llevar a cabo la ejecución del presente proyecto

*Cuatrocientos Noventa Y Ocho Millones Seiscientos Ochenta Y Seis Mil Ochocientos Setenta Y*

*Un Pesos \$ 498,686,871*

## **7. Recomendaciones**

Todo diseño de cualquier tipo debe de ajustarse a la norma establecida por el ministerio de vivienda, ciudad y territorio resolución 0330 del 2017, resolución 799 del 2021.

Todas las medidas deben de ser verificadas y ajustadas al terreno, si se realizan modificaciones deberá de ser consultada con el diseñador para su respectiva aprobación ya que un cambio sin consultar podría afectar el funcionamiento del sistema.

Antes de la construcción del presente proyecto se debe de verificar consistencia de las cotas terreno y la cota batea, longitud entre los pozos, el análisis de profundidad de acometidas (empalme de acometidas con la red principal).

Es necesario verificar el correcto funcionamiento de los pozos existentes a los cuales se les realizará la respectiva conexión de los nuevos pozos proyectados, en caso de no estar en adecuadas condiciones se deberá realizar la respectiva adecuación para continuar con la ejecución del proyecto.

Es importante tener en cuenta que el presente proyecto es diseñado netamente para transporte de aguas residuales, por lo tanto, no está concebido para drenaje pluvial, es importante aclarar ya que si se conecta un drenaje pluvial podría saturar el sistema y afectar el correcto funcionamiento.

## Referencias

- Aguamarket. (s.f.). *Alcantarillados Sanitarios*. Obtenido de <https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=1217>
- Alcaldía Municipal de Chía. (s.f.). *Glosario de términos técnicos de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo*. Obtenido de <https://emserchia.gov.co/wordem/glosario/>
- Alcaldía San José de Cúcuta. (2020). *Plan de desarrollo municipal 2020-2023 de la ciudad de Cúcuta norte de Santander*. Cúcuta.
- Álvarez, I., & Flórez, M. (2013). *Diseño red de alcantarillado sanitario del Barrio Brisas de La Ermita, Cúcuta-Norte de Santander en la modalidad trabajo dirigido*. San José de Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander.
- Berrios, S., & Cervantes, B. (2015). *Propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario condominal para la tercera etapa del barrio nueva vida en el municipio de ciudad Sandino, departamento de Managua, con periodo de diseño de 20 años (2018 – 203)*. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua UNAN-RURD. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/1268/1/47424.pdf>
- Calderón, A., & Velasco, P. (2020). *Diseño de alcantarillado sanitario y pluvial para el barrio Rubí de Villavicencio, Meta*. Villavicencio: Universidad Santo Tomás. Obtenido de

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/29656/2020andrescalderon.pdf?sequence=42&isAllowed=y>

Colombia.immap. (s.f.). *Nuevos asentamientos del municipio de Cúcuta*. Obtenido de <https://colombia.immap.org/deteccion-y-caracterizacion-de-asentamientos-nuevos/caracterizacion-de-asentamientos/nuevos-asentamientos-norte-de-santander/nuevos-asentamientos-del-municipio-de-cucuta/>

Colombia.immap. (s.f.). *Nuevos Asentamientos Norte de Santander: descripción general del departamento*. Obtenido de <https://colombia.immap.org/deteccion-y-caracterizacion-de-asentamientos-nuevos/caracterizacion-de-asentamientos/nuevos-asentamientos-norte-de-santander/nuevos-asentamientos-del-municipio-de-cucuta/>

Colombia.immap. (s.f.). *Nuevos Asentamientos Norte de Santander: descripción general del departamento*. Obtenido de <https://colombia.immap.org/deteccion-y-caracterizacion-de-asentamientos-nuevos/caracterizacion-de-asentamientos/nuevos-asentamientos-norte-de-santander/>

Comite Curricular Ingenieria Civil. (2019). *Guía de procedimiento para la revisión, evaluación y aprobación del anteproyecto, informes finales de trabajos de grado*. Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santander.

Dane. (2014). *4003 – Sistemas de Alcantarillado*. Obtenido de

[https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/construccion/AFOC/4\\_Sistemas\\_Alcantarillado.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/construccion/AFOC/4_Sistemas_Alcantarillado.pdf)

Fundación V&C. (s.f.). *Quiénes somos*. Obtenido de

<https://sites.google.com/view/fundacionvyc/qui%C3%A9nes-somos>

Herrera Leal, M. (2019). *Estado del Capital Social de las Juntas de Acción Comunal en las*

*Dinámicas de Gobernanza Local en 8 Juntas de Acción Comunal de la Comuna 8 de San*

*José de Cúcuta*. San José de Cúcuta: Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNADf.

Obtenido de

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/42476/mlherreral.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

MinDesarrollo. (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico*

*RAS - 2000*. Bogotá. Obtenido de

<http://www.ingenieroambiental.com/4014/titulod.colombia.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (14 de febrero de 2017). *Resolución 330 de 2017*

*del M.C.V.T. Por la cual se adopta el procedimiento técnico-científico y participativo para*

*la determinación de los servicios y tecnologías que no podrán ser financiados con recursos..*

Obtenido de

[https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%200330%20de%202017.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%200330%20de%202017.pdf)

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (9 de diciembre de 2021). *Resolucion 799 de 2021*.

*Por la cual se modifica la Resolución 0330 de 2017*. Obtenido de

[https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion\\_minviviendact\\_0799\\_2021.htm](https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/resolucion_minviviendact_0799_2021.htm)

Minivivienda. (2012). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico:*

*Título D. Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domésticas y Aguas*

*Lluvias* (2 ed.). Bogotá: Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico. Obtenido de

[https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/titulo\\_d.pdf](https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/titulo_d.pdf)

Ortiz Parra, M. (s.f.). *Vertimientos*. Obtenido de Monografías:

<https://www.monografias.com/trabajos93/vertimientos/vertimientos>

Peña, N. (2020). *Diseño académico de la red de alcantarillado sanitario del asentamiento*

*humano colinas del Tunal, en la ciudad de Cúcuta*. San José de Cúcuta: Universidad

Francisco de Paula Santander.

Quiroz, J., & Bayona, H. (2013). *Diseño hidráulico de un sistema de acueducto y alcantarillado*

*sanitario para el Barrio Manuela Beltrán, municipio de San José de Cúcuta, Norte de*

*Santander*. San José de Cúcuta: Universidad Francisco de Paula Santande. Obtenido de

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/29656/2020andrescalderon.pdf?sequence=42&isAllowed=y>

Siapa. (s.f.). *Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades: Alcantarillado sanitario.*

Obtenido de

[https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo\\_3.\\_alcantarillado\\_sanitario.pdf](https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3._alcantarillado_sanitario.pdf)

Wash Colombia. (s.f.). *Mapeo de asentamientos, contexto general de necesidades Wash y*

*Puntos de abastecimiento de agua en los asentamientos de la ciudad de Cúcuta en el*

*departamento de Norte de Santander.* Obtenido de [https://colombia.immap.org/agua-](https://colombia.immap.org/agua-saneamiento-e-higiene-wash/mapeo-de-asentamientos-condiciones-wash-y-puntos-de-abastecimiento-de-agua-por-medio-de-pilas-publicas-en-cucuta/)

[saneamiento-e-higiene-wash/mapeo-de-asentamientos-condiciones-wash-y-puntos-de-](https://colombia.immap.org/agua-saneamiento-e-higiene-wash/mapeo-de-asentamientos-condiciones-wash-y-puntos-de-abastecimiento-de-agua-por-medio-de-pilas-publicas-en-cucuta/)

[abastecimiento-de-agua-por-medio-de-pilas-publicas-en-cucuta/](https://colombia.immap.org/agua-saneamiento-e-higiene-wash/mapeo-de-asentamientos-condiciones-wash-y-puntos-de-abastecimiento-de-agua-por-medio-de-pilas-publicas-en-cucuta/)

