

**DISEÑO DE ALCANTARILLADOS Y ELABORACION DEL PROYECTO DE  
REPOSICION DE LA RED DE ACUEDUCTO DE LOS TRAMOS QUE HACEN  
PARTE DEL PLAN DE MOVILIDAD DE LA CUIDAD DE SAN JUAN DE PASTO.**

**MAGDA YESENIA OSEJO ARGOTY**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2010**

**DISEÑO DE ALCANTARILLADOS Y ELABORACION DEL PROYECTO DE  
REPOSICION DE LA RED DE ACUEDUCTO DE LOS TRAMOS QUE HACEN  
PARTE DEL PLAN DE MOVILIDAD DE LA CUIDAD DE SAN JUAN DE PASTO.**

**MAGDA YESENIA OSEJO ARGOTY**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL**

**DIRECTOR:**

**GUILLERMO BUCHELI**

Ingeniero Sección Operativa de Diseños EMPOPASTO S.A E.S.P.

**CODIRECTOR:**

**CARLOS ANDRES PANTOJA AGREDA**

Magister en Ingeniería Civil

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2010**

**NOTA DE ACEPTACION**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**COMENTARIOS**

---

FIRMA JURADO 1

---

FIRMA JURADO 2

San Juan de Pasto, noviembre de 2010

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva del autor.”

Artículo 1 del acuerdo No. 324 de octubre 11 del año 1996, emanado por el Honorable Consejo Académico de la Universidad de Nariño.

## **AGRADECIMIENTOS**

Hoy quiero dar gracias a Dios, por que cada día me guarda, por que solo en el confío, y por que se, que no hay bien para mi fuera de El, por que es quien sustenta mi suerte; te amo mi Dios, por que tu fuiste y serás mi fortaleza.

Gracias mi Dios, por que te acordaste de mi, por que tu camino es perfecto, y conforme a tu voluntad, haces tu obra en mi vida, se, Padre amado, que por tu gracia, misericordia y amor, puedo mirar al cielo y saber que mi socorro viene de Jehová.

En el momento de angustia, no te apartaste de mi, por eso hoy, quiero darte la gloria y la honra amado Padre, solo a ti, por que se, que sola no hubiera podido, por que el día, que clame, me respondiste y fortaleciste mi alma, hoy una vez mas, te pido mi Señor, que tu misericordia, no se aparte por amor de tu nombre de mi y no desampares la obra de tus manos.

Señor Jesús gracias, por que derramaste tu Espíritu sobre mi familia, nos diste a conocer tu palabra y nos enseñas cada día a seguir tus principios, uno de ellos, el honrar a padre y a madre, es por esto que hoy, puedo agradecer desde lo mas profundo de mi corazón a mis padres Miller Osejo y Amparo Argoty, por que son bendición para mi vida, por que me enseñan a retener tu consejo, ponerlos por obra y guardarlos por que ellos son mi vida.

Hoy que culmino una etapa mas de mi vida, se, que no será fácil, pero también se que no me turbaré ni temeré aunque ande en valle de sombra, por que tu mi Dios estás con migo, no desmallaré por que tu mi Dios me esfuerzas y siempre me sustentas.

Finalmente también quiero agradecer a mis hermanas Angélica y Karen Osejo, por su apoyo, esfuerzo y ánimos, que siempre me brindaron, a pesar de las circunstancias, se que llega un proceso diferente para mi, pero haré lo mejor, para sacar adelante cada uno de mis metas y objetivos, que el Señor mi Dios, entrega a mi vida.

## **RESUMEN**

**FACULTAD:** INGENIERIA

**PROGRAMA:** INGENIERIA CIVIL

**TITULO:** DISEÑO DE ALCANTARILLADOS Y ELABORACION DEL PROYECTO DE REPOSICION DE LA RED DE ACUEDUCTO DE LOS TRAMOS QUE HACEN PARTE DEL PLAN DE MOVILIDAD DE LA CUIDAD DE SAN JUAN DE PASTO.

