

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS	Código	FO-SB- 12/v0
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	Página	1/1

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): NATALIA ANGELICA APELLIDOS: PEÑA PEREZ

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA CIVIL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): CARLOS ALEXIS APELLIDOS: BONILLA GRANADOS

CODIRECTOR:

NOMBRE(S): _____ APELLIDOS: _____

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DISEÑO ACADEMICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL ASENTAMIENTO HUMANO COLINAS DEL TUNAL, EN LA CIUDAD DE CÚCUTA

RESUMEN

El diseño de la red de alcantarillado sanitario es un tema que denota desarrollo en una población, incluyendo todos sus aspectos técnicos normalizados y estandarizados en su construcción, basándose en estructuras metodológicas ya reglamentadas. En este proyecto se propone diseño académico de la red de alcantarillado sanitario del asentamiento humano Colinas del Tunal, en la ciudad de Cúcuta aplicando metodologías desarrolladas durante los periodos de estudio universitario. De igual manera este trabajo se realiza para conocer las condiciones en las que se encuentra el asentamiento, analizar la información suministrada por la Fundación V&C, y proceder a calcular los datos requeridos para realizar el diseño de la red de alcantarillado óptimo para este asentamiento. Con este proyecto se busca fortalecer y poner en práctica los conocimientos obtenidos durante el desarrollo de mi carrera frente a una problemática real como lo es la falta de una red de alcantarillado en una comunidad de escasos recursos.

PALABRAS CLAVE: red de alcantarillado, diseño académico, asentamiento humano.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 180 PLANOS: 6 ILUSTRACIONES: _____ CD ROOM: 1

Elaboró		Revisó		Aprobó	
Equipo Operativo del Proceso		Comité de Calidad		Comité de Calidad	
Fecha	24/10/2014	Fecha	05/12/2014	Fecha	05/12/2014

COPIA NO CONTROLADA

DISEÑO ACADÉMICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL
ASENTAMIENTO HUMANO COLINAS DEL TUNAL, EN LA CIUDAD DE CÚCUTA

NATALIA ANGÉLICA PEÑA PÉREZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2020

DISEÑO ACADÉMICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL
ASENTAMIENTO HUMANO COLINAS DEL TUNAL, EN LA CIUDAD DE CÚCUTA

NATALIA ANGELICA PEÑA PEREZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero Civil

Director:

CARLOS ALEXIS BONILLA GRANADOS

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2020

ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 14 DE MAYO DE 2020 HORA: 2:00 p. m.

LUGAR: VIDEOCONFERENCIA - MEET

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

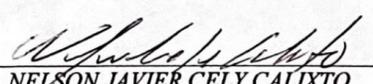
TITULO DE LA TESIS: "DISEÑO ACADEMICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL ASENTAMIENTO HUMANO COLINAS DEL TUNAL EN LA CIUDAD DE SAN JOSE DE CUCUTA".

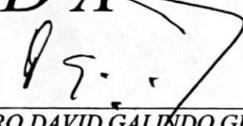
JURADOS: ING. NELSON JAVIER CELY CALIXTO
ING. PEDRO DAVID GALINDO GUTIERREZ

DIRECTOR: INGENIERO CARLOS ALEXIS BONILLA GRANADOS.

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
NATALIA ANGELICA PEÑA PEREZ	1110969	3,7	TRES, SIETE

APROBADA


ING. NELSON JAVIER CELY CALIXTO


ING. PEDRO DAVID GALINDO GUTIERREZ

Vo. Bo.


JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ
Coordinador Comité Curricular

Betty M.



**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA
LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y LA PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Cúcuta,

Señores
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS
Ciudad

Cordial saludo:

NATALIA ANGELICA PEÑA PEREZ, identificado(s) con la C.C. N° 1.090.469.570, autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado DISEÑO ACADÉMICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL ASENTAMIENTO HUMANO COLINAS DEL TUNAL EN LA CIUDAD DE SAN JOSE DE CUCUTA presentado y aprobado en el año 2020 como requisito para optar al título de INGENIERO CIVIL; autorizo(amos) a la biblioteca de la Universidad Francisco de Paula Santander, Eduardo Cote Lamus, para que con fines académicos, muestre a la comunidad en general a la producción intelectual de esta institución educativa, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página web de la Biblioteca Eduardo Cote Lamus y en las redes de información del país y el exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad Francisco de Paula Santander.
- Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde Internet, Intranet etc.; y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Lo anterior, de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la ley 1982 y el artículo 11 de la decisión andina 351 de 1993, que establece que “**los derechos morales del trabajo son propiedad de los autores**”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Natalia Angelica Peña Pérez cc: 1090.469.570

FIRMA Y CEDULA

Dedicatoria

Primeramente, quiero agradecer a Dios por permitirme culminar este paso tan importante en mi vida.

También quiero agradecer a la persona más importante en mi vida, mi padre Ivan Dario Peña Cárdenas, por su paciencia por creer en mí y por motivarme siempre a ser mejor, a salir adelante y a nunca rendirme; a los miembros de mi familia que con su cariño estuvieron ahí siempre brindándome sus palabras de aliento.

A mi director de tesis, el ingeniero Carlos Alexis Bonilla por su amistad y por compartir sus conocimientos, le agradezco por tantas ayudas y tantos aportes no solo para el desarrollo de mi tesis, sino también para mi vida y crecimiento como persona.

A mis amigos Jorge Daniel Morales García y Brayan David Beltran por su cariño y apoyo incondicional a lo largo de la carrera, y a todos los amigos que en mi paso por la universidad me brindaron su ayuda, muchísimas gracias a todos.

Los quiero mucho, los llevaré siempre con cariño en mi corazón.

Natalia Angélica Peña Pérez

Contenido

	pág.
Introducción	15
1. Problema	16
1.1 Título	16
1.2 Planteamiento del Problema	16
1.3 Formulación del Problema	17
1.4 Justificación	17
1.5 Objetivos	18
1.5.1 Objetivo general	18
1.5.2 Objetivos específicos	18
1.6 Delimitaciones	19
1.6.1 Delimitación conceptual	19
1.6.2 Limitaciones	19
1.6.3 Delimitación espacial	20
1.6.4 Delimitación temporal	20
2. Marco Referencial	21
2.1 Antecedentes	21
2.2 Marco Teórico	25
2.3 Marco Contextual	39
2.4 Marco Conceptual	40
2.5 Marco Legal	42
3. Diseño Metodológico	48
3.1 Tipo de Investigación	48

3.2 Población y Muestra	48
3.2.1 Población	48
3.2.2 Muestra	49
3.3 Recolección de la Información	49
3.4 Análisis de la Información	49
4. Desarrollo del Proyecto	51
4.1 Análisis del Levantamiento Topográfico Suministrado por la Fundación Vergel y Castellanos V&C para Identificar las Condiciones Topológicas del Terreno y la Variación del Terreno	51
4.2 Delimitar las Zonas de Descargas de las Aguas Residuales que se va a Plantear en el Asentamiento Colinas del Tunal	55
4.3 Proponer los Diferentes Diámetros de Tubería, Profundidades y Pendientes de Acuerdo a los Cálculos que Arroja el Diseño Cumpliendo con las Normas del Acuerdo 0330 de 2017	73
4.4 Uso del Software SWMM para Corroborar los datos Obtenidos en los Cálculos	101
4.5 Presupuesto General del Sistema de Alcantarillado de aguas Residuales del Diseño Propuesto	117
5. Conclusiones	134
6. Recomendaciones	136
Referencias Bibliográficas	137
Anexos	141

Lista de Tablas

	pág.
Tabla 1. Coeficiente de retorno de aguas residuales domésticas	28
Tabla 2. Máximo factor de mayoración de acuerdo con la población servida	33
Tabla 3. Artículo 64 - POT	43
Tabla 4. Datos iniciales	59
Tabla 5. Q Sanitario/Cota terreno	64
Tabla 6. Pendientes y caudales	68
Tabla 7. Pendientes, longitudes y diámetro de tubería	77
Tabla 8. Norma NTC 3722-3 S8 para diámetros de tubería	81
Tabla 9. Norma NTC 5055 ASTM Grandes diámetros de tubería	82
Tabla 10. Cotas de batea	86
Tabla 11. Diámetro y longitud del tubo	90
Tabla 12. Excavación y longitud de tubería por tramo	96
Tabla 13. Análisis de Precios Unitarios	117
Tabla 14. Presupuesto general del sistema de alcantarillado de aguas residuales del diseño propuesto	133

Lista de Figuras

	pág.
Figura 1. Colinas del Tunal	39
Figura 2. Entrada al Barrio Colinas del Tunal, sector anillo vial noroccidental	51
Figura 3. Visita técnica al Barrio Colinas del Tunal	52
Figura 4. Plano topografía planta	53
Figura 5. Plano curvas de nivel	54
Figura 6. Plano de áreas	56
Figura 7. Plano de cotas del alcantarillado	57
Figura 8. Plano de zonas de descargas	58
Figura 9. Plano de caudales de diseño	72
Figura 10 esquema en planta de EPA SWMM	101
Figura 11 Nudo Cota	102
Figura 12 Línea Profundidad	103
Figura 13. Línea Caudal	104
Figura 14. Línea Nivel	105
Figura 15. Línea Velocidad	106
Figura 16. Perfil 10 que conecta a S1	107
Figura 17. Perfil 4	108
Figura 18. Perfil 4	109
Figura 19. Perfil 1 A	110
Figura 20. Perfil 1 B	111
Figura 21. Perfil 1C conecta a S3	112
Figura 22. Perfil conecta a S2	113

Figura 23. Diseño de Alcantarillado L-D-S-PzN	115
Figura 24. Detalle Diseño de Alcantarillado L-D-S-PzN	116

Lista de Anexos

	pág.
Anexo 1. Resumen estadístico basado en los resultados obtenidos por el EPA-SWMM	142
Anexo 2 Referencias costos para precios unitario tuberías	155
Anexo 3. Referencia costos excavaciones	157
Anexo 4. Referencias costos nivelación	158
Anexo 5. Detalles pozo de cámara de caída	159
Anexo 6. Detalle de muros de mampostería de pozos de caída	162
Anexo 7. Detalles de pozos 5,6 y 7	163
Anexo 8. Detalle de muros en mampostería de pozos 5,6 y 7	166
Anexo 9. Visita técnica al Barrio Colinas del Tunal	167

Resumen

El diseño de la red de alcantarillado sanitario es un tema que denota desarrollo en una población, incluyendo todos sus aspectos técnicos normalizados y estandarizados en su construcción, basándose en estructuras metodológicas ya reglamentadas. En este proyecto se propone diseño académico de la red de alcantarillado sanitario del asentamiento humano Colinas del Tunal, en la ciudad de Cúcuta aplicando metodologías desarrolladas durante los períodos de estudio universitario. De igual manera este trabajo se realiza para conocer las condiciones en las que se encuentra el asentamiento, analizar la información suministrada por la Fundación V&C, y proceder a calcular los datos requeridos para realizar el diseño de la red de alcantarillado óptimo para este asentamiento. Con este proyecto se busca fortalecer y poner en práctica los conocimientos obtenidos durante el desarrollo de mi carrera frente a una problemática real como lo es la falta de una red de alcantarillado en una comunidad de escasos recursos.

Abstract

The design of the sanitary sewer network is an issue that denotes development in a population, including all its standardized and standardized technical aspects in its construction, based on methodological structures already regulated. This project proposes academic design of the sanitary sewerage network of the human settlement Colinas del Tunal, in the city of Cúcuta applying methodologies developed during periods of university study. Likewise this work is done to know the conditions in which the settlement is located, analyze the information provided by the V&C Foundation, and proceed to calculate the data required to carry out the design of the optimal sewer network for this settlement. This project seeks to strengthen and implement the knowledge gained during the development of my career in the face of a real problem such as the lack of a sewerage network in a community of scarce resources.

Introducción

La Universidad Francisco de Paula Santander como un ente educativo de la región, se ha hecho participe de múltiples proyectos que apoyan el progreso y desarrollo, mediante la participación de los estudiantes de Ingeniería civil con la colaboración de los diferentes entes del Estado, en convenio con empresas privadas que aportan al progreso y desarrollo de la región.

En la actualidad la ciudad de San José de Cúcuta presenta distintas problemáticas, entre estas se encuentran: las complicaciones sociales, económicas, políticas, entre otras, que se venían dando antes y después de la diáspora por la crisis que se muestra actualmente en la República Bolivariana de Venezuela, sumado a esto el desplazamiento interno de habitantes que viven en el país y quienes no cuentan con un lugar donde residir, lo que hoy en día en la región se puede ver manifestado en los diversos asentamientos humanos irregulares que abren paso a su vez a conexiones informales de las redes de servicios públicos, situaciones que cada día dificulta el desarrollo del municipio; dadas las condiciones que anteceden se han venido implementado planes de mitigación entre ellos, la de impulsar la investigación en proyectos de corte social en los estudiantes de diferentes universidades, dando consigo la elaboración de proyectos que ayuden a solucionar este tipo de inconvenientes que se presentan actualmente.

El objetivo de este proyecto es la elaboración del diseño del sistema de alcantarillado sanitario, en el asentamiento humano Colinas del Tunal, ubicado en el sector de la comuna número 6 Anillo Vial Occidental en la ciudad de San José de Cúcuta; para contribuir con ello, al desarrollo urbanístico de la zona y garantizar la calidad de vida de las familias que son residentes del sector.

1. Problema

1.1 Título

“DISEÑO ACADEMICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL ASENTAMIENTO HUMANO COLINAS DEL TUNAL, EN LA CIUDAD DE CÚCUTA”.

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 refugiarse ocupando terrenos privados. Sin embargo, se entiende generalmente por "asentamiento" una agrupación de viviendas con un cierto grado de precariedad, ya sea desde el punto de vista de los servicios básicos presentes, o incluso desde el punto de vista de la legalidad de la ocupación de un determinado territorio. Usualmente, estos terrenos que son invadidos, 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, como lo es en este caso la red de alcantarillado sanitario ya que es un servicio en el que siempre se presentan complicaciones, siendo a su vez fundamental para tener una mejor calidad de vida (Rincón, 2018).

Colinas del Tunal es un asentamiento humano que carece de una red sanitaria por lo cual la comunidad se ve en la obligación de realizar alternativas para poder solventar sus necesidades básicas, al no contar con este tipo de servicio como es el sistema de alcantarillado sanitario recurren a diferentes factores como los son la construcción de un alcantarillado de tipo artesanal, pozos sépticos dentro de las viviendas entre otras, para así evacuar sus aguas residuales y evitar el contacto de la comunidad con las mismas. Las desventajas de esto son muchas, ya que al carecer

de este servicio y al no contar con un tipo de solución adecuada que no cumpla con los parámetros de sanidad, se presentan diferentes enfermedades en la población como lo es la proliferación de insectos que son causales de enfermedades que afectan a niños y adultos mayores residentes del lugar ya que la baja profundidad de los tubos y pozos, generan riesgo de rupturas y vertimiento del contenido que ya se ven reflejados en las calles. Además de ello al tener un alcantarillado de tipo artesanal, no permite en un futuro la pavimentación de dichas vías.

Por todo lo anterior, la comunidad de Colinas del Tunal 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 las normas establecidas por los diferentes acuerdos y políticas que se rigen en nuestro país.

1.3 Formulación del Problema

¿El diseño académico de la red de alcantarillado sanitario del asentamiento humano colinas del tunal, puede mejorar las condiciones de vida de los habitantes de este sector?

1.4 Justificación

Con este diseño, se busca mejorar las condiciones de vida de las personas que conviven en el asentamiento Colinas del Tunal, ya que son aproximadamente 1864 habitantes que no gozan de un buen sistema de alcantarillado, por lo que están en un riesgo inminente de salud debido a la mala disposición de las aguas residuales.

El factor ambiental, es además otra razón para la realización de este diseño, debido que, en algunas zonas, se presenta contaminación por ruptura de los tubos, generando consigo un problema de sanidad para los habitantes del asentamiento, todo esto conlleva a posibles

enfermedades que se generan por los malos olores, residuos patógenos y presencia de diferentes insectos portadores de enfermedades que conllevan todo tipo de problemática la cual se percibe en los habitantes del asentamiento.

La Fundación Vergel & Castellanos (V&C), la cual tiene convenio con 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 Vergel y Castellanos (V&C) proporciona el apoyo necesario para la realización de dicho proyecto, en convenio con la Universidad Francisco de Paula Santander, se entregarán estos diseños, a la comunidad, del sistema de alcantarillado que satisface a la topografía y a las necesidades de los habitantes del sector.

Además de lo anterior, dentro de las justificaciones, se encuentra el hecho que con este trabajo dirigido se complementará la formación de los estudiantes que optaran al título de Ingenieros Civiles de la Universidad Francisco de Paula Santander para finalizar el ciclo de pregrado, todo esto aportara desde proyección social una solución a la problemática del asentamiento Colinas del Tunal y a la vez dar cumplimiento a los requisitos que plantea el estatuto estudiantil de la Universidad Francisco de Paula Santander.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general. Realizar el diseño del sistema de alcantarillado de aguas residuales para el asentamiento Colinas del Tunal del municipio de Cúcuta.

1.5.2 Objetivos específicos. Analizar el levantamiento topográfico suministrado por la fundación vergel y castellanos V&C para identificar las condiciones topológicas del terreno y la

variación del terreno.

Delimitar las zonas de descarga de las aguas residuales del sistema de alcantarillado que se va a plantear en el asentamiento Colinas del Tunal.

Proponer los diferentes diámetros de tubería, profundidades y pendientes de acuerdo a los cálculos que arroja el diseño cumpliendo con las normas del acuerdo 0330 de 2017.

Realizar el presupuesto general del sistema de alcantarillado de aguas residuales del diseño propuesto.

1.6 Delimitaciones

1.6.1 Delimitación conceptual. El alcance principal de este proyecto es proponer el diseño del sistema de alcantarillado de aguas residuales del asentamiento Colinas del Tunal, para garantizar el bienestar de la comunidad, pues actualmente no cuentan con un sistema de alcantarillado que cumpla con los requisitos básicos de calidad de vida establecidos.

1.6.2 Limitaciones. Rutas de difícil acceso por la condición de terreno accidentado sin pavimentación.

Se reconoce el asentamiento Colinas del Tunal como una zona roja con altos índices de violencia.

El requerimiento de la presencia de la policía nacional al momento de realizar las visitas.

El apoyo de la comunidad se ve alterado por cuestiones políticas.

Información confiable sobre la cantidad de habitantes que conviven en el asentamiento Colinas del Tunal.

Falta de información sobre estudios previos.

1.6.3 Delimitación espacial. El asentamiento humano colinas del tunal queda en la comuna 6 zona occidental del municipio San José de Cúcuta, la ciudad capital del departamento Norte de Santander, limitando al norte con el asentamiento 6 de reyes, al sur con el anillo vial occidental al oriente con el barrio San Gerardo y al occidente con el barrio el cerrito, con un área aproximada de 13,9 hectáreas.

1.6.4 Delimitación temporal. 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 cronograma de actividades se establece que todo trabajo dirigido deberá tener una duración mínima de un semestre académico y una intensidad horaria no menor a 300 horas (Granados & Gómez, 2013).

2. Marco Referencial

2.1 Antecedentes

Solís (2015). Diseño hidráulico de redes de alcantarillado y construcción de reservorios de tierra con sistema de geo membrana utilizado como pozo de oxidación para la localidad: nuevo paraíso. Tesis de grado, Trujillo, Universidad Privada Antenor Orrego.

Este trabajo de investigación surgió como una alternativa de solución para el sistema de alcantarillado y el tratamiento adecuado de las aguas servidas en el Asentamiento Humano Nuevo Paraíso, que al igual que en otras ciudades del país de Perú, presentan un elevado índice de Necesidad en su red de alcantarillado y contaminación ambiental como consecuencia de la falta de un adecuado tratamiento de las aguas servidas. El proyecto fue diseñado gracias al Software SEWERCAD.

León, Salinas & Zepeda (2017). Diseño de red de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento del municipio de Turín, departamento de Ahuachapán, El Salvador. Tesis de grado, San Salvador, Universidad de El Salvador.

Esta propuesta de alcantarillado sanitario pretende beneficiar a viviendas de la zona urbana del municipio de Turín que no cuentan con dicho servicio y usa fosas sépticas para la disposición de aguas negras, viviendas que utilizan letrinas sin tratamiento alguno, siendo esto un verdadero problema para la misma comunidad ya que estas aguas residuales son descargadas en las calles, produciéndose un ambiente idóneo para la proliferación de vectores causantes de enfermedades, malos olores, posible contaminación de los mantos acuíferos y mal aspecto visual, estas aguas residuales son materiales derivados de residuos domésticos o desperdicios de diferentes tipos, los

cuales por razones de salud pública y ambiental no pueden desecharse de manera clandestina sin un adecuado tratamiento.

Berrios & Cervantes (2015). Trabajo de grado titulado Propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario condominial 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). Tesis de grado, Managua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

Esta propuesta parte de la necesidad de la población de la tercera etapa del barrio Nueva vida del municipio de Ciudad Sandino, en Managua Nicaragua que carece del servicio de alcantarillado sanitario, por lo cual sus habitantes utilizan letrinas en cada vivienda como una alternativa de disposición final para los desechos orgánicos, liberando las aguas de uso doméstico en las calles posteriormente provocando el deterioro en los terrenos, malos olores, incrementación de insalubridad y proliferación de enfermedades, por estas razones es de gran importancia, la formulación de la propuesta de diseño de alcantarillado, realizada con la intención de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida, a la disminución de contaminación y enfermedades generadas por no contar con tal servicio.

Vargas (2018). Planteamiento metodológico para el diseño de un alcantarillado sanitario en zonas rurales. Tesis de grado, Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

En el presente proyecto se plantea una metodología de diseño de un alcantarillado sanitario rural, el cual se referencia en diferentes análisis de textos bibliográficos y en la normativa técnica colombiana. Esta metodología establece un procedimiento, el cual define parámetros y criterios técnicos, obteniendo una secuencia de información y definición de actividades a desarrollar de criterios primordiales entre los que se destacan los datos técnicos, diseño, caudal de aguas

residuales, caudal máximo horario, selección del diámetro del tramo, alternativas de tratamiento y vertimiento a fuente natural de las aguas residuales. Esta metodología se desarrolla tomando como base el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS, que corresponde a la norma técnica colombiana vigente. Además, se relaciona un ejemplo de diseño.

Úcros & Ramírez (2018). Diseño del sistema de saneamiento básico de aguas residuales de los sectores el Socorro y Charco colorado en el municipio de san Luis de Sincé, en el departamento de Sucre. Tesis de grado, Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Este proyecto de grado se realizó por dos estudiantes de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (Bogotá) para optar por el título de Especialistas en Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente y está dirigido a personas con perfiles de ingeniería que trabajen en el campo del diseño y construcción de los sistemas de acueductos y alcantarillados. Podemos encontrar que este antecedente contiene el diseño de la ampliación de la red de alcantarillado residual de varios sectores del municipio de San Luis de Sincé, en el departamento de Sucre; incluyendo el empate del nuevo sistema a la red existente de alcantarillado residual mediante un sistema de bombeo y verificando el funcionamiento del colector principal del municipio con los nuevos aportes hasta la llegada a la planta de tratamiento existente también se analizó el contexto socioeconómico y político del municipio finalmente describiendo el desarrollo paso a paso del diseño de la ampliación de la red de alcantarillado residual de los sectores en estudio, cumpliendo con todas las exigencias del nuevo reglamento vigente para Colombia Resolución 0330 (Nuevo RAS) que entró en vigencia a partir del 8 de Junio del 2017.

Bonilla (2018) trabajo de grado titulado “Pre-Diseño de la red de alcantarillado sanitario del condominio Recreacional Parcelación San Carlos en el municipio de Villavicencio” Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás (Colombia) contiene el diseño de una red de

alcantarillado sanitario, el cual beneficiará en un futuro, a aproximadamente 3000 habitantes con un periodo de diseño de 25 años, teniendo en cuenta aspectos técnicos, tales como: topografía, diseño hidráulico, elaboración de planos y presupuesto; todos bajo las normas y parámetros que lo rigen (RAS). Siendo este diseño de gran aporte a la población, ya que, con la conducción y evacuación de las aguas residuales, la comunidad del condominio Parcelación Recreacional San Carlos mejorara su de calidad de vida, además de que esto es competencia de los gobiernos municipales brindar de manera eficiente, los servicios de alcantarillado.

Álvarez (2013). Pasantías en la Fundación Valor y Compromiso diseño del alcantarillado sanitario Barrio Colinas de Bello Monte, Cúcuta, Norte de Santander. Universidad Francisco de Paula Santander, Facultad de Ingeniería, Plan de Estudios Ingeniería Civil. San José de Cúcuta.

Se encargaron de dar solución mediante el diseño de una red de acueducto y alcantarillado a los asentamientos que pertenecen a la fundación V&C, pues estos no forman parte del acueducto municipal ni de la empresa Aguas Kpital Cúcuta S.A. E.S.P. ya que, al ser así, se consideran por el Plan de Ordenamiento Territorial como invasiones.

Álvarez &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, Facultad de Ingeniería, Plan de Estudios Ingeniería Civil. San José de Cúcuta.

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.

Quiroz & 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, Facultad de Ingeniería, Plan de Estudios Ingeniería Civil. San José de Cúcuta.

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.

2.2 Marco Teórico

Las principales teorías a tener en cuenta en la presente investigación están especificadas en el Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS título d (2017).

Caudal de aguas residuales domesticas (Q_D). Con el fin de llevar a cabo el cálculo del caudal de diseño de aguas residuales domesticas para cada uno de los tramos que conforman la red de alcantarillados de aguas residuales, la demanda de agua potable es vital para calcula dicho caudal de diseño, a través de un coeficiente de retorno.

En caso de que se cuente con la proyección de la demanda de agua potable, dentro de las estadísticas de la persona prestadora del servicio público de acueducto del municipio, el caudal de diseño de aguas residuales domesticas se calcula de acuerdo con la ecuación (1)

$$Q_D = C_R \times D_{NETAp} \times A$$

(1)

Donde:

Q_D = Caudal de aguas residuales domésticas (L/s).

C_R = Coeficiente de retomo (adimensional).

D_{NETAp} = Demanda neta de agua potable por unidad de área tributaria (L/s.ha).

A = Área tributaria de drenaje (ha).

En caso de que la proyección de la demanda de agua potable se haya hecho haciendo uso de la proyección de los suscriptores del servicio en el área objeto del proyecto del sistema de alcantarillado. El caudal de diseño de aguas residuales domésticas se calcula de acuerdo con la ecuación (2) mostrada a continuación:

(2)

$$Q_D = \frac{C_R \times P_s \times D_{NETAp}}{30}$$

Donde:

Q_D = Caudal de aguas residuales domésticas (m^3 /dia).

C_R = Coeficiente de retomo (adimensional).

P_s = Número de suscriptores proyectados al período de diseño (suscriptores).

D_{NETA} = Demanda neta de agua potable proyectada por suscriptor (m3/suscriptor/mes).

Como última opción, en el caso de que no existan proyecciones de demanda de agua o proyecciones de suscriptores, el cálculo del caudal del diseño de las aguas domésticas se hace utilizando la proyección de la población en la zona objeto del diseño. En el caso de que se opte por esta última metodología, se debe utilizar la ecuación (3)

$$(3) \quad Q_D = \frac{C_R \times P \times D_{NETA}}{86400}$$

Donde:

Q_D = Caudal de aguas residuales domésticas (L / s).

C_R = Coeficiente de retorno (adimensional).

P = Número de habitantes Proyectados al periodo de diseño (hab)

D_{NETA} = Demanda neta en agua potable proyectada por habitante (L / hab / día)

RAS 0330 del 2017, establece en el artículo 134, en la página 84". El coeficiente de retorno (C_R) debe estimarse a partir del análisis de la información existente en la localidad y / o las mediciones de campo realizadas por la persona que presta el servicio. Si no hay datos de campo, se debe tomar un valor de 0.85. (Tabla 1)

Tabla 1. Coeficiente de retorno de aguas residuales domésticas

Aplicabilidad	Coeficiente de retorno
Si no hay datos de campo	0.85

Puede ser definido por la persona prestadora del servicio público de alcantarillado.

Caudal de aguas residuales comerciales (Q_C). En caso de que en el área objeto del proyecto existan zonas mixtas, comerciales y residenciales, los negocios comerciales deben estimarse teniendo en cuenta la concentración comercial relativa a la concentración residencial, utilizando una contribución de caudal comercial correspondiente a 0,5 L / s por hectárea comercial.

Caudal de aguas residuales institucionales (Q_{IN}). Caudal de El consumo de agua de las diferentes instituciones varía de acuerdo con el tipo y tamaño de las mismas, dentro de las cuales pueden mencionarse escuelas, colegios y universidades, hospitales, hoteles, cárceles, etc.

Caudales por infiltración (Q_{INF}). Es inevitable la infiltración de aguas subsuperficiales a las redes de sistemas de alcantarillado de aguas residuales, principalmente freáticas, a través de fisuras en las tuberías, en juntas hechas deficientemente, en la unión de tuberías con cámaras de inspección y demás estructuras, y en estos elementos cuando no son completamente impermeables. Su estimación debe hacerse en lo posible a partir de aforos en el sistema en horas cuando el aporte de agua residual es mínimo, 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 cámaras de inspección y demás estructuras y, su calidad constructiva. El diseñador debe minimizar los aportes por infiltración.

A lo largo de la vida útil de las redes, el aporte de aguas de infiltración también puede estar asociado con el nivel de amenaza sísmica de la localidad. Se requiere que el diseñador justifique los valores adoptados teniendo en cuenta los factores señalados. Aunque la ausencia de información, se debe utilizar un factor entre 0,1 y 0,3 L/s.ha, de acuerdo con las características topográficas, de suelos, los niveles freáticos y precipitación de la red, el caudal de infiltración podrá excluirse como componente de caudal de diseño.

Caudal medio diario de aguas residuales. El caudal medio diario de aguas residuales (Q_{MD}), para un tramo con un área de drenaje dada, es la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales. Ecuación (4)

(4)

$$Q_{MD} = Q_D + Q_I + Q_C + Q_{IN}$$

Donde:

Q_{MD} = Caudal medio diario de aguas residuales (m^3/s).

Q_D = Caudal de aguas residuales domésticas (m^3/s).

Q_I = Caudal de aguas residuales industriales (m^3/s).

Q_C = Caudal de aguas residuales comerciales (m^3/s).

Q_{IN} = Caudal de aguas residuales institucionales (m^3/s).

Caudal Máximo Horario. Calcular el caudal máximo horario al final del período de diseño, se debe hacer uso de alguna de las siguientes expresiones, de acuerdo con los parámetros que se tuvieron en cuenta en la estimación del factor de mayoración, 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.

Para aquellos casos en que, con el fin de estimar el factor de mayoración de aguas residuales domésticas, se haya utilizado como parámetro de cálculo la proyección de la población al período de diseño (ecuación (5)), el caudal máximo horario final será igual que:

$$Q_{MHf} = F \times Q_{Df} + Q_{If} + Q_{Cf} + Q_{Inf}$$

(5)

Donde:

Q_{MHf} = Caudal máximo horario final (m^3/s).

F = Factor de mayoración (adimensional).

Q_{Df} = Caudal de aguas residuales domésticas final (m^3/s).

Q_{If} = Caudal de aguas residuales industriales final (m^3/s).

Q_{cf} = Caudal de aguas residuales comerciales final (m^3/s).

Q_{inf} = Caudal de aguas residuales institucionales final (m^3/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, el caudal máximo horario final será igual que: (Ecuación 6)

(6)

$$Q_{MHf} = F \times Q_{MDf}$$

Donde:

Q = Caudal máximo horario final (m^3/s).

F = Factor de mayoración (adimensional).

Q_{MDf} = Caudal medio diario final (m^3/s).

El factor de mayoración del caudal máximo horario de aguas residuales se define a continuación para todos los niveles de complejidad del sistema.

Factor de Mayoración. En el factor de mayoración para calcular el caudal máximo horario, utilizando como base el caudal medio diario, se tienen en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. El factor disminuye en la medida en que el número de habitantes

considerado aumenta, pues el uso de agua se hace cada vez más heterogéneo y la red de tuberías puede contribuir cada vez más a amortiguar los picos de caudal. El factor de mayoración debe calcularse, hasta donde sea posible, haciendo uso de mediciones de campo, en donde se tengan en cuenta los patrones de consumo de la población y la medición de los caudales en las horas de mayor consumo. Sin embargo, si esto no es factible, el diseñador puede utilizar la ecuación empírica de Flores (Ecuación 7) en la cual se puede calcular F como función del número de habitantes, este último dado en miles de habitantes.

(7)

$$F = \frac{3,5}{p^{0,1}}$$

Donde:

F = Factor de mayoración (adimensional).

p = Población servida en miles de habitantes (hab/ 1000).

Alternativamente el factor de mayoración también puede calcularse como función del caudal medio diario (Q_{MD}) utilizando la ecuación de Los Ángeles (Ecuación 8), o la de Gaines (Ecuación 9).

(8) Los Ángeles 1962

$$F = \frac{3,53}{Q_{MD}^{0,0914}}$$

(9) Gaines (1989)

$$F = \frac{3,114}{Q_{MD}^{0,062}}$$

Donde:

F = Factor de mayoración (adimensional).

Q_{MD} = Caudal medio diario de aguas residuales (L/s).

La fórmula de Los Ángeles es válida para el rango de 2,8 a 28300 L/s. La fórmula de Gaines debe ser aplicada para caudales medios entre 0,28 L/s y 4250 L/s. En general el valor de F debe ser mayor o igual que 1,4. El factor F debe calcularse tramo por tramo de acuerdo con el incremento progresivo de la población y el caudal; sin embargo, el máximo valor del factor de mayoración debe limitarse, cualquiera que sea la expresión utilizada para su cálculo, de acuerdo con el tamaño de la población servida como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Máximo factor de mayoración de acuerdo con la población servida

Población servida en número de habitantes	Factor de mayoración
< 20.000	3,00
20.000 - 50.000	2,50
50.001 - 750.000	2,25
> 750.000	2,00

Caudal de diseño. El caudal de diseño de cada tramo de la red de tuberías (Ecuación 10) se obtiene sumando al caudal máximo horario del día máximo, Q_{MH} , los aportes por infiltraciones y conexiones erradas.

$$Q_{DT} = Q_{MHf} + Q_{INF} + Q_{CE}$$

(10)

Donde:

Q_{DT} = Caudal de diseño para cada tramo de la red (m^3/s).

Q_{MHf} = Caudal máximo horario final (m^3/s).

Q_{INF} = Caudal por infiltraciones (m^3/s).

Q_{CE} = Caudal por conexiones erradas (m^3/s).

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. Además de los valores anteriores, que corresponden a los valores finales previstos, deben estimarse los valores iniciales de caudal de operación de cada tramo para propósitos de verificación del comportamiento hidráulico del sistema en sus etapas iniciales de servicio, tal como se describe en los siguientes literales.

Diámetro Interno Mínimo. Para las redes de recolección y evacuación de las aguas residuales, la sección más utilizada para las tuberías y tramos, es la sección circular,

especialmente en los tramos iniciales. El diámetro interno mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales tipo alcantarillado de aguas residuales convencional es de 170 mm, con el fin de evitar las posibles obstrucciones que ocurran en los tramos, causadas por objetos relativamente grandes que puedan entrar al sistema. Para el caso de alcantarillados en municipios con sistemas con niveles de complejidad medio y bajo, el diámetro interno mínimo es de 145 mm. Sin embargo, cuando se requiera evacuar las aguas residuales de un conjunto de más de 10 viviendas se recomienda que el diámetro interno mínimo sea de 170 mm para dichos niveles.

Relación máxima entre la profundidad y el diámetro de la tubería. En el diseño se debe establecer la profundidad de flujo máxima en cada una de las tuberías, a fin de disminuir el riesgo de sobrecarga y permitir una adecuada aireación de las aguas residuales. El valor máximo permisible para la profundidad de flujo contemplada en el diseño debe ser del 85% del diámetro real interno de cada una de las tuberías.

La relación máxima de profundidad versus diámetro, se debe calcular con el caudal máximo de diseño, el cual corresponde al caudal máximo horario calculado.

Para aquellas tuberías con diámetros inferiores o iguales a 600 mm que tengan conexiones domiciliarias conectadas directamente al cuerpo de estas, la profundidad máxima debe establecerse, desde la etapa de diseño, de tal forma que el flujo no interactúe con la entrada de agua de dichas conexiones domiciliarias. En este caso la máxima relación profundidad versus diámetro debe ser del 70%. En ningún caso deben realizarse conexiones directas entre tuberías domiciliarias y tuberías de diámetros mayores a 600 mm de la red pública de aguas residuales; en estos casos es recomendable el uso de manijas que lleven el agua residual a la cámara localizada

inmediatamente aguas abajo.

Velocidades en las tuberías:

Velocidad mínima en las tuberías. La velocidad mínima real para una tubería de diámetro menor a 450 mm en los sistemas de aguas residuales es de 0,45 m / s, probando dicha velocidad para las condiciones al inicio de operación del sistema para el caudal máximo horario inicial, de acuerdo con las siguientes expresiones:

$$V_{min} = \frac{Q_{MDi}}{A}$$

(11)

$$Q_{MHi} = F \times Q_{Di} + Q_{Hi} + Q_{Ci} + Q_{INi} + Q_{INf} + Q_{CEi}$$

(12)

$$Q_{MHi} = F \times Q_{MDi}$$

(13)

Donde:

V_{min} = Velocidad mínima inicial (m / s)

Q_{MHi} = Caudal máximo horario inicial (m^3/s).

A = Área transversal a la mojada de la tubería (m^2).

F = Factor de mayoración (adimensional).

Q_{Di} = Caudal de aguas residuales domésticas inicial (m^3/s).

Q_{Ii} = Caudal de aguas residuales industriales (m^3/s).

Q_{Ci} = Caudal de aguas residuales comerciales iniciales (m^3/s).

Q_{IiNi} = Caudal de aguas residuales institucionales iniciales (m^3/s).

Q_{CEi} = Caudal por conexiones erradas (m^3/s).

Q_{MDi} = Caudal medio diario inicial (m^3/s).

El coeficiente de retorno (C_R) se debe estimar a partir del análisis de la información existente en la localidad y / o de las mediciones de campo por la persona prestadora del servicio. De no contar con datos de campo, debe ser un valor de 0,85.

Las ecuaciones ((12) y (13)) deben utilizarse de acuerdo con las instrucciones establecidas en el literal (Factor de mayoración) de este título. Esta velocidad inicial determinada mediante la ecuación (14) debe ser capaz de generar un esfuerzo cortante en la pared de la tubería del alcantarillado de aguas residuales superior o igual que 1,0 Pa. En caso contrario se debe diseñar la tubería de tal forma que se garantice dicho esfuerzo cortante.

La velocidad mínima real permitida para una tubería con un diámetro mayor o igual que 450 mm en el sistema de alcantarillado de aguas residuales debe ser tal, para el caudal máximo

horario inicial, que se genere un esfuerzo cortante en el fondo de la tubería de alcantarillado igual o mayor que 1,5 Pa. Tal velocidad de operación se puede calcular mediante la expresión, basada en las ecuaciones de Darcy- Weisbach y de Colebrook-White:

(14)

$$V_{min} = \sqrt{\frac{8\tau_b}{\rho f}}$$

Donde:

V_{min} = Velocidad mínima real a tubo lleno para condiciones iniciales (m/s).

τ_b = Esfuerzo cortante en el lecho de sedimentos en el fondo de la tubería (2 Pa)

ρ = Densidad del agua residual (kg/m³)

f = Factor de fricción en el lecho de la tubería (adimensional)

A su vez el factor de fricción en el lecho de sedimentos del fondo de la tubería se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

(15)

$$f = \frac{1}{4 \left| \log_{10} \left(\frac{k_b}{3.7d} \right) \right|^2}$$

2.3 Marco Contextual



Figura 1. Colinas del Tunal

Fuente: Google Earth, 2020.

El asentamiento humano Colinas del Tunal, actualmente cuenta con un área de 13,9 hectáreas aproximadamente y en ella se encuentran alrededor de 2000 habitantes. El terreno de la zona presenta variaciones y combinaciones entre suelo arcilloso, limoso y sedimentos de gran tamaño a lo largo de las vías destapadas que allí se encuentran, además de contar con zonas cuyas pendientes son consideradas pronunciadas. Actualmente, este sector no presenta ni la red de acueducto ni la red de alcantarillado sanitario, por esta razón, se realizó el estudio de la topografía del sitio, para el análisis de las condiciones actuales del terreno y posterior a ello realizar el diseño.

La población que habita en el Asentamiento Colinas del Tunal se dio a la tarea de realizar con sus recursos una variedad de alcantarillados artesanales, los cuales en su mayoría no están muy bien adecuados para las necesidades de cada familia, además de contar que algunos tramos realizan la descarga hacia una zona donde no existe ningún tipo de recolector, lo cual ocasiona variedad de dificultades y enfermedades en la población, para esto, con la propuesta de diseño y teniendo en cuenta las condiciones topográficas del lugar, se dará una alternativa que cumpla con las normas vigentes para dar solución a la problemática que se presenta en el asentamiento Colinas del Tunal.

2.4 Marco Conceptual

Los principales conceptos a tener en cuenta en la presente investigación son los siguientes:

Aguas residuales. Desechos líquidos provenientes de residencias, edificios, instituciones, fábricas, industrias y demás inmuebles.