## **Anexos**

## Anexo 1. Estudio de suelos

titulo del proyecto	DISEÑO HIDRAULICO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL ASENTAMIENTO HUMANO ESPIRITU SANTO, EN LA CIUDAD DE CÚCUTA, DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER									
nombre del ejecutor	YURLEY BARRAGAN BARGAS									
NOMBRE DEL DIRECTOR	CARLOS SAYAGO									
NOMBRE DEL ENSAYO	ensayo para determinar la humedad natural									
N° APIQUE	NUMERO DE MUESTRA	NOMBRE DE FRASCO	PESO FRASCO (gr) vacio	PESO FRASCO (gr) + SUELO HUMEDO (Wh)	PESO FRASCO (gr) + SUELO SECA (WS)	% DE HUMEDAD (W)	PESO DEL AGUA	PESO DEL SUELO SECO		
AP1	E1	79	77.4	173.8	156.588	22%	17.212	79.188		
		74	82.1	153.1	140.593	21%	12.507	58.493		
		C15	78.1	169.1	152.867	22%	16.233	74.767		
AP1	E2	DZ	82.1	184.5	165.361	23%	19.139	83.261		
		17	75.8	175.6	157.249	23%	18.351	81.449		
		18	76.8	172.5	154.835	23%	17.665	78.035		
AP1	E3	27	77.3	156.7	144.4	18%	12.3	67.1		
		19	78.1	176.7	161.736	18%	14.964	83.636		
		4	82.3	192.1	172.981	21%	19.119	90.681		
AP1	E4	D23	72.1	160.4	144.755	22%	15.645	72.655		
		D58	87.4	179.1	161.62	24%	17.48	74.22		
		91	78.7	156.6	141.813	23%	14.787	63.113		
AP2	E1	7	69.3	202.3	179.345	21%	22.955	110.045		
		97	74.4	197.3	175.633	21%	21.667	101.233		
		77	77.6	188	168.537	21%	19.463	90.937		
AP2	E2	CAFF	72.6	159.5	140.598	28%	18.902	67.998		
		6	73.7	154.4	136.851	28%	17.549	63.151		
		B14	76.3	176.5	155.266	27%	21.234	78.966		

LIMITES DE ATTERBERG CLASIFICACION DEL SUELO							
APIQUE 1		MUESTRA		30 cm profundidad		75 cm	
% finos	tasa+s.seco	tasa+s.lavado	%retenido T2 200	%pasa T2 200			
A13	280.2	101.9	36.3668808	63.6			
<b>Limite Liquido</b>							
Capsula	Peso capsula (gr)	Golpes	Peso suelo humedo + capsula (gr)	Peso suelo seco + capsula (gr)	Peso Agua	Peso Suelo Seco	% de humedad
10	7.44	13	20.91	17.41	3.50	9.97	35.06
72	6.73	36	19.03	14.97	4.06	8.24	49.27
75	6.68	29	17.40	13.92	3.49	7.24	48.17
114	6.71	22	20.85	15.98	4.87	9.27	52.54
<b>Limite Plastico</b>							
Capsula	Peso capsula (gr)	% suelo humedo + capt	Peso suelo seco + capsula (gr)	Peso Agua	Peso Suelo Seco	% de humedad	
40	7.51	12.06	10.94	1.12	3.43	32.61	
44	7.56	12.09	11.24	0.85	3.68	23.10	
60	7.61	12.32	11.49	0.83	3.88	21.39	

<b>LIMITE LIQUIDO</b>	<b>46.2595</b>	<b>USCS</b>	<b>arcilla de baja plasticidad CL</b>
<b>LIMITE PLASTICO</b>	<b>22.24</b>	<b>AASHTO</b>	<b>A-7-6 (24) SUELOS ARCILLOSOS</b>
<b>INDICE DE PLASTICIDAD (IP)</b>	<b>24.01</b>	16.2595	
<b>INDICE DE GRUPO (IG)</b>	<b>24.26</b>	24	

**%HUMEDAD VS GOLPES**

LIMITES DE ATTERBERG							
APUIQUE 1		MUESTRA		E2		29 cm profundidad 1.05 m	
% finos	tasa+s.seco	tasa+s.lavado	%retenido TZ 200	%pasa TZ 200			
9T	250.4	92.1	36.7815016	63.2			
Limite Liquido							
Capsula	Peso capsula (gr)	Golpes	PESO suelo humedo + capsula (gr)	PESO suelo seco + capsula (gr)	Peso Agua	Peso Suelo Seco	% de humedad
3	5.05	34	19.73	15.54	4.20	10.49	40.00
19	7.43	28	21.58	17.36	4.23	9.92	42.58
7	6.21	23	20.99	16.47	4.52	10.26	44.04
6	5.19	17	21.99	16.72	5.27	11.53	45.71
Limite Plastico							
Capsula	Peso capsula (gr)	suelo humedo + capsula	PESO suelo seco + capsula (gr)	Peso Agua	Peso Suelo Seco	% de humedad	
2	6.124	9.41	8.88	0.53	2.75	19.25	
41	7.374	10.62	10.11	0.51	2.73	18.69	
107	6.594	10.43	9.81	0.61	3.22	19.01	
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	<b>43.5</b>		<b>USCS</b>	<b>arcilla de baja plasticidad CL</b>			
<b>LIMITE PLASTICO</b>	<b>18.98</b>		<b>AASHTO</b>	<b>A-7-6 (22) SUELOS ARCILLOSOS</b>			
<b>INDICE DE PLASTICIDAD AD (IP)</b>	<b>24.52</b>	LL-30 =	13.5				
<b>INDICE DE GRUPO (IG)</b>	<b>22.29</b>	22					

Título del gráfico

LIMITES DE ATTERBERG							
APUIQUE 1		MUESTRA		E3		27cm profundidad 1.38 m	
% finos	tasa+s.seco	tasa+s.lavado	%retenido TZ 200	%pasa TZ 200			
4	300.69	98.8	32.85776048	67.1			
Limite Liquido							
Capsula	Peso capsula (gr)	Golpes	PESO suelo humedo + capsula (gr)	PESO suelo seco + capsula (gr)	Peso Agua	Peso Suelo Seco	% de humedad
62	7.39	29	21.33	17.41	3.92	10.02	39.10
44	7.51	15	20.97	16.79	4.18	9.28	45.11
114	6.62	39	19.61	16.04	3.57	9.42	37.87
31	7.26	23	23.23	18.51	4.72	11.25	41.91
Limite Plastico							
Capsula	Peso capsula (gr)	suelo humedo + capsula	PESO suelo seco + capsula (gr)	Peso Agua	Peso Suelo Seco	% de humedad	
87	6.643	10.99	10.12	0.87	3.48	25.02	
10	7.383	10.81	10.25	0.56	2.87	19.55	
28	7.181	11.19	10.55	0.64	3.37	19.03	
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	<b>42</b>		<b>USCS</b>	<b>arcilla de baja plasticidad CL</b>			
<b>LIMITE PLASTICO</b>	<b>19.29</b>		<b>AASHTO</b>	<b>A-7-6 (23) SUELOS ARCILLOSOS</b>			
<b>INDICE DE PLASTICIDAD AD (IP)</b>	<b>22.71</b>	LL-30 =	12				
<b>INDICE DE GRUPO (IG)</b>	<b>23.44</b>	23					

Título del gráfico

LIMITES DE ATTERBERG							
APIQUE 1		MUESTRA		E4		62cm profundidad 2m	
% finos	tasa+s.seco	tasa+s.lavado	%retenido TZ 200	%pasa TZ 200			
c-c	250.3	84	33.55972833	66.4			
Limite Liquido							
Capsula	Peso capsula (gr)	Golpes	PESO suelo humedo + capsula (gr)	PESO suelo seco + capsula (gr)	Peso Agua	Peso Suelo Seco	% de humedad
44	7.56	25	19.63	15.89	3.75	8.33	44.99
75	6.68	32	17.86	14.41	3.45	7.73	44.67
10	7.44	40	19.09	15.58	3.50	8.14	43.01
72	6.73	18	20.55	16.06	4.49	9.33	48.16
Limite Plastico							
Capsula	Peso capsula (gr)	zuelahumeda+ caps	PESO suelo seco + capsula (gr)	Peso Agua	Peso Suelo Seco	% de humedad	
40	7.51	10.92	10.28	0.65	2.77	23.38	
60	7.61	11.13	10.40	0.73	2.79	26.30	
114	6.71	10.20	9.49	0.71	2.78	25.64	
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	<b>45</b>		USCS arcilla de baja plasticidad CI				
<b>LIMITE PLASTICO</b>	<b>25.11</b>		AASHTO A-7-6 (25) SUELOS ARCILLOSOS				
<b>INDICE DE PLASTICIDAD (IP)</b>	<b>19.89</b>	LL-30 =	15				
<b>INDICE DE GRUPO (IG)</b>	<b>25.08</b>	25					