**AUTOR:** MAGDA YESENIA OSEJO ARGOTY

### **DESCRIPCION DEL TRABAJO:**

El presente trabajo es un informe del perfil técnico, que recopila las actividades prácticas, realizadas en el periodo semestral del año 2009, correspondiente a la pasantía universitaria, en EMPOPASTO S.A E.S.P, en la que el diseño de alcantarillados y la elaboración del proyecto de reposición de la red de acueducto, de los tramos que se encuentran, en la Calle 6 Sur entre Carreras 26 y 24, la Calle 6 Sur entre Carreras 22 a y 24, la Carrera 22e entre Calles 6 sur y 2 Sur, la Calle 2 Sur entre Carreras 22e y 22b, y la Carrera 22b entre Calle 2 Sur y la Avenida Panamericana, se presenta como objetivo primordial.

El generar una mejora continua en los servicios prestados por Empopasto, a los habitantes del sector afectado, entra a formar parte activa el desarrollo de esta practica, es por esto que la realización de las visitas de inspección, topografía, estudio de suelos y estado de redes, son herramientas importantes para iniciar el diseño de una red de acueducto y alcantarillado funcional, lo que radica principalmente, en la aprobación del proyecto, su posterior ejecución, siguiendo lo estipulado tanto en el presupuesto, cronograma y especificaciones técnicas, demostrando un trabajo completo, que cumple a cabalidad, tanto con las expectativas de la empresa, como del autor de este trabajo.

Para el desarrollo del proyecto, se obtuvo información, de diferentes fuentes locales como externas, siendo las locales las fuentes de información suministrados por EMPOPASTO S.A E.S.P., y su banco de proyectos de la Sección Operativa de Diseños, en todo lo concerniente al Plan de Movilidad, e información de la red de alcantarillado de la ciudad de Pasto, y las externas la investigación realizada para el desarrollo del proyecto.

## **ABSTRACT**

**FACULTY:** ENGYNEERIN

**PROGRAM:** CIVIL ENGYNEERING

**TITLE:** SEWER DESIGN AND DEVELOPMENT OF PROJECT TO REPLACEMENT WATER SUPPLY NETWORK OF PART OF THE MOBILITY PLAN TO THE SAN JUAN DE PASTO CITY.

**AUTHOR:** MAGDA YESENIA OSEJO ARGOTY

### **DESCRIPTION OF THE WORK:**

The present work is a report of the technical background, which compiles the practical activities undertaken in the six-month period of 2009, corresponding to the university internship in EMPOPASTO S.A. E.S.P., in which the design and development sewer replacement project water supply network of the sections found in 6 South Street between careers 26 and 24, 6 South Street between careers 22 a and 24, 22e career between Calles 6 south and 2 South, 2 South Street between Careers 22e and 22b, and 22b career between street 2 Sur and Avenida Panamericana, is presented as the primary objective.

To generate continuous improvement in services provided by Empopasto to the inhabitants of the affected sector, they joined active development of this practice, which is why the conduct of inspections, topography, soil survey and status networks are important tools to start designing a network of functional water and sewage, which lies mainly in the approval of the project, its subsequent implementation, following the provisions of both the budget, schedule and technical specifications, demonstrating a full working, which fully meets both the expectations of the company, as the author of this work.