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. 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.

Asentamiento subnormal. 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 (Congreso de Colombia, 2000).

Catastro de usuarios. Es el listado de la respectiva persona prestadora, que contiene los usuarios del servicio con sus datos identificadores.

Caudal. Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo. Referido a un medidor, es el Cociente obtenido (no está en la resolución) entre el volumen de agua que circula a través de un medidor de agua y el tiempo que le toma hacerlo.

Caudal de diseño. Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

Población flotante. Número de habitantes que frecuenta en determinadas épocas el área comprendida por el proyecto, que es significativa para el dimensionamiento de un proyecto de recolección y evacuación de aguas residuales.

Pozo de inspección. Estructura de ladrillo o concreto, de forma usualmente cilíndrica, que remata generalmente en su parte superior en forma tronco-cónica, y con tapa removible para permitir la ventilación, el acceso y el mantenimiento de los colectores. 2. Estructura construida para la unión de uno o más colectores, con el fin de permitir cambios de alineamiento horizontal y vertical en el sistema de alcantarillado, entre otros propósitos.

Profundidad del colector. Diferencia de nivel entre la superficie del terreno o la rasante de la calle y la cota clave del colector.

Red local de alcantarillado sanitario. Conjunto de tuberías y accesorios que conforman el sistema de evacuación y transporte de las aguas residuales de una comunidad y el cual descargan las acometidas de alcantarillado de aguas residuales de los inmuebles (Congreso de Colombia, 2000).

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.

2.5 Marco Legal

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:

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.

Decreto 475 de 1998. Expedido por los ministerios de salud y de desarrollo económico; normas técnicas de calidad de agua potable.

Resolución 1026 de 2000. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS 2000).

Plan de ordenamiento territorial (POT). Acuerdo 089 de 2011 del municipio de San José de Cúcuta.

Tabla 3. Artículo 64 - POT

	CORPONOR
Disposición de Aguas Residuales.	Todo desarrollo en el suelo rural incluido el suelo suburbano, debe presentar a la autoridad ambiental CORPONOR y al Departamento Administrativo Área Planeación Corporativa y de Ciudad, el proyecto de disposición de aguas residuales, con los estudios de suelos y de permeabilidad correspondientes, entre otros, que respalden la alternativa propuesta, ya sea para el caso de soluciones individuales o para proyectos con red de alcantarillado y con tratamiento del afluente final. En asentamientos concentrados se dispondrá de un sistema de tratamiento colectivo que incluya redes de recolección y transporte y el tratamiento final.
Tratamiento de Aguas Residuales	Todos los proyectos de ocupación residencial y/o explotación económica que se realicen en el área rural del Municipio, están obligados a tener un sistema de tratamiento de aguas residuales, las cuales no podrán ser vertidas a los cauces o cursos de aguas sin un tratamiento previo que garantice como mínimo una remoción del ochenta y cinco por ciento (85%) medidos en DBO (demanda bioquímica de oxígeno) y sólidos suspendidos totales, certificada periódicamente por la autoridad ambiental CORPONOR.
Área de Cesión y Dotación de Equipamiento Comunitario	Las obligaciones de cesión de áreas y de dotación de equipamientos comunitarios se exigirán a las parcelaciones con el fin de conformar nuevas áreas, habilitar o consolidar las existentes, destinadas a conformar cinturones verdes y a la dotación de servicios comunitarios o institucionales, de acuerdo con las necesidades de la comunidad del sector o el corregimiento. Dichas exigencias se podrán desarrollar en el mismo proyecto o en otros sitios en la zona rural, acorde con las políticas de

	CORPONOR
	<p>espacio público que para tal efecto defina el Departamento Administrativo Área Planeación Corporativa y de Ciudad.</p> <p>Las parcelaciones que requieran adelantar cualquier modificación o reforma, estarán condicionadas a cumplir con las cesiones obligatorias gratuitas previstas en el presente Acuerdo.</p>
Obligaciones ambientales relacionadas con la cobertura forestal	Las parcelaciones deben cumplir con las exigencias sobre cobertura forestal, retiros a los nacimientos y corrientes de agua, con el objeto de proteger el ambiente, acorde con el concepto técnico de la autoridad ambiental CORPONOR. Las áreas a reservar para cobertura boscosa, exigibles para los procesos de partición o desarrollos constructivos por parcelación, se calcularán con base en un porcentaje del área bruta del lote, según la reglamentación específica que se determine para tal efecto, y se podrán contabilizar como cumplimiento del porcentaje de área libre a conservar.
Parámetros de Construcción	Las edificaciones o cualquier otro desarrollo constructivo se regirán por las normas establecidas en el presente acuerdo. En todo caso deberán contar con las respectivas licencias expedidas por la Curaduría Urbana
Paramentos y Retiros	Las edificaciones nuevas de vivienda, así como las reformas y adiciones a la misma, deberán cumplir con los paramentos y retiros mínimos establecidos en el presente Acuerdo y garantizar condiciones de iluminación y ventilación natural para todos los espacios. La parcela podrá tener edificaciones adicionales a la vivienda, tales como establos, galpones, secaderos y demás construcciones indispensables para cumplir con el objetivo establecido para la zona de intervención, independientes de la vivienda, cumpliendo con los parámetros sobre construcción
Incorporación del Espacio	La incorporación del espacio público resultante del proceso de parcelación se hará a través del registro de la escritura de transferencia de propiedad de dichas.
Público Resultante	Áreas a favor del municipio.
Exigencias Adicionales	Para todo proyecto de magnitud considerable o plan especial, a juicio del Departamento Administrativo Área Planeación Corporativa y de Ciudad, se podrán hacer exigencias adicionales en lo relacionado con las necesidades de los sistemas viales, estudios de tránsito, cesión de áreas y equipamientos colectivos, entre otros.

Artículo 82: Modificase el Artículo 126 del Acuerdo 0083 de 2001, el cual quedará de la siguiente manera:

Artículo 126: Sistema estructurante de servicios públicos domiciliarios y saneamiento básico.
Definición. El sistema estructurante de servicios públicos domiciliarios y saneamiento básico, se

conforma por todas aquellas redes existentes y proyectadas de carácter público que permiten la satisfacción de necesidades básicas de bienestar y salubridad de la población. Estos servicios pueden ser prestados por el Estado directa o indirectamente, por la comunidad organizada, o por los particulares; la prestación está bajo el control, regulación y vigilancia del Estado. El sistema de servicios públicos se ordena en forma de redes jerarquizadas e interdependientes y se disponen en el territorio urbano siguiendo las políticas establecidas en las normas legales vigentes. Los servicios públicos domiciliarios son: acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, telefonía, gas.

Para el caso de los suelos de expansión urbana previstos dentro del POT, se tiene que sobre dichos terrenos se harán las extensiones de redes matrices de servicios públicos por parte de las empresas responsables.

Para trámites de licencias de urbanización de terrenos, los interesados deberán aportar certificados de factibilidad de disponibilidad para la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y energía por parte de las empresas respectivas.

Corresponde a la Administración Municipal, coordinar y definir conjuntamente con las empresas prestadoras de los servicios públicos, la oportuna prestación de los servicios en las zonas determinadas como desarrollo o construcción prioritaria para proyectos integrales que involucren la vivienda de interés social o prioritaria, ubicadas en suelos de expansión. Las redes y demás equipamientos existentes o proyectados, para la prestación de los servicios públicos, deben cumplir con los requerimientos establecidos a nivel de Retiros, localización y dimensionamiento, todo lo cual deberá constar en los Planes Parciales de Desarrollo que se aprueben.

No se permite a las empresas de servicios públicos ni a la comunidad en general, la localización de redes e infraestructura, que atenten contra las zonas y áreas de protección e interés ambiental.

Artículo 86: Se Modifica el Artículo 131 del Acuerdo 083 de 2001, el cual quedará así:

Artículo 131: Componentes del Sistema de Saneamiento Básico. El saneamiento básico incluye el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial urbano, además del sistema para la recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos y líquidos. En todo caso el presente acuerdo adoptara el Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado Sanitario, El Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, y el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos; planes que deberán ser implementados en concordancia con las directrices del Plan de Ordenamiento Territorial.

Artículo 87: Se Modifica el Artículo 132 del Acuerdo 083 de 2001, el cual quedará así:

Artículo 132: Objetivos de Intervención en el Sistema de saneamiento básico.

Superar el déficit actual de cobertura de alcantarillado sanitario que se concentra en los sectores de desarrollo incompleto (asentamientos subnormales).

Establecer la extensión ordenada de las redes de alcantarillado sanitario en las zonas de expansión previstas, dotando de redes matrices dichos sectores.

Superar el alto déficit que presenta el alcantarillado pluvial en el área urbana de la ciudad.

El municipio debe adelantar estudios técnicos que le permitan establecer y abordar en detalle la temática sobre el sistema de alcantarillado pluvial.

Efectuar mantenimiento y reposición de las redes sanitarias matrices del sector central y de áreas urbanas en las que el sistema ya cumplió con su periodo de vida útil, aquellas donde el sistema ha colapsado. Esto permitirá la puesta en marcha eficiente de programas de aprovechamiento de suelo urbano para fines residenciales (Redensificación), contribuyendo a la solución de la problemática de vivienda.

Exigir el manejo adecuado de las aguas lluvias por parte de los urbanizadores en nuevos desarrollos y en general en el área urbana de la ciudad.

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.

La Resolución aplica a los prestadores de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, a las entidades formuladoras de proyectos de inversión en el sector, a los entes de vigilancia y control, a las entidades territoriales y las demás con funciones en el sector de agua potable y saneamiento básico, en el marco de la Ley 142 de 1994. Así como a los diseñadores, constructores, interventores, operadores, entidades o personas contratantes que elaboren o adelanten diseños, ejecución de obras, operen y mantengan obras, instalaciones o sistemas propios del sector de agua y saneamiento básico.

3. Diseño Metodológico

3.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación a realizar implica tres tipos de enfoques: descriptivo, aplicado y cuantitativo.

Enfoque descriptivo. Se pretende establecer la descripción del problema que presenta el asentamiento como lo es la falta de una red de alcantarillado sanitario que cumpla con las normas establecidas, mediante la visita y charlas con la comunidad.

Enfoque aplicado. Se proporcionará la solución al problema que se describe en primera instancia, para satisfacer el objetivo del proyecto que es la de realizar el diseño de la red de alcantarillado del asentamiento humano Colinas del Tunal.

Enfoque cuantitativo. Los procedimientos a realizar, se efectuarán con base a un conjunto de mediciones tomadas en el campo, a la vez se efectuarán estudios y cálculos mediante el uso de programaciones en Excel y planos elaborados en AutoCAD, todo en conjunto para lograr un trabajo que nos proporcione los valores numéricos para tener los resultados esperados y así plantear la solución al problema.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población. La población del proyecto son los 2000 habitantes aproximadamente que habitan en el Asentamiento humano Colinas del Tunal, localizado en la comuna número 6 de la Ciudad de San José de Cúcuta, información dada por la junta de acción comunidad.

3.2.2 Muestra. En este caso, la muestra será la misma población. Ya que no se puede tomar una parte representativa de ella, pues absolutamente todos los habitantes necesitan el sistema de alcantarillado sanitario, por lo tanto, no debe haber excluyentes en la muestra.

3.3 Recolección de la Información

Técnicas de la investigación:

La observación directa del problema en el asentamiento humano colinas del tunal.

Técnicas de la ingeniería:

Topografía del asentamiento.

El mapeo de la zona.

La elaboración del presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario.

3.4 Análisis de la Información

En este sentido, hemos de resaltar que la metodología de la investigación en ingeniería tiene una estructura propia aparte del diseño y el desarrollo ingenieril, que comparte muchas similitudes con la ciencia y están fuertemente entrelazados y mutuamente dependientes. Por otro lado, existen diferencias fundamentales entre la investigación científica y el diseño de ingeniería. Por lo tanto, se requiere de metodologías específicas para la investigación en ingenierías, debido principalmente a que son procesos basados en modelos estructurales (ciclo de investigación y el ciclo de diseño) que muestran una sorprendente similitud. Las nuevas propuestas epistemológicas basadas en el socio constructivismo plantean si las diferencias podrían ser solo semánticas o si, por el contrario, se trata de diferencias con carácter más filosófico y epistémico debido al amplio

espectro que abarcan las problemáticas propias de la ingeniería (Gonzales, 2017).

Todo esto en conclusión nos ayuda analizar la información de los datos con cálculos, diseños y elaboración de planos obteniendo resultados que nos brinden de forma directa un enfoque a toda la metodología que se va aplicar en todo el trabajo dirigido y dando como resultados el diseño académico del sistema de alcantarillado sanitario que necesita la población del asentamiento humano colinas del tunal.

4. Desarrollo del Proyecto

4.1 Análisis del Levantamiento Topográfico Suministrado por la Fundación Vergel y Castellanos V&C para Identificar las Condiciones Topológicas del Terreno y la Variación del Terreno

Con el levantamiento topográfico (*Ilustraciones 2 y 3*) y la visita técnica se comprobó que la zona presenta diversidad de accidentes topográficos, con pendientes pronunciadas y terreno llano en ciertas zonas del asentamiento Colinas del Tunal.



Figura 2. Entrada al Barrio Colinas del Tunal, sector anillo vial noroccidental



Figura 3. Visita técnica al Barrio Colinas del Tunal

Al realizar el análisis del levantamiento topográfico suministrado por la Fundación V&C, pude evidenciar que la cota mayor se encuentra en 367 msnm y la cota menor se encuentra en

285,6 msnm, y una longitud máxima entre tramos de 96,61m y una longitud mínima de 5,1m; con una pendiente máxima entre tramos de 56% y una mínima de -13,18%.

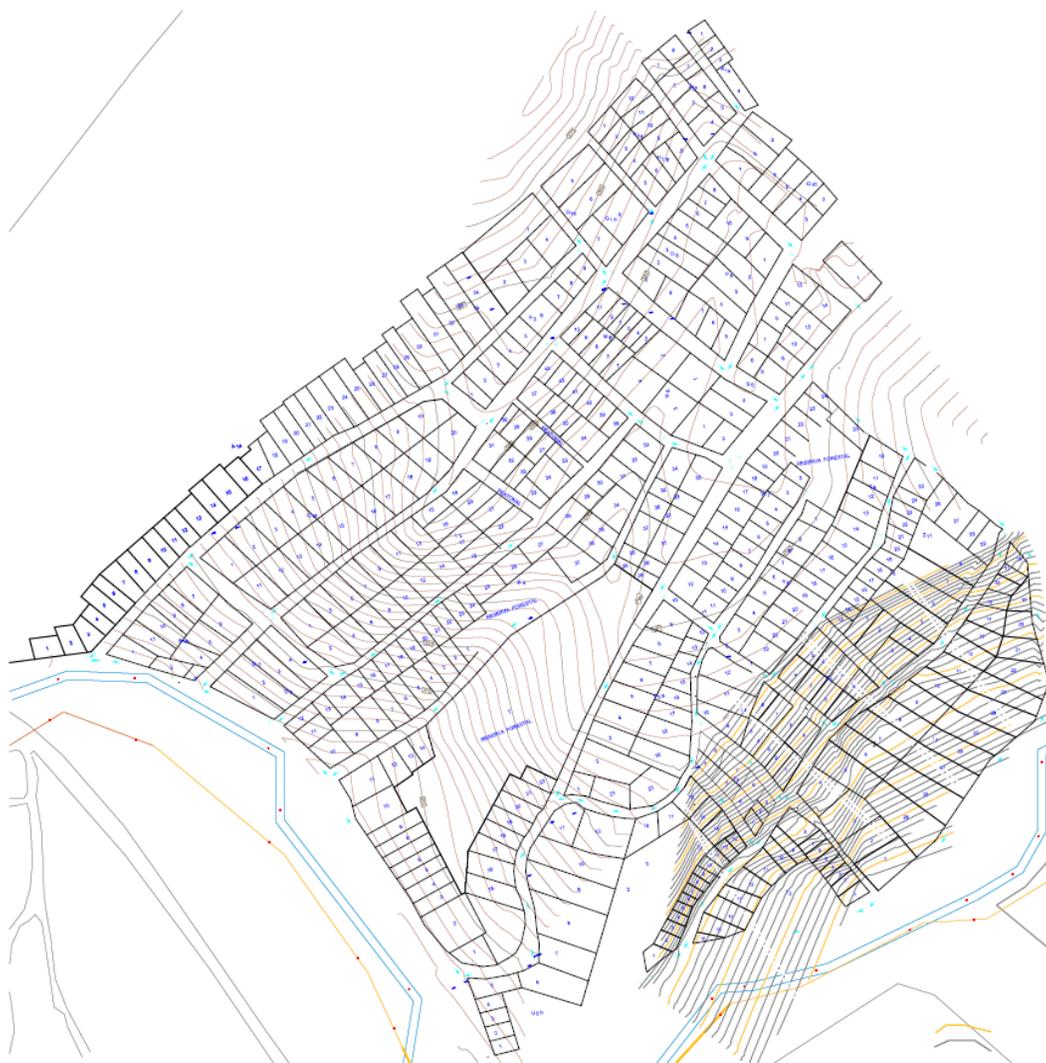


Figura 4. Plano topografía planta

Fuente: Fundación V&C, 2020.

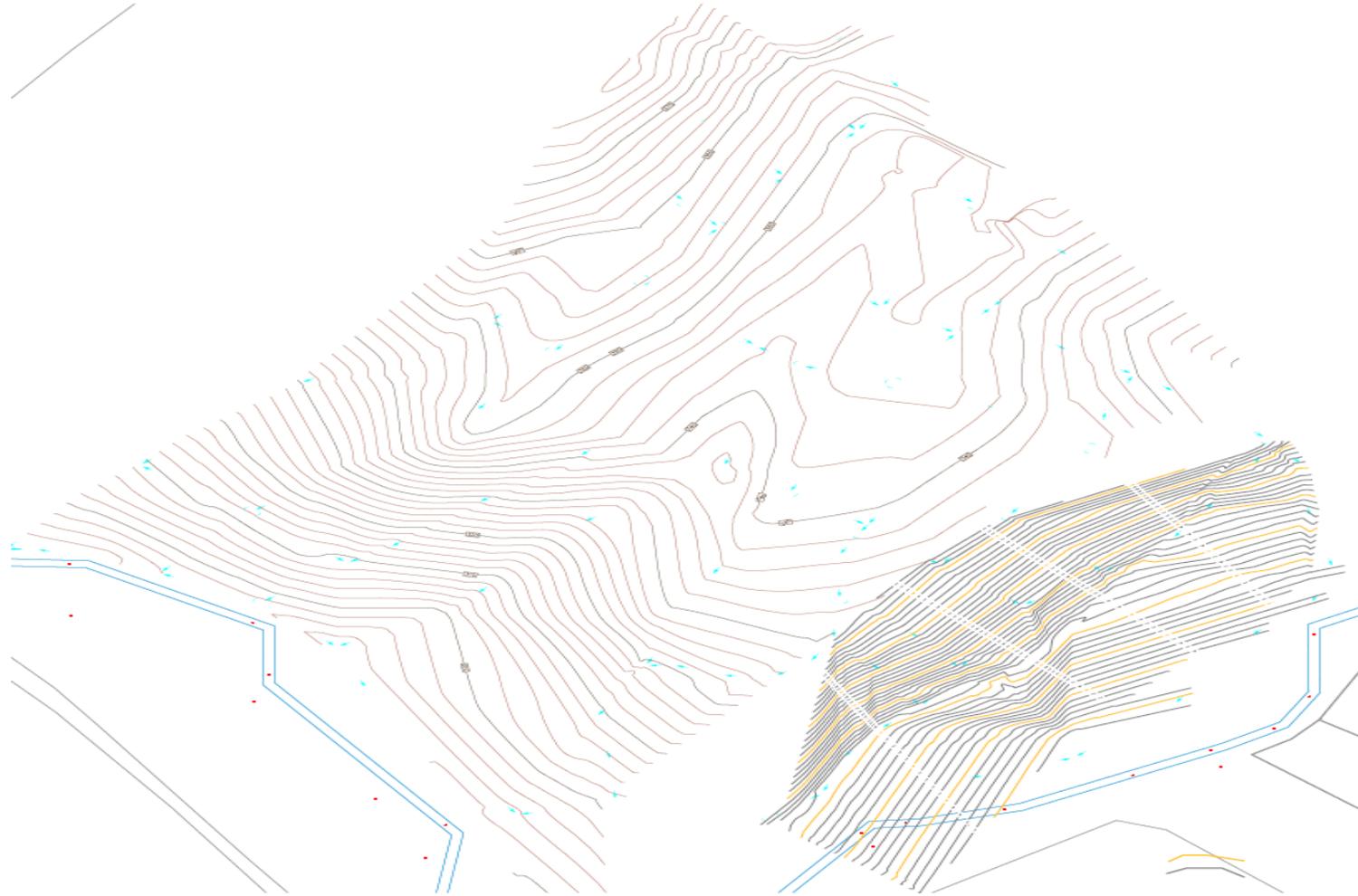


Figura 5. Plano curvas de nivel

Fuente: Fundación V&C, 2020.

4.2 Delimitar las Zonas de Descargas de las Aguas Residuales que se va a Plantear en el Asentamiento Colinas del Tunal

En base a la topografía suministrada por la Fundación Vergel & Castellanos (V&C), se realiza el análisis de áreas por polígonos (*Figura 6*), el cual su área total es de 10,76 Has, y el área máxima entre estas es 0,271 Has y el área mínima es de 0,005 Has.

Se plantearon las cotas del alcantarillado (*Figura 11*) basados en los resultados de los cuadros Excel mostrados en la tabla 6, y las zonas de descargas (*Figura 12*) apoyados en lo calculado en el cuadro Excel de la tabla 7.

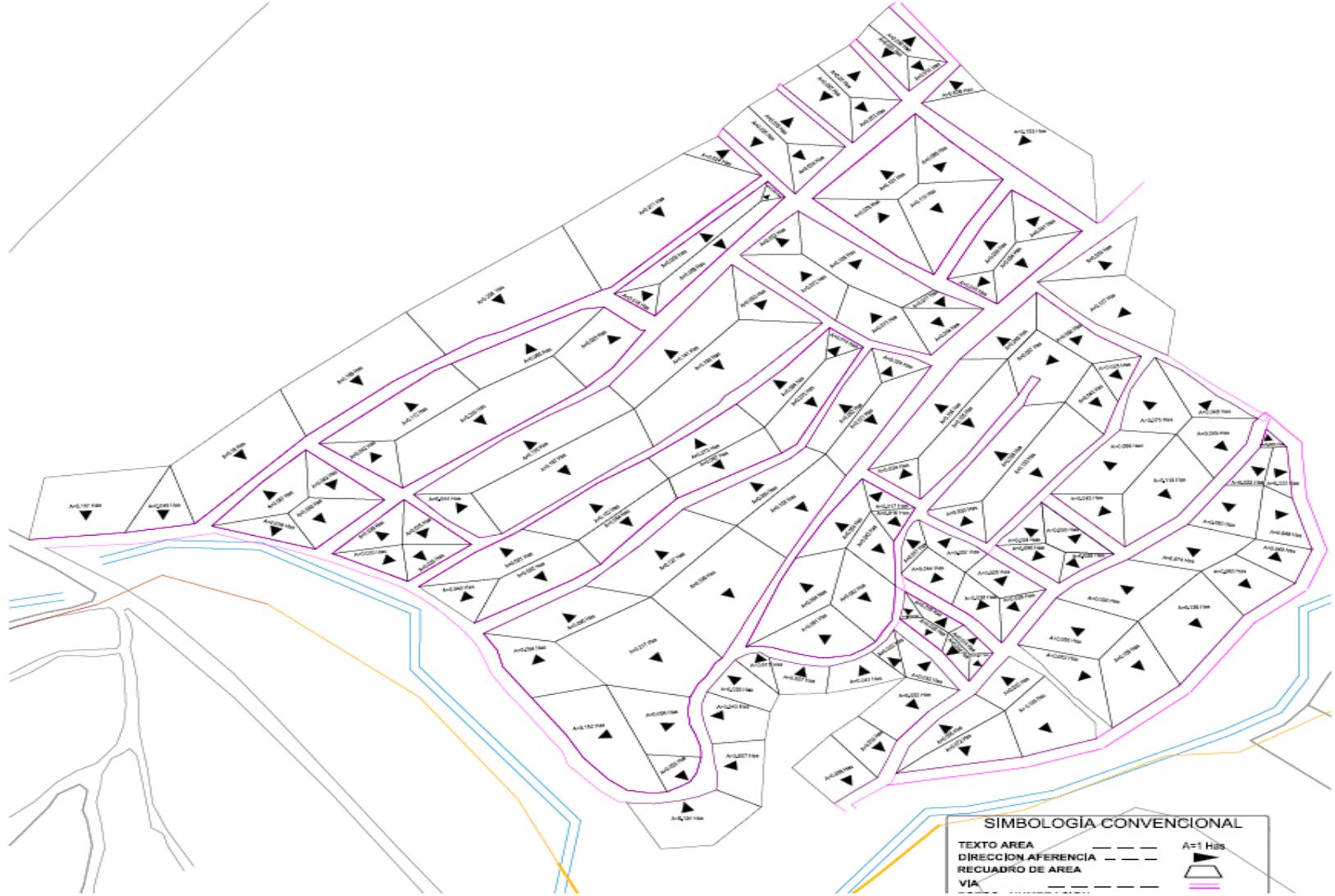


Figura 6. Plano de áreas

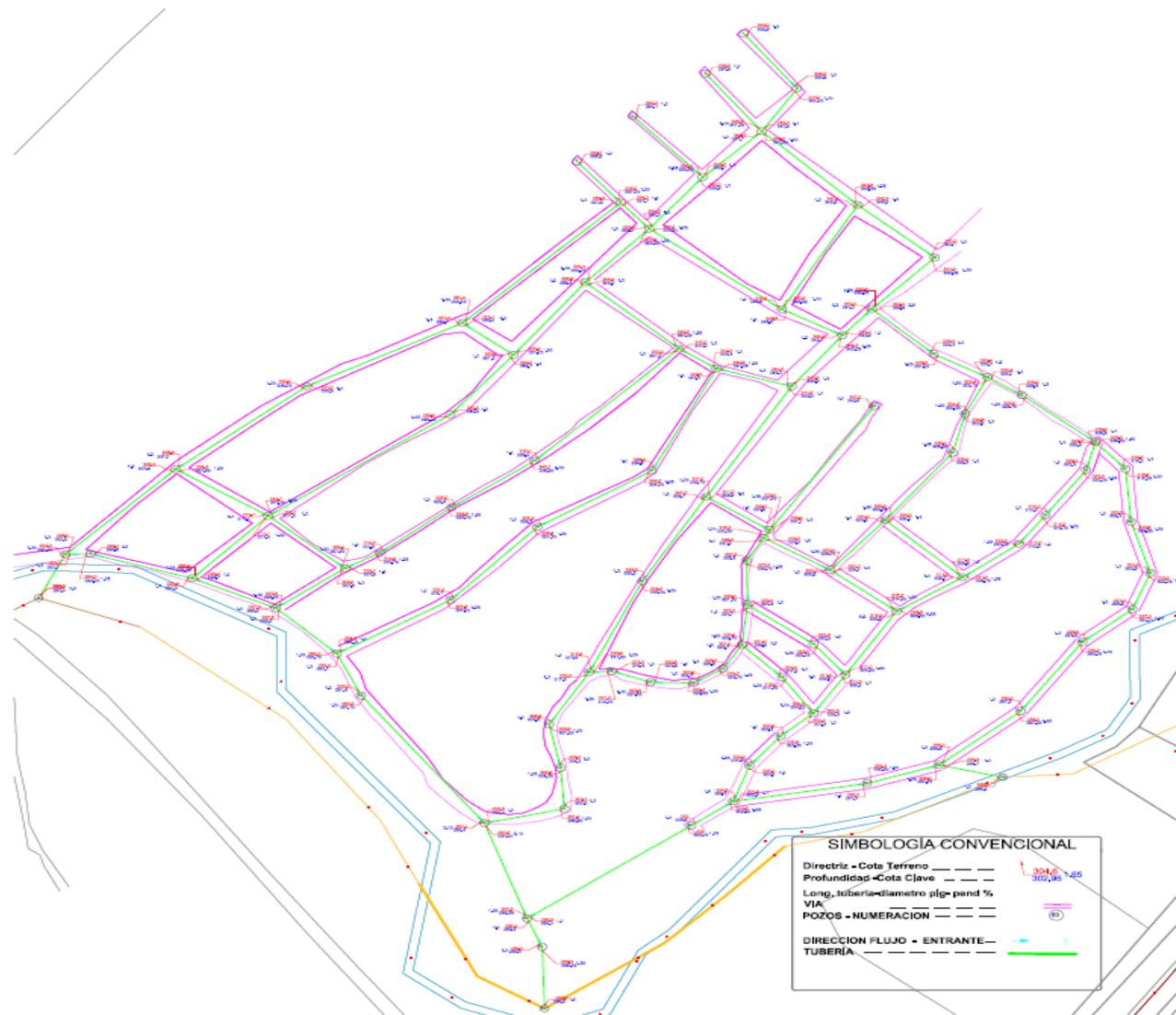


Figura 7. Plano de cotas del alcantarillado

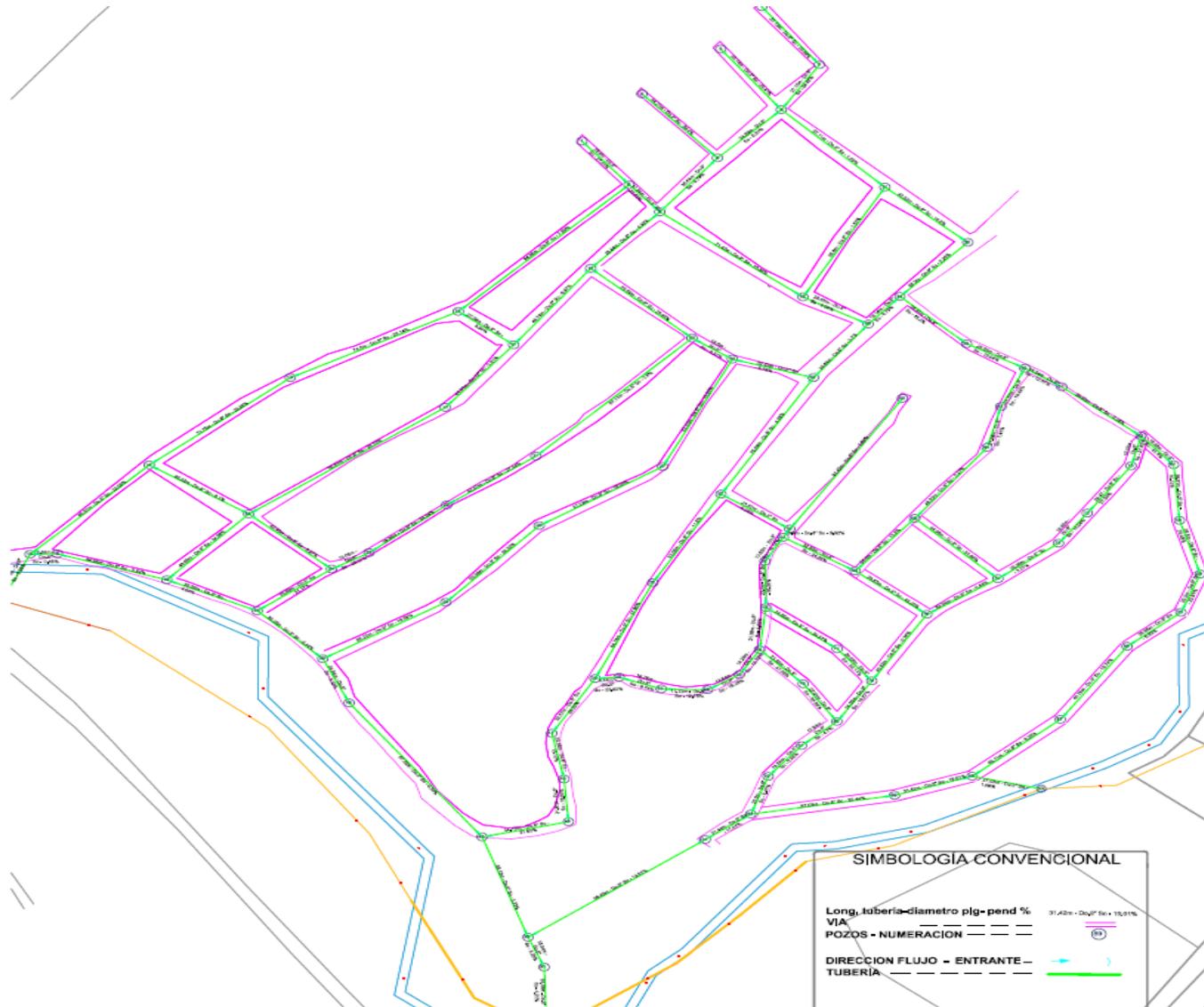


Figura 8. Plano de zonas de descargas

Tabla 4. Datos iniciales

HABITACIONAL	
POBLACION =	4930 Hab
DENSIDAD POBLACION =	500 Hab/Ha
DOTACION =	140 l/Hab/Día
Infiltración =	0,1 l/Hab/seg
Conexiones Erradas =	0,2 l/Hab/seg

VISCOSIDAD=	8,96E-07	m ² /s
Ks=	1,50E-06	m
gravedad.:	9,81	m/s ²
P.especifico.:	981	Kg/m ³

Ecuación 1 Caudal de aguas residuales domésticas

$$Q_D = \frac{C_R \times P \times D_{NETA}}{86400}$$

Donde:

Q_D = Caudal de aguas residuales domésticas (L / s).

C_R = Coeficiente de retorno (adimensional).

P = Número de habitantes Proyectados al periodo de diseño (hab)

D_{NETA} = Demanda neta en agua potable proyectada por habitante (L / hab / día)

$$Q_{med} = \frac{C_R \times P \times D_{NETA}}{86400}$$

$$Q_{med} = \frac{(0,85)(18 \text{ hab})(140 \text{ L/hab/día})}{86400 \text{ s/día}}$$

$$Q_{med} = 0,025 \text{ L/s}$$

Ecuación 2 Factor de mayoración (Los Ángeles 1962)

$$F = \frac{3,53}{Q_{MD}^{0,0914}}$$

Donde:

F = Factor de mayoración (adimensional).

Q_{MD} = Caudal medio diario de aguas residuales (L/s).

$$F = \frac{3,53}{(0,025 \text{ L/s})^{0,0914}}$$

$$F = 4,95 \geq 3,8$$

$$F = 3,8$$

Ecuación 3 Caudal máximo horario del día máximo

$$Q_{MH} = F \times Q_{MD}$$

Donde:

Q_{MH} = Caudal máximo horario (L/s).

F = Factor de mayoración (adimensional).

Q_{MD} = Caudal medio diario (L/s).

$$Q_{MH} = F \times Q_{med}$$

$$Q_{MH} = (3,8)(0,025 \text{ L/s})$$

$$Q_{MH} = 0,10 \text{ L/s}$$

$$Q_{MH} \leq 0,15$$

Entonces,

$$Q_{MH} = 0,15 \text{ L/s}$$

Ecuación 4 Caudal por conexiones erradas (m3/s)

$$Q_{CE} = A * (0,2 L/hab/s)$$

$$Q_{CE} = (0,036_{hab})(0,2 L/hab/s)$$

$$Q_{CE} = 0,007 L/s$$

Ecuación 5 Infiltración

$$Q_{inf} = A * (0,1 L/hab/s)$$

$$Q_{inf} = (0,036_{hab})(0,1 L/hab/s)$$

$$Q_{inf} = 0,004 L/s$$

Ecuación 6 Caudal sanitario calculado [Lps]

$$Q_{SC} = Q_{MH} + Q_{CE} + Q_{inf}$$

$$Q_{SC} = (0,10 + 0,007 + 0,004) L/s$$

$$Q_{SC} = 0,11 L/s$$

Ecuación 7 Caudal sanitario estimado [Lps]

$$Q_{SC} < 1,5 \text{ L/s}$$

Entonces,

$$Q_{SE} = 1,5 \text{ L/s}$$

$$Q_{SE} = 0,0015 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabla 5. Q Sanitario/Cota terreno

TRAMO		AREA(Has)		POBLACION	COEF. ANGELES [FA]	COEF. ESTIMADO [FA]	GASTOS(lps)					Q SANITARIO CALCULADO	Q SANITARIO ESTIMADO	Q SANITARIO ESTIMADO	COTAS TERRENO(m)		Longitud	
		Tributaria	Total				HAB	Qmed	QM H	Qmin	Conexiones Erradas				Infiltración	Lps		Lps
1	2	0,036		0,036	18	4,95	3,8	0,025	0,10	1,5	0,007	0,004	0,11	1,5	0,0015	364	356	38,32
2	4	0,042	0,036	0,078	39	4,61	3,8	0,0537	0,20	1,5	0,016	0,008	0,23	1,5	0,0015	356	349	28,39
3	4	0,081		0,081	41	4,59	3,8	0,0565	0,21	1,5	0,016	0,008	0,24	1,5	0,0015	359	349	40,34
5	6	0,11		0,11	55	4,47	3,8	0,0758	0,29	1,5	0,022	0,011	0,32	1,5	0,0015	365,3	352	45,41
9	6	0,0845		0,0845	43	4,57	3,8	0,0592	0,22	1,5	0,017	0,008	0,25	1,5	0,0015	354,5	352	36,84
6	4	0,051	0,1945	0,2455	123	4,15	3,8	0,1694	0,64	1,5	0,049	0,025	0,72	1,5	0,0015	352	349	36,09
4	31	0,1625	0,4045	0,567	284	3,85	3,8	0,3912	1,49	1,5	0,113	0,057	1,66	1,66	0,00166	349	347,8	58,31
31	33	0,1375	0,567	0,7045	353	3,77	3,77	0,4862	1,83	0,49	0,141	0,07	2,04	2,04	0,00204	347,8	341,3	44,13
33	34	0,092	0,7045	0,7965	399	3,73	3,73	0,5495	2,05	0,55	0,159	0,08	2,29	2,29	0,00229	341,3	342,5	39,5
7	8	0,0613		0,0613	31	4,71	3,8	0,0427	0,16	1,5	0,012	0,006	0,18	1,5	0,0015	367	359	29,8
8	9	0,024	0,0613	0,0853	43	4,57	3,8	0,0592	0,22	1,5	0,017	0,009	0,25	1,5	0,0015	359	354,5	19,04
10	9	0,061		0,061	31	4,71	3,8	0,0427	0,16	1,5	0,012	0,006	0,18	1,5	0,0015	356,5	354,5	40,64
9	32	0,188	0,1463	0,3343	168	4,04	3,8	0,2314	0,88	1,5	0,067	0,033	0,98	1,5	0,0015	354,5	346,8	72,67
31	32	0,169		0,169	85	4,29	3,8	0,1171	0,44	1,5	0,034	0,017	0,50	1,5	0,0015	347,8	346,8	66,8
32	35	0,035	0,5033	0,5383	270	3,86	3,8	0,3719	1,41	1,5	0,108	0,054	1,58	1,58	0,00158	346,8	344,3	29,85
36	35	0,076		0,076	38	4,62	3,8	0,0523	0,20	1,5	0,015	0,008	0,22	1,5	0,0015	344,5	344,3	35,84
35	34	0,034	0,6143	0,6483	325	3,8	3,8	0,4476	1,70	0,45	0,13	0,065	1,90	1,9	0,0019	344,3	342,5	19,34
34	59	0,0935	1,4448	1,5383	770	3,51	3,51	1,0605	3,72	1,06	0,308	0,154	4,18	4,18	0,00418	342,5	335,5	36,61
59	60	0,0935	1,5383	1,6318	816	3,49	3,49	1,1239	3,92	1,12	0,326	0,163	4,41	4,41	0,00441	335,5	330,4	26,53
64	63	0,095		0,095	48	4,52	3,8	0,0661	0,25	1,5	0,019	0,01	0,28	1,5	0,0015	336,5	334,8	22,28
63	60	0,061	0,095	0,156	78	4,33	3,8	0,1074	0,41	1,5	0,031	0,016	0,46	1,5	0,0015	334,8	330,4	22,57
60	61	0,015	1,7878	1,8028	902	3,46	3,46	1,2423	4,30	1,24	0,361	0,18	4,84	4,84	0,00484	330,4	328	17,74
61	62	0,03	1,8028	1,8328	917	3,46	3,46	1,263	4,37	1,26	0,367	0,183	4,92	4,92	0,00492	328	328	41,13
62	67	0,005	1,8328	1,8378	919	3,45	3,45	1,2658	4,37	1,27	0,368	0,184	4,92	4,92	0,00492	328	319,5	19,88
67	68	0,022	1,8378	1,8598	930	3,45	3,45	1,2809	4,42	1,28	0,372	0,186	4,98	4,98	0,00498	319,5	310,5	29,71
68	69	0,049	1,8598	1,9088	955	3,44	3,44	1,3153	4,52	1,32	0,382	0,191	5,10	5,1	0,0051	310,5	302	29,7
69	85	0,041	1,9088	1,9498	975	3,44	3,44	1,3429	4,62	1,34	0,39	0,195	5,20	5,2	0,0052	302	297	21,7
85	86	0,065	1,9498	2,0148	1008	3,43	3,43	1,3883	4,76	1,39	0,403	0,201	5,37	5,37	0,00537	297	295	28,15
86	87	0,136	2,0148	2,1508	1076	3,41	3,41	1,482	5,05	1,48	0,43	0,215	5,70	5,7	0,0057	295	288,5	46,96
87	88	0,106	2,1508	2,2568	1129	3,39	3,39	1,555	5,27	1,56	0,451	0,226	5,95	5,95	0,00595	288,5	286	46,31
62	70	0,024		0,024	12	5,14	3,8	0,0165	0,06	1,5	0,005	0,002	0,07	1,5	0,0015	328	323,5	16,29