LIMITES DE ATTERBERG							
APIQUE 2		MUESTRA		E1		62 cm profundidad 113m	
% finos	tasa+s.seco	tasa+s.lavado	%retenido TZ 200	%pasa TZ 200			
dr-4	300.8	117.3	38.99601064	61.0			
Limite Liquido							
Capsula	Peso capsula (gr)	Golpes	PESO suelo humedo + capsula (gr)	PESO suelo seco + capsula (gr)	Peso Agua	Peso Suelo Seco	% de humedad
26	7.29	29	21.98	19.97	2.01	12.68	15.85
86	6.50	37	21.44	17.39	4.05	10.89	37.20
108	7.39	15	17.64	14.56	3.08	7.17	42.93
31	7.25	23	20.57	16.59	3.99	9.33	42.71
Limite Plastico							
Capsula	Peso capsula (gr)	zuelahumeda+ caps	PESO suelo seco + capsula (gr)	Peso Agua	Peso Suelo Seco	% de humedad	
78	6.584	10.76	10.03	0.73	3.45	21.21	
115	6.712	10.85	10.13	0.72	3.42	21.19	
62	7.386	11.12	10.47	0.65	3.08	21.19	
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	<b>38</b>		USCS arcilla de baja plasticidad CL				
<b>LIMITE PLASTICO</b>	<b>21.20</b>		AASHTO A-6 (18) SUELOS ARCILLOSOS				
<b>INDICE DE PLASTICIDAD (IP)</b>	<b>16.80</b>	8					
<b>INDICE DE GRUPO (IG)</b>	<b>17.82</b>	18					

LIMITES DE ATTERBERG							
APIQUE 2		MUESTRA		E2		87 cm profundidad 2 m	
% finos	tasa+s.seco	tasa+s.lavado	%retenido TZ 200	%pasa TZ 200			
9T	230.5	64.4	27.93926247	72.1			
<b>Limite Liquido</b>							
Capsula	Peso capsula (gr)	Golpes	Peso suelo humedo + capsula (gr)	Peso suelo seco + capsula (gr)	Peso Agua	Peso Suelo Seco	% de humedad
114	6.62	36	17.77	14.44	3.32	7.83	42.44
110	6.44	22	20.20	15.89	4.31	9.45	45.65
115	6.71	16	18.02	14.39	3.63	7.68	47.32
60	7.58	29	19.55	15.84	3.71	8.26	44.98
<b>Limite Plastico</b>							
Capsula	Peso capsula (gr)	zuloa humedo + capr	Peso suelo seco + capsula (gr)	Peso Agua	Peso Suelo Seco	% de humedad	
86	6.506	10.29	9.56	0.72	3.06	23.58	
78	6.579	10.41	9.69	0.72	3.11	23.04	
26	7.298	11.22	10.48	0.74	3.18	23.25	
<b>LIMITE LIQUIDO (LL)</b>	<b>45.8</b>		USCS	arcilla de Baja plasticidad CH			<p>Título del gráfico</p>
<b>LIMITE PLASTICO (LP)</b>	<b>23.29</b>		AASHTO	A-7-6 (29) SUELOS ARCILLOSOS			
<b>INDICE DE PLASTICIDAD (IP)</b>	<b>22.51</b>	LL-30 =	15.8				
<b>INDICE DE GRUPO (IG)</b>	<b>28.91</b>	29					
APIQUE 3		MUESTRA		E1		35 cm profundidad 30cm	
% finos	tasa+s.seco	tasa+s.lavado	%retenido TZ 200	%pasa TZ 200			
4MIL	203.4	99.915	49.12241888	50.9			
<b>Limite Liquido</b>							
Capsula	Peso capsula (gr)	Golpes	Peso suelo humedo + capsula (gr)	Peso suelo seco + capsula (gr)	Peso Agua	Peso Suelo Seco	% de humedad
40	7.62	38	22.34	17.35	4.99	9.73	51.24
87	6.59	28	18.23	14.13	4.10	7.54	54.40
63	7.28	23	17.22	13.61	3.61	6.33	57.11
89	6.72	17	19.58	14.70	4.88	7.98	61.16
<b>Limite Plastico</b>							
Capsula	Peso capsula (gr)	zuloa humedo + capr	Peso suelo seco + capsula (gr)	Peso Agua	Peso Suelo Seco	% de humedad	
31	7.261	11.83	10.89	0.95	3.63	26.07	
408	7.395	11.36	10.55	0.82	3.15	25.86	
93	6.563	10.91	10.02	0.89	3.45	25.77	
<b>LIMITE LIQUIDO (LL)</b>	<b>56.6735</b>		USCS	arcilla de Alta plasticidad CH			<p>HUMEDAD VS GOLPES</p>
<b>LIMITE PLASTICO (LP)</b>	<b>25.90</b>		AASHTO	A-7-6 (21) SUELOS ARCILLOSOS			
<b>INDICE DE PLASTICIDAD (IP)</b>	<b>30.78</b>	26.6735					
<b>INDICE DE GRUPO (IG)</b>	<b>21.24</b>	21					

APIQUE 3		MUESTRA E2		60 cm profundidad		65cm	
% finos	taza+s.seco	taza+s.lavado	%retenido T2 200	%pasa T2 200			
888	244.1	135.566	55.53707437	44.5			
<b>Limite Liquido</b>							
Capsula	Peso capsula (gr)	Golpes	Peso suelo húmedo - capsula (gr)	Peso suelo seco - capsula (gr)	Peso Agua	Peso Suelo Seco	% de humedad
9	7.04	35	17.73	13.70	4.03	6.66	60.48
75	6.61	27	17.74	13.41	4.33	6.80	63.67
10	7.38	21	19.42	14.56	4.87	7.17	67.81
107	6.61	15	21.69	15.39	6.30	8.78	71.77
<b>Limite Plastico</b>							
Capsula	Peso capsula (gr)	Peso suelo húmedo - capsula (gr)	Peso suelo seco - capsula (gr)	Peso Agua	Peso Suelo Seco	% de humedad	
62	7.395	10.76	9.98	0.78	2.59	30.09	
72	6.646	9.83	9.12	0.72	2.47	28.98	
44	7.511	11.78	10.83	0.95	3.32	28.47	
<b>LIMITE LIQUIDO (LL)</b>	<b>66</b>		<b>USCS</b>	<b>arcilla de Alta plasticidad CH</b>			
<b>LIMITE PLASTICO (LP)</b>	<b>28.72</b>		<b>AASHTO</b>	<b>A-7-6 (20) SUELOS ARCILLOSO</b>			
<b>DE PLASTICIDAD DE GRUPO</b>	<b>37.28</b>	36					
	<b>19.62</b>	20					

HUMEDAD VS GOLPES

### LIMITES DE ATTERBERG

APIQUE 3		MUESTRA E3		75 cm profundidad		2m	
% finos	taza+s.seco	taza+s.lavado	%retenido T2 200	%pasa T2 200			
158	300.8	101.831	33.85339096	66.1			
<b>Limite Liquido</b>							
Capsula	Peso capsula (gr)	Golpes	Peso suelo húmedo - capsula (gr)	Peso suelo seco - capsula (gr)	Peso Agua	Peso Suelo Seco	% de humedad
89	5.24	36	20.54	15.71	4.83	10.47	46.08
31	5.77	28	19.45	15.12	4.33	9.35	46.36
110	4.96	21	22.34	16.45	5.89	11.50	51.20
75	5.12	15	21.25	15.62	5.63	10.51	53.59
<b>Limite Plastico</b>							
Capsula	Peso capsula (gr)	Peso suelo húmedo - capsula (gr)	Peso suelo seco - capsula (gr)	Peso Agua	Peso Suelo Seco	% de humedad	
86	6.505	9.19	8.53	0.66	2.02	32.53	
72	6.646	10.25	9.39	0.85	2.74	31.16	
44	7.508	10.37	9.66	0.71	2.16	32.95	
<b>LIMITE LIQUIDO (LL)</b>	<b>49.5</b>		<b>USCS</b>	<b>limo de baja plasticidad HL</b>			
<b>LIMITE PLASTICO (LP)</b>	<b>32.21</b>		<b>AASHTO</b>	<b>A-7-5 (28) SUELOS ARCILLOSO</b>			
<b>DE PLASTICIDAD DE GRUPO</b>	<b>17.29</b>	19.5					
	<b>21.91</b>	28					