To develop the project, information was obtained from different local and external sources, with the local information sources provided by EMPOPASTO SA ESP, and bank draft Operational Design Section in all matters relating to the Mobility Plan and information from the sewage of the city of Pasto, and external research for the project.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	13
JUSTIFICACION.	15
OBJETIVOS.	16
OBJETIVO GENERAL.	16
OBJETIVOS ESPECIFICOS.	16
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	18
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	18
METODOLOGÍA.	20
TIPO DE INVESTIGACIÓN.	20
1.    PLAN DE ACTIVIDADES Y PROCEDIMIENTOS.	21
1.1    IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD.	21
1.2    EVALUACIÓN PRELIMINAR.	21
1.3    PREFACTIBILIDAD.	22
1.4    DOCUMENTACIÓN COMPLETA DE UN PROYECTO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN.	23
2.    MARCO CONCEPTUAL.	24
3.    INFORME DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN LA PASANTIA.	28
3.1    DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.	29
3.2    DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE 6 SUR ENTRE CARRERAS 26 Y 24.	30
3.3    BASES TÉCNICAS DE DISEÑO.	40
3.3.1    Nivel de complejidad del sistema.	40
3.3.2    Periodo de Diseño.	41
3.3.3    Población actual.	41
3.3.4    Dotación.	41
3.3.5    Método de cálculo hidráulico.	42
3.4    DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	43
3.4.1    Parámetros de diseño.	43
3.4.2    Cálculo de caudales.	45
3.4.2.1    Caudal por contribución industrial.	48
3.4.2.2    Caudal por contribución comercial.	48
3.4.2.3    Caudal por contribución institucional.	49
3.4.2.4    Caudal medio de aguas residuales.	49
3.4.2.5    Caudal por conexiones erradas.	49
3.4.2.6    Caudal de infiltración.	50
3.4.2.7    Caudal máximo horario.	51
3.4.2.8    Caudal de diseño.	52
3.5    CAUDAL DE DISEÑO PLUVIAL.	52

3.5.1	Área Tributaria de drenaje	53
3.5.2	Coefficiente de escorrentía.	53
3.5.3	Intensidad de precipitación.	54
3.5.4	Tiempo de retorno.	55
3.5.5	Tiempo de concentración.	55
3.5.6	Tiempo de entrada.	55
3.5.7	Tiempo de recorrido.	55
3.6	CALCULO DE CANTIDADES DE OBRA.	56
3.7	MODELACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO.	56
3.8	DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN.	59
3.9	ELABORACIÓN DE PLANOS.	61
3.10	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.	62
3.11	PRESUPUESTO FINAL DE OBRA.	63
	CONCLUSIONES	64
	RECOMENDACIONES	67
	BIBLIOGRAFIA	68

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización de los tramos a rehabilitar.	26
Figura 2. Estado actual cámara de alcantarillado.	28
Figura 3. Localización general del proyecto.	29
Figura 4. Visita general alcantarillado Tamasagra.	30
Figura 5. Visita general alcantarillado Tamasagra.	30
Figura 6. Rutas Estratégicas Plan de Movilidad, Inversiones Empopasto.	31
Figura 7. Grafico del primer tramo diseñado.	42
Figura 8. Aplicación de cargas sobre la tubería en vías vehiculares.	43
Figura 9. Profundidad mínima de la tubería en vías vehiculares.	44
Figura 10. Área superior del tramo inicial diseñado.	46
Figura 11. Área del tramo inicial diseñado.	46
Figura 12. Modelación red de acueducto Tamasagra.	56
Figura 13. Plano Catastral.	57
Figura 14. Cimentación Ramal 3 Tramo 15 – 17.	59
Figura 15. Cimentación Ramal 3 Tramo KO + 215.6160.	59
Figura 16. Cimentación Común.	60

## LISTA DE TABLAS.

	Pág.
Tabla 1. Periodo de planeamiento de redes de recolección y evacuación de aguas residuales y lluvias.	40
Tabla 2. Cálculo de Población.	40
Tabla 3. Profundidad mínima de Colectores.	43
Tabla 4. Dotación Neta según el Nivel de Complejidad del Sistema.	45
Tabla 5. Coeficiente de Retorno de Aguas servidas domésticas.	45
Tabla 6. Contribución Industrial.	47
Tabla 7. Contribución Comercial.	48
Tabla 8. Contribución Institucional mínima en zonas residenciales.	48
Tabla 9. Aportes máximos por drenaje domiciliario de aguas lluvias sin sistema pluvial.	49
Tabla 10. Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales.	50
Tabla 11. Factores de Mayoración.	51
Tabla 12. Coeficiente de Escorrentía.	53

## **LISTA DE ANEXOS**

- Anexo A: Formato del S.G.C. instructivo 113-36.2-0158.
- Anexo B: Formato Visita Técnica en campo.
- Anexo C: Certificado de estado de redes de acueducto y alcantarillado No 113-36.4-00.77.
- Anexo D: Estudio de Suelos.
- Anexo E: Planos y Mapas Topográficos.
- Anexo F: Estudio de Impacto Ambiental.
- Anexo G: Presupuestos Finales de Obra.
- Anexo H: Memorias de Cálculo.
- Anexo I: Análisis de Precios Unitarios.
- Anexo J: Cantidades de Obra.
- Anexo K: Cronogramas definitivos de ejecución de obra.
- Anexo L: Especificaciones Técnicas.
- AnexoM: Formato Concepto Técnico Favorable Proyecto Institucionales Instructivo 113-36.4-0285.
- Anexo N: Confrontación de Costos.