TRAMO	de	a	AREA(Has)		POBLACION	COEF. ANGELES [FA]	COEF. ESTIMADO [FA]	GASTOS(lps)					Q SANITARIO CALCULADO	Q SANITARIO ESTIMADO	Q SANITARIO ESTIMADO	COTAS TERRENO(m)		Longitud
			Tributaria	Total				HAB	Qmed	QMH	Qmin	Conexiones Erradas				Infiltración	Lps	
70	72	0,065	0,024	0,089	45	4,55	3,8	0,062	0,24	1,5	0,018	0,009	0,26	1,5	0,0015	323,5	315	30,67
72	73	0,1195	0,089	0,2085	105	4,21	3,8	0,1446	0,55	1,5	0,042	0,021	0,61	1,5	0,0015	315	312	19,62
73	75	0,1335	0,2085	0,342	171	4,03	3,8	0,2355	0,89	1,5	0,068	0,034	1,00	1,5	0,0015	312	311	30,59
64	65	0,1625		0,1625	82	4,31	3,8	0,1129	0,43	1,5	0,033	0,016	0,48	1,5	0,0015	336,5	335	47,43
65	75	0,079	0,1625	0,2415	121	4,16	3,8	0,1667	0,63	1,5	0,048	0,024	0,71	1,5	0,0015	335	311	46,06
75	76	0,124	0,5835	0,7075	354	3,77	3,77	0,4876	1,84	0,49	0,142	0,071	2,05	2,05	0,00205	311	315,5	34,14
37	50	0,041		0,041	21	4,88	3,8	0,0289	0,11	1,5	0,008	0,004	0,12	1,5	0,0015	341	339	33,07
49	50	0,29		0,29	145	4,09	3,8	0,1997	0,76	1,5	0,058	0,029	0,85	1,5	0,0015	342	339	82,62
50	51	0	0,331	0,331	166	4,04	3,8	0,2286	0,87	1,5	0,066	0,033	0,97	1,5	0,0015	339	338,5	5,1
51	66	0,067	0,331	0,398	199	3,97	3,8	0,2741	1,04	1,5	0,08	0,04	1,16	1,5	0,0015	338,5	330	33,75
65	66	0,091		0,091	46	4,54	3,8	0,0634	0,24	1,5	0,018	0,009	0,27	1,5	0,0015	335	330	36,6
66	76	0,058	0,489	0,547	274	3,86	3,8	0,3774	1,43	1,5	0,109	0,055	1,60	1,6	0,0016	330	315,5	36,65
76	78	0,12	1,2545	1,3745	688	3,55	3,55	0,9476	3,36	0,95	0,275	0,137	3,78	3,78	0,00378	315,5	311	41,72
53	77	0,079		0,079	40	4,6	3,8	0,0551	0,21	1,5	0,016	0,008	0,23	1,5	0,0015	333	322	36,05
77	78	0,033	0,079	0,112	56	4,46	3,8	0,0771	0,29	1,5	0,022	0,011	0,33	1,5	0,0015	322	311	21,85
78	80	0,039	1,4865	1,5255	763	3,51	3,51	1,0509	3,69	1,05	0,305	0,153	4,15	4,15	0,00415	311	305,5	25,55
54	79	0,044		0,044	22	4,86	3,8	0,0303	0,12	1,5	0,009	0,004	0,13	1,5	0,0015	331	319	25,06
79	80	0,06	0,044	0,104	52	4,49	3,8	0,0716	0,27	1,5	0,021	0,01	0,30	1,5	0,0015	319	305,5	24,11
80	81	0,0435	1,6295	1,673	837	3,48	3,48	1,1528	4,01	1,15	0,335	0,167	4,51	4,51	0,00451	305,5	304,5	19,14
81	82	0,034	1,673	1,707	854	3,48	3,48	1,1762	4,09	1,18	0,341	0,171	4,61	4,61	0,00461	304,5	305	21,04
82	83	0,044	1,707	1,751	876	3,47	3,47	1,2065	4,19	1,21	0,35	0,175	4,71	4,71	0,00471	305	304,6	21,2
84	83	0,038		0,038	19	4,92	3,8	0,0262	0,10	1,5	0,008	0,004	0,11	1,5	0,0015	308	304,6	22,64
83	89	0,072	1,789	1,861	931	3,45	3,45	1,2823	4,42	1,28	0,372	0,186	4,98	4,98	0,00498	304,6	292,2	58,23
89	88	0,1	1,861	1,961	981	3,43	3,43	1,3511	4,63	1,35	0,392	0,196	5,22	5,22	0,00522	292,2	286	32,62
88	53		4,2178	4,2178	2109	3,2	3,2	2,9048	9,30	2,9	0,844	0,422	10,56	10,56	0,01056	286	285,6	28,28
84	90	0,001		0,001	1	6,44	3,8	0,0014	0,01	1,5	0	0	0,01	1,5	0,0015	308	290,5	87,63
51	52	0,0245		0,0245	13	5,1	3,8	0,0179	0,07	1,5	0,005	0,002	0,08	1,5	0,0015	338,5	337	14,72
52	53	0,0515	0,0245	0,076	38	4,62	3,8	0,0523	0,20	1,5	0,015	0,008	0,22	1,5	0,0015	337	333	24,6
53	54	0,061	0,076	0,137	69	4,38	3,8	0,095	0,36	1,5	0,027	0,014	0,40	1,5	0,0015	333	331	22,59
54	55	0,042	0,137	0,179	90	4,27	3,8	0,124	0,47	1,5	0,036	0,018	0,53	1,5	0,0015	331	328	15,49
55	56	0,0475	0,179	0,2265	114	4,18	3,8	0,157	0,60	1,5	0,045	0,023	0,66	1,5	0,0015	328	325,2	15,04
56	57	0,0475	0,2265	0,274	137	4,11	3,8	0,1887	0,72	1,5	0,055	0,027	0,80	1,5	0,0015	325,2	322,8	18,43
57	58	0,0405	0,274	0,3145	158	4,06	3,8	0,2176	0,83	1,5	0,063	0,031	0,92	1,5	0,0015	322,8	321	17,96
58	39	0,011	0,3145	0,3255	163	4,05	3,8	0,2245	0,85	1,5	0,065	0,033	0,95	1,5	0,0015	321	318,8	9,64

TRAMO	AREA(Has)				POBLACION	COEF. ANGELES [FA]	COEF. ESTIMADO [FA]	GASTOS(ips)					Q SANITARIO CALCULADO	Q SANITARIO ESTIMADO	Q SANITARIO ESTIMADO	COTAS TERRENO(m)		Longitud
	de	a	Tramo	Tributaria				Total	HAB	Qmed	QM H	Qmin				Conexiones Erradas	Infiltración	
36	37	0,181		0,181	91	4,27	3,8	0,1253	0,48	1,5	0,036	0,018	0,53	1,5	0,0015	344,5	341	72,04
37	38	0,162	0,181	0,343	172	4,03	3,8	0,2369	0,90	1,5	0,069	0,034	1,00	1,5	0,0015	341	334,5	54,26
38	39	0,293	0,343	0,636	318	3,81	3,8	0,438	1,66	0,44	0,127	0,064	1,86	1,86	0,00186	334,5	318,8	55,94
39	41	0,252	0,9615	1,2135	607	3,59	3,59	0,836	3,00	0,84	0,243	0,121	3,37	3,37	0,00337	318,8	308,8	33,77
41	43	0,139	1,2135	1,3525	677	3,55	3,55	0,9324	3,31	0,93	0,271	0,135	3,72	3,72	0,00372	308,8	305,5	24,78
43	44	0,0775	1,3525	1,43	715	3,53	3,53	0,9848	3,48	0,98	0,286	0,143	3,91	3,91	0,00391	305,5	301,2	22,81
44	47	0,1215	1,43	1,5515	776	3,51	3,51	1,0688	3,75	1,07	0,31	0,155	4,22	4,22	0,00422	301,2	293,5	35,39
36	26	0,048		0,048	24	4,82	3,8	0,0331	0,13	1,5	0,01	0,005	0,14	1,5	0,0015	344,5	342,6	33,72
26	27	0,137	0,048	0,185	93	4,26	3,8	0,1281	0,49	1,5	0,037	0,019	0,54	1,5	0,0015	342,6	336	63,42
27	28	0,147	0,185	0,332	166	4,04	3,8	0,2286	0,87	1,5	0,066	0,033	0,97	1,5	0,0015	336	325,4	58,42
28	29	0,191	0,332	0,523	262	3,87	3,8	0,3609	1,37	1,5	0,105	0,052	1,53	1,53	0,00153	325,4	305,3	55,19
29	30	0,177	0,523	0,7	350	3,77	3,77	0,4821	1,82	0,48	0,14	0,07	2,03	2,03	0,00203	305,3	294	57,42
26	20	0,063		0,063	32	4,7	3,8	0,0441	0,17	1,5	0,013	0,006	0,19	1,5	0,0015	342,6	342,5	19,7
10	20	0,125		0,125	63	4,41	3,8	0,0868	0,33	1,5	0,025	0,013	0,37	1,5	0,0015	356,5	342,5	54,79
20	21	0,311	0,188	0,499	250	3,89	3,8	0,3443	1,31	1,5	0,1	0,05	1,46	1,5	0,0015	342,5	340,1	88,31
21	22	0,1688	0,499	0,6678	334	3,79	3,79	0,46	1,74	0,46	0,134	0,067	1,94	1,94	0,00194	340,1	328	44,07
22	23	0,1445	0,6678	0,8123	407	3,72	3,72	0,5606	2,09	0,56	0,162	0,081	2,33	2,33	0,00233	328	314	40,04
23	24	0,0405	0,8123	0,8528	427	3,71	3,71	0,5881	2,18	0,59	0,171	0,085	2,44	2,44	0,00244	314	309,1	17,28
18	24	0,079		0,079	40	4,6	3,8	0,0551	0,21	1,5	0,016	0,008	0,23	1,5	0,0015	312,7	309,1	44,13
24	25	0,0705	0,9318	1,0023	502	3,65	3,65	0,6914	2,52	0,69	0,2	0,1	2,82	2,82	0,00282	309,1	297,5	37,06
25	30	0,04	1,0323	1,0723	537	3,63	3,63	0,7396	2,68	0,74	0,214	0,107	3,01	3,01	0,00301	297,5	294	36,55
30	48	0,031	1,7723	1,8033	902	3,46	3,46	1,2423	4,30	1,24	0,361	0,18	4,84	4,84	0,00484	294	293	25,74
48	47	0,2147	1,8033	2,018	1009	3,43	3,43	1,3897	4,77	1,39	0,404	0,202	5,37	5,37	0,00537	293	293,5	88,72
47	90	0	3,5695	3,5695	1785	3,25	3,25	2,4585	7,99	2,46	0,714	0,357	9,06	9,06	0,00906	293,5	290,5	56,33
90	91	0	3,5705	3,5705	1786	3,25	3,25	2,4599	7,99	2,46	0,714	0,357	9,07	9,07	0,00907	290,5	289,5	17,14
91	S2	0	3,5705	3,5705	1786	3,25	3,25	2,4599	7,99	2,46	0,714	0,357	9,07	9,07	0,00907	289,5	288	34,48
10	11	0,0995		0,0995	50	4,51	3,8	0,0689	0,26	1,5	0,02	0,01	0,29	1,5	0,0015	356,5	353	50,94
11	17	0,1537	0,0995	0,2532	127	4,14	3,8	0,1749	0,66	1,5	0,051	0,025	0,74	1,5	0,0015	353	350,5	43,01
17	18	0,359	0,2532	0,6122	307	3,82	3,8	0,4228	1,61	0,42	0,122	0,061	1,79	1,79	0,00179	350,5	312,7	96,61
18	19	0,094	0,6122	0,7062	354	3,77	3,77	0,4876	1,84	0,49	0,141	0,071	2,05	2,05	0,00205	312,7	295,9	47,89
25	19	0,03		0,03	15	5,03	3,8	0,0207	0,08	1,5	0,006	0,003	0,09	1,5	0,0015	297,5	295,9	39,59

TRAMO	AREA(Has)				POBLACION	COEF. ANGELES [FA]	COEF. ESTIMADO [FA]	GASTOS(ips)					Q SANITARIO CALCULADO	Q SANITARIO ESTIMADO	Q SANITARIO ESTIMADO	COTAS TERRENO(m)		Longitud
	de	a	Tramo	Tributaria				Total	HAB	Qmed	QM H	Qmin				Conexiones Erradas	Infiltración	
19	16	0,036	0,7362	0,7722	387	3,74	3,74	0,533	1,99	0,53	0,154	0,077	2,22	2,22	0,00222	295,9	294	45,88
16	15	0	0,7722	0,7722	387	3,74	3,74	0,533	1,99	0,53	0,154	0,077	2,22	2,22	0,00222	294	294	10,78
8	12	0,329		0,329	165	4,04	3,8	0,2273	0,86	1,5	0,066	0,033	0,96	1,5	0,0015	359	351,4	95,76
11	12	0,016		0,016	8	5,33	3,8	0,011	0,04	1,5	0,003	0,002	0,05	1,5	0,0015	353	351,4	28,29
12	13	0,353	0,329	0,682	341	3,78	3,78	0,4697	1,78	0,47	0,136	0,068	1,98	1,98	0,00198	351,4	330	75,7
13	14	0,301	0,682	0,983	492	3,66	3,66	0,6776	2,48	0,68	0,197	0,098	2,78	2,78	0,00278	330	308,9	72,95
18	14	0,084		0,084	42	4,58	3,8	0,0578	0,22	1,5	0,017	0,008	0,24	1,5	0,0015	312,7	308,9	47,52
14	15	0,247	1,067	1,314	657	3,56	3,56	0,9049	3,22	3,22	0,263	0,131	3,62	3,62	0,00362	308,9	294	67,11
15	S1	0	2,0862	2,0862	1044	3,41	3,41	1,4379	4,90	1,44	0,417	0,209	5,53	5,53	0,00553	294	295	27,01

Ecuación 8 Pendiente

$$m = \frac{Cota_i + Cota_f}{Longitud}$$

$$m = \frac{364m + 356m}{38,32m}$$

$$m_{terreno} = 0,2088$$

$$m_{propuesta} = 0,2088 * 100\%$$

$$m_{propuesta} = 20,88\%$$

Tabla 6. Pendientes y caudales

TRAMO		PENDIENTE(m/km)		Q DISEÑO
de	a	Terreno	Propuesta	m3/s
1	2	0,2088	20,88%	0,0015
2	4	0,2466	24,66%	0,0015
3	4	0,2479	24,79%	0,0015
5	6	0,2929	29,29%	0,0015
9	6	0,0679	6,79%	0,0015
6	4	0,0831	8,31%	0,0015
4	31	0,0206	2,06%	0,0017
31	33	0,1473	14,73%	0,0020
33	34	-0,0304	-3,04%	0,0023
7	8	0,2685	26,85%	0,0015
8	9	0,2363	23,63%	0,0015
10	9	0,0492	4,92%	0,0015
9	32	0,1060	10,60%	0,0015
31	32	0,0150	1,50%	0,0015
32	35	0,0838	8,38%	0,0016
36	35	0,0056	0,56%	0,0015
35	34	0,0931	9,31%	0,0019
34	59	0,1912	19,12%	0,0042
59	60	0,1922	19,22%	0,0044

TRAMO		PENDIENTE(m/km)		Q DISEÑO
de	a	Terreno	Propuesta	m3/s
64	63	0,0763	7,63%	0,0015
63	60	0,1949	19,49%	0,0015
60	61	0,1353	13,53%	0,0048
61	62	0,0000	0,00%	0,0049
62	67	0,4276	42,76%	0,0049
67	68	0,3029	30,29%	0,0050
68	69	0,2862	28,62%	0,0051
69	85	0,2304	23,04%	0,0052
85	86	0,0710	7,10%	0,0054
86	87	0,1384	13,84%	0,0057
87	88	0,0540	5,40%	0,0060
62	70	0,2762	27,62%	0,0015
70	72	0,2771	27,71%	0,0015
72	73	0,1529	15,29%	0,0015
73	75	0,0327	3,27%	0,0015
64	65	0,0316	3,16%	0,0015
65	75	0,5211	52,11%	0,0015
75	76	-0,1318	-13,18%	0,0021
37	50	0,0605	6,05%	0,0015
49	50	0,0363	3,63%	0,0015
50	51	0,0980	9,80%	0,0015
51	66	0,2519	25,19%	0,0015
65	66	0,1366	13,66%	0,0015
66	76	0,3956	39,56%	0,0016
76	78	0,1079	10,79%	0,0038
53	77	0,3051	30,51%	0,0015
77	78	0,5034	50,34%	0,0015
78	80	0,2153	21,53%	0,0042
54	79	0,4789	47,89%	0,0015
79	80	0,5599	55,99%	0,0015
80	81	0,0522	5,22%	0,0045
81	82	-0,0238	-2,38%	0,0046
82	83	0,0189	1,89%	0,0047
84	83	0,1502	15,02%	0,0015
83	89	0,2129	21,29%	0,0050
89	88	0,1901	19,01%	0,0052

TRAMO		PENDIENTE(m/km)		Q DISEÑO
de	a	Terreno	Propuesta	m3/s
88	53	0,0141	1,41%	0,0106
84	90	0,1997	19,97%	0,0015
51	52	0,1019	10,19%	0,0015
52	53	0,1626	16,26%	0,0015
53	54	0,0885	8,85%	0,0015
54	55	0,1937	19,37%	0,0015
55	56	0,1862	18,62%	0,0015
56	57	0,1302	13,02%	0,0015
57	58	0,1002	10,02%	0,0015
58	39	0,2282	22,82%	0,0015
36	37	0,0486	4,86%	0,0015
37	38	0,1198	11,98%	0,0015
38	39	0,2807	28,07%	0,0019
39	41	0,2961	29,61%	0,0034
41	43	0,1332	13,32%	0,0037
43	44	0,1885	18,85%	0,0039
44	47	0,2176	21,76%	0,0042
36	26	0,0563	5,63%	0,0015
26	27	0,1041	10,41%	0,0015
27	28	0,1814	18,14%	0,0015
28	29	0,3642	36,42%	0,0015
29	30	0,1968	19,68%	0,0020
26	20	0,0051	0,51%	0,0015
10	20	0,2555	25,55%	0,0015
20	21	0,0272	2,72%	0,0015
21	22	0,2746	27,46%	0,0019
22	23	0,3497	34,97%	0,0023
23	24	0,2836	28,36%	0,0024
18	24	0,0816	8,16%	0,0015
24	25	0,3130	31,30%	0,0028

TRAMO		PENDIENTE(m/km)		Q DISEÑO
de	a	Terreno	Propuesta	m3/s
25	30	0,0958	9,58%	0,0030
30	48	0,0389	3,89%	0,0048
48	47	-0,0056	-0,56%	0,0054
47	90	0,0533	5,33%	0,0091
90	91	0,0583	5,83%	0,0091
91	S2	0,0435	4,35%	0,0091
10	11	0,0687	6,87%	0,0015
11	17	0,0581	5,81%	0,0015
17	18	0,3913	39,13%	0,0018
18	19	0,3508	35,08%	0,0021
25	19	0,0404	4,04%	0,0015
19	16	0,0414	4,14%	0,0022
16	15	0,0000	0,00%	0,0022
8	12	0,0794	7,94%	0,0015
11	12	0,0566	5,66%	0,0015
12	13	0,2827	28,27%	0,0020
13	14	0,2892	28,92%	0,0028
18	14	0,0800	8,00%	0,0015
14	15	0,2220	22,20%	0,0036
15	S1	-0,0370	-3,70%	0,0055

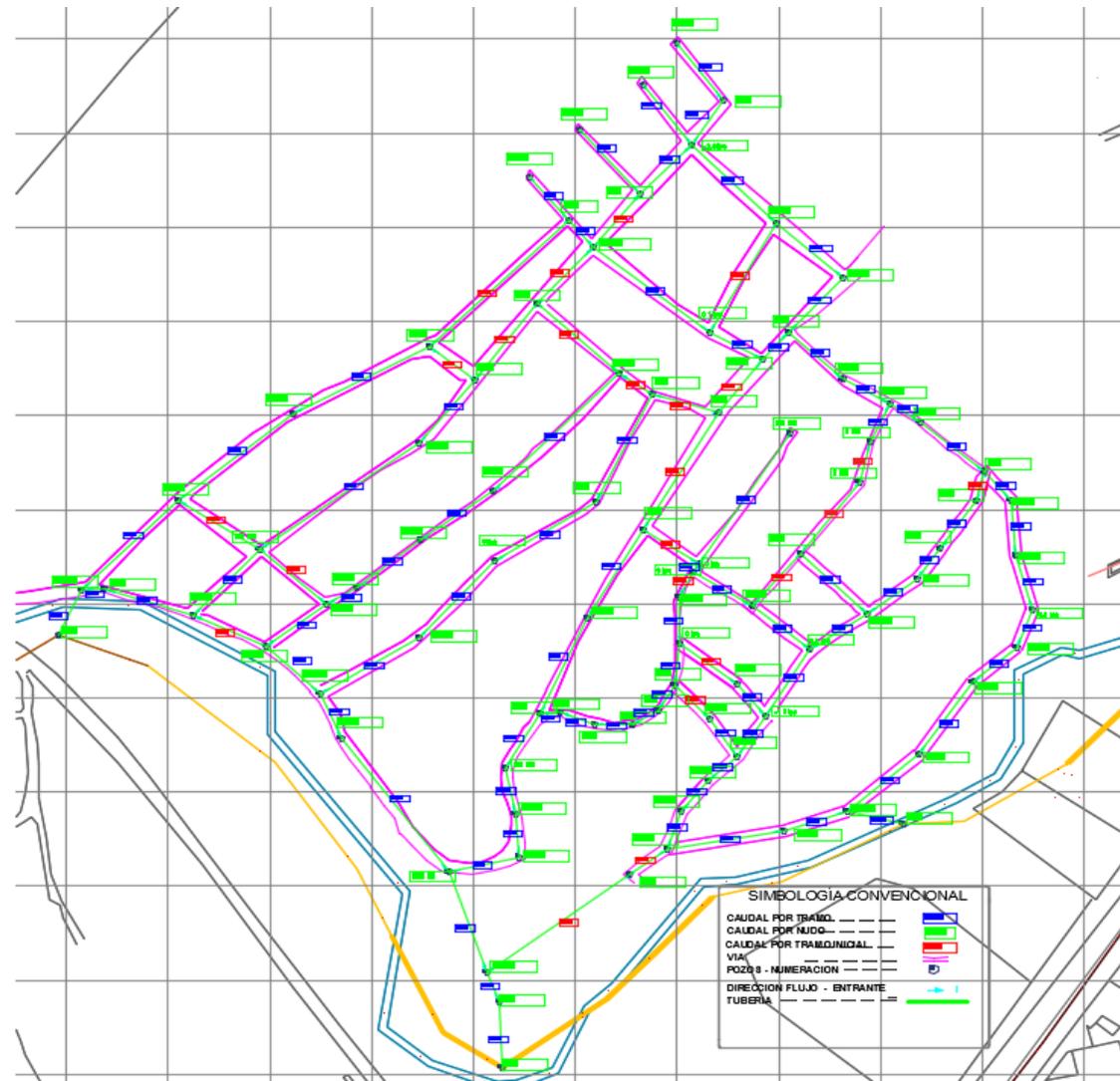


Figura 9. Plano de caudales de diseño

4.3 Proponer los Diferentes Diámetros de Tubería, Profundidades y Pendientes de Acuerdo a los Cálculos que Arroja el Diseño Cumpliendo con las Normas del Acuerdo 0330 de 2017

Ecuación 9 Cotas clave [m]

$$Cc_i = Ct_i - Pc_i \qquad Cc_f = Ct_f - Pc_f$$

$$Cc_i = 364m - 1,2m \qquad Cc_f = 356m - 1,2m$$

$$Cc_i = 362,8m \qquad Cc_f = 354,8m$$

Ecuación 10 Pendiente del tubo

$$m_{tubería} = \frac{Cc_i - Cc_f}{Longitud}$$

$$m_{tubería} = \frac{362,8m - 358,2m}{38,32m}$$

$$m_{tubería} = 0,2088m$$

$$m_{propuesta} = 20,88\%$$

Ecuación 11 Longitud del tubo

$$L_{tubo} = \sqrt{(Cc_i - Cc_f)^2 + L^2}$$

$$L_{tubo} = \sqrt{(362,8m - 358,2m)^2 + (38,32m)^2}$$

$$L_{tubo} = 39,15m$$

Ecuación 12 Y/D

$$Y/D = 0,85$$

Ecuación 13 Teta [θ]

$$\theta = 2 * \text{Acos}[1 - 2 * (Y/D)]$$

$$\theta = 2 * \text{Acos}[1 - 2 * (0,85)]$$

$$\theta = 4,69239\text{rad}$$

*Ecuación 14 ÁREA [B*Y²]*

$$\text{ÁREA} = \frac{\theta - \sin \theta}{8(Y/D)^2}$$

$$\text{ÁREA} = \frac{4,69239 - \sin(4,69239)}{8(0,85)^2}$$

$$\text{ÁREA} = 4,86536\text{m}^2$$

Ecuación 15 Radio hidráulico [RH]

$$RH = \frac{1 - \frac{\sin \theta}{\theta}}{4 * Y/D}$$

$$RH = \frac{1 - \frac{\sin(4,69239)}{4,69239}}{4 * (0,85)}$$

$$RH = 0,25778\text{m}$$

Ecuación 16 Caudal

$$Q = 2 * A * Y^2 * \sqrt{g * k_s * RH * m_{tuberia}} * \log_{10} \left[\frac{k_s}{14,8 * RH * Y} + \frac{2,51 * \vartheta}{4 * RH * Y \sqrt{8 * g * RH * k_s * m_{tuberia}}} \right]$$

$$Q = 2(4,86536m^2) * (0,01)^2 * \sqrt{(9,81 \text{ m/s}^2)(1,50E - 6m)(0,25778m)(0,2088)}$$

$$* \log_{10} \left[\frac{(1,50E - 6m)}{14,8(0,25778m)(0,01)} \right]$$

$$+ \frac{2,51(8,96E - 7 \text{ m}^2/\text{s})}{4(0,25778m)(0,01) \sqrt{8(9,81 \text{ m/s}^2)(0,25778m)(1,50E - 6m)(0,2088)}}$$

$$Q = 0,020 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ecuación 17 ERROR

$$Q = \left| \frac{Q_{combinado} - Q}{Q_{combinado}} \right| * 100\%$$

$$Q = \left| \frac{0,015 \text{ m}^3/\text{s} - 0,020 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0197 \text{ m}^3/\text{s}} \right| * 100\%$$

$$Q = 0\%$$

Ecuación 18 Diámetro [m]

$$\emptyset = \frac{Y}{Y/D}$$

$$\emptyset = \frac{0,01}{0,85}$$

$$\emptyset = 0,01658m$$

$$\emptyset = 16,58mm$$

$$\emptyset < \emptyset_{NTC}$$

$$\emptyset = 182mm$$

$$\emptyset = 8''$$

Tabla 7. Pendientes, longitudes y diámetro de tubería

TRAMO	a	Profundidad CLAVE (m)		COTAS CLAVE(m)		PEND. TUBO(m/km)		long tubo	Y/D	TETA	AREA		CAUDAL	Y	ctrl+q	DIAMETRO	DIAMETRO	DIAMETRO	DIAMETRO		
		Inicial	Final	Inicial	Final	TUBERIA	Propuesta				B'(Y*2)	C*Y									
1	2	1,2	1,2	362,8	354,8	0,2088	20,88%	39,15	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,01	0%	0,016585	16,58	182	182	OK	8"
2	4	1,25	1,2	354,75	347,8	0,2448	24,48%	29,23	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,01	0%	0,016044	16,04	182	182	OK	8"
3	4	1,2	1,25	357,8	347,75	0,2491	24,91%	41,57	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,01	0%	0,015983	15,98	182	182	OK	8"
5	6	1,2	1,25	364,1	350,75	0,2940	29,40%	47,33	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,01	0%	0,015442	15,44	182	182	OK	8"
9	6	1,2	1,2	353,3	350,8	0,0679	6,79%	36,92	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,02	0%	0,02099	20,99	182	182	OK	8"
6	4	1,3	1,3	350,7	347,7	0,0831	8,31%	36,21	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,02	0%	0,020115	20,12	182	182	OK	8"
4	31	1,35	1,25	347,65	346,55	0,0189	1,89%	58,32	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,02	0%	0,028508	28,51	182	182	OK	8"
31	33	1,3	1,2	346,5	340,1	0,1450	14,50%	44,59	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,02	0%	0,020056	20,06	182	182	OK	8"
33	34	1,25	2,8	340,05	339,7	0,0089	0,89%	39,5	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,03	0%	0,037623	37,62	182	182	OK	8"
7	8	1,2	1,25	365,8	357,75	0,2701	27,01%	30,87	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,01	0%	0,015715	15,71	182	182	OK	8"
8	9	1,3	1,3	357,7	353,2	0,2363	23,63%	19,56	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,001	0,01	0%	0,016116	16,16	182	182	OK	8"
10	9	1,25	1,25	355,25	353,25	0,0492	4,92%	40,69	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,001	0,02	0%	0,022452	22,45	182	182	OK	8"
9	32	1,35	1,2	353,15	345,6	0,1039	10,39%	73,06	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,02	0%	0,019201	19,2	182	182	OK	8"
31	32	1,2	1,25	346,6	345,55	0,0157	1,57%	66,81	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,02	0%	0,028547	28,55	182	182	OK	8"
32	35	1,3	1,2	345,5	343,1	0,0804	8,04%	29,95	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,02	0%	0,020648	20,65	182	182	OK	8"
36	35	1,2	1,35	343,3	342,95	0,0098	0,98%	35,84	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,03	0%	0,031551	31,55	182	182	OK	8"
35	34	1,4	1,2	342,9	341,3	0,0827	8,27%	19,41	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,02	0%	0,021973	21,97	182	182	OK	8"
34	59	2,85	1,2	339,65	334,3	0,1461	14,61%	37	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,004	0,02	0%	0,026134	26,13	182	182	OK	8"
59	60	1,25	1,2	334,25	329,2	0,1904	19,04%	27,01	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,004	0,02	0%	0,025232	25,23	182	182	OK	8"
64	63	1,25	1,2	335,25	333,6	0,0741	7,41%	22,34	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,02	0%	0,020607	20,61	182	182	OK	8"
63	60	1,25	1,25	333,55	329,15	0,1949	19,49%	22,99	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,01	0%	0,016826	16,83	182	182	OK	8"
60	61	1,3	1,2	329,1	326,8	0,1297	12,97%	17,89	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,005	0,02	0%	0,028303	28,3	182	182	OK	8"
61	62	1,25	1,7	326,75	326,3	0,0109	1,09%	41,13	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,005	0,04	0%	0,047748	47,75	182	182	OK	8"
62	67	1,75	1,2	326,25	318,3	0,3999	39,99%	21,41	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,005	0,02	0%	0,022515	22,52	182	182	OK	8"
67	68	1,25	1,2	318,25	309,3	0,3012	30,12%	31,03	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,005	0,02	0%	0,023999	24	182	182	OK	8"
68	69	1,25	1,2	309,25	300,8	0,2845	28,45%	30,88	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,005	0,02	0%	0,024495	24,49	182	182	OK	8"
69	85	1,25	1,2	300,75	295,8	0,2281	22,81%	22,26	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,005	0,02	0%	0,025841	25,84	182	182	OK	8"
85	86	1,25	1,2	295,75	293,8	0,0693	6,93%	28,22	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,005	0,03	0%	0,033525	33,52	182	182	OK	8"
86	87	1,25	1,2	293,75	287,3	0,1374	13,74%	47,4	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,006	0,03	0%	0,029715	29,72	182	182	OK	8"
87	88	1,25	1,2	287,25	284,8	0,0529	5,29%	46,37	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,006	0,03	0%	0,036844	36,84	182	182	OK	8"
62	70	1,2	1,2	326,8	322,3	0,2762	27,62%	16,9	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,01	0%	0,015641	15,64	182	182	OK	8"

TRAMO	a	Profundidad CLAVE (m)		COTAS CLAVE(m)		PEND. TUBO(m/km)		long tubo	Y/D	TETA	AREA		CAUDAL	Y	ctrl+q ERROR	DIAMETRO	DIAMETRO	DIAMETRO	DIAMETRO		
		Inicial	Final	Inicial	Final	TUBERIA	Propuesta				B*(Y^2)	C*Y				m	MM	MM	PROPUESTA		
70	72	1,25	1,2	322,25	313,8	0,2755	27,55%	31,81	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,01	0%	0,015651	15,65	182	182	OK	8"
72	73	1,25	1,2	313,75	310,8	0,1504	15,04%	19,84	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,02	0%	0,017765	17,76	182	182	OK	8"
73	75	1,25	1,25	310,75	309,75	0,0327	3,27%	30,61	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,02	0%	0,024467	24,47	182	182	OK	8"
64	65	1,2	1,25	335,3	333,75	0,0327	3,27%	47,46	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,02	0%	0,024468	24,47	182	182	OK	8"
65	75	1,3	1,2	333,7	309,8	0,5189	51,89%	51,89	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,01	0%	0,013711	13,71	182	182	OK	8"
75	76	1,3	6,1	309,7	309,4	0,0088	0,88%	34,14	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,03	0%	0,036185	36,19	182	182	OK	8"
37	50	1,2	1,2	339,8	337,8	0,0605	6,05%	33,13	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,02	0%	0,021506	21,51	182	182	OK	8"
49	50	1,2	1,25	340,8	337,75	0,0369	3,69%	82,68	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,02	0%	0,023849	23,85	182	182	OK	8"
50	51	1,3	1,25	337,7	337,25	0,0882	8,82%	5,12	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,02	0%	0,019864	19,86	182	182	OK	8"
51	66	1,3	1,2	337,2	328,8	0,2489	24,89%	34,78	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,01	0%	0,015986	15,99	182	182	OK	8"
65	66	1,2	1,25	333,8	328,75	0,1380	13,80%	36,95	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,02	0%	0,01809	18,09	182	182	OK	8"
66	76	1,3	1,25	328,7	314,25	0,3943	39,43%	39,4	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,01	0%	0,014872	14,87	182	182	OK	8"
76	78	6,15	2	309,35	309	0,0084	0,84%	41,72	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,004	0,04	0%	0,04579	45,79	182	182	OK	8"
53	77	1,2	1,2	331,8	320,8	0,3051	30,51%	37,69	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,01	0%	0,01532	15,32	182	182	OK	8"
77	78	1,25	1,2	320,75	309,8	0,5011	50,11%	24,44	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,01	0%	0,013811	13,81	182	182	OK	8"
78	80	2,05	1,2	308,95	304,3	0,1820	18,20%	25,97	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,004	0,02	0%	0,0249	24,9	182	182	OK	8"
54	79	1,2	1,2	329,8	317,8	0,4789	47,89%	27,78	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,01	0%	0,013946	13,95	182	182	OK	8"
79	80	1,25	1,25	317,75	304,25	0,5599	55,99%	27,63	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,01	0%	0,013496	13,5	182	182	OK	8"
80	81	1,3	1,2	304,2	303,3	0,0470	4,70%	19,16	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,005	0,03	0%	0,034069	34,07	182	182	OK	8"
81	82	1,25	1,95	303,25	303,05	0,0095	0,95%	21,04	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,005	0,04	0%	0,048008	48,01	182	182	OK	8"
82	83	2	1,8	303	302,8	0,0094	0,94%	21,2	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,005	0,04	0%	0,048468	48,47	182	182	OK	8"
84	83	1,2	1,75	306,8	302,85	0,1745	17,45%	22,98	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,001	0,01	0%	0,017219	17,22	182	182	OK	8"
83	89	1,85	1,2	302,75	291	0,2018	20,18%	59,4	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,005	0,02	0%	0,026079	26,08	182	182	OK	8"
89	88	1,25	1,25	290,95	284,75	0,1901	19,01%	33,2	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,005	0,02	0%	0,026874	26,87	182	182	OK	8"
88	53	1,3	1,2	284,7	284,4	0,0106	1,06%	28,28	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,011	0,05	0%	0,063805	63,81	182	182	OK	8"
84	90	1,25	1,2	306,75	289,3	0,1991	19,91%	89,35	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,002	0,01	0%	0,01675	16,75	182	182	OK	8"

TRAMO	a	Profundidad CLAVE (m)		COTAS CLAVE(m)		PEND. TUBO(m/km)		long tubo	Y/D	TETA	AREA		RH	CAUDAL	Y	ctrl+q	DIAMETRO	DIAMETRO	DIAMETRO	DIAMETRO		
		Inicial	Final	Inicial	Final	TUBERIA	Propuesta				B*(Y^2)	C*Y	m				MM	MM	PROPUESTA			
51	52	1,2	1,2	337,3	335,8	0,1019	10,19%	14,8	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015004	0,016384	0%	0,019275	19,27	182	182	OK	8"	
52	53	1,25	1,25	335,75	331,75	0,1626	16,26%	24,92	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015003	0,014855	0%	0,017477	17,48	182	182	OK	8"	
53	54	1,3	1,25	331,7	329,75	0,0863	8,63%	22,67	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015001	0,016962	0%	0,019956	19,96	182	182	OK	8"	
54	55	1,3	1,2	329,7	326,8	0,1872	18,72%	15,76	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015004	0,014424	0%	0,016969	16,97	182	182	OK	8"	
55	56	1,25	1,2	326,75	324	0,1828	18,28%	15,29	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015	0,014494	0%	0,017051	17,05	182	182	OK	8"	
56	57	1,25	1,2	323,95	321,6	0,1275	12,75%	18,58	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015001	0,015631	0%	0,018389	18,39	182	182	OK	8"	
57	58	1,25	1,2	321,55	319,8	0,0974	9,74%	18,05	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015001	0,016537	0%	0,019455	19,46	182	182	OK	8"	
58	39	1,25	1,25	319,75	317,55	0,2282	22,82%	9,89	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015002	0,013838	0%	0,016279	16,28	182	182	OK	8"	
36	37	1,2	1,25	343,3	339,75	0,0493	4,93%	72,13	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015	0,019079	0%	0,022446	22,45	182	182	OK	8"	
37	38	1,3	1,2	339,7	333,3	0,1180	11,80%	54,64	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015	0,015887	0%	0,018691	18,69	182	182	OK	8"	
38	39	1,25	1,2	333,25	317,6	0,2798	27,98%	58,09	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0018601	0,01436	0%	0,016894	16,89	182	182	OK	8"	
39	41	1,3	1,2	317,5	307,6	0,2932	29,32%	35,19	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0033701	0,017733	0%	0,020862	20,86	182	182	OK	8"	
41	43	1,25	1,2	307,55	304,3	0,1312	13,12%	24,99	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0037205	0,021759	0%	0,025599	25,6	182	182	OK	8"	
43	44	1,25	1,2	304,25	300	0,1863	18,63%	23,2	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,00391	0,020598	0%	0,024233	24,23	182	182	OK	8"	
44	47	1,25	1,2	299,95	292,3	0,2162	21,62%	36,21	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0042201	0,020545	0%	0,024171	24,17	182	182	OK	8"	
36	26	1,2	1,25	343,3	341,35	0,0578	5,78%	33,78	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015003	0,01845	0%	0,021706	21,71	182	182	OK	8"	
26	27	1,3	1,2	341,3	334,8	0,1025	10,25%	63,75	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015004	0,016364	0%	0,019252	19,25	182	182	OK	8"	
27	28	1,25	1,2	334,75	324,2	0,1806	18,06%	59,36	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015	0,014532	0%	0,017096	17,1	182	182	OK	8"	
28	29	1,25	1,2	324,15	304,1	0,3633	36,33%	58,72	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015308	0,01265	0%	0,014882	14,88	182	182	OK	8"	
29	30	1,25	1,2	304,05	292,8	0,1959	19,59%	58,51	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0020307	0,015982	0%	0,018802	18,8	182	182	OK	8"	
26	20	1,2	1,3	341,4	341,2	0,0102	1,02%	19,7	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015003	0,026597	0%	0,031291	31,29	182	182	OK	8"	
10	20	1,3	1,25	355,2	341,25	0,2546	25,46%	56,54	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015	0,013524	0%	0,01591	15,91	182	182	OK	8"	
20	21	1,35	1,2	341,15	338,9	0,0255	2,55%	88,34	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0014999	0,021914	0%	0,025781	25,78	182	182	OK	8"	
21	22	1,25	1,2	338,85	326,8	0,2734	27,34%	45,69	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0019405	0,014657	0%	0,017244	17,24	182	182	OK	8"	
22	23	1,25	1,2	326,75	312,8	0,3484	34,84%	42,4	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0023308	0,014915	0%	0,017547	17,55	182	182	OK	8"	
23	24	1,25	1,2	312,75	307,9	0,2807	28,07%	17,95	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,00244	0,015871	0%	0,018672	18,67	182	182	OK	8"	
18	24	1,2	1,25	311,5	307,85	0,0827	8,27%	44,28	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015003	0,017116	0%	0,020136	20,14	182	182	OK	8"	
24	25	1,3	1,25	307,8	296,25	0,3117	31,17%	38,82	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0028201	0,016386	0%	0,019277	19,28	182	182	OK	8"	
25	30	1,3	1,25	296,2	292,75	0,0944	9,44%	36,71	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0030101	0,021544	0%	0,025345	25,35	182	182	OK	8"	
30	48	1,3	1,2	292,7	291,8	0,0350	3,50%	25,76	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0048406	0,031629	0%	0,03721	37,21	182	182	OK	8"	
48	47	1,25	2,50	291,75	291	0,0085	0,85%	88,72	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0053728	0,044259	0%	0,052069	52,07	182	182	OK	8"	
47	90	2,55	1,25	290,95	289,25	0,0302	3,02%	56,36	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0090591	0,041173	0%	0,048439	48,44	182	182	OK	8"	
90	91	1,3	1,2	289,2	288,3	0,0525	5,25%	17,16	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0090716	0,036698	0%	0,043174	43,17	182	182	OK	8"	
91	52	1,25	1,2	288,25	286,8	0,0421	4,21%	34,51	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0090755	0,038444	0%	0,045228	45,23	182	182	OK	8"	

TRAMO	de	a	Profundidad CLAVE (m)		COTAS CLAVE(m)		PEND. TUBO(m/km)		long tubo	Y/D	TETA	AREA		RH	CAUDAL	Y	ctrl+q	DIAMETRO	DIAMETRO	DIAMETRO	DIAMETRO		
			Inicial	Final	Inicial	Final	TUBERIA	Propuesta				B*(Y^2)	C*Y	ERROR									
10	11	1,2	1,25	355,3	351,75	0,0697	6,97%	51,06	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015009	0,017745	0%	0,020876	20,88	182	182	OK	8"		
11	17	1,3	1,2	351,7	349,3	0,0558	5,58%	43,08	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015	0,018588	0%	0,021868	21,87	182	182	OK	8"		
17	18	1,25	1,25	349,25	311,45	0,3913	39,13%	103,74	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0017902	0,0132	0%	0,015529	15,53	182	182	OK	8"		
18	19	1,3	1,25	311,4	294,65	0,3498	34,98%	50,73	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0020501	0,014209	0%	0,016717	16,72	182	182	OK	8"		
25	19	1,2	1,2	296,3	294,7	0,0404	4,04%	39,62	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015015	0,019897	0%	0,023408	23,41	182	182	OK	8"		
19	16	1,3	1,2	294,6	292,8	0,0392	3,92%	45,92	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0022209	0,023135	0%	0,027218	27,22	182	182	OK	8"		
16	15	1,25	1,35	292,75	292,65	0,0093	0,93%	10,78	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0022205	0,031315	0%	0,036841	36,84	182	182	OK	8"		
8	12	1,2	1,25	357,8	350,15	0,0799	7,99%	96,07	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015	0,01724	0%	0,020282	20,28	182	182	OK	8"		
11	12	1,2	1,2	351,8	350,2	0,0566	5,66%	28,34	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015005	0,018537	0%	0,021809	21,81	182	182	OK	8"		
12	13	1,3	1,2	350,1	328,8	0,2814	28,14%	78,64	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0019811	0,014682	0%	0,017273	17,27	182	182	OK	8"		
13	14	1,25	1,2	328,75	307,7	0,2886	28,86%	75,93	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0027805	0,016564	0%	0,019487	19,49	182	182	OK	8"		
18	14	1,2	1,25	311,5	307,65	0,0810	8,10%	47,68	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0015	0,017189	0%	0,020222	20,22	182	182	OK	8"		
14	15	1,3	1,2	307,6	292,8	0,2205	22,05%	68,72	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0036207	0,019326	0%	0,022737	22,74	182	182	OK	8"		
15	S1	1,4	2,7	292,6	292,3	0,0111	1,11%	27,01	0,85	4,692388	4,865364	0,257777	0,0055303	0,042248	0%	0,049703	49,7	182	182	OK	8"		

Tabla 8. Norma NTC 3722-3 S8 para diámetros de tubería

NORMA NTC 3722-3 S8		Diametro Nominal	Diametro Nominal	Diametro Exterior	Diametro Interior	Espesor	rigidez	long. Tubo	campana longitud	campana diametro exterior	peso
REFERENCIA		plg	mm	mm	mm	mm	KN/m ²	m	mm	mm	Kg/m
2900094		8"	200	200	182	1,4	8	6	121	230	3,02
2900081		10"	250	250	227	1,7	8	6	151	289	4,41
2900083		12"	315	315	284	1,9	8	6	201	366	6,34
2902493		14"	355	355	327	2,1	8	6	187	402	9,33
2900085		16"	400	400	362	2,3	8	6	242	462	11,38
2900087		18"	450	450	407	2,5	8	6	272	519	14,59
2900089		20"	500	500	452	2,8	8	6	302	578	19,00

Fuente: Norma Técnica Colombiana, 2016.