HUMEDAD VS GOLPES

RESULTADOS DE LA CLASIFICACION DEL SUELO DEL ASENTAMIENTO HUMANO ESPIRITU SANTO						
ELABORADO POR	YURLEY BARRAGAN BARGAS					
SUPERVISADO POR	JUAN CARLOS SAYAGO					
APIQUE 1						
ESTRATO 1	USCS	arcilla de baja plasticidad CL			(45CM) relleno	2m
	AASHTO	A-7-6 (24) SUELOS ARCILLOSOS			30cm	
ESTRATO 2	USCS	arcilla de baja plasticidad CL			E1	
	AASHTO	A-7-6 (22) SUELOS ARCILLOSOS			29cm	
ESTRATO 3	USCS	arcilla de baja plasticidad CL			E2	
	AASHTO	A-7-6 (23) SUELOS ARCILLOSOS			27cm	
ESTRATO 4	USCS	arcilla de baja plasticidad CI			E3	
	AASHTO	A-7-6 (25) SUELOS ARCILLOSOS			62 cm	
					E4	
APIQUE 2					apique 2	
ESTRATO 1	USCS	arcilla de baja plasticidad CL			relleno (51cm)	2 m
	AASHTO	A-6 (18) SUELOS ARCILLOSOS			E1 62 cm	
ESTRATO 2	USCS	arcilla de baja plasticidad CH			E2 87 cm	
	AASHTO	A-7-6 (29) SUELOS ARCILLOSOS				
APIQUE 3					RELLENO	2m
ESTRATO 1	USCS	arcilla de Alta plasticidad CH			E1 (35cm)	
	AASHTO	A-7-6 (21) SUELOS ARCILLOSOS				
ESTRATO 2	USCS	arcilla de Alta plasticidad CH			E2 (60cm)	
	AASHTO	A-7-6 (20) SUELOS ARCILLOSOS				
ESTRATO 3	USCS	limo de baja plasticidad HL			E3 (75cm)	
	AASHTO	A-7-5 (28) SUELOS ARCILLOSOS				

**Anexo 2. Seguimiento fotográfico****REGISTRO FOTOGRÁFICO PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO  
SANITARIO DEL ASENTAMIENTO HUMANO ESPÍRITU SANTO DE LA CIUDAD  
DE CÚCUTA NORTE DE SANTANDER**

Evidencia de las condiciones en las que se encuentran los habitantes del  
asentamiento humano espíritu santo.





TOMA DE MUESTRAS DEL SUELO, 3 APIQUES A PROFUNDIDAD DE 2 METROS.



## LABORATORIO DE SUELOS

En esta actividad, se realizo los respectivos analisis para obtener una clasificacion del suelo.

Porcentaje de humedad natural

Procentaje de finos

Limites de atterberg



### Anexo 3. Resumen estadístico modelamiento EPA SWMM

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

*****	Volumen	Volumen
Cálculo Hidráulico	ha·m	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
*****	-----	-----
Aporte Tiempo Seco .....	0.009	0.095
Aporte Tiempo Lluvia .....	0.000	0.000
Aporte Ag. Subterránea ...	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia .....	0.000	0.000
Aportes Externos .....	0.000	0.000
Descargas Externas .....	0.009	0.095
Descargas Internas .....	0.000	0.000
Perdidas Almacenamiento ..	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial ..	0.000	0.000
Vol. Almacenado Final ....	0.000	0.000
% Error Continuidad .....	0.000	

\*\*\*\*\*  
 Máximos Índices de Inestabilidad  
 \*\*\*\*\*  
 Todas las líneas son estables.

\*\*\*\*\*  
 Resumen de Intervalo de Cálculo Hidráulico  
 \*\*\*\*\*

Intervalo de Cálculo Mínimo	:	30.00 seg
Intervalo de Cálculo Medio	:	30.00 seg
Intervalo de Cálculo Máximo	:	30.00 seg
Porcentaje en Reg. Permanente	:	0.00
N° medio iteraciones por instante	:	1.00

\*\*\*\*\*  
 Resumen de Nivel en Nudos  
 \*\*\*\*\*

Nudo	Tipo	Nivel Medio Metros	Nivel Máximo Metros	Altura Máxima Metros	Instante Nivel Máx. días hr:min
pozo15	JUNCTION	0.02	0.02	271.02	0 00:00
pozo16	JUNCTION	0.03	0.03	268.40	0 00:00
pozo17	JUNCTION	0.03	0.03	267.73	0 00:00
pozo18	JUNCTION	0.02	0.02	266.99	0 00:00
pozo19	JUNCTION	0.03	0.03	265.70	0 00:00
pozo20	JUNCTION	0.03	0.03	265.20	0 00:00
pozo21	JUNCTION	0.02	0.02	271.69	0 00:00
pozo22	JUNCTION	0.02	0.02	269.60	0 00:00
pozo23	JUNCTION	0.02	0.02	268.59	0 00:00
pozo9	JUNCTION	0.02	0.02	258.79	0 00:00
pozo10	JUNCTION	0.03	0.03	256.60	0 00:00
pozo11	JUNCTION	0.03	0.03	255.30	0 00:00
pozo12	JUNCTION	0.04	0.04	254.11	0 00:00
pozo13	JUNCTION	0.07	0.07	252.64	0 00:00
pozo8	JUNCTION	0.07	0.07	252.34	0 00:00
pozo7	JUNCTION	0.02	0.02	255.89	0 00:00
pozo6	JUNCTION	0.02	0.02	258.59	0 00:00
pozoE3	JUNCTION	0.02	0.02	261.36	0 00:00
pozo10A	JUNCTION	0.03	0.03	257.43	0 00:00
pozo12A	JUNCTION	0.02	0.02	256.52	0 00:00
pozo13A	JUNCTION	0.03	0.03	252.83	0 00:00
pozo1	JUNCTION	0.02	0.02	255.42	0 00:00
pozo2	JUNCTION	0.02	0.02	254.09	0 00:00
pozo3	JUNCTION	0.03	0.03	252.50	0 00:00
pozo4	JUNCTION	0.03	0.03	251.60	0 00:00
pozo4	JUNCTION	0.03	0.03	251.60	0 00:00
pozo5	JUNCTION	0.03	0.03	250.90	0 00:00
pozo14	JUNCTION	0.02	0.02	272.82	0 00:00
PE1	OUTFALL	0.02	0.02	247.48	0 00:00
PE2	OUTFALL	0.04	0.04	250.40	0 00:00
PE5	OUTFALL	0.03	0.03	259.90	0 00:00

\*\*\*\*\*  
 Resumen de Aportes en Nudos  
 \*\*\*\*\*

Nudo	Tipo	Aporte Lateral Máximo LPS	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo días hr:min	Volumen Aporte Lateral 10 <sup>6</sup> ltr	Volumen Aporte Total 10 <sup>6</sup> ltr
pozo15	JUNCTION	0.00	1.50	0 00:00	0.000	0.011
pozo16	JUNCTION	0.00	1.50	0 00:00	0.000	0.011
pozo17	JUNCTION	0.00	1.50	0 00:00	0.000	0.011
pozo18	JUNCTION	0.10	1.60	0 00:00	0.001	0.012
pozo19	JUNCTION	0.40	2.00	0 00:00	0.003	0.014
pozo20	JUNCTION	0.00	3.50	0 00:00	0.000	0.025
pozo21	JUNCTION	1.50	1.50	0 00:00	0.011	0.011
pozo22	JUNCTION	0.00	1.50	0 00:00	0.000	0.011
pozo23	JUNCTION	0.00	1.50	0 00:00	0.000	0.011
pozo9	JUNCTION	1.50	1.50	0 00:00	0.011	0.011
pozo10	JUNCTION	0.00	3.00	0 00:00	0.000	0.022
pozo11	JUNCTION	0.00	3.00	0 00:00	0.000	0.022
pozo12	JUNCTION	0.00	4.50	0 00:00	0.000	0.032
pozo13	JUNCTION	0.00	6.00	0 00:00	0.000	0.043
pozo8	JUNCTION	0.00	7.50	0 00:00	0.000	0.054
pozo7	JUNCTION	0.00	1.50	0 00:00	0.000	0.011
pozo6	JUNCTION	0.00	1.50	0 00:00	0.000	0.011
pozoE3	JUNCTION	1.50	1.50	0 00:00	0.011	0.011
pozo10A	JUNCTION	1.50	1.50	0 00:00	0.011	0.011
pozo12A	JUNCTION	1.50	1.50	0 00:00	0.011	0.011
pozo13A	JUNCTION	1.50	1.50	0 00:00	0.011	0.011
pozo1	JUNCTION	1.50	1.50	0 00:00	0.011	0.011
pozo2	JUNCTION	0.00	1.50	0 00:00	0.000	0.011
pozo3	JUNCTION	0.04	1.54	0 00:00	0.000	0.011

pozo3	JUNCTION	0.04	1.54	0 00:00	0.000	0.011
pozo4	JUNCTION	0.41	1.95	0 00:00	0.003	0.014
pozo5	JUNCTION	0.20	2.15	0 00:00	0.001	0.016
pozo14	JUNCTION	1.50	1.50	0 00:00	0.011	0.011
PE1	OUTFALL	0.00	2.15	0 00:00	0.000	0.016
PE2	OUTFALL	0.00	7.50	0 00:00	0.000	0.054
PE5	OUTFALL	0.00	3.50	0 00:00	0.000	0.025

\*\*\*\*\*  
 Resumen de Sobrecarga en Nudos  
 \*\*\*\*\*

No hay ningún nudo en carga.