## INTRODUCCIÓN

El Transporte urbano es uno de los entes claves, dentro del Desarrollo Urbano de una ciudad, por lo tanto; es necesario disponer de una herramienta eficaz, para mitigar los efectos negativos que pueden estar afectando la prestación del servicio.

Desde hace algunos años, la ciudad de Pasto viene planteando la necesidad de mejorar la movilidad, para ello el Plan de Ordenamiento Territorial vigente establece que “ el Sistema Integrado de Transporte fortalecerá un sistema masivo, digno y eficiente, mas público que privado, con base en una red integral, multimodal y complementaria en sus niveles, que utilizará apropiados y modernos equipos para la movilización de pasajeros, acercándolos a los centros de actividad”<sup>1</sup> (Ley 388 de 1997) ; de esta manera, en la capital entrará a operar el nuevo sistema de transporte colectivo de buses, el cual hace parte del Plan de Movilidad, que es el Programa bandera de la Administración Municipal, que busca el desarrollo sostenible y hacer énfasis en el aumento de la calidad de vida de los habitantes de Pasto.

Para llevar a cabo este gran propósito, la Empresa de Obras Sanitarias de Pasto EMPOPASTO S.A E.S.P entra a formar parte activa y fundamental de este proyecto, realizando la rehabilitación, reposición y expansión de los sistemas de agua potable y alcantarillado, que ya han cumplido su vida útil, cabe anotar, que estos también se encuentran dentro del Plan Operativo 2008 – 2011 de la empresa, cuya vigencia aproximada del proyecto es de 30 años.

Dentro de las redes prioritarias del Plan de Movilidad, se encuentran la Calle 6 Sur entre Carreras 26 y 24, la Calle 6 Sur entre Carreras 22 a y 24, la Carrera 22e entre Calles 6 sur y 2 Sur, la Calle 2 Sur entre Carreras 22e y 22b, y la Carrera 22b entre Calle 2 Sur y la Avenida Panamericana, donde se realizó la rehabilitación del Sistema de Acueducto y Alcantarillado.

En ese sentido, y con la finalidad de apoyar este proyecto, la Empresa de Obras Sanitarias de Pasto EMPOPASTO S.A E.S.P, haciendo uso del convenio Universidad – Empresa, vinculó a estudiantes dispuestos y comprometidos con la población y sus necesidades, con el fin de buscar un beneficio mutuo, estableciendo así un ambiente de reciprocidad integral, que aportó en gran magnitud al estudiante pasante reforzando los conocimientos adquiridos en la Universidad de Nariño y por ende a la Empresa quien recibe todas las contribuciones que este haga en su práctica.

---

<sup>1</sup> Ley 388 de 1997

De acuerdo con lo anterior, se presenta el informe final del proyecto denominado "Diseño De Alcantarillados y Elaboración del Proyecto de Reposición de la Red de Acueducto de los Tramos Localizados en la Calle 6 Sur entre Carreras 26 Y 24, la Calle 6 Sur entre Carreras 22 A y 24, la Carrera 22e entre Calles 6 Sur y 2 Sur, la Calle 2 Sur entre Carreras 22e y 22b, y la Carrera 22b entre Calle 2 Sur y la Avenida Panamericana, que hacen parte del Plan De Movilidad" el cual consta de los siguientes capítulos así:

La justificación esta en el primer capítulo en el que se exponen las razones, del por qué es importante y trascendente la realización del proyecto, destacando los beneficios que se obtendrán al ser solucionado el problema. El objetivo general, y los objetivos específicos se encuentran en el segundo capítulo, en el que se deja claramente establecido, que es lo que se pretende lograr en el desarrollo del proyecto, y las metas a corto plazo para poder alcanzarlo. Posteriormente se presenta en el tercer capítulo, la descripción del problema, donde se dan a conocer ciertas situaciones y causas, que llevan a plantear la problemática expuesta en el sector y la formulación del mismo que se verá resuelta en las conclusiones. Seguidamente encontramos la metodología, que se sitúa en el cuarto capítulo donde se da a conocer los procedimientos, actividades y estrategias que se utilizaron de acuerdo a cada uno de los objetivos específicos que se plantearon, después tenemos el plan de actividades y procedimientos en el que se presenta una explicación global de las actividades requeridas para el logro del cometido entre estas tenemos las vistas técnicas en campo, la realización de las memorias de cálculo, esto descrito en el quinto capítulo.

En el capítulo sexto se encuentra el referente teórico en las que se relata la teoría de algunos autores como Ricardo Alfredo López Cualla y Roberto Salazar Cano las cuales se tendrán en cuenta para la ejecución del proyecto, además de una breve descripción del área comprendida en la rehabilitación de acueductos y alcantarillados.

Como séptimo capítulo se especifica detalladamente el informe de actividades y resultados realizados en el periodo correspondiente a la pasantía en el año 2009. En el capítulo sexto se encuentra las conclusiones alcanzadas tras el desarrollo de la práctica universitaria y además la bibliografía donde se determinan las fuentes que sirvieron como base fundamental para el desarrollo del proyecto y los anexos que tiene como objeto complementar la información.

## **JUSTIFICACIÓN**

Partiendo de una necesidad estructural de la localidad, de desarrollar una movilidad adecuada para la ciudad de Pasto y después de realizar un diagnóstico del modelo actual de movilidad, se crea la necesidad de implementar un nuevo Sistema Estratégico de Transporte Público, el cual busca un desarrollo sostenible, favoreciendo a estructurar ciudades competitivas, eficientes y equitativas, que les permitan a los ciudadanos tener oportunidades seguras de movilidad, bajo principios de economía haciendo énfasis en el aumento de la calidad de vida de los habitantes.

Para sacar adelante este programa, se hace necesaria una infraestructura, dentro del cual se encuentra el mejoramiento de la red de acueducto y alcantarillado en todos los sectores prioritarios de este proyecto, además de minimizar los problemas de reversión de flujos, inundaciones, calidad y cantidad de agua potable. Debido a la antigüedad de la red se hace necesario realizar su reposición, por sectores, ajustándose a lo estipulado por la norma vigente que rige dicha infraestructura y lograr un mejor funcionamiento en la evacuación mejorando de esta manera la calidad de vida de la población.

Con la asistencia técnica como pasante y la entrega del proyecto, se pretende colaborar a la empresa, en el diseño de acuerdo a las necesidades y a las normas actuales con un sentido reflexivo y de apropiación teórica, como fundamentación que contribuirá al buen desarrollo del Plan de Movilidad.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