Tabla 9. Norma NTC 5055 ASTM Grandes diámetros de tubería

NORMA NTC 5055 ASTM F 794 GRANDES DIAMETROS			Diametro Nominal	Diametro Nominal	Diametro Exterior	Diametro Interior	Espesor	rigidez	long. Tubo	campana longitud	campana diametro exterior	peso
REFERENCIA			plg		mm	mm	mm	KN/m ²	m	mm	mm	Kg/m
2906313			24"		650	595	1,78	4	6,5	345	688	20,49
2900511			27"		730	670	1,78	4	6,5	394	833	24,82
2906378			30"		813	747	2,16	4	6,5	450	927	32,75
2900512			30"									32,75
2904604			33"		898	824	2,41	4	6,5	525	1027	42,68
2904605			36"		980	900	2,67	4	6,5	525	1115	52,99
2905865			39"		1065	977,6	3,3	4	6,5	401	1125	57,65
2905866			42"		1149	1054	3,5	4	6,5	401	1209	61,63

Fuente: Norma Técnica Colombiana, 2016.

Ecuación 19 Velocidad

$$v = \left(\frac{Q}{\frac{\pi}{4}} \right) \left(\frac{\emptyset}{1000 \text{ mm/m}} \right)^2$$

$$v = \left(\frac{0,20 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{\pi}{4}} \right) \left(\frac{182 \text{ mm}}{1000 \text{ mm/m}} \right)^2$$

$$v = 0,06 \text{ m/s}$$

$$1 < v < 5 \text{ m/s} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Ecuación 20 N-Freud

$$f = \frac{v}{\sqrt{g * \left(\frac{\emptyset}{(1000\text{mm}) * T} \right)}}$$

$$f = \frac{0,06 \text{ m/s}}{\sqrt{(9,81 \text{ m/s}^2) \left(\frac{182\text{mm}}{(1000 \text{ mm/m}) * (0,098751)} \right)}}$$

$$f = 0,190$$

$$1,1 < f < 0,9 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Ecuación 21 Y/D

$$Y/D = \frac{Y}{\frac{\emptyset}{1000 \text{ mm/m}}}$$

$$Y/D = \frac{0,01\text{m}}{\left(\frac{182\text{mm}}{1000 \text{ mm/m}} \right)}$$

$$Y/D = 0,08$$

Ecuación 22 Teta [\theta]

$$\theta = 2 * \text{Acoss}[1 - 2 * (Y/D)]$$

$$\theta = 2 * \text{Acos}[1 - 2 * (0,08)]$$

$$\theta = 1,14703\text{rad}$$

Ecuación 23 Área mojada [m²]

$$A = \frac{(\theta - \sin \theta) \left(\frac{\emptyset}{1000 \text{ mm/m}} \right)^2}{8}$$

$$A = \frac{[1,14703 - \sin(1,14703)] \left(\frac{182\text{mm}}{1000 \text{ mm/m}} \right)^2}{8}$$

$$A = 0,001\text{m}^2$$

Ecuación 24 Perímetro [m]

$$P = \theta \left(\frac{\emptyset}{1000 \text{ mm/m}} \right)$$

$$P = (1,14703) \left(\frac{182\text{mm}}{1000 \text{ mm/m}} \right)$$

$$P = 0,1044\text{m}$$

Ecuación 25 Radio Hidráulico [m]

$$RH = \left(\frac{A}{P} \right)$$

$$RH = \left(\frac{0,001m^2}{0,1044m} \right)$$

$$RH = 0,0096m$$

Ecuación 26 Cortante [kg/m3]

$$T = \gamma * RH * m_{tubería}$$

$$T = (981 \text{ kg/m}^3)(0,0096m)(0,2088 \text{ m/km})$$

$$T = 1,97 \text{ kg/m}^2$$

$$T > 0,15 \text{ kg/m}^2 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Ecuación 27 Ancho Lámina de agua (T) [m]

$$T = \frac{\phi}{1000} * \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$T = \frac{182mm}{1000mm/m} * \sin\left(\frac{1,14703rad}{2}\right)$$

$$T = 0,098751m$$

Tabla 10. Cotas de batea

TRAMO	de	a	COTAS BATEA(m)		velocidad m/s	cumple 1<V<5m/s	N. FROUD f	cumple 1.1<f<0.9	Y/D -	TETA rad	AREA Mojada m ²	PERIMETRO m	RADIO HIDRAULICO m	CORTANTE kg/m ²	cumple T>0.15kg/m ²	referencia de diseño	ANCHO DE LAMINA DE AGUA (T) m
			Inicial	Final													
1	2	362,62	354,62	0,06	OK	0,19	OK	0,08	1,147026	0,001	0,1044	0,0096	1,97	OK	37.12m - Do.8" So - 20.88%	0,098751	
2	4	354,57	347,62	0,06	OK	0,21	OK	0,07	1,071053	0,0008	0,0975	0,0082	1,97	OK	27.19m - Do.8" So - 24.48%	0,092873	
3	4	357,62	347,57	0,06	OK	0,21	OK	0,07	1,071053	0,0008	0,0975	0,0082	2	OK	39.14m - Do.8" So - 24.91%	0,092873	
5	6	363,92	350,57	0,06	OK	0,21	OK	0,07	1,071053	0,0008	0,0975	0,0082	2,36	OK	44.21m - Do.8" So - 29.4%	0,092873	
9	6	353,12	350,62	0,06	OK	0,17	OK	0,1	1,287002	0,0014	0,1171	0,012	0,8	OK	35.64m - Do.8" So - 6.79%	0,1092	
6	4	350,52	347,52	0,06	OK	0,18	OK	0,09	1,218771	0,0012	0,1109	0,0108	0,88	OK	34.89m - Do.8" So - 8.31%	0,10417	
4	31	347,47	346,37	0,06	OK	0,15	OK	0,13	1,475452	0,002	0,1343	0,0149	0,28	OK	57.11m - Do.8" So - 1.89%	0,122414	
31	33	346,32	339,92	0,08	OK	0,24	OK	0,09	1,218771	0,0012	0,1109	0,0108	1,54	OK	42.93m - Do.8" So - 14.5%	0,10417	
33	34	339,87	339,52	0,09	OK	0,19	OK	0,18	1,752596	0,0032	0,1595	0,0201	0,17	OK	38.3m - Do.8" So - 0.89%	0,139844	
7	8	365,62	357,57	0,06	OK	0,21	OK	0,07	1,071053	0,0008	0,0975	0,0082	2,17	OK	28.6m - Do.8" So - 27.01%	0,092873	
8	9	357,52	353,02	0,06	OK	0,19	OK	0,08	1,147026	0,001	0,1044	0,0096	2,23	OK	17.84m - Do.8" So - 23.63%	0,098751	
10	9	355,07	353,07	0,06	OK	0,17	OK	0,1	1,287002	0,0014	0,1171	0,012	0,58	OK	39.44m - Do.8" So - 4.92%	0,1092	
9	32	352,97	345,42	0,06	OK	0,18	OK	0,09	1,218771	0,0012	0,1109	0,0108	1,1	OK	71.47m - Do.8" So - 10.39%	0,10417	
31	32	346,42	345,37	0,06	OK	0,15	OK	0,13	1,475452	0,002	0,1343	0,0149	0,23	OK	65.6m - Do.8" So - 1.57%	0,122414	
32	35	345,32	342,92	0,06	OK	0,17	OK	0,1	1,287002	0,0014	0,1171	0,012	0,95	OK	28.65m - Do.8" So - 8.04%	0,1092	
36	35	343,12	342,77	0,06	OK	0,14	OK	0,15	1,590798	0,0024	0,1448	0,0166	0,16	OK	34.64m - Do.8" So - 0.98%	0,129974	
35	34	342,72	341,12	0,07	OK	0,2	OK	0,1	1,287002	0,0014	0,1171	0,012	0,97	OK	18.14m - Do.8" So - 8.27%	0,1092	
34	59	339,47	334,12	0,16	OK	0,41	OK	0,12	1,414966	0,0018	0,1288	0,014	2,01	OK	35.41m - Do.8" So - 14.61%	0,118286	
59	60	334,07	329,02	0,17	OK	0,44	OK	0,12	1,414966	0,0018	0,1288	0,014	2,61	OK	25.33m - Do.8" So - 19.04%	0,118286	
64	63	335,07	333,42	0,06	OK	0,17	OK	0,1	1,287002	0,0014	0,1171	0,012	0,87	OK	21.08m - Do.8" So - 7.41%	0,1092	
63	60	333,37	328,97	0,06	OK	0,19	OK	0,08	1,147026	0,001	0,1044	0,0096	1,84	OK	21.37m - Do.8" So - 19.49%	0,098751	
60	61	328,92	326,62	0,19	OK	0,47	OK	0,13	1,475452	0,002	0,1343	0,0149	1,9	OK	16.54m - Do.8" So - 12.97%	0,122414	
61	62	326,57	326,12	0,19	OK	0,36	OK	0,22	1,952821	0,0042	0,1777	0,0236	0,25	OK	39.93m - Do.8" So - 1.09%	0,150786	
62	67	326,07	318,12	0,19	OK	0,51	OK	0,11	1,352261	0,0016	0,1231	0,013	5,1	OK	18.68m - Do.8" So - 39.99%	0,113892	
67	68	318,07	309,12	0,19	OK	0,51	OK	0,11	1,352261	0,0016	0,1231	0,013	3,84	OK	28.51m - Do.8" So - 30.12%	0,113892	
68	69	309,07	300,62	0,2	OK	0,54	OK	0,11	1,352261	0,0016	0,1231	0,013	3,63	OK	28.5m - Do.8" So - 28.45%	0,113892	
69	85	300,57	295,62	0,2	OK	0,52	OK	0,12	1,414966	0,0018	0,1288	0,014	3,13	OK	20.5m - Do.8" So - 22.81%	0,118286	
85	86	295,57	293,62	0,21	OK	0,47	OK	0,16	1,646067	0,0027	0,1498	0,018	1,22	OK	26.95m - Do.8" So - 6.93%	0,133445	
86	87	293,57	287,12	0,22	OK	0,53	OK	0,14	1,533988	0,0022	0,1396	0,0158	2,13	OK	45.76m - Do.8" So - 13.74%	0,126303	
87	88	287,07	284,62	0,23	OK	0,5	OK	0,17	1,699955	0,0029	0,1547	0,0187	0,97	OK	45.11m - Do.8" So - 5.29%	0,13673	
62	70	326,62	322,12	0,06	OK	0,21	OK	0,07	1,071053	0,0008	0,0975	0,0082	2,22	OK	15.09m - Do.8" So - 27.62%	0,092873	

TRAMO	de	a	COTAS BATEA(m)		velocidad	cumple	N. FROUD	cumple	Y/D	TETA	AREA	PERIMETRO	RADIO	CORTANTE	cumple	referencia de diseño	ANCHO DE
			Inicial	Final	m/s		f		-	rad	Mojada	m	m	kg/m2			T>0.15kg/m2
					1<V<5m/s		1.1<f<0.9				m2	m	m				m
70	72	322,07	313,62	0,06	OK	0,21	OK	0,07	1,071053	0,0008	0,0975	0,0082	2,22	OK	29.47m - Do.8" So - 27.55%	0,092873	
72	73	313,57	310,62	0,06	OK	0,19	OK	0,08	1,147026	0,001	0,1044	0,0096	1,42	OK	18.42m - Do.8" So - 15.04%	0,098751	
73	75	310,57	309,57	0,06	OK	0,16	OK	0,11	1,352261	0,0016	0,1231	0,013	0,42	OK	29.39m - Do.8" So - 3.27%	0,113892	
64	65	335,12	333,57	0,06	OK	0,16	OK	0,11	1,352261	0,0016	0,1231	0,013	0,42	OK	46.23m - Do.8" So - 3.27%	0,113892	
65	75	333,52	309,62	0,06	OK	0,23	OK	0,06	0,989868	0,0006	0,0901	0,0067	3,41	OK	44.86m - Do.8" So - 51.89%	0,086445	
75	76	309,52	309,22	0,08	OK	0,18	OK	0,17	1,699955	0,0029	0,1547	0,0187	0,16	OK	32.94m - Do.8" So - 0.88%	0,13673	
37	50	339,62	337,62	0,06	OK	0,17	OK	0,1	1,287002	0,0014	0,1171	0,012	0,71	OK	31.87m - Do.8" So - 6.05%	0,1092	
49	50	340,62	337,57	0,06	OK	0,16	OK	0,11	1,352261	0,0016	0,1231	0,013	0,47	OK	81.42m - Do.8" So - 3.69%	0,113892	
50	51	337,52	337,07	0,06	OK	0,18	OK	0,09	1,218771	0,0012	0,1109	0,0108	0,93	OK	3.9m - Do.8" So - 8.82%	0,10417	
51	66	337,02	328,62	0,06	OK	0,21	OK	0,07	1,071053	0,0008	0,0975	0,0082	2	OK	32.55m - Do.8" So - 24.89%	0,092873	
65	66	333,62	328,57	0,06	OK	0,19	OK	0,08	1,147026	0,001	0,1044	0,0096	1,3	OK	35.4m - Do.8" So - 13.8%	0,098751	
66	76	328,52	314,07	0,06	OK	0,21	OK	0,07	1,071053	0,0008	0,0975	0,0082	3,17	OK	35.45m - Do.8" So - 39.43%	0,092873	
76	78	309,17	308,82	0,15	OK	0,29	OK	0,21	1,904135	0,004	0,1733	0,0231	0,19	OK	40.52m - Do.8" So - 0.84%	0,14826	
53	77	331,62	320,62	0,06	OK	0,21	OK	0,07	1,071053	0,0008	0,0975	0,0082	2,45	OK	34.85m - Do.8" So - 30.51%	0,092873	
77	78	320,57	309,62	0,06	OK	0,23	OK	0,06	0,989868	0,0006	0,0901	0,0067	3,29	OK	20.65m - Do.8" So - 50.11%	0,086445	
78	80	308,77	304,12	0,16	OK	0,41	OK	0,12	1,414966	0,0018	0,1288	0,014	2,5	OK	24.35m - Do.8" So - 18.2%	0,118286	
54	79	329,62	317,62	0,06	OK	0,21	OK	0,07	1,071053	0,0008	0,0975	0,0082	3,85	OK	23.86m - Do.8" So - 47.89%	0,092873	
79	80	317,57	304,07	0,06	OK	0,23	OK	0,06	0,989868	0,0006	0,0901	0,0067	3,68	OK	22.91m - Do.8" So - 55.99%	0,086445	
80	81	304,02	303,12	0,17	OK	0,38	OK	0,16	1,646067	0,0027	0,1498	0,018	0,83	OK	17.94m - Do.8" So - 4.7%	0,133445	
81	82	303,07	302,87	0,18	OK	0,34	OK	0,22	1,952821	0,0042	0,1777	0,0236	0,22	OK	19.84m - Do.8" So - 0.95%	0,150786	
82	83	302,82	302,62	0,18	OK	0,34	OK	0,23	2,000718	0,0045	0,1821	0,0247	0,23	OK	20m - Do.8" So - 0.94%	0,153183	
84	83	306,62	302,67	0,06	OK	0,19	OK	0,08	1,147026	0,001	0,1044	0,0096	1,64	OK	21.44m - Do.8" So - 17.45%	0,098751	
83	89	302,57	290,82	0,19	OK	0,49	OK	0,12	1,414966	0,0018	0,1288	0,014	2,77	OK	57.03m - Do.8" So - 20.18%	0,118286	
89	88	290,77	284,57	0,2	OK	0,5	OK	0,13	1,475452	0,002	0,1343	0,0149	2,78	OK	31.42m - Do.8" So - 19.01%	0,122414	
88	S3	284,52	284,22	0,41	OK	0,66	OK	0,3	2,318559	0,0066	0,211	0,0313	0,33	OK	27.08m - Do.8" So - 1.06%	0,166806	

TRAMO	de	a	COTAS BATEA(m)		velocidad m/s	cumple 1<V<5m/s	N. FROUD f	cumple 1.1<f<0.9	Y/D -	TETA rad	AREA Mojada m ²	PERIMETRO m	RADIO HIDRAULICO m	CORTANTE kg/m ²	cumple T>0.15kg/m ²	referencia de diseño	ANCHO DE LAMINA DE AGUA (T) m
			Inicial	Final													
84	90	306,57	289,12	0,06	OK	0,19	OK	0,08	1,147026	0,001	0,1044	0,0096	1,88	OK	86.43m - Do.8" So - 19.91%	0,098751	
0	0	-0,18	-0,18		OK												
51	52	337,12	335,62	0,06	OK	0,18	OK	0,09	1,218771	0,0012	0,1109	0,0108	1,08	OK	13.52m - Do.8" So - 10.19%	0,10417	
52	53	335,57	331,57	0,06	OK	0,19	OK	0,08	1,147026	0,001	0,1044	0,0096	1,53	OK	23.4m - Do.8" So - 16.26%	0,098751	
53	54	331,52	329,57	0,06	OK	0,18	OK	0,09	1,218771	0,0012	0,1109	0,0108	0,91	OK	21.39m - Do.8" So - 8.63%	0,10417	
54	55	329,52	326,62	0,06	OK	0,19	OK	0,08	1,147026	0,001	0,1044	0,0096	1,76	OK	14.29m - Do.8" So - 18.72%	0,098751	
55	56	326,57	323,82	0,06	OK	0,19	OK	0,08	1,147026	0,001	0,1044	0,0096	1,72	OK	13.84m - Do.8" So - 18.28%	0,098751	
56	57	323,77	321,42	0,06	OK	0,18	OK	0,09	1,218771	0,0012	0,1109	0,0108	1,35	OK	17.23m - Do.8" So - 12.75%	0,10417	
57	58	321,37	319,62	0,06	OK	0,18	OK	0,09	1,218771	0,0012	0,1109	0,0108	1,03	OK	16.76m - Do.8" So - 9.74%	0,10417	
58	39	319,57	317,37	0,06	OK	0,19	OK	0,08	1,147026	0,001	0,1044	0,0096	2,15	OK	8.44m - Do.8" So - 22.82%	0,098751	
36	37	343,12	339,57	0,06	OK	0,17	OK	0,1	1,287002	0,0014	0,1171	0,012	0,58	OK	70.84m - Do.8" So - 4.93%	0,1092	
37	38	339,52	333,12	0,06	OK	0,18	OK	0,09	1,218771	0,0012	0,1109	0,0108	1,25	OK	53.06m - Do.8" So - 11.8%	0,10417	
38	39	333,07	317,42	0,07	OK	0,22	OK	0,08	1,147026	0,001	0,1044	0,0096	2,63	OK	54.74m - Do.8" So - 27.98%	0,098751	
39	41	317,32	307,42	0,13	OK	0,37	OK	0,1	1,287002	0,0014	0,1171	0,012	3,45	OK	32.57m - Do.8" So - 29.32%	0,1092	
41	43	307,37	304,12	0,14	OK	0,36	OK	0,12	1,414966	0,0018	0,1288	0,014	1,8	OK	23.58m - Do.8" So - 13.12%	0,118286	
43	44	304,07	299,82	0,15	OK	0,4	OK	0,11	1,352261	0,0016	0,1231	0,013	2,38	OK	21.61m - Do.8" So - 18.63%	0,113892	
44	47	299,77	292,12	0,16	OK	0,43	OK	0,11	1,352261	0,0016	0,1231	0,013	2,76	OK	34.19m - Do.8" So - 21.62%	0,113892	
36	26	343,12	341,17	0,06	OK	0,17	OK	0,1	1,287002	0,0014	0,1171	0,012	0,68	OK	32.52m - Do.8" So - 5.78%	0,1092	
26	27	341,12	334,62	0,06	OK	0,18	OK	0,09	1,218771	0,0012	0,1109	0,0108	1,09	OK	62.22m - Do.8" So - 10.25%	0,10417	
27	28	334,57	324,02	0,06	OK	0,19	OK	0,08	1,147026	0,001	0,1044	0,0096	1,7	OK	57.22m - Do.8" So - 18.06%	0,098751	
28	29	323,97	303,92	0,06	OK	0,21	OK	0,07	1,071053	0,0008	0,0975	0,0082	2,92	OK	53.99m - Do.8" So - 36.33%	0,092873	
29	30	303,87	292,62	0,08	OK	0,24	OK	0,09	1,218771	0,0012	0,1109	0,0108	2,08	OK	56.22m - Do.8" So - 19.59%	0,10417	
26	20	341,22	341,02	0,06	OK	0,14	OK	0,15	1,590798	0,0024	0,1448	0,0166	0,17	OK	18.5m - Do.8" So - 1.02%	0,129974	

TRAMO	de	a	COTAS BATEA(m)		velocidad	cumple	N. FROUD	cumple	Y/D	TETA	AREA	PERIMETRO	RADIO	CORTANTE	cumple	referencia de diseño	ANCHO DE
			Inicial	Final	m/s		f		-	rad	Mojada	m	m	kg/m2			T>0.15kg/m2
						1<V<5m/s		1.1<f<0.9			m2	m	m				m
10	20	355,02	341,07	0,06	OK	0,21	OK	0,07	1,071053	0,0008	0,0975	0,0082	2,05	OK	53.59m - Do.8" So - 25.46%	0,092873	
20	21	340,97	338,72	0,06	OK	0,16	OK	0,12	1,414966	0,0018	0,1288	0,014	0,35	OK	87.11m - Do.8" So - 2.55%	0,118286	
21	22	338,67	326,62	0,07	OK	0,22	OK	0,08	1,147026	0,001	0,1044	0,0096	2,58	OK	42.87m - Do.8" So - 27.34%	0,098751	
22	23	326,57	312,62	0,09	OK	0,29	OK	0,08	1,147026	0,001	0,1044	0,0096	3,28	OK	38.84m - Do.8" So - 34.84%	0,098751	
23	24	312,57	307,72	0,09	OK	0,27	OK	0,09	1,218771	0,0012	0,1109	0,0108	2,97	OK	16.08m - Do.8" So - 28.07%	0,10417	
18	24	311,32	307,67	0,06	OK	0,18	OK	0,09	1,218771	0,0012	0,1109	0,0108	0,88	OK	42.93m - Do.8" So - 8.27%	0,10417	
24	25	307,62	296,07	0,11	OK	0,33	OK	0,09	1,218771	0,0012	0,1109	0,0108	3,3	OK	35.86m - Do.8" So - 31.17%	0,10417	
25	30	296,02	292,57	0,12	OK	0,31	OK	0,12	1,414966	0,0018	0,1288	0,014	1,3	OK	35.35m - Do.8" So - 9.44%	0,118286	
30	48	292,52	291,62	0,19	OK	0,42	OK	0,17	1,699955	0,0029	0,1547	0,0187	0,64	OK	24.54m - Do.8" So - 3.5%	0,13673	
48	47	291,57	290,82	0,21	OK	0,38	OK	0,24	2,047891	0,0048	0,1864	0,0258	0,21	OK	87.52m - Do.8" So - 0.85%	0,155458	
47	90	290,77	289,07	0,35	OK	0,65	OK	0,23	2,000718	0,0045	0,1821	0,0247	0,73	OK	55.13m - Do.8" So - 3.02%	0,153183	
90	91	289,02	288,12	0,35	OK	0,7	OK	0,2	1,85459	0,0037	0,1688	0,0219	1,13	OK	15.94m - Do.8" So - 5.25%	0,1456	
91	S2	288,07	286,62	0,35	OK	0,68	OK	0,21	1,904135	0,004	0,1733	0,0231	0,95	OK	33.28m - Do.8" So - 4.21%	0,14826	
10	11	355,12	351,57	0,06	OK	0,17	OK	0,1	1,287002	0,0014	0,1171	0,012	0,82	OK	49.74m - Do.8" So - 6.97%	0,1092	
11	17	351,52	349,12	0,06	OK	0,17	OK	0,1	1,287002	0,0014	0,1171	0,012	0,66	OK	41.81m - Do.8" So - 5.58%	0,1092	
17	18	349,07	311,27	0,07	OK	0,24	OK	0,07	1,071053	0,0008	0,0975	0,0082	3,15	OK	95.41m - Do.8" So - 39.13%	0,092873	
18	19	311,22	294,47	0,08	OK	0,25	OK	0,08	1,147026	0,001	0,1044	0,0096	3,29	OK	46.69m - Do.8" So - 34.98%	0,098751	
25	19	296,12	294,52	0,06	OK	0,16	OK	0,11	1,352261	0,0016	0,1231	0,013	0,52	OK	38.39m - Do.8" So - 4.04%	0,113892	
19	16	294,42	292,62	0,09	OK	0,22	OK	0,13	1,475452	0,002	0,1343	0,0149	0,57	OK	44.68m - Do.8" So - 3.92%	0,122414	
16	15	292,57	292,47	0,09	OK	0,2	OK	0,17	1,699955	0,0029	0,1547	0,0187	0,17	OK	9.58m - Do.8" So - 0.93%	0,13673	
8	12	357,62	349,97	0,06	OK	0,18	OK	0,09	1,218771	0,0012	0,1109	0,0108	0,85	OK	94.56m - Do.8" So - 7.99%	0,10417	
11	12	351,62	350,02	0,06	OK	0,17	OK	0,1	1,287002	0,0014	0,1171	0,012	0,67	OK	27.09m - Do.8" So - 5.66%	0,1092	
12	13	349,92	328,62	0,08	OK	0,25	OK	0,08	1,147026	0,001	0,1044	0,0096	2,65	OK	74.5m - Do.8" So - 28.14%	0,098751	
13	14	328,57	307,52	0,11	OK	0,33	OK	0,09	1,218771	0,0012	0,1109	0,0108	3,06	OK	71.75m - Do.8" So - 28.86%	0,10417	
18	14	311,32	307,47	0,06	OK	0,18	OK	0,09	1,218771	0,0012	0,1109	0,0108	0,86	OK	46.32m - Do.8" So - 8.1%	0,10417	
14	15	307,42	292,62	0,14	OK	0,38	OK	0,11	1,352261	0,0016	0,1231	0,013	2,81	OK	65.91m - Do.8" So - 22.05%	0,113892	
15	S1	292,42	292,12	0,21	OK	0,39	OK	0,23	2,000718	0,0045	0,1821	0,0247	0,27	OK	25.81m - Do.8" So - 1.11%	0,153183	

Tabla 11. Diámetro y longitud del tubo

TRAMO		DIAMETRO		long. Tubo
de	a	plg	m	
1	2	8"	37,95	
2	4	8"	28,03	
3	4	8"	40,37	
5	6	8"	46,13	
9	6	8"	35,72	
6	4	8"	35,01	
4	31	8"	57,12	
31	33	8"	43,39	
33	34	8"	38,30	
7	8	8"	29,67	
8	9	8"	18,36	
10	9	8"	39,49	
9	32	8"	71,86	
31	32	8"	65,61	
32	35	8"	28,75	
36	35	8"	34,64	
35	34	8"	18,21	
34	59	8"	35,80	
59	60	8"	25,81	
64	63	8"	21,14	
63	60	8"	21,79	
60	61	8"	16,69	
61	62	8"	39,93	

TRAMO		DIAMETRO	long. Tubo
de	a	plg	m
62	67	8"	20,21
67	68	8"	29,83
68	69	8"	29,68
69	85	8"	21,06
85	86	8"	27,02
86	87	8"	46,20
87	88	8"	45,17
62	70	8"	15,70
70	72	8"	30,61
72	73	8"	18,64
73	75	8"	29,41
64	65	8"	46,26
65	75	8"	50,69
75	76	8"	32,94
37	50	8"	31,93
49	50	8"	81,48
50	51	8"	3,92
51	66	8"	33,58
65	66	8"	35,75
66	76	8"	38,20
76	78	8"	40,52
53	77	8"	36,49
77	78	8"	23,24
78	80	8"	24,77
54	79	8"	26,58
79	80	8"	26,43
80	81	8"	17,96
81	82	8"	19,84
82	83	8"	20,00
84	83	8"	21,78
83	89	8"	58,20
89	88	8"	32,00
88	53	8"	0,00
84	90	8"	88,15
51	52	8"	13,60
52	53	8"	23,72
53	54	8"	21,47
54	55	8"	14,56
55	56	8"	14,09

TRAMO		DIAMETRO	long. Tubo
de	a	plg	m
56	57	8"	17,38
57	58	8"	16,85
58	39	8"	8,69
36	37	8"	70,93
37	38	8"	53,44
38	39	8"	56,89
39	41	8"	33,99
41	43	8"	23,79
43	44	8"	22,00
44	47	8"	35,01
36	26	8"	32,58
26	27	8"	62,55
27	28	8"	58,16
28	29	8"	57,52
29	30	8"	57,31
26	20	8"	18,50
10	20	8"	55,34
20	21	8"	87,14
21	22	8"	44,49
22	23	8"	41,20
23	24	8"	16,75
18	24	8"	43,08
24	25	8"	37,62
25	30	8"	35,51
30	48	8"	24,56
48	47	8"	87,52
47	90	8"	55,16
90	91	8"	15,96
91	S2	8"	34,51
10	11	8"	49,86
11	17	8"	41,88
17	18	8"	102,54
18	19	8"	49,53
25	19	8"	38,42
19	16	8"	44,72
16	15	8"	9,58
8	12	8"	94,87
11	12	8"	27,14
12	13	8"	77,44
13	14	8"	74,73
18	14	8"	46,48
14	15	8"	67,52
15	S1	8"	25,81

Ecuación 28 Longitud tubo

$$L_{\text{tubo}} = L - 1,2m$$

$$L_{\text{tubo}} = 39,15m - 1,2m$$

$$L_{\text{tubo}} = 37,95m$$

Ecuación 29 Diámetro externo

$$\emptyset_{\text{interior}} = 182mm$$

$$\emptyset_{\text{externo}} = 200mm$$

Ecuación 30 Diámetro externo

$$Cb_i = Cc_i - \frac{\emptyset_{\text{externo}}}{1000mm/m}$$

$$Cb_i = 362,8m - \frac{200mm}{1000mm/m}$$

$$Cb_i = 362,6m$$

$$Cb_f = Cc_f - \frac{\emptyset_{\text{externo}}}{1000mm/m}$$

$$Cb_f = 354,8m - \frac{200mm}{1000 \text{ mm/m}}$$

$$Cb_f = 354,44m$$

Ecuación 31 Ancho base + 30cm

$$Ancho_{base} = \emptyset_{externo} + 300mm$$

$$Ancho_{base} = 200mm + 300mm$$

$$Ancho_{base} = 500mm$$

Ecuación 32 Profundidad máxima tubo

$$Pmáx_i = Ct_i - Cb_i$$

$$Pmáx_i = 364m - 362,6m$$

$$Pmáx_i = 1,40m$$

$$Pmáx_f = Ct_f - Cb_{fi}$$

$$Pmáx_f = 356m - 354,44m$$

$$Pmáxf = 1,56m$$

Ecuación 33 Profundidad máxima excavada

$$Pme_i = Pmáxi + Cama_{base}$$

$$Pme_i = 1,40m + 0,15m$$

$$Pme_i = 1,55m$$

$$Pme_f = Pmáxf + Cama_{base}$$

$$Pme_f = 1,56m + 0,15m$$

$$Pme_f = 1,71m$$

Ecuación 34 Volumen de excavación

$$V_{exc} = \left(\frac{Pme_i + Pme_f}{2} \right) \left(\frac{Ancho_{base}}{1000 \text{ mm/m}} \right) * L$$

$$V_{exc} = \left(\frac{1,55m + 1,71m}{2} \right) \left(\frac{500 \text{ mm}}{1000 \text{ mm/m}} \right) * (38,32m)$$

$$V_{exc} = 31,231m^3$$

Tabla 12. Excavación y longitud de tubería por tramo

EXCAVACION Y LONGITUD DE TUBERIA POR TRAMO													
TRAMO	de	a	long. Tubo m	diametro externo mm	COTAS BATEA EXT(m)		ANCHO BASE+30c m	PROFUNDIDAD TUBO MAXIMA(m)		PROFUNDIDAD EXCAVADA MAXIMA(m)		VOLUMEN EXCAVAR m3	
					Inicial	Final		Inicial	Final	Inicial	Final		promedio
	1	2	37,95	200	362,6	354,44	500	1,4	1,56	1,55	1,71	1,63	31,231
	2	4	28,03	200	354,55	347,45	500	1,45	1,55	1,60	1,70	1,65	23,422
	3	4	40,37	200	357,6	347,39	500	1,4	1,61	1,55	1,76	1,66	33,381
	5	6	46,13	200	363,9	350,39	500	1,4	1,61	1,55	1,76	1,66	37,577
	9	6	35,72	200	353,1	350,45	500	1,4	1,55	1,55	1,70	1,63	29,933
	6	4	35,01	200	350,5	347,35	500	1,5	1,65	1,65	1,80	1,73	31,128
	4	31	57,12	200	347,45	346,2	500	1,55	1,6	1,70	1,75	1,73	50,292
	31	33	43,39	200	346,3	339,75	500	1,5	1,55	1,65	1,70	1,68	36,959
	33	34	38,30	200	339,85	339,36	500	1,45	3,14	1,60	3,29	2,45	48,289
	7	8	29,67	200	365,6	357,38	500	1,4	1,62	1,55	1,77	1,66	24,734
	8	9	18,36	200	357,5	352,84	500	1,5	1,66	1,65	1,81	1,73	16,47
	10	9	39,49	200	355,05	352,89	500	1,45	1,61	1,60	1,76	1,68	34,138
	9	32	71,86	200	352,95	345,25	500	1,55	1,55	1,70	1,70	1,70	61,77
	31	32	65,61	200	346,4	345,2	500	1,4	1,6	1,55	1,75	1,65	55,11
	32	35	28,75	200	345,3	342,75	500	1,5	1,55	1,65	1,70	1,68	24,999
	36	35	34,64	200	343,1	342,61	500	1,4	1,69	1,55	1,84	1,70	30,374
	35	34	18,21	200	342,7	340,96	500	1,6	1,54	1,75	1,69	1,72	16,632
	34	59	35,80	200	339,45	333,96	500	3,05	1,54	3,20	1,69	2,45	44,756
	59	60	25,81	200	334,05	328,87	500	1,45	1,53	1,60	1,68	1,64	21,755

EXCAVACION Y LONGITUD DE TUBERIA POR TRAMO												
TRAMO	de	a	long. Tubo m	diametro externo mm	COTAS BATEA EXT(m)		ANCHO BASE+30c m	PROFUNDIDAD TUBO MAXIMA(m)		PROFUNDIDAD EXCAVADA MAXIMA(m)		VOLUMEN EXCAVAR m3
					Inicial	Final		Inicial	Final	Inicial	Final	
64	63	21,14	200	335,05	333,26	500	1,45	1,54	1,60	1,69	1,65	18,325
63	60	21,79	200	333,35	328,82	500	1,45	1,58	1,60	1,73	1,67	18,79
60	61	16,69	200	328,9	326,47	500	1,5	1,53	1,65	1,68	1,67	14,769
61	62	39,93	200	326,55	325,97	500	1,45	2,03	1,60	2,18	1,89	38,868
62	67	20,21	200	326,05	317,97	500	1,95	1,53	2,10	1,68	1,89	18,787
67	68	29,83	200	318,05	308,98	500	1,45	1,52	1,60	1,67	1,64	24,288
68	69	29,68	200	309,05	300,49	500	1,45	1,51	1,60	1,66	1,63	24,206
69	85	21,06	200	300,55	295,5	500	1,45	1,5	1,60	1,65	1,63	17,631
85	86	27,02	200	295,55	293,5	500	1,45	1,5	1,60	1,65	1,63	22,872
86	87	46,20	200	293,55	287,01	500	1,45	1,49	1,60	1,64	1,62	38,038
87	88	45,17	200	287,05	284,51	500	1,45	1,49	1,60	1,64	1,62	37,511
62	70	15,70	200	326,6	321,97	500	1,4	1,53	1,55	1,68	1,62	13,154
70	72	30,61	200	322,05	313,48	500	1,45	1,52	1,60	1,67	1,64	25,073
72	73	18,64	200	313,55	310,49	500	1,45	1,51	1,60	1,66	1,63	15,99
73	75	29,41	200	310,55	309,44	500	1,45	1,56	1,60	1,71	1,66	25,313
64	65	46,26	200	335,1	333,41	500	1,4	1,59	1,55	1,74	1,65	39,011
65	75	50,69	200	333,5	309,47	500	1,5	1,53	1,65	1,68	1,67	38,345
75	76	32,94	200	309,5	309,09	500	1,5	6,41	1,65	6,56	4,11	70,072
37	50	31,93	200	339,6	337,46	500	1,4	1,54	1,55	1,69	1,62	26,787
49	50	81,48	200	340,6	337,41	500	1,4	1,59	1,55	1,74	1,65	67,955
50	51	3,92	200	337,5	336,91	500	1,5	1,59	1,65	1,74	1,70	4,322
51	66	33,58	200	337	328,46	500	1,5	1,54	1,65	1,69	1,67	28,181
65	66	35,75	200	333,6	328,42	500	1,4	1,58	1,55	1,73	1,64	30,012
66	76	38,20	200	328,5	313,92	500	1,5	1,58	1,65	1,73	1,69	30,969
76	78	40,52	200	309,15	308,69	500	6,35	2,31	6,50	2,46	4,48	93,453
53	77	36,49	200	331,6	320,47	500	1,4	1,53	1,55	1,68	1,62	29,11