\*\*\*\*\*  
 Resumen de Inundación en Nudos  
 \*\*\*\*\*

No hay inundación en ningún nudo.

\*\*\*\*\*  
 Resumen de Vertidos  
 \*\*\*\*\*

Nudo de Vertido	Frec. Vertido % Porc.	Caudal Medio LPS	Caudal Máximo LPS	Volumen Total 10 <sup>6</sup> ltr
PE1	100.00	2.15	2.15	0.016
PE2	100.00	7.50	7.50	0.054
PE5	100.00	3.50	3.50	0.025
Sistema	100.00	13.15	13.15	0.095

\*\*\*\*\*  
 Resumen de Caudal en Líneas  
 \*\*\*\*\*

Línea	Tipo	Caudal Máximo LPS	Instante Caudal Máx días hr:min	Veloc. Máxima m/sec	Caudal Máx/ Lleno	Nivel Máx/ Lleno
1	CONDUIT	1.50	0 00:00	0.75	0.04	0.13
2	CONDUIT	1.50	0 00:00	1.04	0.02	0.10
3	CONDUIT	1.54	0 00:00	0.68	0.04	0.14
4	CONDUIT	1.95	0 00:00	0.69	0.06	0.16
5	CONDUIT	2.15	0 00:00	1.45	0.02	0.11
6	CONDUIT	1.50	0 00:00	1.17	0.02	0.10
7	CONDUIT	1.50	0 00:00	0.91	0.02	0.11
8	CONDUIT	1.50	0 00:00	1.24	0.02	0.09
9	CONDUIT	7.50	0 00:00	1.61	0.12	0.23
10	CONDUIT	1.50	0 00:00	0.91	0.03	0.11
11	CONDUIT	1.50	0 00:00	0.95	0.03	0.11
12	CONDUIT	1.50	0 00:00	0.54	0.06	0.16
13	CONDUIT	1.50	0 00:00	0.76	0.04	0.13
15	CONDUIT	2.00	0 00:00	0.67	0.06	0.17
18	CONDUIT	3.50	0 00:00	1.44	0.05	0.15
20	CONDUIT	1.50	0 00:00	0.89	0.03	0.12
21	CONDUIT	3.00	0 00:00	1.20	0.05	0.15
22	CONDUIT	3.00	0 00:00	1.04	0.06	0.17
23	CONDUIT	4.50	0 00:00	1.03	0.11	0.22
24	CONDUIT	6.00	0 00:00	0.70	0.28	0.36
25	CONDUIT	1.50	0 00:00	0.64	0.05	0.14
26	CONDUIT	1.50	0 00:00	0.82	0.03	0.12
27	CONDUIT	1.50	0 00:00	0.45	0.08	0.19
29	CONDUIT	1.50	0 00:00	0.94	0.03	0.11

29	CONDUIT	1.50	0 00:00	0.94	0.03	0.11
30	CONDUIT	1.50	0 00:00	0.89	0.03	0.12
31	CONDUIT	1.50	0 00:00	1.00	0.02	0.11
32	CONDUIT	1.60	0 00:00	1.02	0.02	0.11

\*\*\*\*\*  
Resumen de Sobrecarga de Conductos  
\*\*\*\*\*

Ningún conducto ha entrado en carga.

Instante de inicio del análisis: Sun Mar 12 17:53:22 2023  
Instante de finalización del análisis: Sun Mar 12 17:53:22 2023  
Tiempo total transcurrido: < 1 s

#### Anexo 4. Componentes del presupuesto

Determinar el volumen de excavación para la instalación de tubería pvc 8”

Base = diámetro externo + 0.30m

Base = 0.200 m + 0.300m= 0.500m

Profundidad = cota terreno – cota clave +diámetro externo + cama base

Profundidad = (274-272.80) +0.200m+0.10= 1.5 m

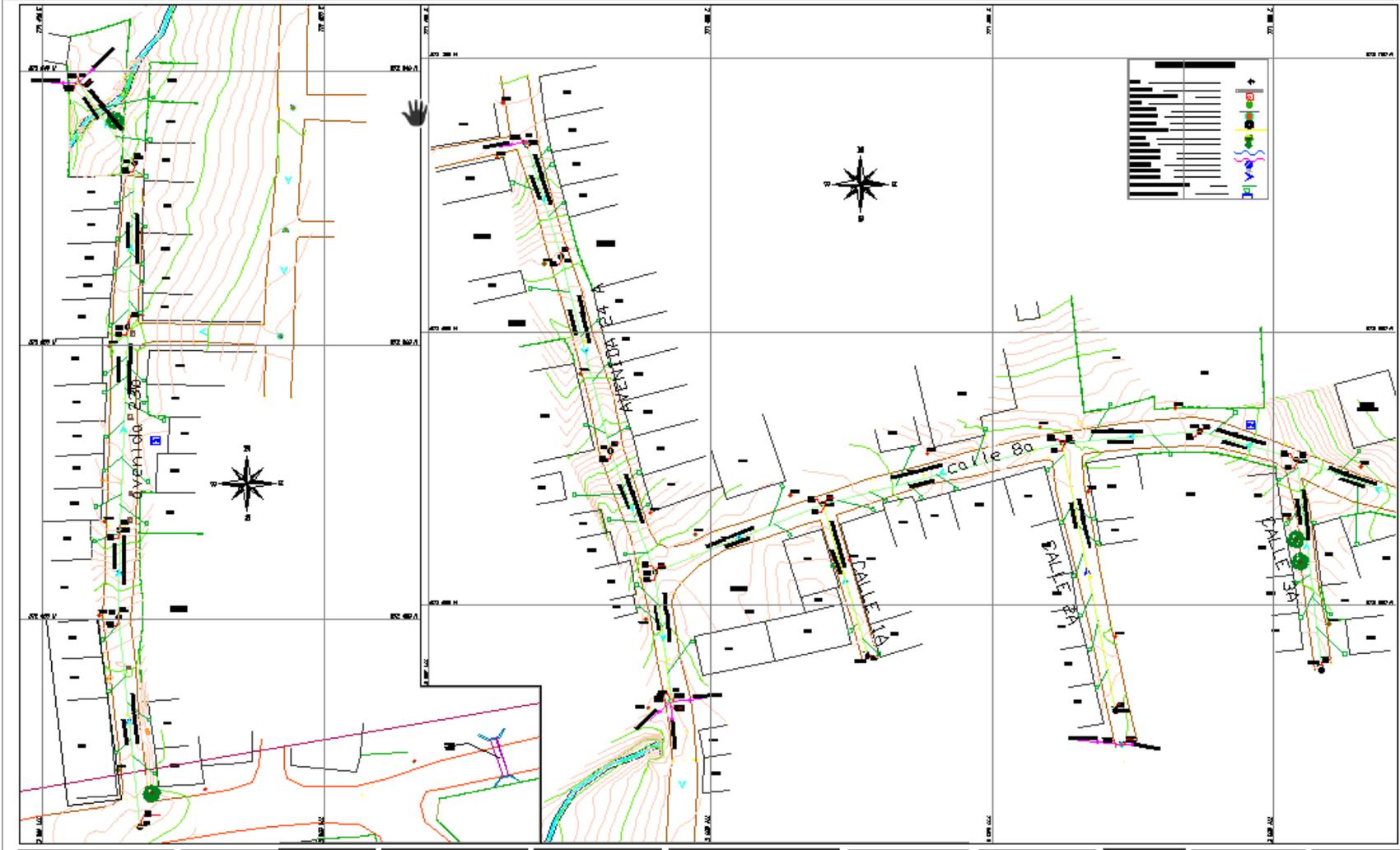
Tabla: volumen de excavación de zanjas

Tramo		diametro externo	ancho de zanja +0.3	profundidad max tubo		profundidad de excavacion		promedio	volumen de excavacion
De	Hasta			m	m	inicial	final		
py14	py15	0.2	0.5	1.2	1.2	1.3	1.3	1.30	19.35
py15	py16	0.2	0.5	1.2	1.6	1.3	1.7	1.51	29.58
PY16	PY17	0.2	0.5	1.6	3.7	1.7	3.8	2.76	69.10
py17	py18	0.2	0.5	3.7	4.9	3.8	5	4.41	44.43
py18	py19	0.2	0.5	4.9	4.4	5.0	4.5	4.76	32.78
py19	py20	0.2	0.5	4.4	3.2	4.5	3.3	3.91	48.28
py14	py21	0.2	0.5	1.2	1.8	1.3	1.9	1.60	28.91
py21	py22	0.2	0.5	1.8	1.4	1.9	1.5	1.71	26.80
py22	py23	0.2	0.5	1.4	1.4	1.5	1.5	1.51	13.68
py23	py20	0.2	0.5	1.4	3.2	1.5	3.3	2.41	44.25
py20	pe5	0.2	0.5	3.2	1.7	3.3	1.8	2.56	64.40
pe5	py9	0.2	0.5	1.7	1.4	1.8	1.5	1.66	27.29
py9	py10	0.2	0.5	1.4	1.2	1.5	1.3	1.41	22.11
py10A	py10	0.2	0.5	1.2	1.2	1.3	1.3	1.30	24.31
py10	py11	0.2	0.5	1.2	1.2	1.3	1.3	1.31	11.75
py11	py12	0.2	0.5	1.2	1.7	1.3	1.8	1.57	19.22
py12A	py12	0.2	0.5	1.2	1.8	1.3	1.9	1.60	44.11
py12	py13	0.2	0.5	1.8	1.4	1.9	1.5	1.71	37.73
py13A	py13	0.2	0.5	1.2	2.2	1.3	2.3	1.80	25.38
py13	py8	0.2	0.5	2.2	2.2	2.3	2.3	2.32	37.42
pe3	py6	0.2	0.5	1.2	1.5	1.3	1.6	1.45	15.30
py6	py7	0.2	0.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.66	30.53
py7	py8	0.2	0.5	1.6	2.0	1.7	2.1	1.91	22.66
py8	pe2	0.2	0.5	2.2	2.2	2.3	2.3	2.32	27.70
py1	py2	0.2	0.5	1.2	1.2	1.3	1.3	1.30	24.99
py2	py3	0.2	0.5	1.2	1.2	1.3	1.3	1.32	10.56
py3	py4	0.2	0.5	1.2	1.2	1.3	1.3	1.32	23.58
py4	py5	0.2	0.5	1.2	1.2	1.3	1.3	1.32	20.44
py5	pe1	0.2	0.5	1.2	3.2	1.3	3.3	2.32	20.84
		volumen de excavacion =							867.48

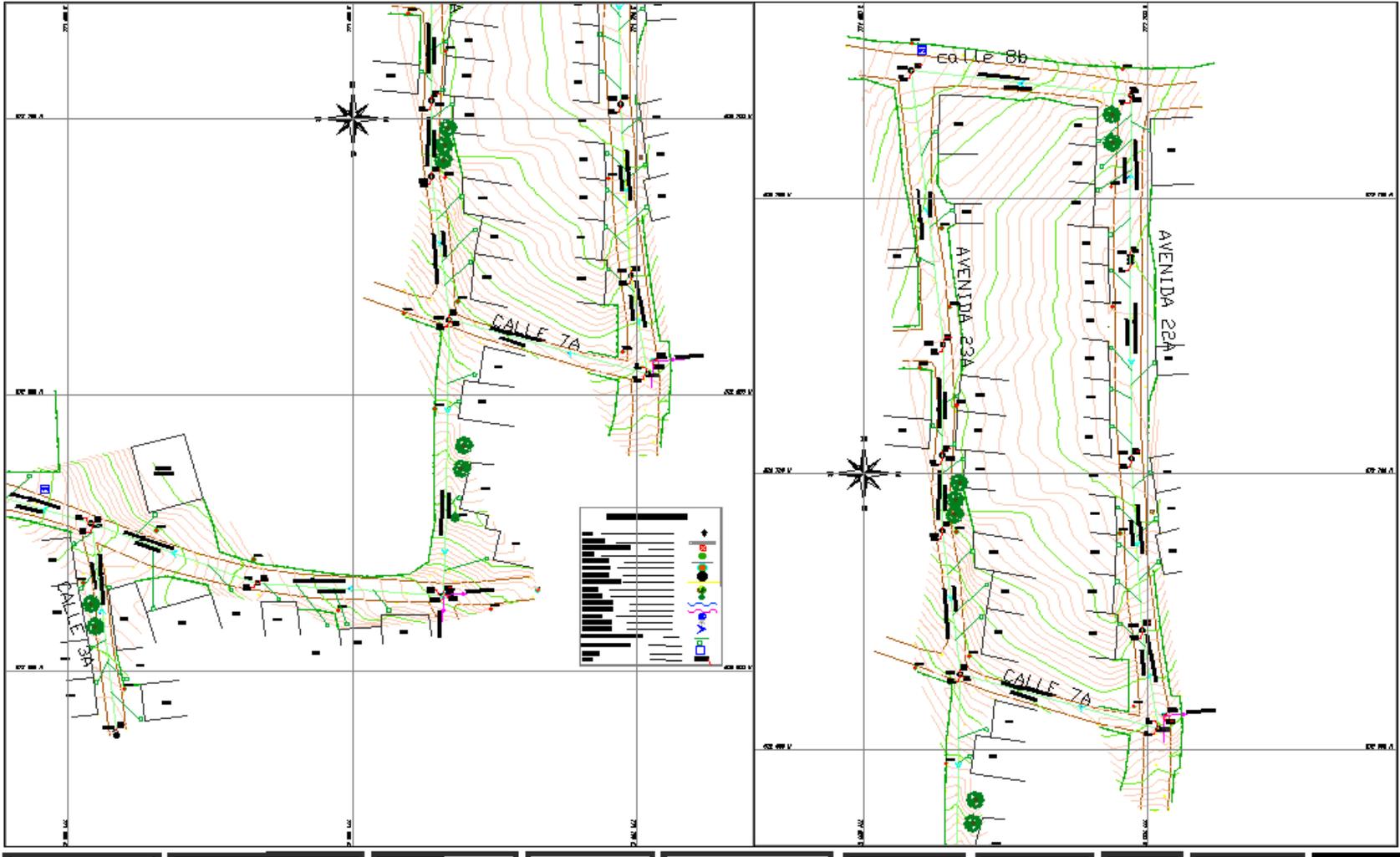
<b>RESUMEN DE VOLUMEN</b>	<b>m3</b>
volumen de corte para el replanteo de la via	350.28
volumen de relleno para replanteo de via	350.34
volumen de excavacion zanjas tuberia principal	867.47
volumen de excavacion acometidas sanitarias	200.64
volumen colchon de arena tuberia principal 8"	241.21
volumen colchon de arena tuberia 6"	130.91
volumen de relleno mismo material excavado	668
volumen material sobrante	331.6