EXCAVACION Y LONGITUD DE TUBERIA POR TRAMO													
TRAMO	de	a	long. Tubo m	diametro externo mm	COTAS BATEA EXT(m)		ANCHO BASE+30c m	PROFUNDIDAD TUBO MAXIMA(m)		PROFUNDIDAD EXCAVADA MAXIMA(m)		VOLUMEN EXCAVAR m3	
					Inicial	Final		Inicial	Final	Inicial	Final		promedio
	77	78	23,24	200	320,55	309,48	500	1,45	1,52	1,60	1,67	1,64	17,862
	78	80	24,77	200	308,75	303,99	500	2,25	1,51	2,40	1,66	2,03	25,933
	54	79	26,58	200	329,6	317,47	500	1,4	1,53	1,55	1,68	1,62	20,236
	79	80	26,43	200	317,55	303,93	500	1,45	1,57	1,60	1,72	1,66	20,011
	80	81	17,96	200	304	303	500	1,5	1,5	1,65	1,65	1,65	15,791
	81	82	19,84	200	303,05	302,75	500	1,45	2,25	1,60	2,40	2,00	21,04
	82	83	20,00	200	302,8	302,5	500	2,2	2,1	2,35	2,25	2,30	24,38
	84	83	21,78	200	306,6	302,54	500	1,4	2,06	1,55	2,21	1,88	21,282
	83	89	58,20	200	302,55	290,7	500	2,05	1,5	2,20	1,65	1,93	56,046
	89	88	32,00	200	290,75	284,46	500	1,45	1,54	1,60	1,69	1,65	26,83
												#¡DIV/0!	
	84	90	88,15	200	306,55	288,99	500	1,45	1,51	1,60	1,66	1,63	71,418
	51	52	13,60	200	337,1	335,46	500	1,4	1,54	1,55	1,69	1,62	11,923
	52	53	23,72	200	335,55	331,41	500	1,45	1,59	1,60	1,74	1,67	20,541
	53	54	21,47	200	331,5	329,42	500	1,5	1,58	1,65	1,73	1,69	19,089
	54	55	14,56	200	329,5	326,47	500	1,5	1,53	1,65	1,68	1,67	12,895
	55	56	14,09	200	326,55	323,67	500	1,45	1,53	1,60	1,68	1,64	12,333
	56	57	17,38	200	323,75	321,28	500	1,45	1,52	1,60	1,67	1,64	15,067
	57	58	16,85	200	321,35	319,48	500	1,45	1,52	1,60	1,67	1,64	14,682
	58	39	8,69	200	319,55	317,23	500	1,45	1,57	1,60	1,72	1,66	8,001

EXCAVACION Y LONGITUD DE TUBERIA POR TRAMO													
TRAMO	de	a	long. Tubo m	diametro externo mm	COTAS BATEA EXT(m)		ANCHO BASE+30c m	PROFUNDIDAD TUBO MAXIMA(m)		PROFUNDIDAD EXCAVADA MAXIMA(m)		VOLUMEN EXCAVAR m3	
					Inicial	Final		Inicial	Final	Inicial	Final		promedio
	36	37	70,93	200	343,1	339,41	500	1,4	1,59	1,55	1,74	1,65	59,253
	37	38	53,44	200	339,5	332,96	500	1,5	1,54	1,65	1,69	1,67	45,307
	38	39	56,89	200	333,05	317,27	500	1,45	1,53	1,60	1,68	1,64	45,871
	39	41	33,99	200	317,3	307,28	500	1,5	1,52	1,65	1,67	1,66	28,029
	41	43	23,79	200	307,35	303,99	500	1,45	1,51	1,60	1,66	1,63	20,196
	43	44	22,00	200	304,05	299,7	500	1,45	1,5	1,60	1,65	1,63	18,533
	44	47	35,01	200	299,75	292	500	1,45	1,5	1,60	1,65	1,63	28,754
	36	26	32,58	200	343,1	341,01	500	1,4	1,59	1,55	1,74	1,65	27,735
	26	27	62,55	200	341,1	334,46	500	1,5	1,54	1,65	1,69	1,67	52,956
	27	28	58,16	200	334,55	323,87	500	1,45	1,53	1,60	1,68	1,64	47,904
	28	29	57,52	200	323,95	303,78	500	1,45	1,52	1,60	1,67	1,64	45,118
	29	30	57,31	200	303,85	292,5	500	1,45	1,5	1,60	1,65	1,63	46,654
	26	20	18,50	200	341,2	340,86	500	1,4	1,64	1,55	1,79	1,67	16,45
	10	20	55,34	200	355	340,9	500	1,5	1,6	1,65	1,75	1,70	46,572
	20	21	87,14	200	340,95	338,56	500	1,55	1,54	1,70	1,69	1,70	74,843
	21	22	44,49	200	338,65	326,46	500	1,45	1,54	1,60	1,69	1,65	36,248
	22	23	41,20	200	326,55	312,47	500	1,45	1,53	1,60	1,68	1,64	32,833
	23	24	16,75	200	312,55	307,59	500	1,45	1,51	1,60	1,66	1,63	14,083
	18	24	43,08	200	311,3	307,54	500	1,4	1,56	1,55	1,71	1,63	35,966
	24	25	37,62	200	307,6	295,94	500	1,5	1,56	1,65	1,71	1,68	31,13

4.4 Uso del Software SWMM para Corroborar los datos Obtenidos en los Cálculos

Se utilizó el software SWMM con los datos obtenidos de los caudales y diámetros de tubería en los cálculos de la hoja EXCEL, mediante el software de simulación de caudales, dicho programa arrojó la siguiente información.

En la *Figura 10* es la representación del esquema de red sanitaria, en la cual se muestran los pozos y las tuberías con sus respectivas etiquetas, los datos fueron introducidos manualmente y corrigiendo todas las entradas a tuberías a pozos, dado que se debe tener en cuenta las caídas de 5cm, con respecto a la cota de fondo de la entrada de la próxima tubería.

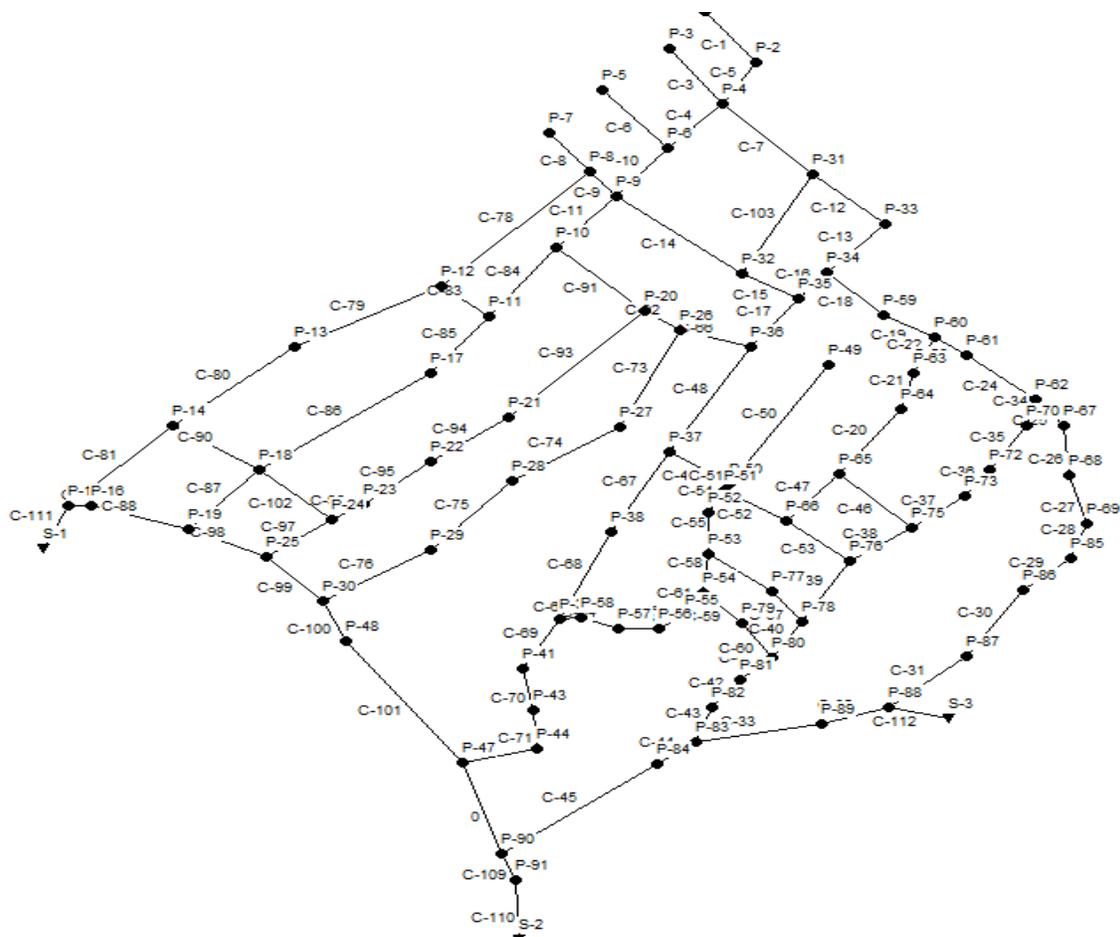


Figura 10 esquema en planta de EPA SWMM

La *Figura 11* representa la cota de fondo de cada pozo, se toma la cota fondo menor de todos los tramos de tubería que lleguen al pozo. No se toman las cotas claves como datos iniciales, sino las cotas de fondo o cotas batea.

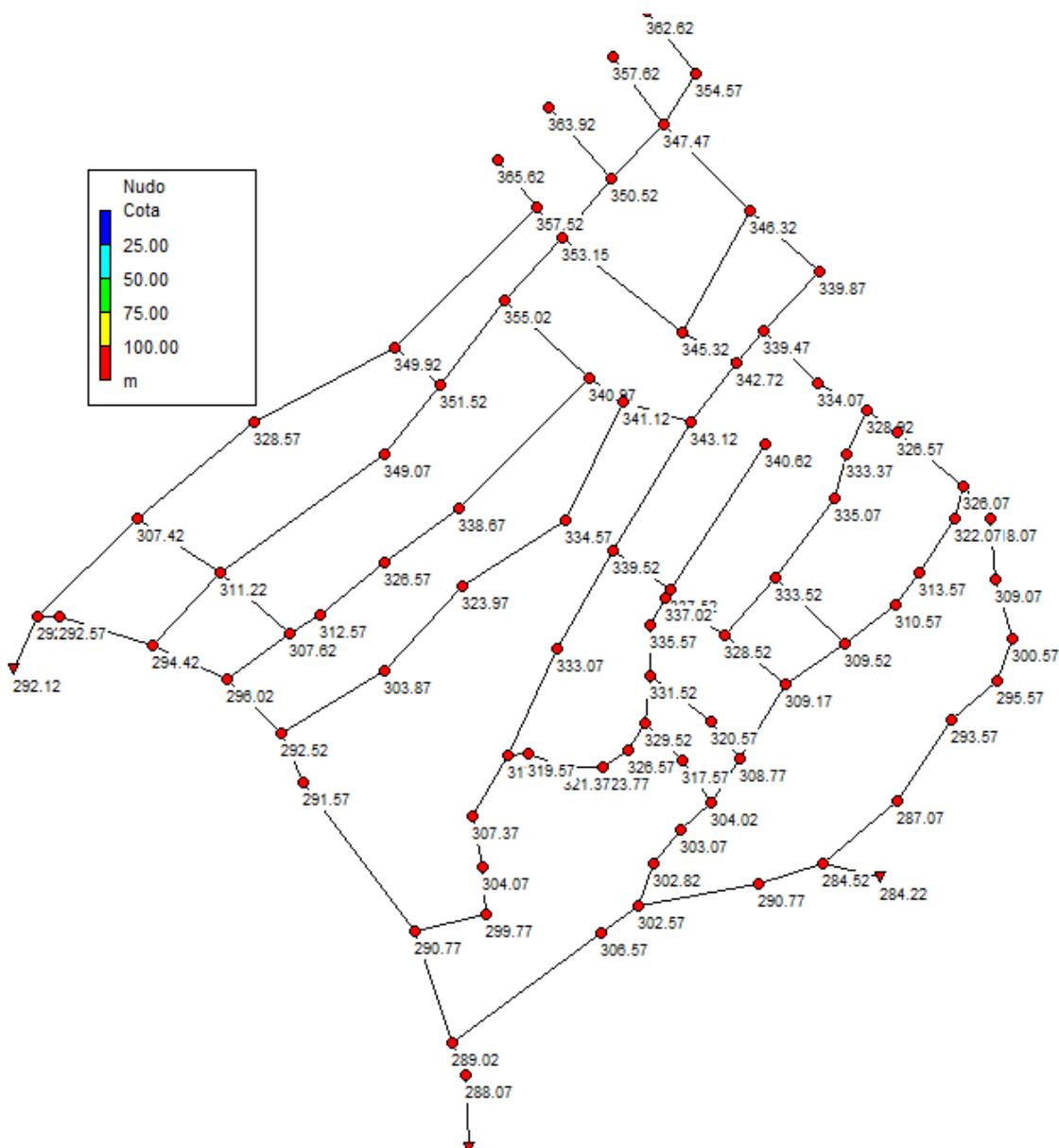


Figura 11 Nudo Cota

La Figura 12 muestra la línea de profundidad, que nos hace una descripción del diámetro que se está usando, tomados de la hoja de cálculo para su respectiva comprobación, en esta se especifica que la tubería de PVC con un coeficiente de rugosidad uniformemente de tramo a tramo. Esta línea solo muestra diámetros.

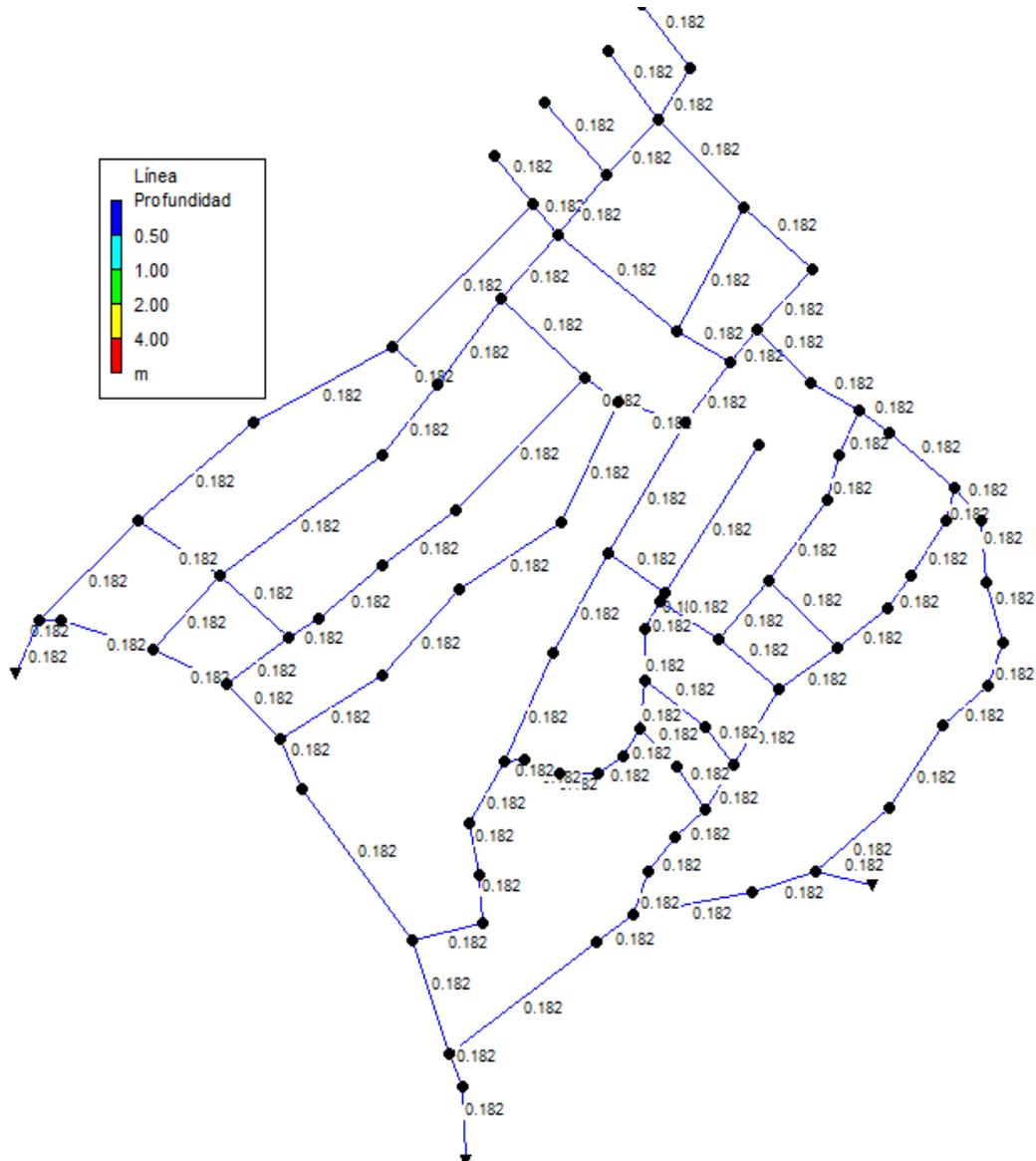


Figura 12 Línea Profundidad

La *Figura 13* representa los caudales, estos son valores que son introducidos en L/s tomados de la hoja de cálculo de distribución de caudal por tramo, teniendo en cuenta que, al introducir los caudales, cada tramo tiene que llevar solamente, el caudal de diseño por tramo. Los caudales que están en valor 0, se usan para tramos iniciales, no quiere decir que no hay caudal por estos, son tramos donde no reciben agua del pozo anterior.

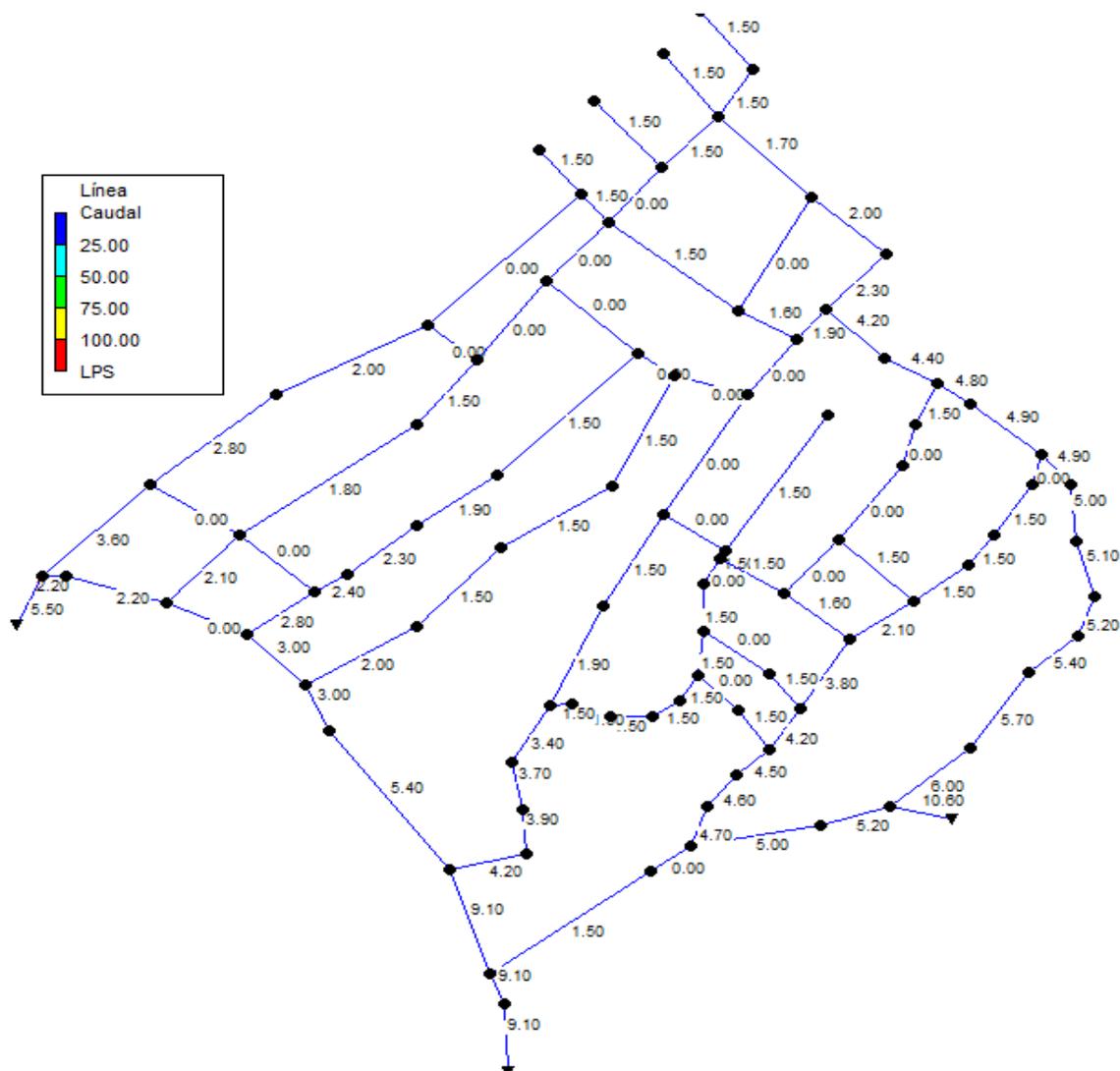


Figura 13. Línea Caudal

En la *Figura 14* muestra lo que llamamos profundidad del agua dentro de la tubería, es la lámina de agua dentro de la tubería, mediante los cálculos que hace el EPA SWMM esta nos permite calcular la profundidad de lámina de agua que va tramo a tramo de tubería, teniendo en cuenta la pendiente y el caudal de cada tramo.

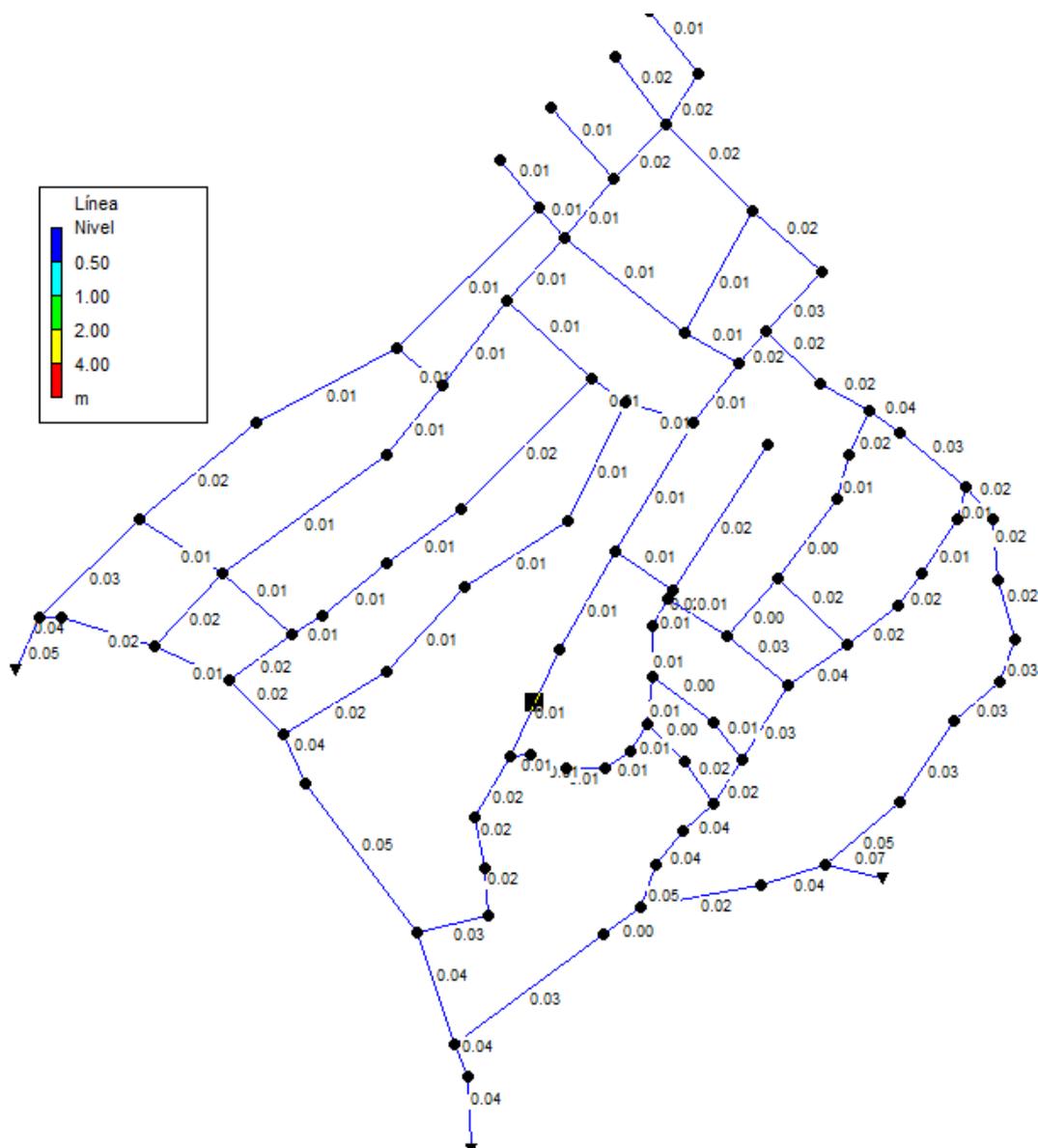


Figura 14. Línea Nivel

En la *Figura 15*, muestra un chequeo necesario para conocer la rapidez del flujo y así evitar futuros daños en el sistema de tuberías, la escala representativa nos muestra la variación de velocidades por tramos, mostrando con color azul valores inferiores a 0,01m/s y de color rojo superiores a 5,0m/s. ninguno muestra una velocidad de 5m/s, la mayoría de los tramos muestran velocidades entre 0,10m/s y 2,50m/s. Todas las velocidades de la tubería cumplen y no muestran daños a futuro en su integridad física.