Anexo 5. Plano de diseño

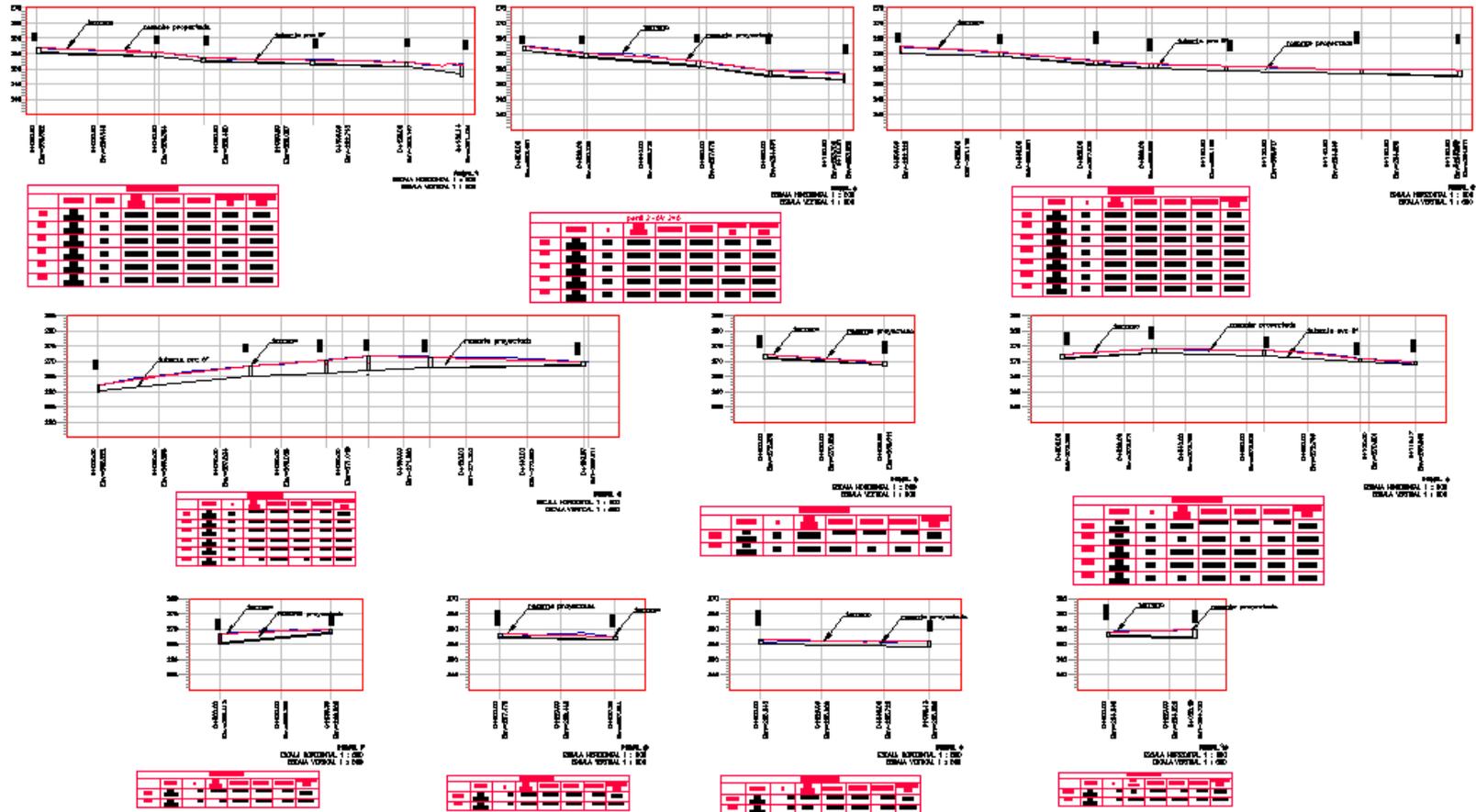
PLANTA 01



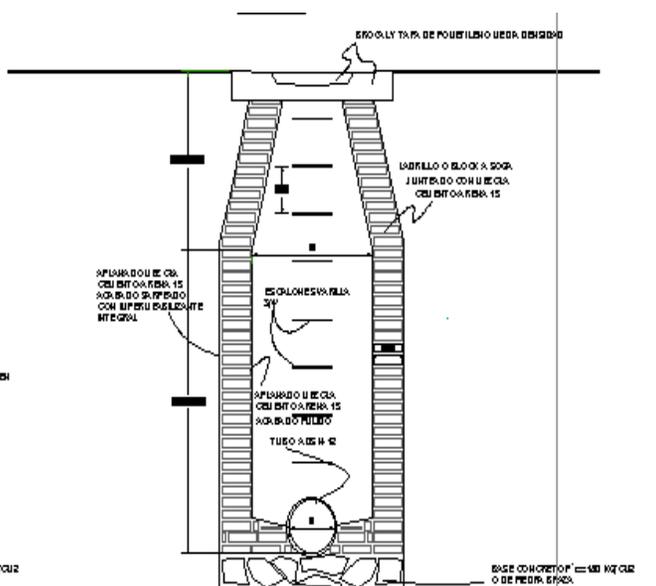
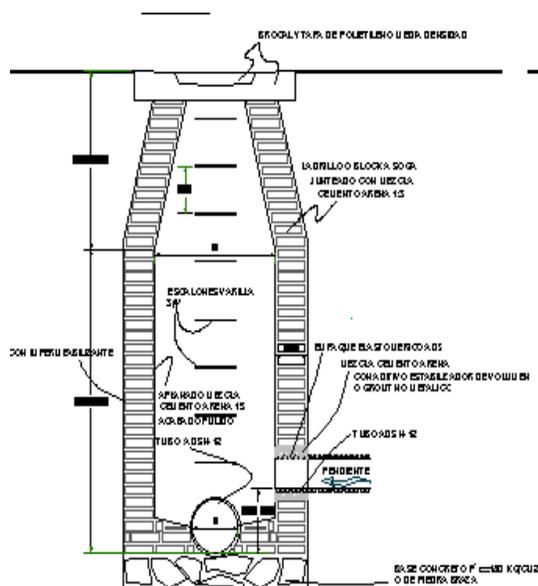
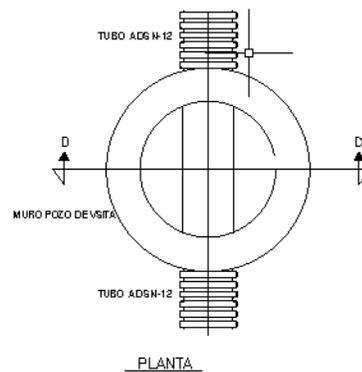
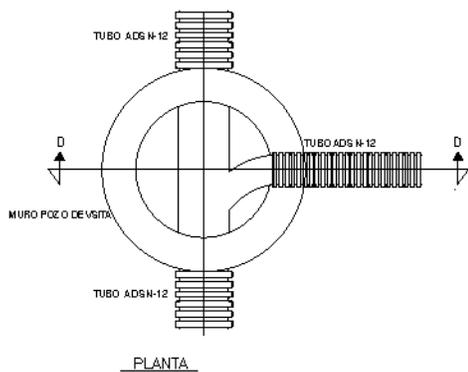
PLANTA 02



Anexo 6. Perfil de diseño



Anexo 7. Detalle de pozos



NOTAS.-  
 PARA "D" DE 0.20 M. A 0.40 M. D=1.20 M.  
 PARA "D" DE 0.75 M. A 1.07 M. D=1.50 M.  
 LAS ACOTACIONES ESTAN EN METROS, EXCEPTO  
 LAS INDICADAS EN OTRA UNIDAD.

NOTAS.-  
 PARA "D" DE 0.20 M. A 0.40 M. D=1.20 M.  
 PARA "D" DE 0.75 M. A 1.07 M. D=1.50 M.  
 LAS ACOTACIONES ESTAN EN METROS, EXCEPTO  
 LAS INDICADAS EN OTRA UNIDAD.