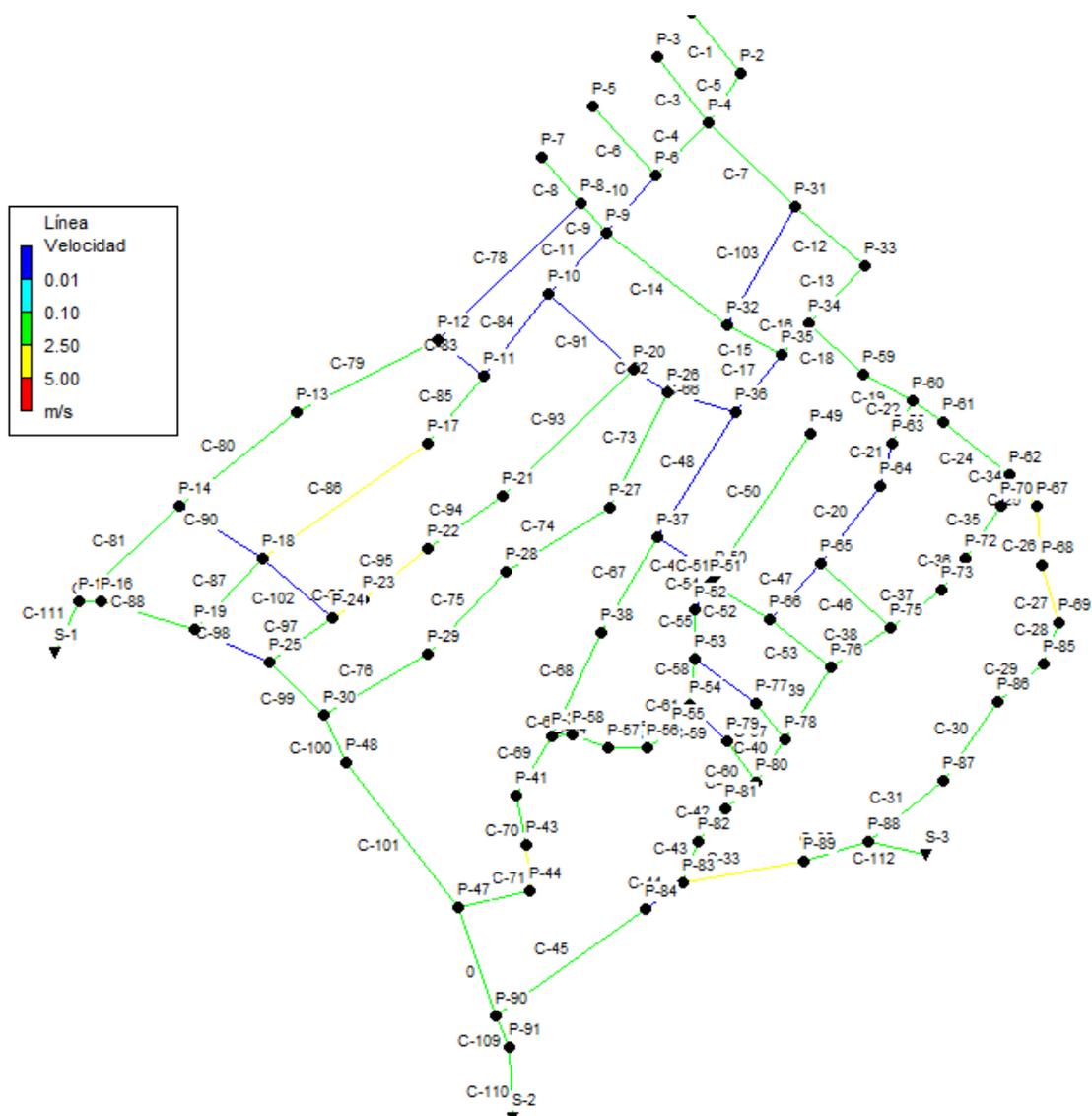


Figura 15. Línea Velocidad

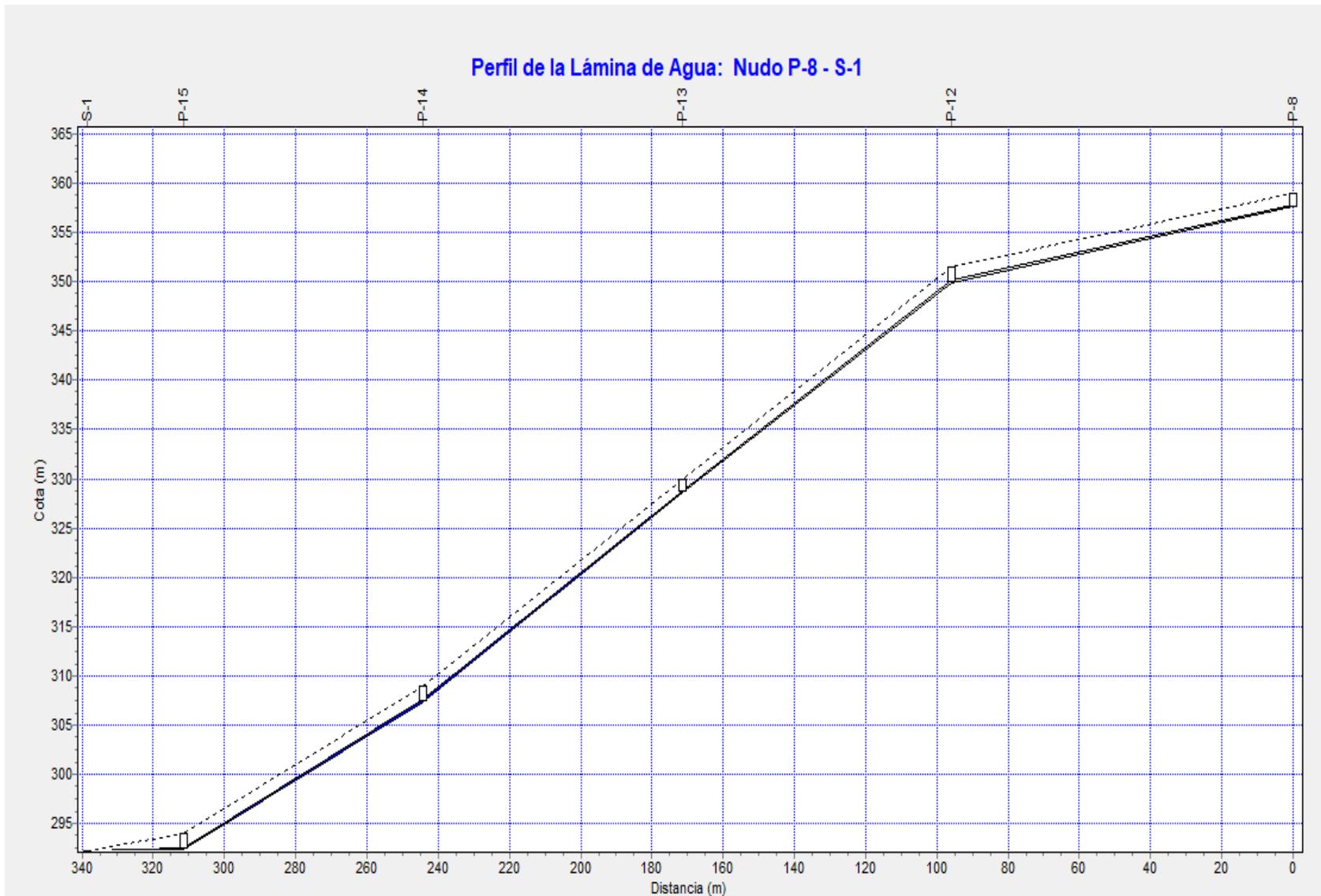


Figura 16. Perfil 10 que conecta a S1

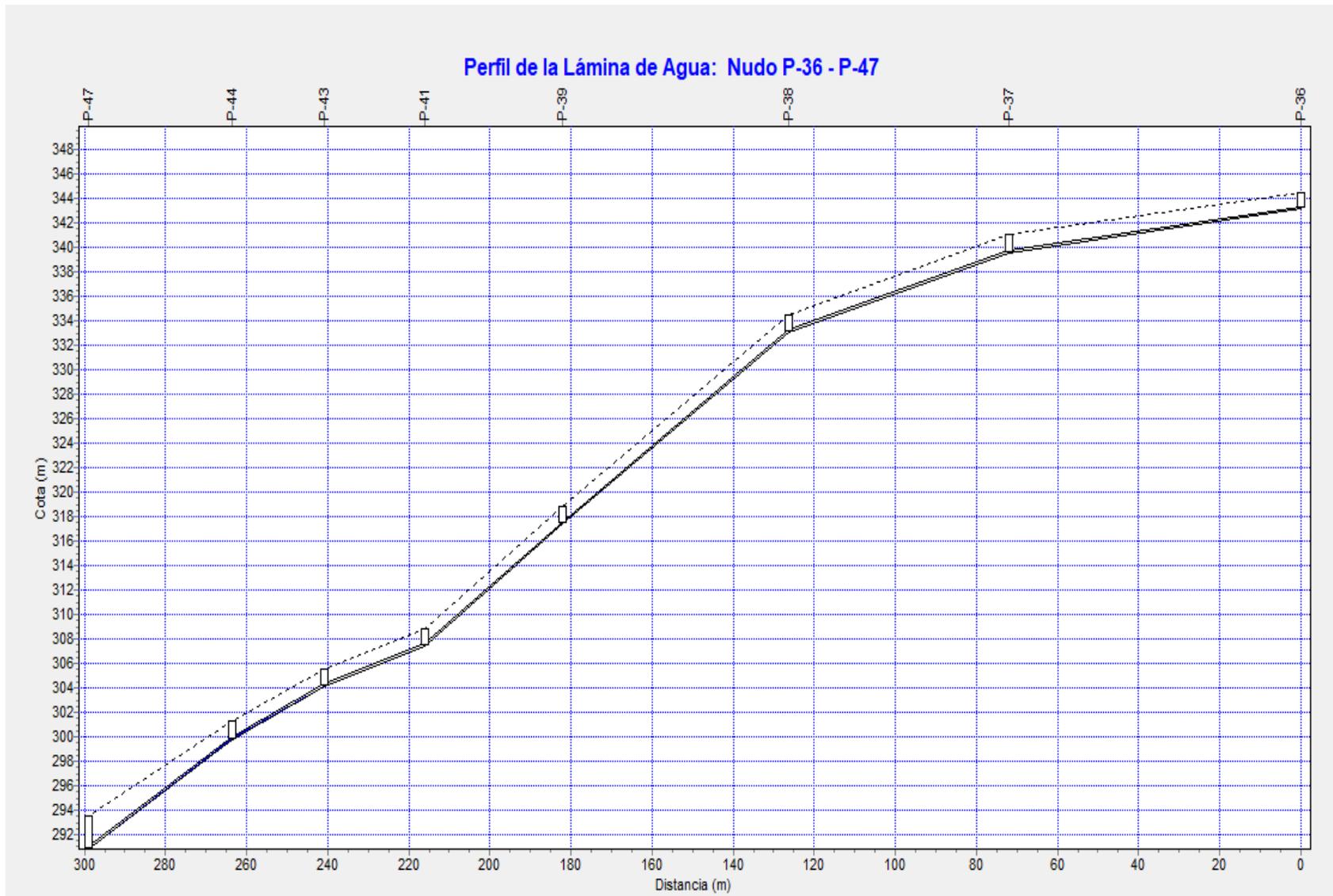


Figura 17. Perfil 4

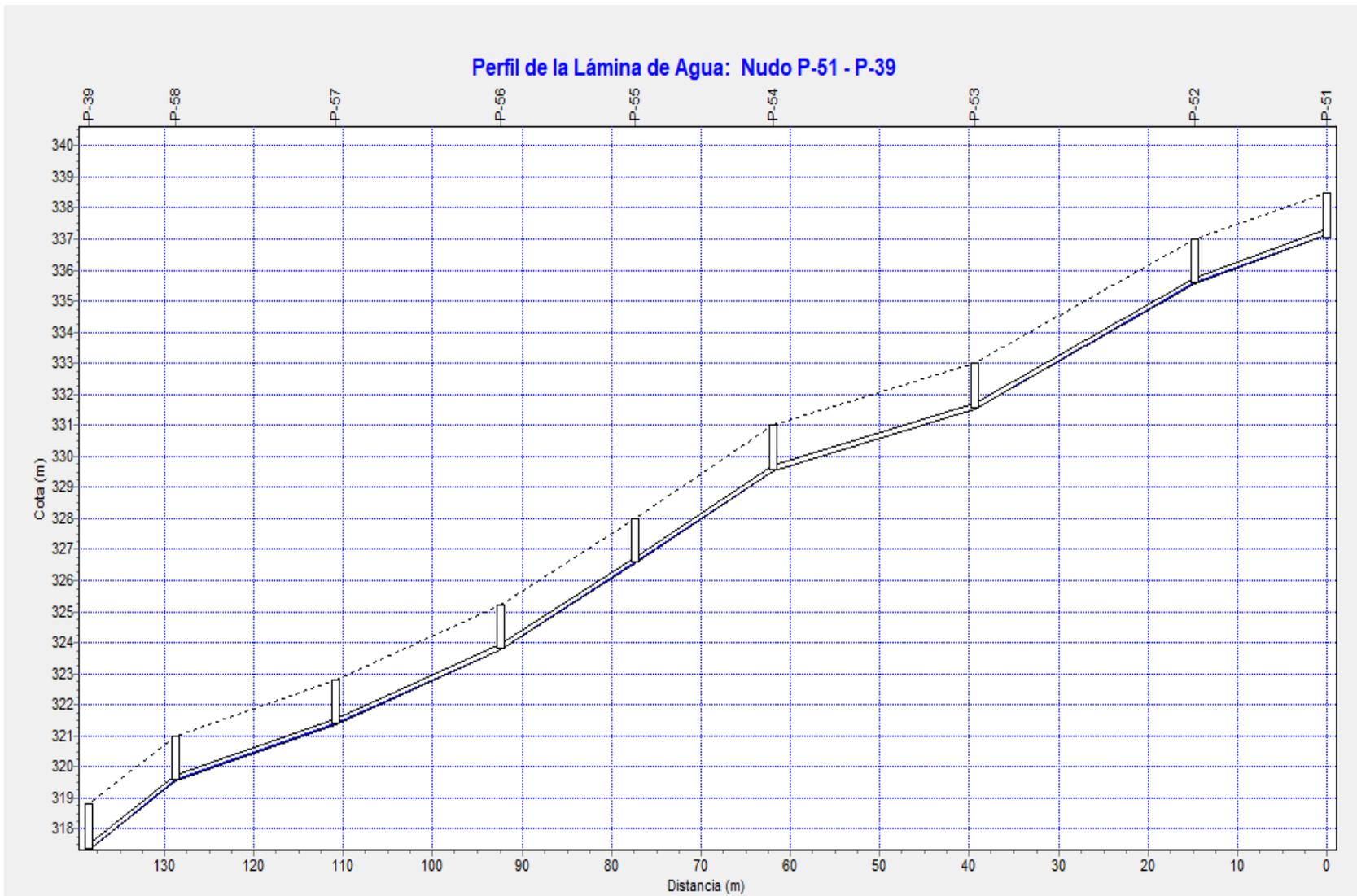


Figura 18. Perfil 4

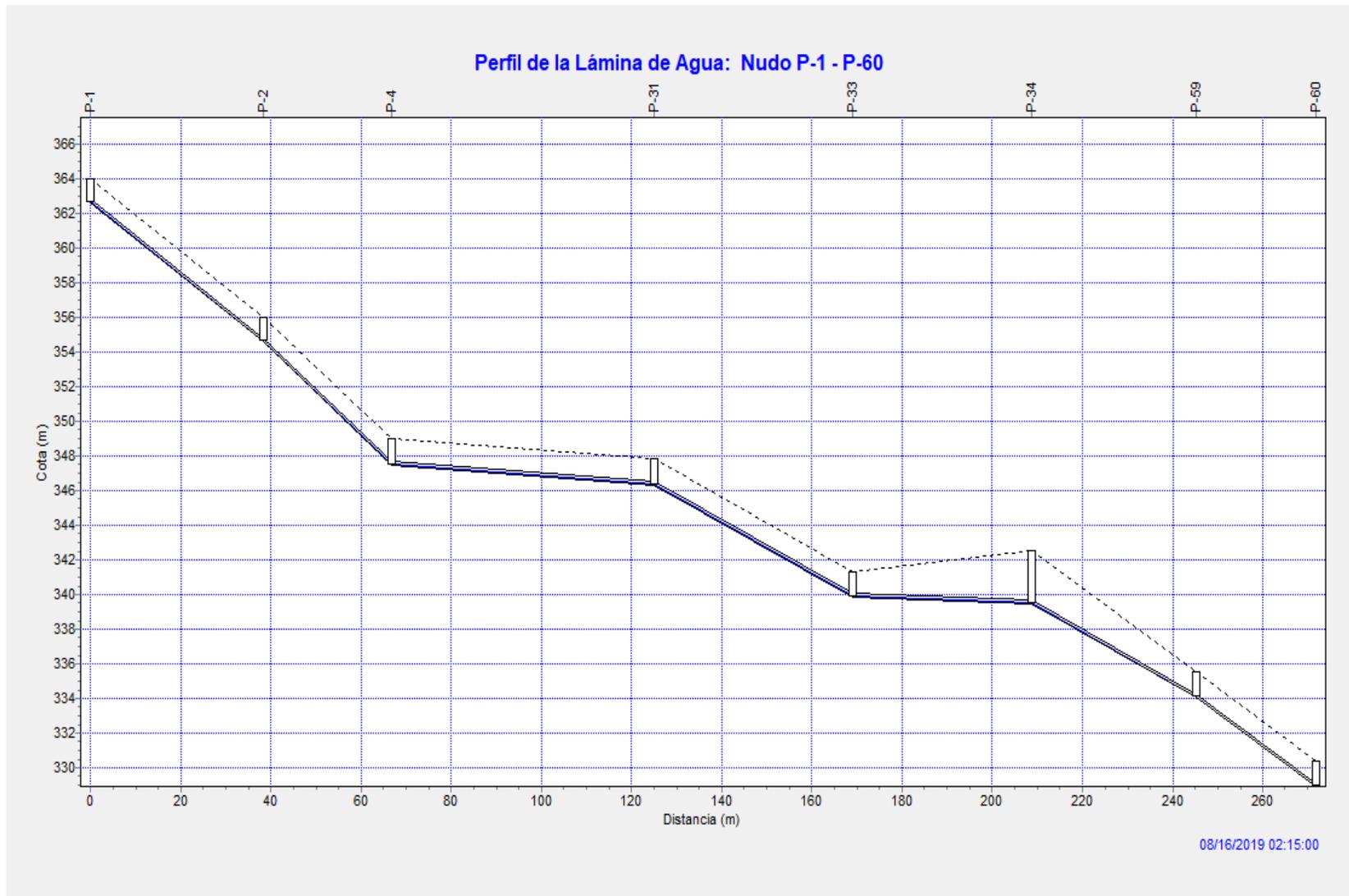


Figura 19. Perfil 1 A

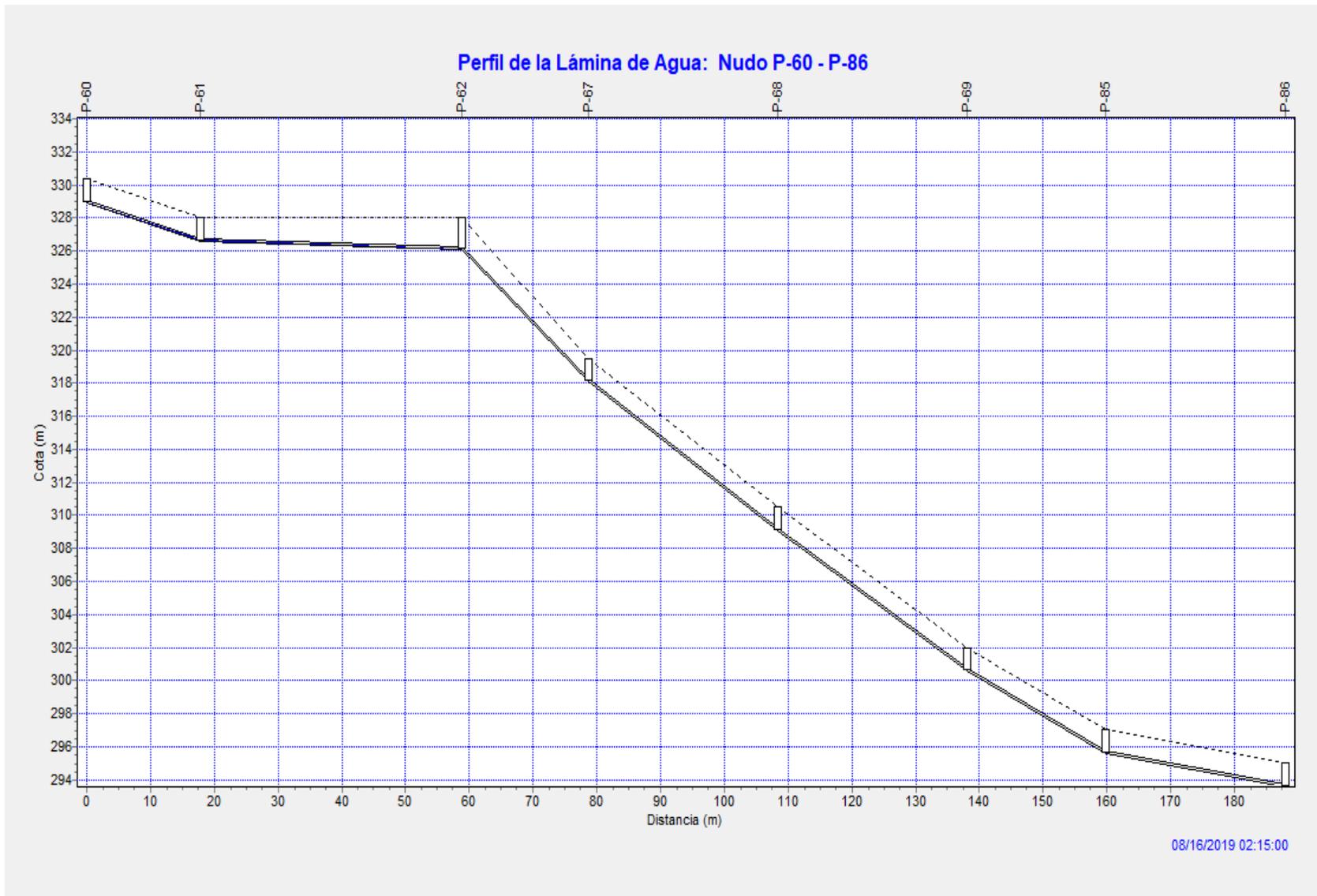


Figura 20. Perfil 1 B

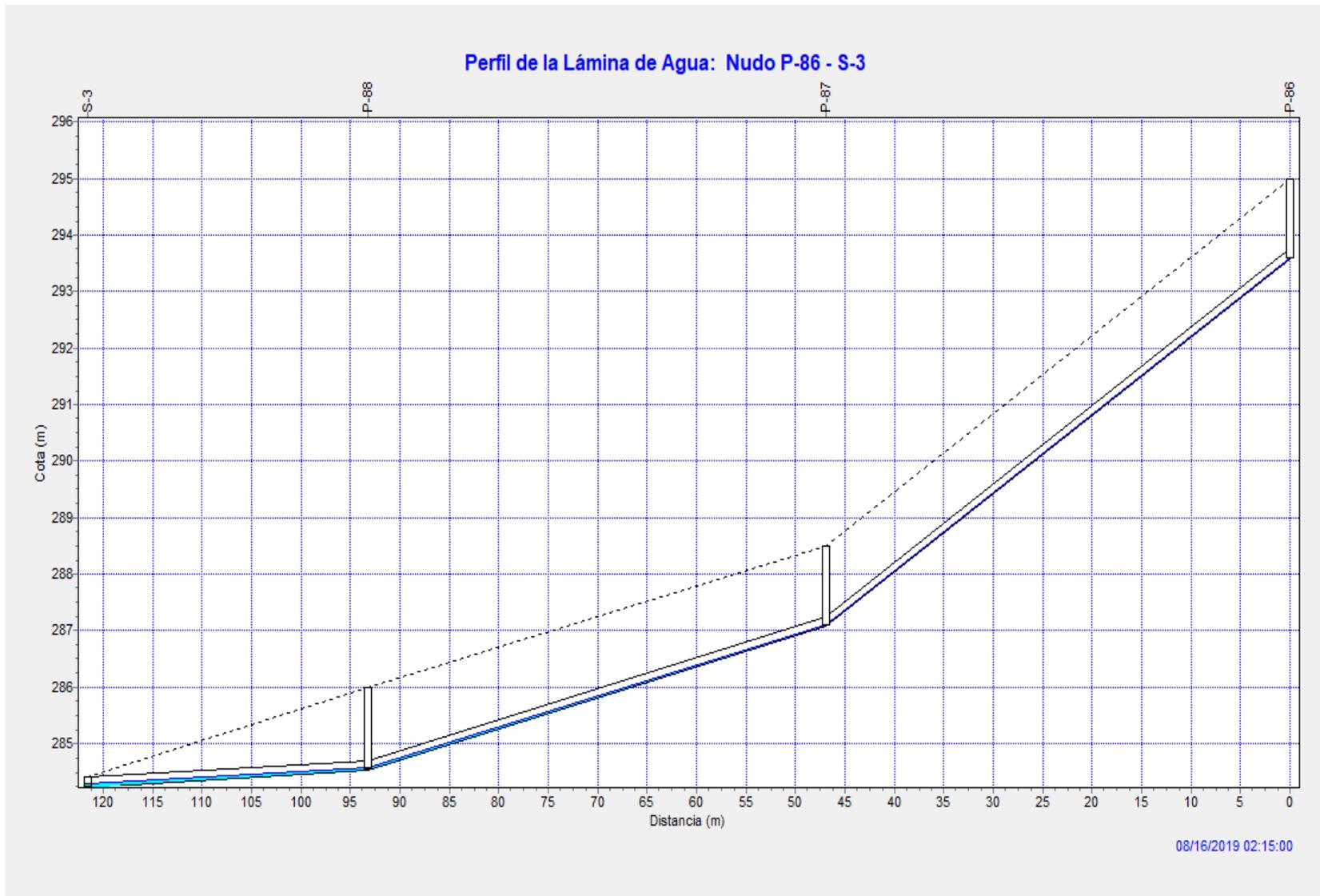


Figura 21. Perfil 1C conecta a S3

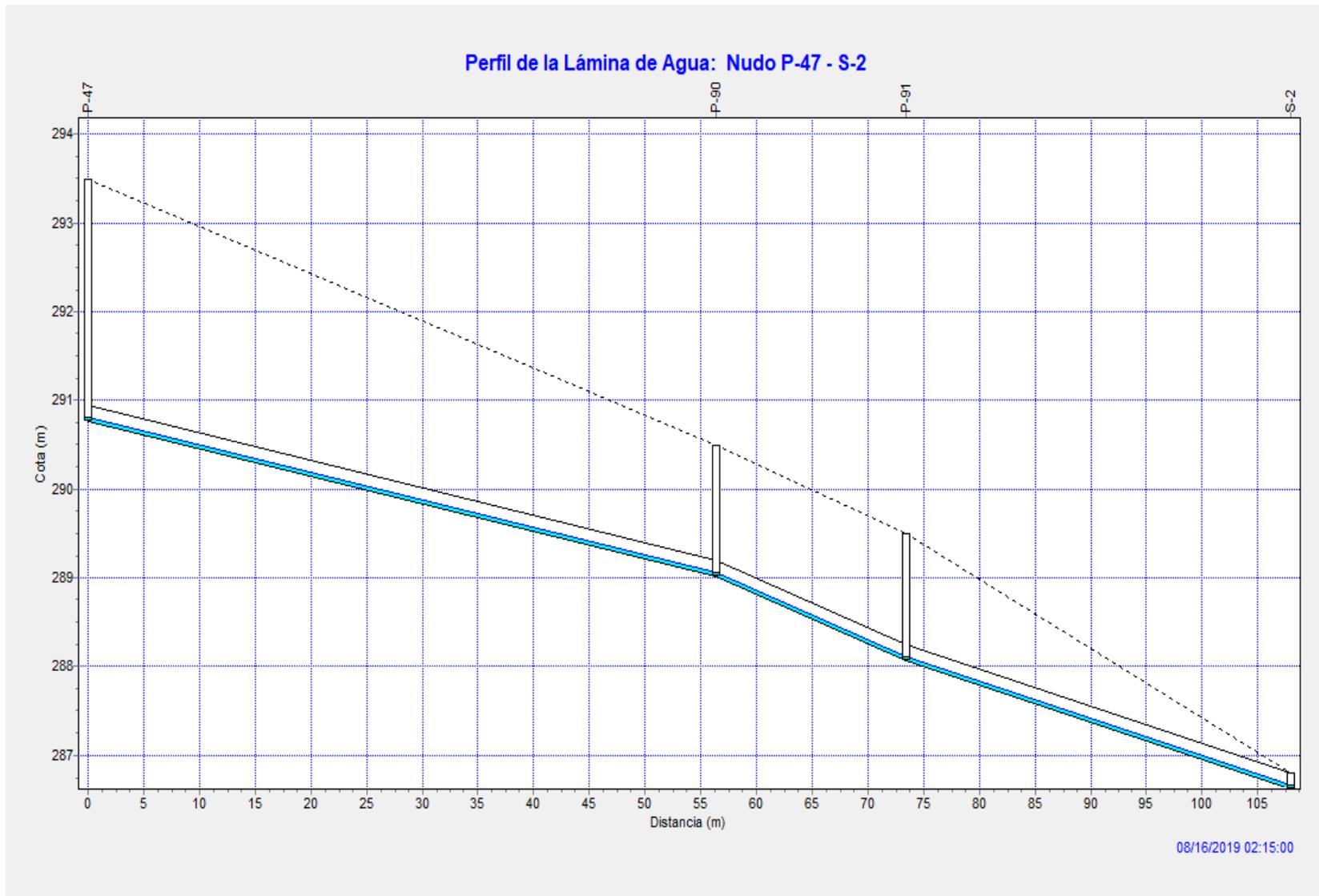


Figura 22. Perfil conecta a S2

Los perfiles obtenidos en EPA SWMM nos muestra en su ordenada unas distancias y su abscisa una cota, no se tiene una descripción detallada de nudo a nudo, en él se puede visualizar de manera muy pequeña, a pesar de que el perfil es muy largo. En el perfil 1 entre P4 y P31 (de la **figura 19**) podemos observar la lámina de agua. También podemos observar la línea de terreno, que es la línea punteada en las ilustraciones.

Por lo general la pendiente que lleva la tubería es la misma pendiente del terreno, son muy similares, no hay que profundizar mucho los pozos.

Hay puntos críticos, como en el perfil 1-A el cual muestra que en el P-34 (de la figura 19), podemos concluir que hay tramos que, si toca que cambiar la profundidad de la tubería, porque requieren cámara de caída, inclusive en los detalles de pozo (que se encuentra en el Anexo 5 y el Anexo 6 de este documento) podemos observar el detalle de pozo de caída.

En los perfiles 1-C que conecta a S-3 y el que conecta a S-2 (de la **figura 21**), se puede evidenciar la lámina de agua al final de la red.

El informe de los resultados obtenidos de los datos del software EPA-SWMM los podrá encontrar en el **Anexo 1** en la sección de ANEXOS de este documento.

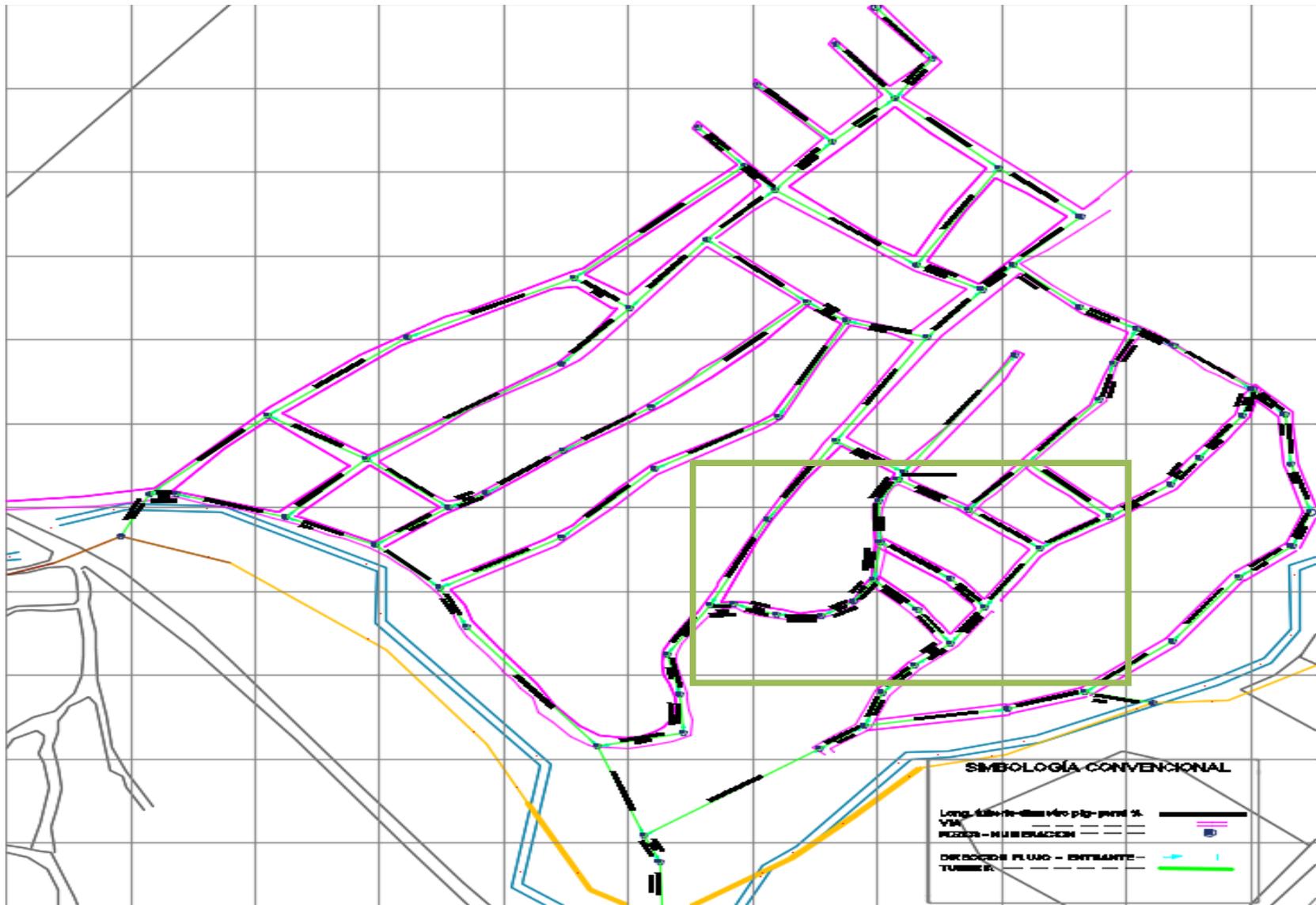


Figura 23. Diseño de Alcantarillado L-D-S-PzN

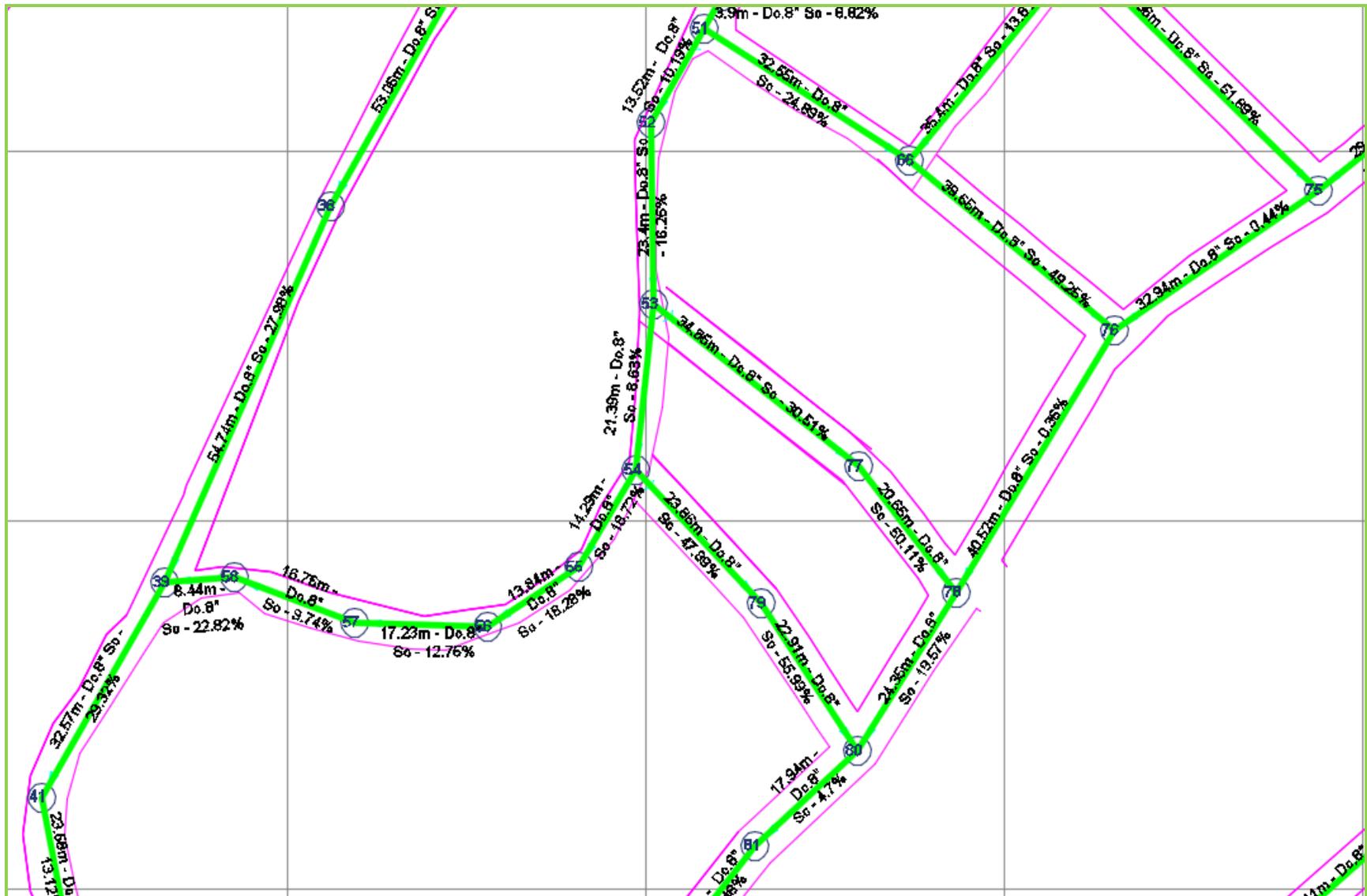


Figura 24. Detalle Diseño de Alcantarillado L-D-S-PzN

4.5 Presupuesto General del Sistema de Alcantarillado de aguas Residuales del Diseño Propuesto

Tabla 13. Análisis de Precios Unitarios

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER PROYECTO DE GRADO COLINAS DEL TUNAL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			CÓDIGO	1110696		
				VERSIÓN	1		
				PÁGINA	1	DE	16
EJECUTA: NATALIA ANGÉLICA PEÑA PÉREZ				CIUDAD: CÚCUTA			
				DEPARTAMENTO: NORTE DE SANTANDER			
DATOS ESPECÍFICOS							
ITEM	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CANTIDAD		
1	PRELIMINARES						
1.1	Descapote			M2	1		
I. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN		MARCA	Unidad	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO	
Herramientas menores 5% mano de obra				\$ 54,15		\$ 54,15	
SUBTOTAL						\$ 54,00	
II. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR			JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO
Ayudante de construcción 1			\$ 29.260,00	1,85	\$ 54.131,00	50,00	\$ 1.082,62
SUBTOTAL						\$ 1.083,00	
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 1.137,00	
V. COSTOS INDIRECTOS							
Descripción				Porcentaje	Valor Total		
ADMINISTRACION				20%	\$ 227,00		
IMPREVISTOS				5%	\$ 57,00		
UTILIDAD				5%	\$ 57,00		
SUBTOTAL						\$ 341,00	
Precio Unitario Total Aproximado al peso						\$ 1.478,00	
OBSERVACIONES							

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER PROYECTO DE GRADO COLINAS DEL TUNAL			CÓDIGO	1110696		
				VERSIÓN	1		
	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			PÁGINA	2	DE	16
EJECUTA: _____ NATALIA ANGÉLICA PEÑA PÉREZ _____ CIUDAD: CÚCUTA _____ DEPARTAMENTO: NORTE DE SANTANDER _____							
ITEM	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CANTIDAD		
1.2	Localización y replanteo			ML	1		
I. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN		MARCA	Unidad	TARIFA/DÍA	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO	
EQUIPO GENERAL DE TOPOGRAFIA (Nivel y Estación)				\$ 290.000,00	800,00	\$ 362,50	
					SUBTOTAL	\$ 363,00	
II. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR			JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	
Topógrafo			\$ 75.000,00	1,85	\$ 138.750,00	800,00	
Cadenero 1			\$ 45.000,00	1,85	\$ 83.250,00	800,00	
Cadenero 2			\$ 35.000,00	1,85	\$ 64.750,00	800,00	
					SUBTOTAL	\$ 358,00	
					TOTAL COSTO DIRECTO	\$ 721,00	
V. COSTOS INDIRECTOS							
Descripción				Porcentaje	Valor Total		
ADMINISTRACION				20%	\$ 144,20		
IMPREVISTOS				5%	\$ 36,05		
UTILIDAD				5%	\$ 36,05		
					SUBTOTAL	\$ 216,00	
					Precio Unitario Total Aproximado al peso	\$ 937,00	
OBSERVACIONES							

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER PROYECTO DE GRADO COLINAS DEL TUNAL			CÓDIGO	1110696		
				VERSIÓN	1		
	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			PÁGINA	3	DE	16
EJECUTA: <u>NATALIA ANGÉLICA PEÑA PÉREZ</u> CIUDAD: <u>CÚCUTA</u> DEPARTAMENTO: <u>NORTE DE SANTANDER</u>							
DATOS ESPECÍFICOS							
ITEM	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CANTIDAD		
2	EXCAVACIONES						
2.1	Excavacion manual en material comun h≤ 2m			M3	1		
I. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN		MARCA	Unidad	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO	
Herramienta menor 5% mano de obra				\$ 1.353,30		\$ 1.353,30	
SUBTOTAL						\$ 1.353,00	
II. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR			JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO
Ayudante de construcción 2			\$ 58.520,00	1,85	\$ 108.262,00	4,00	\$ 27.065,50
SUBTOTAL						\$ 27.066,00	
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 28.419,00	
V. COSTOS INDIRECTOS							
Descripción				Porcentaje	Valor Total		
ADMINISTRACION				20%	\$ 5.684,00		
IMPREVISTOS				5%	\$ 1.421,00		
UTILIDAD				5%	\$ 1.421,00		
SUBTOTAL						\$ 8.526,00	
Precio Unitario Total Aproximado al peso						\$ 36.945,00	
OBSERVACIONES							

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER PROYECTO DE GRADO COLINAS DEL TUNAL			CÓDIGO	1110696		
				VERSIÓN	1		
	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			PÁGINA	4	DE	16
EJECUTA: NATALIA ANGÉLICA PEÑA PÉREZ				CIUDAD: CÚCUTA			
				DEPARTAMENTO: NORTE DE SANTANDER			
DATOS ESPECÍFICOS							
ITEM	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CANTIDAD		
2.2	Excavacion manual en material comun h = 2m a 3m			M3	1		
I. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN		MARCA	Unidad	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO	
Herramienta menor 5% mano de obra				\$ 386,65		\$ 386,65	
Volqueta 5 M3			Vje	\$ 120.000,00	0,20	\$ 24.000,00	
SUBTOTAL						\$ 24.387,00	
II. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR			JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO
Ayudante de construcción I			\$ 29.260,00	1,85	\$ 54.131,00	7,00	\$ 7.733,00
SUBTOTAL						\$ 7.733,00	
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 32.120,00	
V. COSTOS INDIRECTOS							
Descripción				Porcentaje	Valor Total		
ADMINISTRACION				20%	\$ 6.424,00		
IMPREVISTOS				5%	\$ 1.606,00		
UTILIDAD				5%	\$ 1.606,00		
SUBTOTAL						\$ 9.636,00	
Precio Unitario Total Aproximado al peso						\$ 41.756,00	
OBSERVACIONES							

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER PROYECTO DE GRADO COLINAS DEL TUNAL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		CÓDIGO	1110696		
			VERSIÓN	1		
			PÁGINA	5	DE	16
EJECUTA: NATALIA ANGÉLICA PEÑA PÉREZ						
CIUDAD: CÚCUTA						
DEPARTAMENTO: NORTE DE SANTANDER						
DATOS ESPECÍFICOS						
ITEM	DESCRIPCIÓN				UNIDAD	CANTIDAD
2.3	Excavacion manual en material comun h> 4m				M3	1
I. EQUIPO						
DESCRIPCIÓN		MARCA	Unidad	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO
Herramienta menor 5% mano de obra				\$ 1.159,95		\$ 1.159,95
Volqueta 5 M3			Vje	\$ 120.000,00	0,20	\$ 24.000,00
SUBTOTAL						\$ 25.160,00
II. MANO DE OBRA						
TRABAJADOR			JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO
Ayudante de construcción 3			\$ 87.780,00	1,85	\$ 162.393,00	7,00
SUBTOTAL						\$ 23.199,00
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 48.359,00
V. COSTOS INDIRECTOS						
Descripción				Porcentaje	Valor Total	
ADMINISTRACION				20%	\$ 9.672,00	
IMPREVISTOS				5%	\$ 2.418,00	
UTILIDAD				5%	\$ 2.418,00	
SUBTOTAL						\$ 14.508,00
Precio Unitario Total Aproximado al peso						\$ 62.867,00
OBSERVACIONES						

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER PROYECTO DE GRADO COLINAS DEL TUNAL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		CÓDIGO	1110696		
			VERSIÓN	1		
			PÁGINA	6	DE	16
EJECUTA: NATALIA ANGÉLICA PEÑA PÉREZ CIUDAD: CÚCUTA DEPARTAMENTO: NORTE DE SANTANDER						
DATOS ESPECÍFICOS						
ITEM	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CANTIDAD	
2.4	Entibados en tablonas con apuntalamientos cada 0.50m			M2	1	
I. EQUIPO						
DESCRIPCIÓN		MARCA	Unidad	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO
Listón 9x6x300 Sapan			Und	\$ 3.222,00	0,80	\$ 2.577,60
Tabla pegachento 2x30x300			Und	\$ 10.125,00	0,40	\$ 4.050,00
Herramienta menor 5% mano de obra				\$ 386,65		\$ 386,65
					SUBTOTAL	\$ 7.014,00
II. MANO DE OBRA						
TRABAJADOR			JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO
Oficial de Construcción			\$ 39.013,33	1,85	\$ 72.174,67	7,00
Ayudante de construcción I			\$ 29.260,00	1,85	\$ 54.131,00	7,00
					SUBTOTAL	\$ 18.044,00
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 25.058,00
V. COSTOS INDIRECTOS						
Descripción				Porcentaje	Valor Total	
ADMINISTRACION				20%	\$ 5.012,00	
IMPREVISTOS				5%	\$ 1.253,00	
UTILIDAD				5%	\$ 1.253,00	
					SUBTOTAL	\$ 7.518,00
Precio Unitario Total Aproximado al peso						\$ 32.576,00
OBSERVACIONES						

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER PROYECTO DE GRADO COLINAS DEL TUNAL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		CÓDIGO	1110696		
			VERSIÓN	1		
			PÁGINA	7	DE	16
EJECUTA: _____ NATALIA ANGÉLICA PEÑA PÉREZ _____ CIUDAD: CÚCUTA DEPARTAMENTO: NORTE DE SANTANDER						
DATOS ESPECÍFICOS						
ITEM	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CANTIDAD	
3	CONSTRUCCIÓN DE CÁMARAS DE INSPECCIÓN					
3.1	Camara de inspeccion h≤ 2m con D.Int = 1.20m			UND	1	
I. EQUIPO						
	DESCRIPCIÓN	MARCA	Unidad	TARIFA	CANTIDAD	Vr. UNITARIO
	Mortero 24,5Mpa 1:2		M3	\$ 511.734,00	0,10	\$ 51.173,40
	Mortero 21 Mpa 1:3		M3	\$ 490.734,00	0,75	\$ 368.050,50
	Concreto normal 21Mpa TM 1"		M3	\$ 508.902,00	0,11	\$ 55.979,22
	Concreto normal 17,5Mpa TM 1"		M3	\$ 437.723,00	0,47	\$ 205.729,81
	Varilla corrugada 1/2 "		kg	\$ 15.300,00	14,00	\$ 214.200,00
	Varilla corrugada 1/2 "		kg	\$ 15.300,00	60,00	\$ 918.000,00
	Ladrillo de obra		und	\$ 400,00	700,00	\$ 280.000,00
	Herramientas menores 5% mano de obra			\$ 20.621,35		\$ 20.621,35
					SUBTOTAL	\$ 2.113.754,00
II. MANO DE OBRA						
	TRABAJADOR	JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO
	Oficial de construcción	\$ 39.013,33	1,85	\$ 72.174,67	0,70	\$ 103.106,67
	Ayudante de construcción 4	\$ 117.040,00	1,85	\$ 216.524,00	0,70	\$ 309.320,00
					SUBTOTAL	\$ 412.427,00
					TOTAL COSTO DIRECTO	\$ 2.526.181,00
V. COSTOS INDIRECTOS						
	Descripción	Porcentaje	Valor Total			
	ADMINISTRACION	20%	\$ 505.236,00			
	IMPREVISTOS	5%	\$ 126.309,00			
	UTILIDAD	5%	\$ 126.309,00			
				SUBTOTAL	\$ 757.854,00	
					Precio Unitario Total Aproximado al peso	\$ 3.284.035,00
OBSERVACIONES						

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER PROYECTO DE GRADO COLINAS DEL TUNAL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			CÓDIGO	1110696		
				VERSIÓN	1		
				PÁGINA	8	DE	16
EJECUTA: <u>NATALIA ANGÉLICA PEÑA PÉREZ</u> CIUDAD: <u>CÚCUTA</u> DEPARTAMENTO: <u>NORTE DE SANTANDER</u>							
DATOS ESPECÍFICOS							
ITEM	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CANTIDAD		
3.2	Cámara de inspección h = 2m a 4m con D.Int = 1.20m			UND	1		
I. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN		MARCA	Unidad	TARIFA	CANTIDAD	Vr. UNITARIO	
Mortero 24,5Mpa 1:2			M3	\$ 511.734,00	0,15	\$ 76.760,10	
Mortero 21 Mpa 1:3			M3	\$ 490.734,00	0,80	\$ 392.587,20	
Concreto normal 21Mpa TM 1"			M3	\$ 508.902,00	0,15	\$ 76.335,30	
Concreto normal 17,5Mpa TM 1"			M3	\$ 437.723,00	0,50	\$ 218.861,50	
Varilla corrugada 1/2 "			kg	\$ 15.300,00	15,00	\$ 229.500,00	
Varilla corrugada 1/2 "			kg	\$ 15.300,00	30,00	\$ 459.000,00	
Ladrillo de obra			und	\$ 400,00	1270,00	\$ 508.000,00	
Herramientas menores 5% mano de obra				\$ 28.869,85		\$ 28.869,85	
SUBTOTAL						\$ 1.989.914,00	
II. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR			JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO
Oficial de construcción 2			\$ 78.026,67	1,85	\$ 144.349,33	1,00	\$ 144.349,33
Ayudante de construcción 8			\$ 234.080,00	1,85	\$ 433.048,00	1,00	\$ 433.048,00
SUBTOTAL						\$ 577.397,00	
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 2.567.311,00	
V. COSTOS INDIRECTOS							
Descripción				Porcentaje	Valor Total		
ADMINISTRACION				20%	\$ 513.462,00		
IMPREVISTOS				5%	\$ 128.366,00		
UTILIDAD				5%	\$ 128.366,00		
SUBTOTAL						\$ 770.194,00	
Precio Unitario Total Aproximado al peso						\$ 3.337.505,00	
OBSERVACIONES							

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER PROYECTO DE GRADO COLINAS DEL TUNAL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			CÓDIGO	1110696		
				VERSIÓN	1		
				PÁGINA	9	DE	16
EJECUTA: <u>NATALIA ANGÉLICA PEÑA PÉREZ</u> CIUDAD: <u>CÚCUTA</u> DEPARTAMENTO: <u>NORTE DE SANTANDER</u>							
DATOS ESPECÍFICOS							
ITEM	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CANTIDAD		
3.3	Cámara de inspeccion h = 4m a 6m con D.Int = 1.20m			UND	1		
I. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN		MARCA	Unidad	TARIFA	CANTIDAD	Vr. UNITARIO	
Mortero 24,5Mpa 1:2			M3	\$ 511.734,00	0,17	\$ 86.994,78	
Mortero 21 Mpa 1:3			M3	\$ 490.734,00	2,07	\$ 1.015.819,38	
Concreto normal 21Mpa TM 1"			M3	\$ 508.902,00	0,17	\$ 86.513,34	
Concreto normal 17,5Mpa TM 1"			M3	\$ 437.723,00	2,50	\$ 1.094.307,50	
Varilla corrugada 1/2 "			kg	\$ 15.300,00	15,00	\$ 229.500,00	
Varilla corrugada 1/2 "			kg	\$ 15.300,00	30,00	\$ 459.000,00	
Ladrillo de obra			und	\$ 400,00	1835,00	\$ 734.000,00	
Herramientas menores 5% mano de obra				\$ 14.434,95		\$ 14.434,95	
SUBTOTAL						\$ 3.720.570,00	
II. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR			JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO
Oficial de construcción			\$ 39.013,33	1,85	\$ 72.174,67	1,00	\$ 72.174,67
Ayudante de construcción 4			\$ 117.040,00	1,85	\$ 216.524,00	1,00	\$ 216.524,00
SUBTOTAL						\$ 288.699,00	
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 4.009.269,00	
V. COSTOS INDIRECTOS							
Descripción				Porcentaje	Valor Total		
ADMINISTRACION				20%	\$ 801.854,00		
IMPREVISTOS				5%	\$ 200.463,00		
UTILIDAD				5%	\$ 200.463,00		
SUBTOTAL						\$ 1.202.780,00	
Precio Unitario Total Aproximado al peso						\$ 5.212.049,00	
OBSERVACIONES							

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER PROYECTO DE GRADO COLINAS DEL TUNAL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS			CÓDIGO	1110696		
				VERSIÓN	1		
				PÁGINA	10	DE	16
EJECUTA: NATALIA ANGÉLICA PEÑA PÉREZ				CIUDAD: CÚCUTA			
				DEPARTAMENTO: NORTE DE SANTANDER			
DATOS ESPECÍFICOS							
ITEM	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CANTIDAD		
3.4	Empalme a cámara tubería de 10"			UND	1		
I. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN		MARCA	Unidad	TARIFA	CANTIDAD	Vr. UNITARIO	
Tubo pvc alcantarilla 10"			m	\$ 53.322,50	1,03	\$ 54.922,18	
Unión pvc alcantarilla 10"			und	\$ 109.426,00	0,20	\$ 21.885,20	
Silla yee pvc alcantarilla D=250*160mm			und	\$ 80.754,00	0,20	\$ 16.150,80	
Lubricante			kg	\$ 45.000,000	0,002	\$ 90,00	
Herramientas menores 5% mano de obra				\$ 210,50		\$ 210,50	
					SUBTOTAL	\$ 93.259,00	
II. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR			JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO
Oficial de construcción			\$ 39.013,33	1,85	\$ 72.174,67	30,00	\$ 2.405,82
Ayudante de construcción			\$ 29.260,00	1,85	\$ 54.131,00	30,00	\$ 1.804,37
					SUBTOTAL	\$ 4.210,00	
					TOTAL COSTO DIRECTO	\$ 97.469,00	
V. COSTOS INDIRECTOS							
Descripción				Porcentaje	Valor Total		
ADMINISTRACION				20%	\$ 19.494,00		
IMPREVISTOS				5%	\$ 4.873,00		
UTILIDAD				5%	\$ 4.873,00		
					SUBTOTAL	\$ 29.240,00	
					Precio Unitario Total Aproximado al peso	\$ 126.709,00	
OBSERVACIONES							

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER PROYECTO DE GRADO COLINAS DEL TUNAL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		CÓDIGO	1110696		
			VERSIÓN	1		
			PÁGINA	11	DE	16
EJECUTA: _____ NATALIA ANGÉLICA PEÑA PÉREZ _____ CIUDAD: CÚCUTA _____ DEPARTAMENTO: NORTE DE SANTANDER _____						
DATOS ESPECÍFICOS						
ITEM	DESCRIPCIÓN				UNIDAD	CANTIDAD
3.5	Suministro y adaptacion tubería de caída PVC D=8"				ML	1
I. EQUIPO						
DESCRIPCIÓN		MARCA	Unidad	TARIFA	CANTIDAD	Vr. UNITARIO
Codo 90° 1/4 CxC D=10"			m	\$ 227.613,00	1,00	\$ 227.613,00
Buje de reducción 10x8"			und	\$ 57.825,00	0,20	\$ 11.565,00
Adhesivo pegante pvc 350ml			und	\$ 33.691,000	0,002	\$ 67,38
Herramientas menores 5% mano de obra				\$ 210,50		\$ 210,50
					SUBTOTAL	\$ 239.456,00
II. MANO DE OBRA						
TRABAJADOR			JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL	RENDIMIENTO
Oficial de construcción			\$ 39.013,33	1,85	\$ 72.174,67	30,00
Ayudante de construcción			\$ 29.260,00	1,85	\$ 54.131,00	30,00
					SUBTOTAL	\$ 4.210,00
					TOTAL COSTO DIRECTO	\$ 243.666,00
V. COSTOS INDIRECTOS						
Descripción				Porcentaje	Valor Total	
ADMINISTRACION				20%	\$ 48.733,00	
IMPREVISTOS				5%	\$ 12.183,00	
UTILIDAD				5%	\$ 12.183,00	
					SUBTOTAL	\$ 73.099,00
					Precio Unitario Total Aproximado al peso	\$ 316.765,00
OBSERVACIONES						

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER PROYECTO DE GRADO COLINAS DEL TUNAL			CÓDIGO	1110696		
				VERSIÓN	1		
	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			PÁGINA	12	DE	16
EJECUTA: NATALIA ANGÉLICA PEÑA PÉREZ				CIUDAD: CÚCUTA			
				DEPARTAMENTO: NORTE DE SANTANDER			
DATOS ESPECÍFICOS							
ITEM	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CANTIDAD		
4	SUMINISTROS E INSTALACION DE TUBERIAS						
4.1	Suministro e instalacion de tuberia sanitaria en PVC D=8"			ML	1		
I. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN		MARCA	Unidad	TARIFA	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO	
Tubo pvc alcantarilla 8"			m	\$ 49.508,00	1,00	\$ 49.508,00	
Unión pvc alcantarilla 8"			und	\$ 40.523,00	0,20	\$ 8.104,60	
Adhesivo pegante pvc 350ml			und	\$ 33.691,000	0,002	\$ 67,38	
Herramientas menores 5% mano de obra				\$ 120,29		\$ 120,29	
SUBTOTAL						\$ 57.800,00	
II. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR			JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO
Oficial de construcción			\$ 39.013,33	1,85	\$ 72.174,67	30,00	\$ 2.405,82
Ayudante de construcción			\$ 29.260,00	1,85	\$ 54.131,00	30,00	\$ 1.804,37
SUBTOTAL						\$ 4.210,00	
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 62.010,00	
V. COSTOS INDIRECTOS							
Descripción				Porcentaje	Valor Total		
ADMINISTRACION				20%	\$ 12.402,00		
IMPREVISTOS				5%	\$ 3.101,00		
UTILIDAD				5%	\$ 3.101,00		
SUBTOTAL						\$ 18.604,00	
Precio Unitario Total Aproximado al peso						\$ 80.614,00	
OBSERVACIONES							

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER PROYECTO DE GRADO COLINAS DEL TUNAL			CÓDIGO	1110696		
				VERSIÓN	1		
	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			PÁGINA	13	DE	16
EJECUTA: <u>NATALIA ANGÉLICA PEÑA PÉREZ</u> CIUDAD: <u>CÚCUTA</u> DEPARTAMENTO: <u>NORTE DE SANTANDER</u>							
DATOS ESPECÍFICOS							
ITEM	DESCRIPCIÓN					UNIDAD	CANTIDAD
5	RELLENOS						
5.1	Relleno con material seleccionado de la excavacion compactado					M3	1
I. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN		MARCA	Unidad	TARIFA	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO	
Material seleccionado de la propia excavación			M3	\$ 5.000,00	1,15	\$ 5.750,00	
Rodillo vibrante de guiado manual, de 700 kg			hM	\$ 18.243,000	0,250	\$ 4.560,75	
Herramientas menores 8% mano de obra				\$ 866,08		\$ 866,08	
SUBTOTAL						\$ 11.177,00	
II. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR			JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO
Ayudante de construcción			\$ 58.520,00	1,85	\$ 108.262,00	10,00	\$ 10.826,20
SUBTOTAL						\$ 10.826,00	
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 22.003,20	
V. COSTOS INDIRECTOS							
Descripción				Porcentaje	Valor Total		
ADMINISTRACION				20%	\$ 4.401,00		
IMPREVISTOS				5%	\$ 1.100,00		
UTILIDAD				5%	\$ 1.100,00		
SUBTOTAL						\$ 6.601,00	
Precio Unitario Total Aproximado al peso						\$ 28.604,00	
OBSERVACIONES							

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER PROYECTO DE GRADO COLINAS DEL TUNAL			CÓDIGO	1110696		
				VERSIÓN	1		
	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			PÁGINA	14	DE	16
EJECUTA: <u>NATALIA ANGÉLICA PEÑA PÉREZ</u> CIUDAD: <u>CÚCUTA</u> DEPARTAMENTO: <u>NORTE DE SANTANDER</u>							
DATOS ESPECÍFICOS							
ITEM	DESCRIPCIÓN			UNIDAD	CANTIDAD		
6	CONSTRUCCIÓN DE CABEZAL DE ENTREGA						
6.1	Construcción cabezal de entrega para tubería de 8"			UND	1		
I. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN		MARCA	Unidad	TARIFA	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO	
Mortero 24,5Mpa 1:2			M3	\$ 511.734,00	0,010	\$ 5.117,34	
Concreto normal 21Mpa TM 1"			M3	\$ 508.902,00	0,010	\$ 5.089,02	
Ladrillo de obra			und	\$ 400,00	48,00	\$ 19.200,00	
Herramientas menores 8% mano de obra				\$ 1.010,48		\$ 1.010,48	
SUBTOTAL						\$ 30.417,00	
II. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR			JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO
Oficial de construcción			\$ 39.013,33	1,85	\$ 72.174,67	10,00	\$ 7.217,47
Ayudante de construcción			\$ 29.260,00	1,85	\$ 54.131,00	10,00	\$ 5.413,10
SUBTOTAL						\$ 12.631,00	
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 37.634,47	
V. COSTOS INDIRECTOS							
Descripción				Porcentaje	Valor Total		
ADMINISTRACION				20%	\$ 7.527,00		
IMPREVISTOS				5%	\$ 1.882,00		
UTILIDAD				5%	\$ 1.882,00		
SUBTOTAL						\$ 11.291,00	
Precio Unitario Total Aproximado al peso						\$ 48.925,00	
OBSERVACIONES							

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER PROYECTO DE GRADO COLINAS DEL TUNAL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS		CÓDIGO	1110696		
			VERSIÓN	1		
			PÁGINA	15	DE	16
EJECUTA: NATALIA ANGÉLICA PEÑA PÉREZ						
CIUDAD: CÚCUTA						
DEPARTAMENTO: NORTE DE SANTANDER						
DATOS ESPECÍFICOS						
ITEM	DESCRIPCIÓN				UNIDAD	CANTIDAD
7	DESALOJO DE MATERIAL SOBRANTE					
7.1	Desalojo de material sobrante				M3	1
I. EQUIPO						
DESCRIPCIÓN		MARCA	Unidad	TARIFA	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO
Volqueta 5 M3			Vje	\$ 120.000,00	0,20	\$ 24.000,00
Herramientas menores 8% mano de obra				\$ 5.413,12		\$ 5.413,12
					SUBTOTAL	\$ 29.413,00
II. MANO DE OBRA						
TRABAJADOR			JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO
Ayudante de construcción			\$ 29.260,00	1,85	\$ 54.131,00	0,80
					SUBTOTAL	\$ 67.664,00
					TOTAL COSTO DIRECTO	\$ 29.413,00
V. COSTOS INDIRECTOS						
Descripción				Porcentaje	Valor Total	
ADMINISTRACION				20%	\$ 5.883,00	
IMPREVISTOS				5%	\$ 1.471,00	
UTILIDAD				5%	\$ 1.471,00	
					SUBTOTAL	\$ 8.825,00
					Precio Unitario Total Aproximado al peso	\$ 38.238,00
OBSERVACIONES						

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER PROYECTO DE GRADO COLINAS DEL TUNAL			CÓDIGO	1110696		
				VERSIÓN	1		
	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			PÁGINA	16	DE	16
EJECUTA: _____ NATALIA ANGÉLICA PEÑA PÉREZ _____ CIUDAD: CÚCUTA _____ DEPARTAMENTO: NORTE DE SANTANDER _____							
DATOS ESPECÍFICOS							
ITEM	DESCRIPCIÓN					UNIDAD	CANTIDAD
8	SEÑALIZACIÓN						
8.1	Aislamiento con tela verde estabilizada h= 1.9m y estacas cada 3m					ML	1
I. EQUIPO							
DESCRIPCIÓN		MARCA	Unidad	TARIFA	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO	
Tela verde cerramiento			m	\$ 2.400,00	1,00	\$ 2.400,00	
Vara común 1,9m			und	\$ 3.400,00	1,00	\$ 3.400,00	
Grapa 1"			kg	\$ 4.291,25	0,20	\$ 858,25	
Herramientas menores 5% mano de obra				\$ 84,20		\$ 84,20	
SUBTOTAL						\$ 6.742,00	
II. MANO DE OBRA							
TRABAJADOR			JORNAL	PRESTACIONES	JORNAL TOTAL	RENDIMIENTO	Vr. UNITARIO
Oficial de construcción			\$ 39.013,33	1,85	\$ 72.174,67	75,00	\$ 962,33
Ayudante de construcción			\$ 29.260,00	1,85	\$ 54.131,00	75,00	\$ 721,75
SUBTOTAL						\$ 1.684,00	
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 6.742,00	
V. COSTOS INDIRECTOS							
Descripción				Porcentaje	Valor Total		
ADMINISTRACION				20%	\$ 1.348,00		
IMPREVISTOS				5%	\$ 337,00		
UTILIDAD				5%	\$ 337,00		
SUBTOTAL						\$ 2.022,00	
Precio Unitario Total Aproximado al peso						\$ 8.764,00	
OBSERVACIONES							

Tabla 14. Presupuesto general del sistema de alcantarillado de aguas residuales del diseño propuesto

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER PROYECTO DE GRADO COLINAS DEL TUNAL PRESUPUESTO	CÓDIGO	1110696		
		VERSIÓN	1		
		PÁGINA	1	DE	1
EJECUTA: <u>NATALIA ANGÉLICA PEÑA PÉREZ</u>		CIUDAD: <u>CÚCUTA</u>		DEPARTAMENTO: <u>NORTE DE SANTANDER</u>	
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTALES
1	PRELIMINARES				
1,1	Descapote	m2	3180,94	\$1.137,00	\$3.616.733
1,2	Localizacion y replanteo	ml	3977,00	\$721,00	\$2.867.417
2	EXCAVACIONES				
2,1	Excavacion manual en material comun h≤ 2m	m3	6190,941	\$28.419,00	\$175.940.352
2,2	Excavacion manual en material comun h = 2m a 3m	m3	469,942	\$41.756,00	\$19.622.898
2,3	Excavacion manual en material comun h > 4m	m3	163,525	\$48.359,00	\$7.907.905
2,4	Entibados en tablonces con apuntalamientos cada 0.50m	m2	13519,012	\$25.058,00	\$338.759.403
3	CONSTRUCCION DE CAMARAS DE INSPECCION				
3,1	Cámara de inspeccion h≤ 2m con D.Int = 1.20m	und	83	\$2.526.181,00	\$209.673.023
3,2	Cámara de inspeccion h = 2m a 4m con D.Int = 1.20m	und	4	\$2.567.311,00	\$10.269.244
3,3	Cámara de inspeccion h = 4m a 6m con D.Int = 1.20m	und	1	\$4.009.269,00	\$4.009.269
3,4	Empalme a cámara tubería de 10"	und	210	\$97.469,00	\$20.468.490
3,5	Suministro y adaptacion tubería de caída PVC D=8"	ml	89,77	\$243.666,00	\$21.873.897
4	SUMINISTROS E INSTALACION DE TUBERIAS				
4,1	Suministro e instalacion de tubería sanitaria en PVC D=8"	ml	3976,18	\$62.010,00	\$246.562.922
5	RELLENOS				
5,1	Relleno con material seleccionado de la excavacion compactado	m3	2986,9474	\$22.003,20	\$65.722.401
6	CONSTRUCCION DE CABEZAL DE ENTREGA				
6,1	Construcción cabezal de entrega para tubería de 8"	und	210	\$37.634,47	\$7.903.238
7	DESALOJO DE MATERIAL SOBRANTE				
7,1	Desalojo de material sobrante	m3	602,0516	\$38.238,00	\$23.021.249
8	SEÑALIZACIÓN				
8,1	Aislamiento con tela verde estabilizada h= 1.9m y estacas cada 3m	ml	7952,36	\$6.742,00	\$53.614.811
COSTO DIRECTO				SUMATORIA	\$1.211.833.253
COSTOS INDIRECTOS					
A.L.U			30%		\$363.549.976
COSTOS TOTAL					\$1.575.383.229
OBSERVACIONES					

5. Conclusiones

En el análisis del levantamiento topográfico, pudimos observar que el terreno posee pendientes grandes en muchos tramos, no de forma escarpada, sino, fuertemente inclinado, con variaciones a pequeños tramos moderadamente inclinados.

Al delimitar las zonas de descarga de las aguas residuales del sistema del alcantarillado, al calcular los caudales combinados Q_c encontramos que el tramo 6-9 dicho $Q_c=0,0108\text{m}^3/\text{s}$, siendo este caudal el menor entre todos los caudales combinados de los tramos calculados, y que, por el contrario, el tramo 90-S2 presenta un $Q_c=1,7880\text{m}^3/\text{s}$, siendo éste el de mayor caudal entre dichos caudales combinados calculados.

Al calcular los diámetros de las tuberías, encontramos 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.

Al realizar el análisis de precios unitarios para posteriormente realizar el presupuesto, se puede observar que los precios comerciales cambian dependiendo del proveedor, y éstos a su vez deben cumplir con los estándares propuestos por las Normas NTC y ASTM para los diámetros de tubería, y del RAS 0330 de 2017 para las profundidades a las que deben quedar dichas tuberías y pozos.

El uso de la herramienta EPA SWMM (Stormwater Management Model) permite modelar alcantarillados de cualquier dimensión. Éste software modela y ajusta alcantarillados y es una de las alternativas de modelación de alcantarillado más completa, ya que su análisis hidráulico es el

más rápido y eficaz, además es la patente para el modelamiento y evaluación de alcantarillados instalado en otros softwares.

6. Recomendaciones

Se debe tener en cuenta que el levantamiento topográfico indica las pendientes naturales para aprovechar la escorrentía por gravedad y el aprovechamiento de éstas, pero también se debe tener en cuenta que en ciertos sectores son muy grandes, lo cual podría causar un daño a la estructura de alcantarillado a futuro, lo cual indica que se deben tomar precauciones de acuerdo a las normas como el RAS.

Se recomienda tener en cuenta la Norma NTC y ASTM para el diseño del alcantarillado, el diámetro de las tuberías y pozos, que soporten los caudales aportados por el diseño obtenido basándose en la Norma RAS 0330-2017.

Es recomendable que, al adquirir las tuberías con los diámetros obtenidos, éstas deben cumplir con la Norma NTC-37722-3-S8 y la Norma NTC 5055 ASTM para grandes diámetros de tubería, con sus respectivas especificaciones técnicas normalizadas.

Con respecto al presupuesto, cabe recomendar que se debe tener en cuenta que algunas tuberías o accesorios se adquieren bajo pedido, y su costo varía de acuerdo al proveedor y a las especificaciones técnicas que se necesiten; lo mismo ocurre con los demás materiales, máquinas y mano de obra que se necesite para realizar la obra del diseño académico de la red de alcantarillado sanitario del asentamiento humano colinas del tunal, en la ciudad de Cúcuta.

El software SWMM no proporciona recomendaciones en cuanto a pendiente, diámetros o secciones óptimas. Se recomienda para mejorar el alcantarillado realizar metodologías como (prueba-error) a juicio del diseñador apoyado en las normas técnicas vigentes como el RAS 2000, brindando así las condiciones ideales para un óptimo funcionamiento del alcantarillado.

Referencias Bibliográficas

- 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*. Tesis de grado, San José de Cúcuta, Universidad Francisco de Paula Santander.
- Álvarez, S. (2013). *Pasantías en la Fundación Valor y Compromiso diseño del alcantarillado sanitario Barrio Colinas de Bello Monte, Cúcuta, Norte de Santander*. Tesis de grado, 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 – 2038)*. Tesis de grado, Managua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Bonilla, K. (2018). *Pre-diseño de la red de alcantarillado sanitario del condominio Recreacional Parcelación San Carlos en el municipio de Villavicencio*. Tesis de grado, Villavicencio, Universidad Santo Tomás.
- Chambi, L. (2018). *Análisis y diseño de la red de alcantarillado y drenaje pluvial en el distrito de alto selva alegre “El Mirador” provincia de Arequipa mediante el programa SWMM 5.1*. Tesis de grado, Arequipa, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Recuperado de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6728>
- Congreso de Colombia. (2000). *Decreto 302. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado*. Recuperado de: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4636>

CYPE ingeniero S.A. (s,f). Generador de precios Colombia. Recuperado de: www.colombia.generadordeprecios.

Departamento de Boyacá. (2017). *Lista oficial de precios unitarios fijos de Obra Pública y de consultoría*. Boyacá: Abiertos Colombia

Frías, L. (2019). *Diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial del barrio Dos de Agosto, Cantón Pasaje, Provincia de El Oro*. Tesis de grado, Machala, Universidad Técnica de Machala. Recuperado de: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13778/1/ECUAIC-2019-ICI-DE00008.pdf>

Gonzales, R. (2017). Metodología de la investigación en la ingeniería. *Revista Científica*, 29(2), 115.

Granados, R. & Gómez, S. (2013). Manual de procedimiento para la revisión, evaluación y aprobación del anteproyecto, documento final o informes parciales de trabajos de grado.

León, J., Salinas, E. & Zepeda, M. (2017). *Diseño de red de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento del municipio de Turín, departamento de Ahuachapán, El Salvador*. Tesis de grado, San Salvador, Universidad de El Salvador. Recuperado de: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14409/>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2012). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS*. Recuperado de: http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO_D.pdf

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017). *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”.

Bogota: El Ministerio.

PAVCO WAVIN. (2018). *Lista de precios*. Recuperado de: <https://www.pavco.com.co>

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*. Tesis de grado, San José de Cúcuta, Universidad Francisco de Paula Santander.

Rodríguez, J. (2017). Efectos de la migración interna sobre el sistema de asentamientos humanos de América Latina y el Caribe. *Revista de la CEPAL*, 1(123), 7-34. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42692/RVE123_Rodriguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rodríguez, M. & Rodríguez, J. (2014). *Modelación y evaluación hidráulica del alcantarillado del municipio de Chocontá- Cundinamarca, mediante el uso del software Epa SLMM*. Trabajo de grado. Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia.

Solis, K. (2015). *Diseño hidráulico de redes de alcantarillado y construcción de reservorios de tierra con sistema de geo membrana utilizado como pozo de oxidación para la localidad: nuevo paraíso*. Tesis de grado, Trujillo, Universidad Privada Antenor Orrego. Recuperado de: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/631>

Úcros, S. & Ramírez, G. (2018). *Diseño del sistema de saneamiento básico de aguas residuales de los sectores el Socorro y Charco colorado en el municipio de san Luis de Sincé, en el departamento de Sucre*. Tesis de grado, Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio

Garavito.

Vargas, H. (2018). *Planteamiento metodológico para el diseño de un alcantarillado sanitario en zonas rurales*. Tesis de grado, Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Recuperado de: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/jspui/bitstream/001/733/2/Vargas%20>

[Porras%2C%20H%C3%A9ctor%20Enrique%20-%202018.pdf](https://repositorio.escuelaing.edu.co/jspui/bitstream/001/733/2/Vargas%20Porras%2C%20H%C3%A9ctor%20Enrique%20-%202018.pdf)

ANEXOS

Anexo 1. Resumen estadístico basado en los resultados obtenidos por el EPA-SWMM

STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.0 vE (Build 5.0.018 vE)
 Traducido por el Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos
 Universidad Politécnica de Valencia

NOTA: El resumen estadístico mostrado en este informe se basa en los resultados obtenidos en todos los intervalos de cálculo, no sólo en los intervalos registrados en el informe.

Opciones de Análisis

Unidades de Caudal LPS

Modelos utilizados:

Lluvia/Escorrentía NO

Deshielo de Nieve NO

Flujo Subterráneo NO

Cálculo Hidráulico SI

Permitir Estancamiento . NO

Calidad del Agua NO

Método de Cálculo Hidráulico DYNWAVE

Fecha de Comienzo AUG-16-2019 00:00:00

Fecha de Finalización AUG-17-2019 06:00:00

Días Previos sin Lluvia 0.0

Report Time Step 00:15:00

Intervalo de Cálculo Hidráulico . 30.00 s

Errores de Continuidad

*****	Volumen	Volumen
Cálculo Hidráulico	ha·m	10 ³ m ³
*****	-----	-----
Aporte Tiempo Seco	0.272	2.722
Aporte Tiempo Lluvia	0.000	0.000
Aporte Ag. Subterranea ...	0.000	0.000
Aportes dep. Lluvia	0.000	0.000
Aportes Externos	0.000	0.000
Descargas Externas	0.272	2.716
Descargas Internas	0.000	0.000
Perdidas Almacenamiento ..	0.000	0.000
Vol. Almacenado Inicial ..	0.000	0.002
Vol. Almacenado Final	0.001	0.007

Perdidas Almacenamiento .. 0.000 0.000
 Vol. Almacenado Inicial .. 0.000 0.002
 Vol. Almacenado Final 0.001 0.007
 % Error Continuidad 0.022

Incremento de Tiempo de Elementos Críticos

Línea C-109 (99.80%)

Máximos Índices de Inestabilidad

Todas las líneas son estables.

Resumen de Intervalo de Cálculo Hidráulico

Intervalo de Cálculo Mínimo : 3.82 seg
 Intervalo de Cálculo Medio : 4.96 seg
 Intervalo de Cálculo Máximo : 13.76 seg
 Porcentaje en Reg. Permanente : 0.00
 Nº medio iteraciones por instante : 2.00

Resumen de Nivel en Nudos

Nudo	Tipo	Nivel		Altura Instante	Nivel Máx.
		Medio	Máximo		
		Metros	Metros	Metros	días hr:min
P-1	JUNCTION	0.01	0.01	362.63	0 00:00
P-10	JUNCTION	0.00	0.06	355.08	0 00:00
P-11	JUNCTION	0.02	0.08	351.60	0 00:00
P-12	JUNCTION	0.01	0.04	349.96	0 00:00
P-13	JUNCTION	0.01	0.02	328.59	0 00:00
P-14	JUNCTION	0.02	0.04	307.46	0 00:00
P-15	JUNCTION	0.05	0.08	292.50	0 00:01

P-16	JUNCTION	0.03	0.07	292.64	0 00:00
P-17	JUNCTION	0.01	0.02	349.09	0 00:00
P-18	JUNCTION	0.01	0.06	311.28	0 00:00
P-19	JUNCTION	0.02	0.06	294.48	0 00:00
P-2	JUNCTION	0.01	0.01	354.58	0 00:02
P-20	JUNCTION	0.02	0.03	341.00	0 00:00
P-21	JUNCTION	0.01	0.01	338.68	0 00:01
P-22	JUNCTION	0.01	0.01	326.58	0 00:01
P-23	JUNCTION	0.01	0.02	312.59	0 00:01
P-24	JUNCTION	0.01	0.04	307.66	0 00:00
P-25	JUNCTION	0.02	0.04	296.06	0 00:00
P-26	JUNCTION	0.01	0.02	341.14	0 00:01
P-27	JUNCTION	0.01	0.01	334.58	0 00:02
P-28	JUNCTION	0.01	0.01	323.98	0 00:03
P-29	JUNCTION	0.01	0.01	303.88	0 00:04
P-3	JUNCTION	0.01	0.01	357.63	0 00:02
P-30	JUNCTION	0.03	0.03	292.55	0 00:04
P-31	JUNCTION	0.02	0.02	346.34	0 19:32
P-32	JUNCTION	0.02	0.02	345.34	0 04:14
P-33	JUNCTION	0.03	0.03	339.90	0 12:55
P-34	JUNCTION	0.02	0.02	339.49	0 09:43
P-35	JUNCTION	0.01	0.01	342.73	0 00:34
P-36	JUNCTION	0.00	0.00	343.12	0 00:00
P-37	JUNCTION	0.01	0.01	339.53	0 00:07
P-38	JUNCTION	0.01	0.01	333.08	0 00:02
P-39	JUNCTION	0.02	0.02	317.34	0 00:03
P-4	JUNCTION	0.02	0.02	347.49	0 22:16
P-41	JUNCTION	0.02	0.02	307.39	0 00:03
P-43	JUNCTION	0.02	0.02	304.09	0 00:03
P-44	JUNCTION	0.02	0.02	299.79	0 00:03
P-47	JUNCTION	0.05	0.05	290.82	0 00:05
P-48	JUNCTION	0.05	0.05	291.62	0 00:05
P-49	JUNCTION	0.02	0.02	340.64	0 00:02
P-5	JUNCTION	0.01	0.01	363.93	0 00:00
P-50	JUNCTION	0.02	0.02	337.54	0 00:04
P-51	JUNCTION	0.01	0.01	337.03	0 00:04
P-52	JUNCTION	0.01	0.01	335.58	0 00:00
P-53	JUNCTION	0.02	0.02	331.54	0 00:01
P-54	JUNCTION	0.01	0.01	329.53	0 00:01
P-55	JUNCTION	0.01	0.01	326.58	0 00:01
P-56	JUNCTION	0.01	0.01	323.78	0 00:02
P-57	JUNCTION	0.02	0.02	321.39	0 00:02
P-58	JUNCTION	0.01	0.01	319.58	0 00:02
P-59	JUNCTION	0.02	0.02	334.09	1 02:02

P-6	JUNCTION	0.02	0.02	350.54	0 00:02
P-60	JUNCTION	0.02	0.02	328.94	0 11:32
P-61	JUNCTION	0.05	0.05	326.62	0 09:36
P-62	JUNCTION	0.02	0.02	326.09	0 09:07
P-63	JUNCTION	0.01	0.02	333.39	0 00:01
P-64	JUNCTION	0.00	0.00	335.07	0 00:00
P-65	JUNCTION	0.01	0.01	333.53	0 00:01
P-66	JUNCTION	0.01	0.01	328.53	0 00:04
P-67	JUNCTION	0.02	0.02	318.09	0 01:25
P-68	JUNCTION	0.02	0.02	309.09	0 02:52
P-69	JUNCTION	0.02	0.02	300.59	0 19:31
P-7	JUNCTION	0.01	0.01	365.63	0 00:00
P-70	JUNCTION	0.01	0.01	322.08	0 00:00
P-72	JUNCTION	0.01	0.01	313.58	0 09:52
P-73	JUNCTION	0.02	0.02	310.59	0 03:25
P-75	JUNCTION	0.03	0.03	309.55	1 01:32
P-76	JUNCTION	0.04	0.04	309.21	0 21:57
P-77	JUNCTION	0.01	0.01	320.58	0 00:01
P-78	JUNCTION	0.02	0.02	308.79	0 16:02
P-79	JUNCTION	0.01	0.01	317.58	0 00:00
P-8	JUNCTION	0.01	0.01	357.53	0 00:01
P-80	JUNCTION	0.03	0.03	304.05	1 00:05
P-81	JUNCTION	0.04	0.04	303.11	0 02:50
P-82	JUNCTION	0.05	0.05	302.87	0 18:00
P-83	JUNCTION	0.02	0.02	302.59	1 01:06
P-84	JUNCTION	0.01	0.02	306.59	0 00:02
P-85	JUNCTION	0.03	0.03	295.60	1 05:51
P-86	JUNCTION	0.03	0.03	293.60	0 12:27
P-87	JUNCTION	0.03	0.03	287.10	0 08:03
P-88	JUNCTION	0.07	0.07	284.59	1 00:18
P-89	JUNCTION	0.02	0.02	290.79	0 01:22
P-9	JUNCTION	0.01	0.02	353.17	0 00:00
P-90	JUNCTION	0.04	0.04	289.06	0 00:06
P-91	JUNCTION	0.04	0.04	288.11	0 00:07
S-3	OUTFALL	0.07	0.07	284.29	0 01:06
S-2	OUTFALL	0.04	0.04	286.66	0 00:07
S-1	OUTFALL	0.05	0.08	292.20	0 00:01

Resumen de Aportes en Nudos

Nudo	Aporte Lateral Máximo Tipo	Aporte Total Máximo LPS	Instante de Aporte Máximo días hr:min	Volumen Aporte Lateral 10^6 ltr	Volumen Aporte Total 10^6 ltr	
P-1	JUNCTION	1.50	1.50	0 00:00	0.162	0.162
P-10	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
P-11	JUNCTION	1.50	1.50	0 00:00	0.162	0.162
P-12	JUNCTION	2.00	2.00	0 00:00	0.216	0.216
P-13	JUNCTION	0.80	10.95	0 00:00	0.086	0.303
P-14	JUNCTION	0.80	7.54	0 00:00	0.086	0.389
P-15	JUNCTION	0.00	19.91	0 00:00	-0.032	0.595
P-16	JUNCTION	0.00	15.40	0 00:00	0.000	0.239
P-17	JUNCTION	0.30	14.74	0 00:00	0.032	0.195
P-18	JUNCTION	0.30	9.10	0 00:00	0.032	0.227
P-19	JUNCTION	0.10	21.58	0 00:00	0.011	0.238
P-2	JUNCTION	0.00	1.60	0 00:01	0.000	0.162
P-20	JUNCTION	1.50	12.42	0 00:00	0.162	0.162
P-21	JUNCTION	0.40	3.75	0 00:00	0.043	0.205
P-22	JUNCTION	0.40	2.88	0 00:01	0.043	0.248
P-23	JUNCTION	0.10	2.99	0 00:01	0.011	0.259
P-24	JUNCTION	0.40	3.41	0 00:01	0.043	0.302
P-25	JUNCTION	0.20	6.91	0 00:00	0.022	0.324
P-26	JUNCTION	1.50	1.50	0 00:00	0.162	0.162
P-27	JUNCTION	0.00	1.54	0 00:02	0.000	0.162
P-28	JUNCTION	0.00	1.53	0 00:03	0.000	0.162
P-29	JUNCTION	0.50	2.02	0 00:03	0.054	0.216
P-3	JUNCTION	1.50	1.50	0 00:00	0.162	0.162
P-30	JUNCTION	0.00	7.55	0 00:00	-0.216	0.324
P-31	JUNCTION	0.30	2.00	1 05:07	0.032	0.216
P-32	JUNCTION	0.10	1.62	0 00:02	0.011	0.173
P-33	JUNCTION	0.30	2.30	0 02:03	0.032	0.248
P-34	JUNCTION	0.00	4.20	0 04:06	0.000	0.453
P-35	JUNCTION	0.30	1.90	0 05:08	0.032	0.205
P-36	JUNCTION	0.00	0.00	0 00:00	0.000	0.000
P-37	JUNCTION	1.50	1.50	0 00:00	0.162	0.162
P-38	JUNCTION	0.40	1.90	0 00:07	0.043	0.205
P-39	JUNCTION	0.00	3.46	0 00:02	0.000	0.367

P-4	JUNCTION	0.00	2.50	0	00:02	-0.302	0.183
P-41	JUNCTION	0.30	3.71	0	00:03	0.032	0.399
P-43	JUNCTION	0.20	3.91	0	00:03	0.022	0.421
P-44	JUNCTION	0.30	4.21	0	00:03	0.032	0.453
P-47	JUNCTION	0.00	9.23	0	00:05	-0.054	0.982
P-48	JUNCTION	2.40	5.57	0	00:04	0.259	0.583
P-49	JUNCTION	1.50	1.50	0	00:00	0.162	0.162
P-5	JUNCTION	1.50	1.50	0	00:00	0.162	0.162
P-50	JUNCTION	0.00	1.54	0	00:02	0.000	0.162
P-51	JUNCTION	0.00	1.51	0	00:04	0.000	0.162
P-52	JUNCTION	1.50	1.50	0	00:00	0.162	0.162
P-53	JUNCTION	0.00	1.53	0	00:01	0.000	0.162
P-54	JUNCTION	0.00	1.50	0	00:01	0.000	0.162
P-55	JUNCTION	0.00	1.51	0	00:01	0.000	0.162
P-56	JUNCTION	0.00	1.54	0	00:01	0.000	0.162
P-57	JUNCTION	0.00	1.58	0	00:02	0.000	0.162
P-58	JUNCTION	0.00	1.55	0	00:02	0.000	0.162
P-59	JUNCTION	0.20	4.40	0	05:49	0.022	0.474
P-6	JUNCTION	0.00	1.60	0	00:01	0.000	0.162
P-60	JUNCTION	0.00	4.80	0	00:43	-0.119	0.517
P-61	JUNCTION	0.10	4.90	0	00:34	0.011	0.528
P-62	JUNCTION	0.00	4.90	0	15:11	0.000	0.528
P-63	JUNCTION	1.50	1.50	0	00:00	0.162	0.162
P-64	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0.000	0.000
P-65	JUNCTION	1.50	1.50	0	00:00	0.162	0.162
P-66	JUNCTION	0.10	1.61	0	00:04	0.011	0.173
P-67	JUNCTION	0.10	5.00	0	04:51	0.011	0.539
P-68	JUNCTION	0.10	5.10	0	14:06	0.011	0.549
P-69	JUNCTION	0.10	5.20	0	00:43	0.011	0.560
P-7	JUNCTION	1.50	1.50	0	00:00	0.162	0.162
P-70	JUNCTION	1.50	1.50	0	00:00	0.162	0.162
P-72	JUNCTION	0.00	2.02	0	00:00	0.000	0.162
P-73	JUNCTION	0.00	2.10	0	00:00	0.000	0.162
P-75	JUNCTION	0.00	2.10	0	00:11	-0.097	0.227
P-76	JUNCTION	0.10	3.80	0	00:27	0.011	0.410
P-77	JUNCTION	1.50	1.50	0	00:00	0.162	0.162
P-78	JUNCTION	0.00	4.20	0	00:46	-0.119	0.453
P-79	JUNCTION	1.50	1.50	0	00:00	0.162	0.162
P-8	JUNCTION	0.00	1.57	0	00:00	0.000	0.162
P-80	JUNCTION	0.00	4.50	0	00:28	-0.130	0.485
P-81	JUNCTION	0.10	4.60	0	00:27	0.011	0.496
P-82	JUNCTION	0.10	4.70	0	00:28	0.011	0.506
P-83	JUNCTION	0.30	5.00	0	01:06	0.032	0.539
P-84	JUNCTION	1.50	1.50	0	00:00	0.162	0.162

P-85	JUNCTION	0.20	5.40	0	01:25	0.022	0.582
P-86	JUNCTION	0.30	5.70	1	02:18	0.032	0.614
P-87	JUNCTION	0.30	6.00	0	05:47	0.032	0.646
P-88	JUNCTION	0.00	10.60	0	01:22	-0.065	1.141
P-89	JUNCTION	0.20	5.20	0	00:29	0.022	0.560
P-9	JUNCTION	0.00	1.51	0	00:01	0.000	0.162
P-90	JUNCTION	0.00	9.24	0	00:06	-0.162	0.981
P-91	JUNCTION	0.00	9.22	0	00:06	0.000	0.981
S-3	OUTFALL	0.00	10.60	0	01:06	0.000	1.141
S-2	OUTFALL	0.00	9.22	0	00:07	0.000	0.980
S-1	OUTFALL	0.00	16.30	0	00:01	0.000	0.595

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 ⁶ ltr
S-3	99.82	10.58	10.60	1.141
S-2	99.83	9.10	9.22	0.980
S-1	100.00	5.51	16.30	0.595
Sistema	99.88	25.19	25.20	2.716

Resumen de Caudal en Líneas

Línea	Tipo	Caudal Instante		Veloc.	Caudal Nivel	
		Máximo	Caudal Máx	Máx	Máx/	Máx/
		LPS	días hr:min	m/sec	Lleno	Lleno
C-1	CONDUIT	1.60	0 00:01	13.14	0.01	0.07
C-3	CONDUIT	1.73	0 00:02	8.66	0.01	0.10
C-4	CONDUIT	1.83	0 00:03	6.45	0.02	0.11
C-5	CONDUIT	2.04	0 00:00	4.15	0.01	0.10
C-6	CONDUIT	1.60	0 00:01	2.84	0.01	0.08
C-7	CONDUIT	1.70	1 05:07	1.12	0.03	0.11
C-8	CONDUIT	1.57	0 00:00	2.74	0.01	0.06
C-9	CONDUIT	1.51	0 00:01	1.85	0.01	0.07
C-10	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.05
C-11	CONDUIT	1.06	0 00:00	0.97	0.01	0.09
C-12	CONDUIT	2.00	0 02:03	1.11	0.01	0.13
C-13	CONDUIT	2.30	0 12:09	0.95	0.06	0.15
C-14	CONDUIT	1.52	0 00:02	2.37	0.01	0.08
C-15	CONDUIT	1.60	0 05:08	1.58	0.01	0.08
C-16	CONDUIT	1.90	0 00:18	1.88	0.01	0.10
C-17	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.04
C-18	CONDUIT	4.20	0 05:49	2.49	0.03	0.12
C-19	CONDUIT	4.40	0 00:43	2.46	0.03	0.12
C-20	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.03
C-21	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.04
C-22	CONDUIT	1.69	0 00:01	5.46	0.01	0.10
C-23	CONDUIT	4.80	0 00:34	1.54	0.04	0.20
C-24	CONDUIT	4.90	0 15:11	1.52	0.12	0.18
C-25	CONDUIT	4.90	0 04:51	3.45	0.02	0.10
C-26	CONDUIT	5.00	0 14:06	3.26	0.02	0.11
C-27	CONDUIT	5.10	0 00:43	3.13	0.03	0.11
C-28	CONDUIT	5.20	0 01:25	2.34	0.03	0.14
C-29	CONDUIT	5.40	1 02:18	2.18	0.05	0.15
C-30	CONDUIT	5.70	0 05:47	2.15	0.04	0.16
C-31	CONDUIT	6.00	0 00:36	2.06	0.07	0.27
C-32	CONDUIT	5.20	0 00:34	2.90	0.03	0.24
C-33	CONDUIT	5.00	0 00:29	2.81	0.03	0.12
C-34	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.03
C-35	CONDUIT	2.02	0 00:00	14.00	0.01	0.07
C-36	CONDUIT	2.10	0 00:00	5.94	0.01	0.09
C-37	CONDUIT	1.50	0 00:11	1.08	0.02	0.13

C-38	CONDUIT	2.10	0	00:27	0.75	0.06	0.20
C-39	CONDUIT	3.80	0	00:46	1.23	0.11	0.18
C-40	CONDUIT	4.20	0	00:27	2.50	0.03	0.14
C-41	CONDUIT	4.50	0	00:27	2.28	0.05	0.19
C-42	CONDUIT	4.60	0	00:28	0.95	0.11	0.25
C-43	CONDUIT	4.70	0	01:06	0.86	0.15	0.26
C-44	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
C-45	CONDUIT	1.97	0	00:03	10.40	0.01	0.14
C-46	CONDUIT	1.71	0	00:01	4.05	0.01	0.11
C-47	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.03
C-48	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.04
C-49	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.04
C-50	CONDUIT	1.54	0	00:02	1.92	0.02	0.10
C-51	CONDUIT	1.51	0	00:04	1.36	0.02	0.09
C-52	CONDUIT	1.51	0	00:04	2.38	0.01	0.06
C-53	CONDUIT	1.61	0	00:04	1.33	0.01	0.15
C-54	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.04
C-55	CONDUIT	1.53	0	00:01	5.65	0.01	0.08
C-56	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.03
C-57	CONDUIT	1.64	0	00:01	5.42	0.01	0.08
C-58	CONDUIT	1.50	0	00:01	3.54	0.01	0.08
C-59	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.03
C-60	CONDUIT	1.60	0	00:01	5.29	0.01	0.10
C-61	CONDUIT	1.51	0	00:01	2.00	0.01	0.07
C-62	CONDUIT	1.54	0	00:01	2.06	0.01	0.07
C-63	CONDUIT	1.58	0	00:02	1.99	0.01	0.08
C-64	CONDUIT	1.55	0	00:02	1.91	0.01	0.07
C-65	CONDUIT	1.55	0	00:02	1.70	0.01	0.08
C-66	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.04
C-67	CONDUIT	1.50	0	00:07	2.03	0.01	0.07
C-68	CONDUIT	1.94	0	00:02	2.53	0.01	0.08
C-69	CONDUIT	3.41	0	00:03	2.47	0.02	0.10
C-70	CONDUIT	3.71	0	00:03	2.31	0.03	0.11
C-71	CONDUIT	3.91	0	00:03	2.65	0.02	0.11
C-72	CONDUIT	4.22	0	00:03	1.87	0.02	0.18
C-73	CONDUIT	1.54	0	00:02	4.87	0.01	0.08
C-74	CONDUIT	1.53	0	00:03	2.19	0.01	0.06
C-75	CONDUIT	1.52	0	00:03	2.04	0.01	0.07
C-76	CONDUIT	2.01	0	00:04	1.30	0.01	0.11
0	CONDUIT	9.24	0	00:06	2.24	0.14	0.24
C-78	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.11
C-79	CONDUIT	10.15	0	00:00	5.39	0.05	0.13
C-80	CONDUIT	6.74	0	00:00	3.24	0.03	0.13
C-81	CONDUIT	10.44	0	00:00	4.52	0.06	0.29

C-83	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.11
C-84	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.21
C-85	CONDUIT	14.44	0 00:00	3.62	0.16	0.21
C-86	CONDUIT	8.80	0 00:00	4.22	0.04	0.16
C-87	CONDUIT	21.48	0 00:00	3.99	0.10	0.27
C-88	CONDUIT	15.40	0 00:00	2.73	0.21	0.33
C-89	CONDUIT	12.75	0 00:00	1.42	0.29	0.40
C-90	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.11
C-91	CONDUIT	10.92	0 00:00	3.94	0.06	0.19
C-92	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.09
C-93	CONDUIT	3.35	0 00:00	2.36	0.06	0.11
C-94	CONDUIT	2.48	0 00:01	2.58	0.01	0.08
C-95	CONDUIT	2.89	0 00:01	2.91	0.01	0.08
C-96	CONDUIT	3.01	0 00:01	2.82	0.01	0.11
C-97	CONDUIT	6.71	0 00:00	2.44	0.03	0.21
C-98	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.17
C-99	CONDUIT	9.46	0 00:00	3.57	0.08	0.16
C-100	CONDUIT	3.17	0 00:04	2.55	0.04	0.21
C-101	CONDUIT	5.53	0 00:05	1.21	0.16	0.27
C-102	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.11
C-103	CONDUIT	0.00	0 00:00	0.00	0.00	0.04
C-109	CONDUIT	9.22	0 00:06	2.07	0.11	0.23
C-110	CONDUIT	9.22	0 00:07	1.96	0.12	0.24
C-111	CONDUIT	16.30	0 00:01	1.43	0.42	0.45
C-112	CONDUIT	10.60	0 01:06	1.25	0.28	0.36

Resumen de Tipo de Flujo

Conducto	Longitud - Fracción de Tiempo en Tipo de Flujo - Número Variac									
	Ajustada	Seco (Caudal 0)	Sub-	Super	Crítico	Froude	Media			
	/Real	Todo Ini.	Final Crít.	Crít. Ini.	Final	Medio	Caudal			
C-1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	7.33	0.0000
C-3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	3.30	0.0000
C-4	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.73	0.0000
C-5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	3.29	0.0000
C-6	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	6.07	0.0000
C-7	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	3.06	0.0000
C-8	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	7.76	0.0000
C-9	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	6.14	0.0000

C-10	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
C-11	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
C-12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.48	0.0000
C-13	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.20	0.0000
C-14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	4.70	0.0000
C-15	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	4.99	0.0000
C-16	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	4.10	0.0000
C-17	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
C-18	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	6.60	0.0000
C-19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	6.41	0.0000
C-20	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
C-21	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
C-22	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	3.31	0.0000
C-23	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.68	0.0000
C-24	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	3.20	0.0000
C-25	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	9.70	0.0000
C-26	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	8.92	0.0000
C-27	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	8.40	0.0000
C-28	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	5.65	0.0000
C-29	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	5.04	0.0000
C-30	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	4.85	0.0000
C-31	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.82	0.0000
C-32	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.96	0.0000
C-33	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	7.31	0.0000
C-34	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
C-35	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	7.02	0.0000
C-36	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	4.17	0.0000
C-37	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.84	0.0000
C-38	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.12	0.0000
C-39	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.62	0.0000
C-40	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	4.89	0.0000
C-41	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.59	0.0000
C-42	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.66	0.0000
C-43	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.48	0.0000
C-44	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
C-45	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.59	0.0000
C-46	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.81	0.0000
C-47	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
C-48	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
C-49	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
C-50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	3.50	0.0000
C-51	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	4.16	0.0000
C-52	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	8.85	0.0000
C-53	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.58	0.0000

C-99	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	4.02	0.0000
C-100	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.57	0.0000
C-101	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.70	0.0000
C-102	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
C-103	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000
C-109	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	3.85	0.0000
C-110	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	3.59	0.0000
C-111	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.86	0.0000
C-112	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.81	0.0000

Resumen de Sobrecarga de Conductos

Ningún conducto ha entrado en carga.