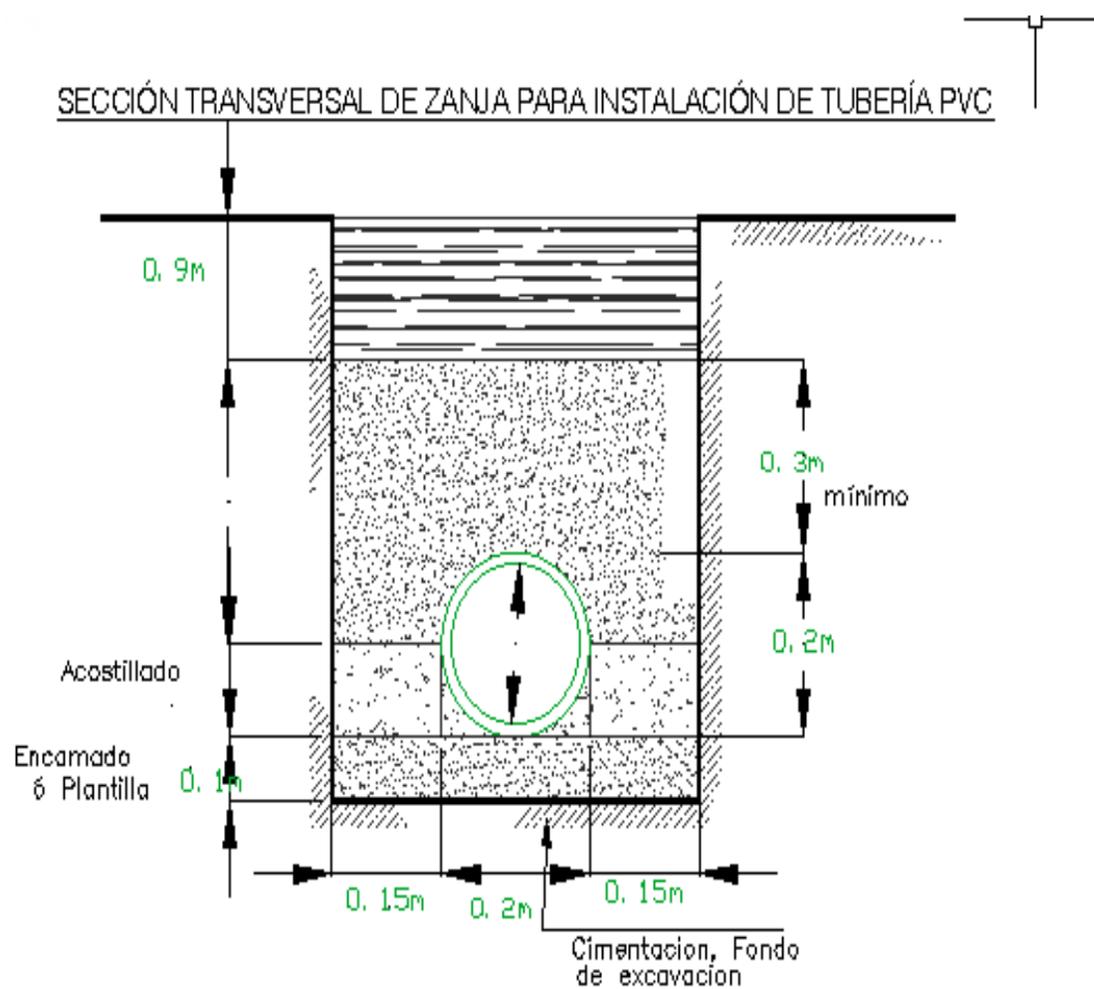
POZO CON CAIDA LIBRE

POZO COMUN

S/E ACOT. EN MTS

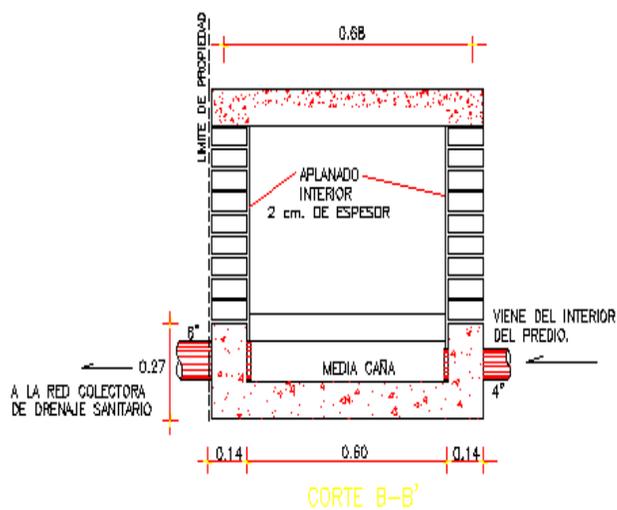
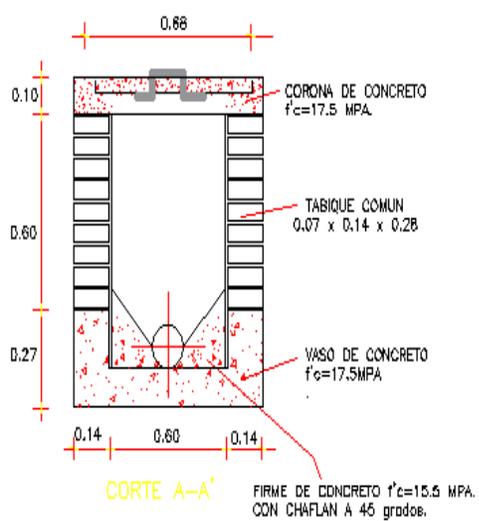
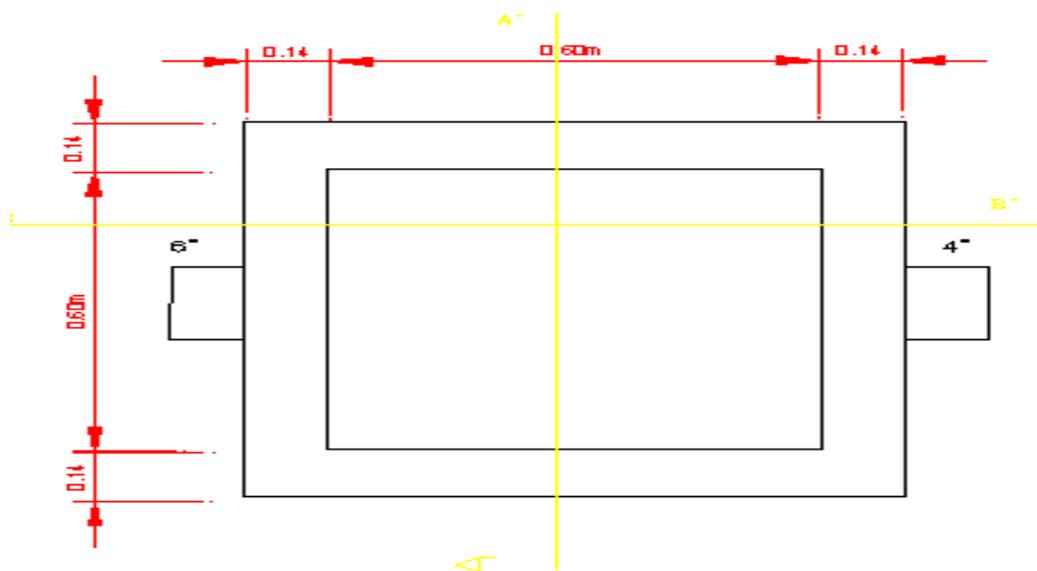
S/E ACOT. EN MTS

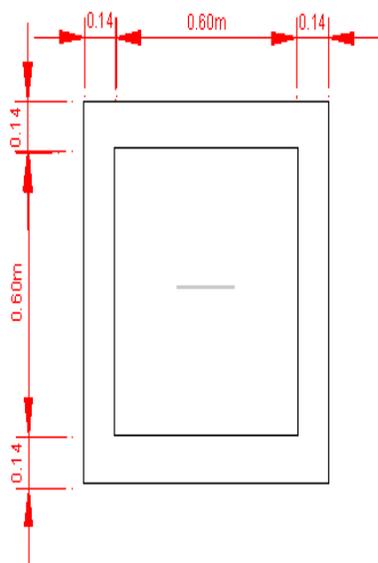
## Anexo 8. Detalle de zanja



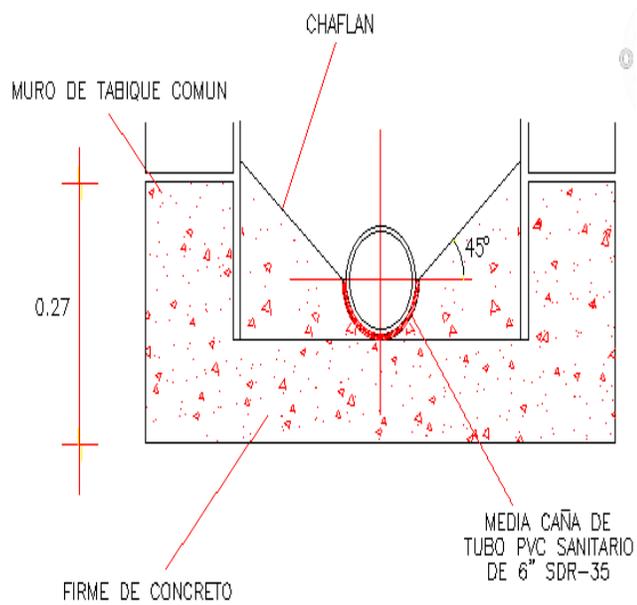
## Anexo 9. Detalla caja domiciliaria sanitaria.

Vista en planta





DETALLE DE TAPA EN PLANTA



DETALLE DE FONDO DE REGISTRO