Instante de inicio del análisis: Wed Feb 19 19:34:12 2020

Instante de finalización del análisis: Wed Feb 19 19:34:15 2020

Tiempo total transcurrido: 00:00:03

Anexo 2 Referencias costos para precios unitario tuberías



SANITARIA - VENTILACIÓN

Sistema de Tuberías y Conexiones

Tuberías

	Referencia	Diámetro pulg.	Unidad de empaque	Precio x tubo \$
Tuberías Sanitaria Tramos de 6 metros 	2900319	1½	1 tubo	54.003
	2902515	2	1 tubo	66.954
	2902517	3	1 tubo	100.005
	2900331	4	1 tubo	139.368
	2900336	6	1 tubo	295.134
	2900420	8	1 tubo	530.945
	2900421	10	1 tubo	829.318

	Referencia	Diámetro pulg.	Unidad de empaque	Precio x tubo \$
Tuberías Sanitaria NOVATEC 	2900323	2	1 tubo	66.954
	2900326	3	1 tubo	100.005
	2900330	4	1 tubo	139.368
	2900335	6	1 tubo	295.134

	Referencia	Diámetro pulg.	Unidad de empaque	Precio x tubo \$
Ventilación 	2900338	1½	1 tubo	30.344
	2900341	2	1 tubo	43.869
	2900344	3	1 tubo	58.552
	2900347	4	1 tubo	100.962

Conexiones

	Referencia	Diámetro pulg.	Unidad de empaque	Precio x unidad \$
Accesorios Codos 90° - ¼ C x C 	2901209	1½	100 ud	2.608
	2901213	2	50 ud	3.057
	2901217	3	20 ud	7.082
	2901221	4	10 ud	12.202
	2901224	6	1 ud	104.231
	2909777	8*	1 ud	166.206
	2903802	10*	1 ud	566.983

	Referencia	Diámetro pulg.	Unidad de empaque	Precio x unidad \$
Codos 90° - ¼ C x E 	2901210	1½	50 ud	3.187
	2901214	2	50 ud	3.771
	2901218	3	20 ud	8.198
	2901222	4	10 ud	15.043
	2901226	6	1 ud	104.231

* COLOR BLANCO

	Referencia	Diámetro pulg.	Unidad de empaque	Precio x unidad \$
Codos 45° - ¼ C x C 	2901179	1½	50 ud	3.017
	2901181	2	100 ud	3.660
	2901185	3	50 ud	7.866
	2901189	4	20 ud	13.728
	2901193	6	1 ud	50.379
	2909776	8*	1 ud	149.305
	2903804	10*	1 ud	471.480

	Referencia	Diámetro pulg.	Unidad de empaque	Precio x unidad \$
Codos 45° - ¼ C x E 	2901180	1½	50 ud	3.017
	2901183	2	50 ud	3.660
	2901187	3	25 ud	7.866
	2901191	4	20 ud	13.728
	2901195	6	1 ud	50.379
	2903805	8*	1 ud	175.144
	2903806	10*	1 ud	476.879

	Referencia	Diámetro pulg.	Unidad de empaque	Precio x unidad \$
Codos 22½° - 1 ¼ C x C 	2901162	2	50 ud	4.258
	2901164	3	20 ud	8.097
	2901167	4	20 ud	13.317
	2903450	6	1 ud	129.161

	Referencia	Diámetro pulg.	Unidad de empaque	Precio x unidad \$
Codos 22 ½° - ¼ C x E 	2901163	2	50 ud	4.258
	2901165	3	20 ud	8.097
	2901168	4	20 ud	13.317

	Referencia	Diámetro pulg.	Unidad de empaque	Precio x unidad \$
Codos Reventados 	2901156	3 x 2	25 ud	21.639
	2901157	4 x 2	10 ud	28.709

	Referencia	Diámetro pulg.	Unidad de empaque	Precio x unidad \$
Tees Sanitarias 	2901558	1½	100 ud	5.442
	2901561	2	50 ud	6.237
	2901563	3	20 ud	7.827
	2901567	4	10 ud	16.161
	2909345	6	1 ud	148.107
	2903799	8*	1 ud	396.471
	2903800	10*	1 ud	706.121

* COLOR BLANCO

www.pavco.com.co - LISTA DE PRECIOS BASE DE PAVCO A SUS CLIENTES. IVA INCLUIDO.
El cliente final es libre de determinar los precios a los cuales vende a sus propios clientes.
Septiembre de 2019. Precios sujetos a cambio sin previo aviso.

	Referencia	Diámetro pulg.	Unidad de empaque	Precio x unidad \$
Tees Sanitarias Reducidas 	2901543	2 x 1½	25 ud	5.985
	2901545	3 x 2	25 ud	15.027
	2901548	4 x 2	20 ud	25.973
	2901550	4 x 3	10 ud	25.973
	2909348	6 x 4	1 ud	148.107
Tees Sanitarias Dobles 	2901469	1½	25 ud	9.826
	2901471	2	25 ud	11.725
	2901473	3	10 ud	26.600
	2901476	4	5 ud	41.912
Tees Sanitarias Dobles Reducidas 	2901460	2 x 1½	20 ud	8.935
	2901462	3 x 2	20 ud	18.170
	2901464	4 x 2	10 ud	37.598
	2901466	4 x 3	10 ud	37.598
Yees Sanitarias 	2901748	2	50 ud	7.014
	2901751	3	20 ud	14.407
	2901755	4	10 ud	24.841
	2901758	6	1 ud	118.612
	2903794	8*	1 ud	308.455
	2903798	10*	1 ud	502.782
Yees Sanitarias Reducidas 	2901738	3 x 2	25 ud	13.608
	2901741	4 x 2	20 ud	21.324
	2901743	4 x 3	10 ud	21.324
	2901716	6 x 4	1 ud	112.963
	2903792	8 x 4	1 ud	220.465
	2903793	8 x 6	1 ud	215.444
	2903795	10 x 4	1 ud	464.248
	2903796	10 x 6	1 ud	618.155
2903797	10 x 8	1 ud	793.976	
Yees Sanitarias Dobles 	2901729	2	25 ud	11.219
	2901731	3	10 ud	27.464
	2901734	4	5 ud	43.784

Conexiones

	Referencia	Diámetro pulg.	Unidad de empaque	Precio x unidad \$
Yees Sanitarias Dobles Reducidas 	2901721	2 x 3 x 2	20 ud	23.143
	2901724	2 x 4 x 2	10 ud	28.230
	2901726	3 x 4 x 3	5 ud	35.385
Uniones 	2901690	1½	100 ud	2.154
	2901693	2	100 ud	2.466
	2901696	3	50 ud	3.559
	2901700	4	25 ud	7.109
	2901703	6	5 ud	31.164
	2909778	8*	1 ud	89.694
	2903817	10*	1 ud	221.596
Bujes Soldados 	2901021	2 x 1½	200 ud	2.392
	2901026	3 x 1½	100 ud	5.504
	2901028	3 x 2	100 ud	5.192
	2901030	4 x 2	50 ud	9.064
	2901033	4 x 3	50 ud	9.064
	2901036	6 x 4	20 ud	34.395
	2903811	8 x 4	1 ud	129.955
	2909775	8 x 6	1 ud	104.965
	2903813	10 x 6	1 ud	404.823
	2903814	10 x 8	1 ud	442.203
Adaptadores de Limpieza 	2900678	2	100 ud	6.391
	2900680	3	50 ud	13.747
	2900682	4	25 ud	20.253
	2900686	6	20 ud	53.199
	2903815	10 x 8*	1 ud	1.063.990
	2905389	8*	1 ud	675.381
2905390	10*	1 ud	1.833.074	
Junta de Expansión 	2901258	3	20 ud	31.486
	2901260	4	10 ud	35.620
	2902730	6	1 ud	72.041
Junta de expansión Antigua (Unión de reparación 4) 	2901688	4	10 ud	35.765

* COLOR BLANCO

Anexo 3. Referencia costos excavaciones

Generador de Precios.Colombia© CYPE Ingenieros, S.A. Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción

Búsqueda personalizada

Análisis de precios unitarios

- » **Obra nueva**
 - Rehabilitación
 - Espacios urbanos
- 0 Actividades preliminares
- D Demoliciones
- A Acondicionamiento del terreno**
- AD Movimiento de tierras en edificación**
- ADL Descapote y limpieza**
 - m² Descapote y limpieza del terreno
 - m² Descapote y limpieza del terreno con arbustos
 - Ud Talado de árbol
 - » Rehabilitación
 - » Espacios urbanos
- ADD Desmontes
- ADP Terraplenados
- ADE Excavaciones
- ADV Estabilización de taludes
- ADR Rellenos y compactaciones
- ADT Transportes
- ADG Excavaciones para geotermia
- AS Red de desagüe
- AH Achiques y agotamientos
- AN Nivelación
- AM Mejoras del terreno
- AP Entibaciones
- » Rehabilitación
- » Espacios urbanos
- C cimentaciones
- E Estructuras
- F Fachadas y muros divisorios
- L Carpintería, closets, cerrajería, vidrios y protecciones solares
- H Remates y ayudas
- I Instalaciones
- N Aislamientos e impermeabilizaciones
- Q Cubiertas
- R Revestimientos
- S Señalización y equipamiento
- U Urbanización interior del terreno
- G Gestión de residuos
- X Control de calidad y ensayos
- Y Seguridad y salud

Seguridad y salud

- Fabricantes
- Sugerencias



Profundidad mínima (cm)

[Ampliar](#) [Ocultar los capítulos](#) [Enviar sugerencia](#) [Exportación:](#)

ADL006 m² Descapote y limpieza del terreno. \$ 1.742,46

Descapote y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parcia
1	h	Equipo			
	mq01pan01Da	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 KW/1,9 m ³ .	0,021	77.184,27	1.620,87
			Subtotal equipo:		1.620,87
2	h	Mano de obra			
	mo113	Peón de obra blanca.	0,009	9.713,67	87,42
			Subtotal mano de obra:		87,42
3	%	Herramienta menor	2,000	1.708,29	34,17
			Costos directos (1+2+3):		1.742,46

Pliego de condiciones

ÍTEM ADL006: DESCAPOTE Y LIMPIEZA DEL TERRENO.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
 Descapote y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO
 Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LOS ÍTEMS

DEL SOPORTE.
 Inspección ocular del terreno. Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

DEL CONTRATISTA.
 Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitar de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.
 Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de descapote. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de descapote. Carga a camión.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.
 La superficie del terreno quedará limpia y en condiciones adecuadas para poder realizar el replanteo definitivo de la obra.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA
 El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.

Usamos cookies propias y de terceros para mejorar nuestros servicios, recopilar estadísticas y mostrarle publicidad.

Si continúa navegando, entendemos que acepta nuestra política de cookies.

Anexo 4. Referencias costos nivelación

Generador de Precios.Colombia © CYPE Ingenieros, S.A. Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción

Búsqueda personalizada

Análisis de precios unitarios
 Obra nueva
 Rehabilitación
 Espacios urbanos
 Actividades preliminares
 Demoliciones
 Acondicionamiento del terreno
 AD Movimiento de tierras en edificación
 ADL Descapote y limpieza
 ADD Desmontes
 ADP Terraplenados
 ADE Excavaciones
 ADV Estabilización de taludes
 ADR Rellenos y compactaciones
 m³ Relleno de zanjas para instalaciones
 m³ Relleno en traspés
 m³ Relleno en traspés de elementos de cimentación
 m³ Relleno para contrapeso
 m³ Relleno para base de vaso de piscina
 m³ Compactación mecánica de fondo de excavación
 * Rehabilitación
 * Espacios urbanos
 ADT Transportes
 ADG Excavaciones para geotermia
 AS Red de desagüe
 AH Achiques y agotamientos
 AN Nivelación
 AM Mejoras del terreno
 AP Entibaciones
 * Rehabilitación
 * Espacios urbanos
 C Cimentaciones
 E Estructuras
 F Fachadas y muros divisorios
 L Carpintería, closets, cerrajería, vidrios y protecciones solares
 H Remates y ayudas
 I Instalaciones
 N Aislamientos e Impermeabilizaciones
 Q Cubiertas
 R Revestimientos
 S Señalización y equipamiento
 U Urbanización interior del terreno
 G Gestión de residuos
 X Control de calidad y ensayos
 Y Seguridad y salud
 Seguridad y salud
 Fabricantes
 Sugerencias

Ampliar | Ocultar los capítulos | Enviar sugerencia | Exportación: FIE | BDC

ADR010 m³ Relleno de zanjas para instalaciones. \$ 8.202,97

Relleno envolvente y principal de zanjas para instalaciones, con tierra seleccionada procedente de la propia excavación y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado. Incluso cinta o distintivo indicador de la instalación. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parval
1		Materiales			
m01var010	m	Cinta plastificada.	1,100	308,07	338,88
			Subtotal materiales:		338,88
2		Equipo			
mq04dua020b	h	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	0,101	17.793,54	1.797,15
mq02rod010d	h	Bandeja vibrante de guiado manual, de 300 kg, anchura de trabajo 70 cm, reversible.	0,151	12.269,29	1.852,66
mq02cia020j	h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	0,010	76.957,41	769,57
mq04cab010c	h	Camión basculante de 12 t de carga, de 162 kW.	0,015	77.105,33	1.156,58
			Subtotal equipo:		6.676,96
3		Mano de obra			
mo113	h	Peón de obra blanca.	0,219	9.713,67	2.127,29
			Subtotal mano de obra:		2.127,29
4		Herramienta menor			
	%	Herramienta menor	2,000	8.042,13	160,84
			Costos directos (1+2+3+4):		8.202,97

Pliego de condiciones

ÍTEM ADR010: RELLENO DE ZANJAS PARA INSTALACIONES.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
 Relleno envolvente y principal de zanjas para instalaciones, con tierra seleccionada procedente de la propia excavación y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado. Incluso cinta o distintivo indicador de la instalación.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO
 Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LOS ÍTEMS

AMBIENTALES.
 Se comprobará que la temperatura ambiente no sea inferior a 2°C a la sombra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.
 Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Colocación de cinta o distintivo indicador de la instalación. Compactación.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.
 Las tierras o agregados de relleno habrán alcanzado el grado de compactación adecuado.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.
 Las tierras o agregados utilizados como material de relleno quedarán protegidos de la posible contaminación por materiales extraños o por agua de lluvia, así como del paso de vehículos.

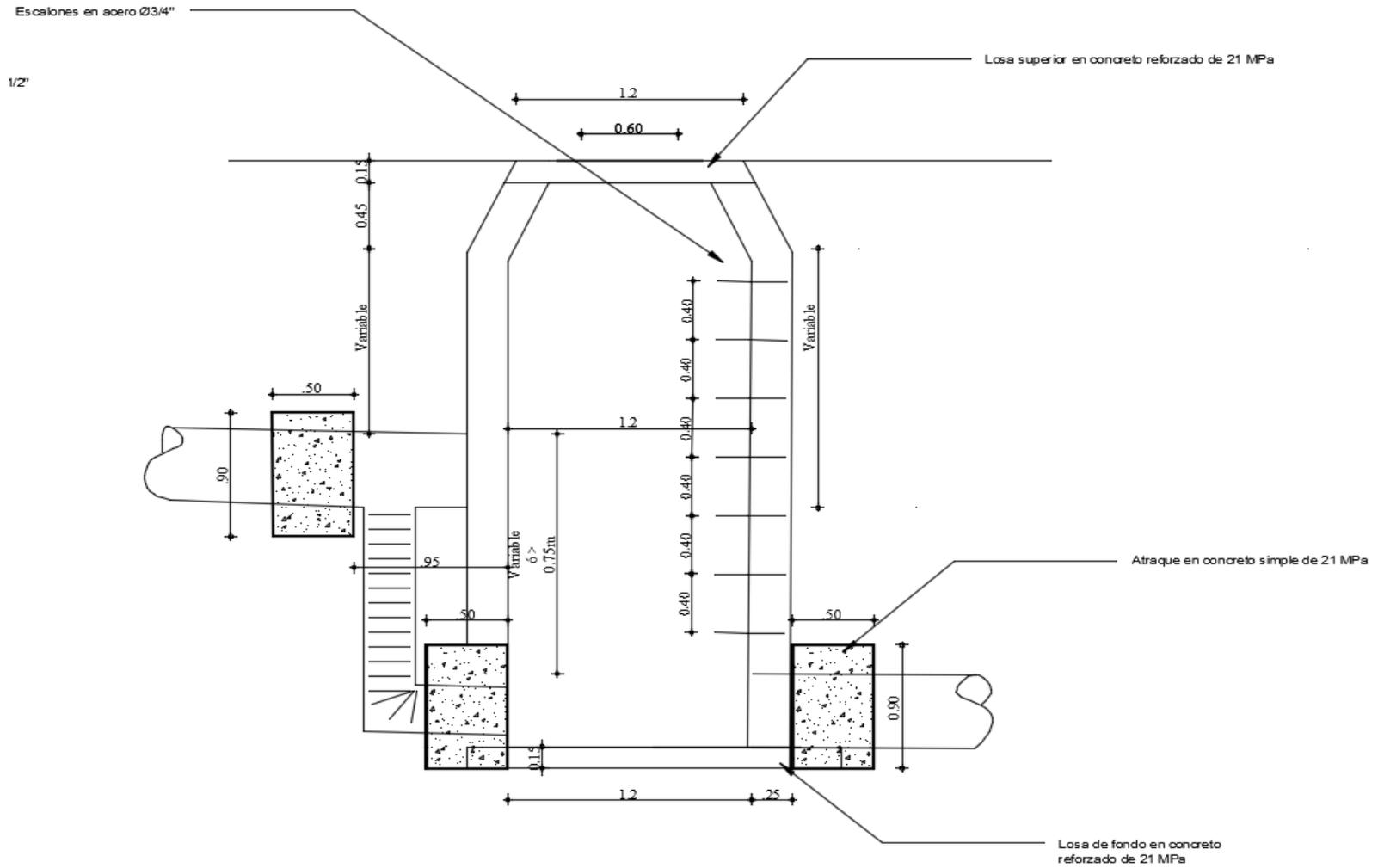
MEDIDA Y FORMA DE PAGO
 Se medirá, en perfil compactado, el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA
 El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.

Usamos cookies propias y de terceros para mejorar nuestros servicios, recopilar estadísticas y mostrarle publicidad.

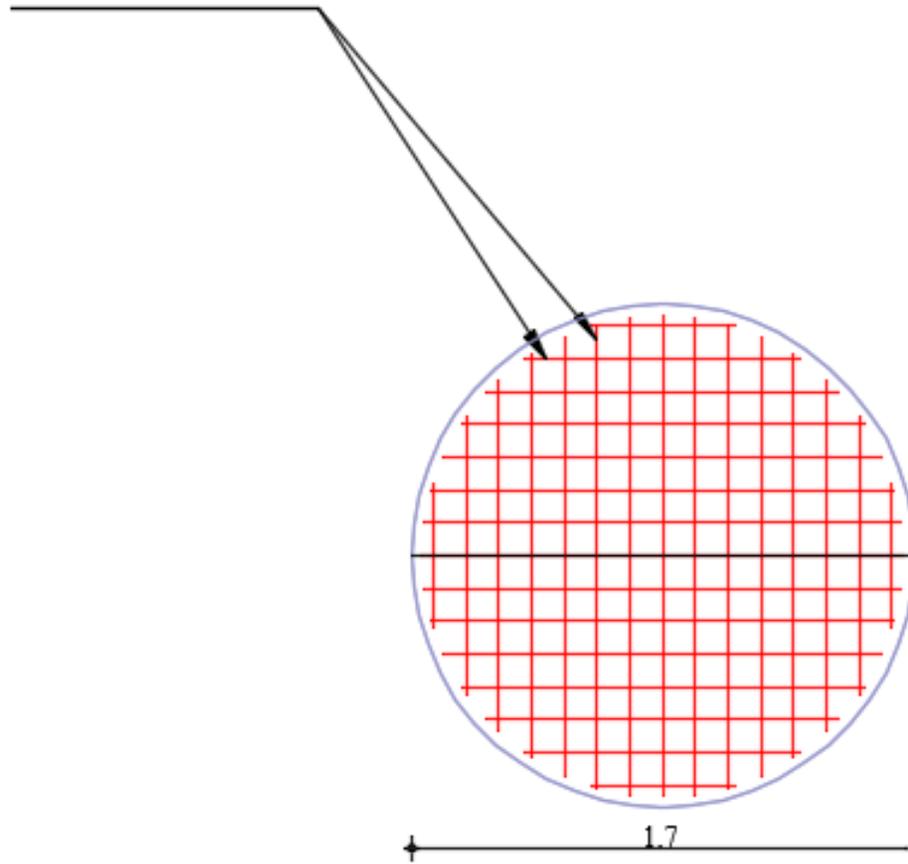
Si continúa navegando, entendemos que acepta nuestra política de cookies.

Anexo 5. Detalles pozo de cámara de caída

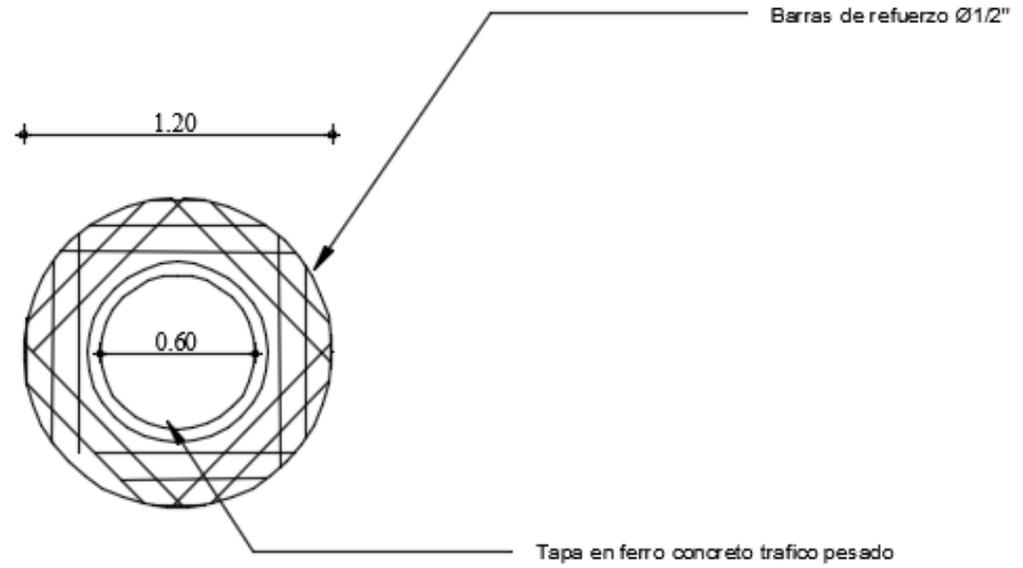
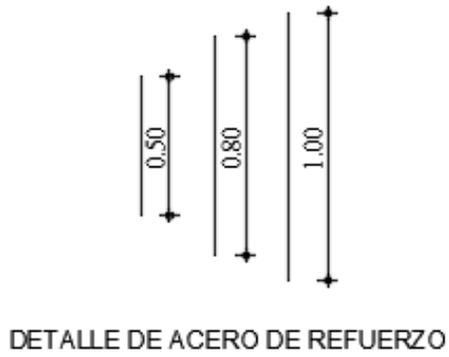
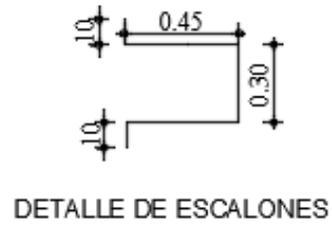


VISTA EN ALZADA DE POZOS DE CAMARA DE CAIDA

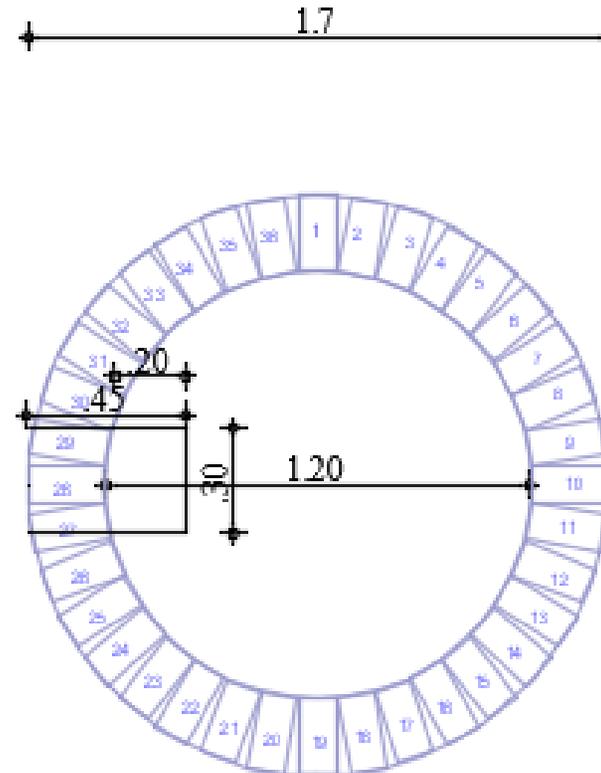
Acero de refuerzo, $\varnothing 1/2''$ cada 0.15m



DISTRIBUCION DE ACEROS EN LA LOSA INFERIOR

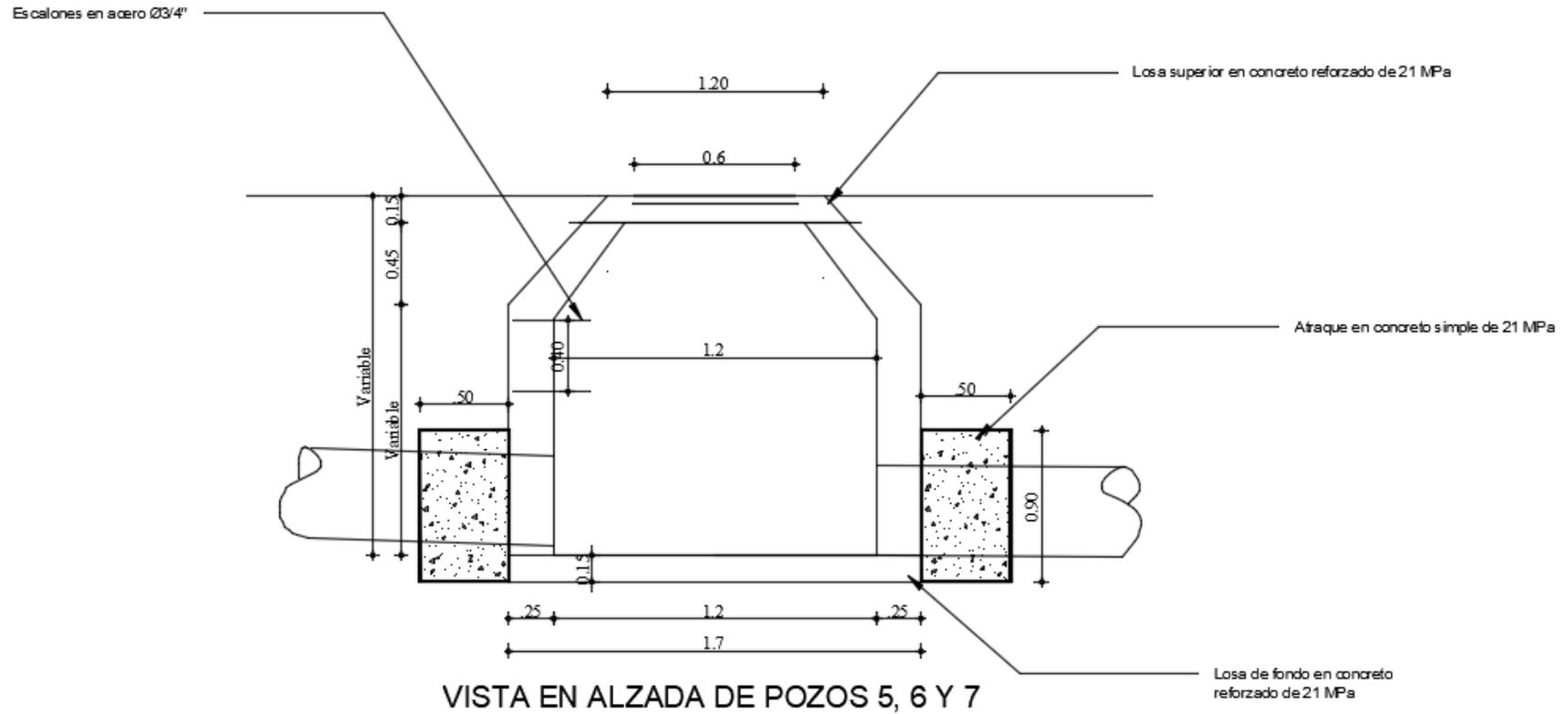


DISTRIBUCION DE ACEROS EN LA LOSA SUPERIOR

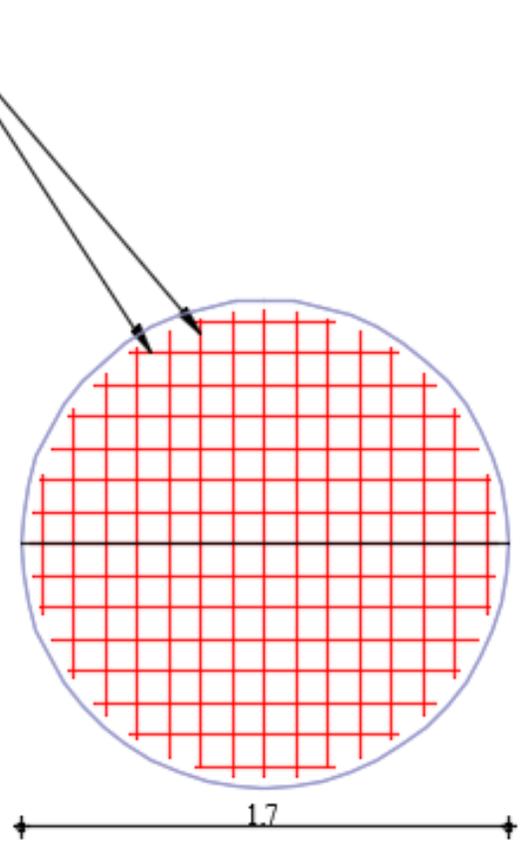
Anexo 6. Detalle de muros de mampostería de pozos de caída

DETALLE DE MUROS EN MAMPOSTERIA

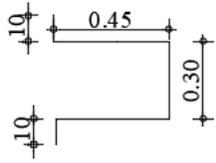
Anexo 7. Detalles de pozos 5,6 y 7



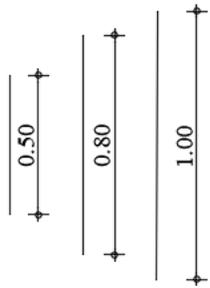
Acero de refuerzo, $\varnothing 1/2"$ cada 0.15m



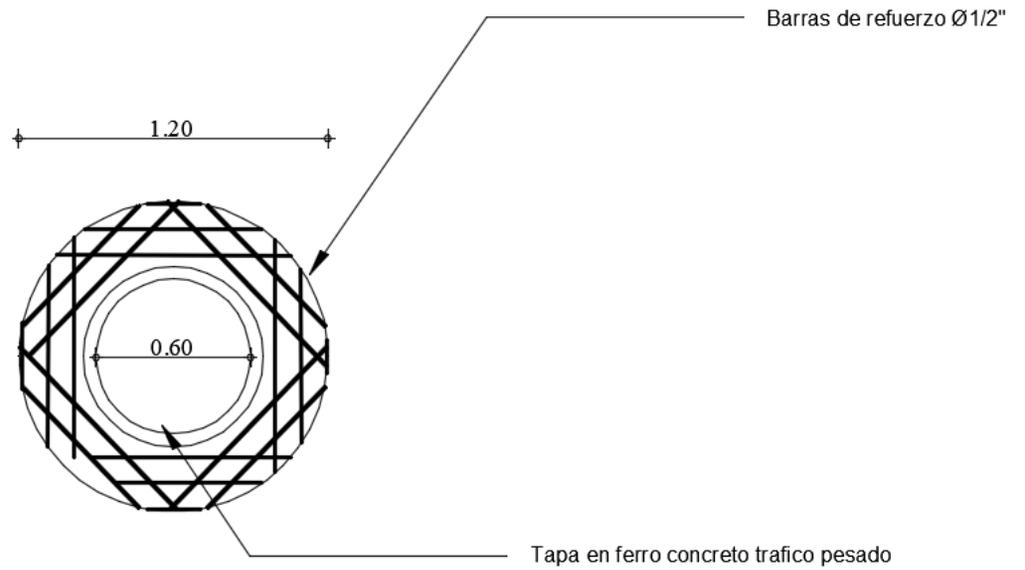
DISTRIBUCION DE ACEROS EN LA LOSA INFERIOR



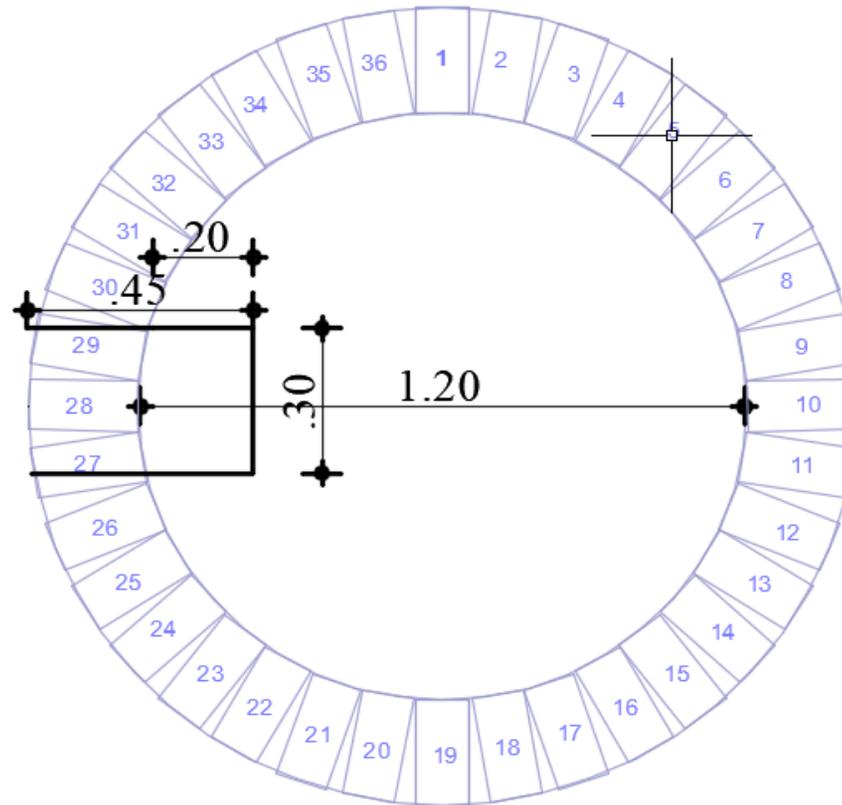
DETALLE DE ESCALONES



DETALLE DE ACERO DE REFUERZO



DISTRIBUCION DE ACEROS EN LA LOSA SUPERIOR

Anexo 8. Detalle de muros en mampostería de pozos 5,6 y 7

DETALLE DE MUROS EN MAMPOSTERIA

Anexo 9. Visita técnica al Barrio Colinas del Tunal



