REALIZAR EL DISEÑO DE ALCANTARILLADOS Y ELABORACION DEL PROYECTO DE REPOSICION DE LA RED DE ACUEDUCTO DE LOS TRAMOS LOCALIZADOS EN LA CALLE 6 SUR ENTRE CARRERAS 26 Y 24, LA CALLE 6 SUR ENTRE CARRERAS 22 A Y 24, LA CARRERA 22E ENTRE CALLES 6 SUR Y 2 SUR, LA CALLE 2 SUR ENTRE CARRERAS 22E Y 22B, Y LA CARRERA 22B ENTRE CALLE 2 SUR Y LA AVENIDA PANAMERICANA QUE HACEN PARTE DEL PLAN DE MOVILIDAD.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar Visitas Técnicas identificando parámetros oculares y testimoniales del sitio en función de la necesidad, ofreciendo un concepto técnico, plasmándolo en el formato expedido por el Control de Calidad de la empresa.
- Recopilar documentación existente, consignada en las diferentes jefaturas pertenecientes a EMPOPASTO S.A E.S.P, que sirvan como soporte para iniciar el proceso de pre factibilidad del proyecto.
- Identificar diferentes alternativas de diseño y ejecución del proyecto, siendo estas las opciones más acertadas, para la solución de la problemática expuesta en el sector.
- Estimar los Parámetros de Diseño, teniendo en cuenta lo que reglamenta la Norma RAS – 2000 titulo “D”, en cuanto al Diseño de Alcantarillados, como es la población, áreas, caudales, diámetros, velocidades y pendientes.
- Realizar el cálculo hidráulico para el diseño de los alcantarillados ubicados en la calle 6 sur entre carreras 26 y 24, la calle 6 sur entre carreras 22 a y 24, la carrera 22e entre calles 6 sur y 2 sur, la calle 2 sur entre carreras 22e y 22b y la carrera 22b entre calle 2 sur y la avenida panamericana.
- Efectuar el diseño de la cimentación tomando como base el estudio de suelos y el levantamiento topográfico.
- Elaborar el calculo de las cantidades de obra, presupuestos, y especificaciones técnicas de los tramos de acueducto y alcantarillado

localizados en la calle 6 sur entre carreras 26 y 24, la calle 6 sur entre carreras 22 a y 24, la carrera 22e entre calles 6 sur y 2 sur, la calle 2 sur entre carreras 22e y 22b, y la carrera 22b entre calle 2 sur y la avenida panamericana.

- Hacer entrega de los diseños a EMPOPASTO S.A E.S.P para solucionar la necesidad de cada proyecto e iniciar el proceso de contratación.

## **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La ciudad se encuentra llena de dificultades en sus vías, atraviesa por una situación crítica con respecto al orden y control en sus calles, pues el transporte ha llegado a embotellamientos serios, “aunque solo el 14% de la ciudad tenga automóvil propio, el 36 restante se limita al bus urbano”<sup>2</sup> (Documento Conpes 3549). La problemática expuesta sobre el transporte urbano de pasajeros en la ciudad nariñense se traduce en impactos negativos sobre el usuario donde la Infraestructura en algunos sectores de la ciudad se encuentra subutilizada, insostenible e inequitativa.

Es así, como EMPOPASTO S.A E.S.P en su accionar como una empresa comprometida con el bienestar para los habitantes de la zona urbana del municipio de Pasto, actuando con responsabilidad social, calidad, competitividad y sentido de pertenecía, ha venido realizando planes estratégicos que contemplan el Plan de Movilidad, dentro del cual se encuentran la rehabilitación, reposición y expansión de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

Teniendo en cuenta, que uno de los propósitos de la empresa es vigilar la salud pública, se ha encontrado que existen sectores de alcantarillados prioritarios, por donde está previsto el diseño del Plan de Movilidad, que se encuentran expuestos a soportar cargas para las que no están diseñadas, es decir superan su capacidad, lo que se traduce en inundaciones, que se agravan por el hecho de que en algunos de estos tramos de drenaje urbano, se encuentran mal ubicados los componentes de la red o en muchos casos ya ha superado su vida útil.

Por otro lado el crecimiento de la población y las actividades productivas de la ciudad, han aumentado la demanda de agua tratada, lo que genera situaciones de disminución de caudal y racionamientos de agua lo que exige el cambio de estas redes.

### **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿Cómo aportará el diseño de alcantarillados y elaboración del proyecto de reposición de la red de acueducto de los tramos localizados en la calle 6 sur entre carreras 26 y 24, la calle 6 sur entre carreras 22 a y 24, la carrera 22e entre calles 6 sur y 2 sur, la calle 2 sur entre carreras 22e y 22b y la carrera 22b entre calle 2

---

<sup>2</sup> Documento Conpes 3549 Consejo Nacional de Política Económica y Social, República de Colombia, Departamento Nacional de Planeación

sur y la avenida panamericana que hacen parte del plan de movilidad al compromiso que tiene EMPOPASTO S.A E.S.P con el municipio de Pasto?.

## **METODOLOGÍA**

### **TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

La realización de esta pasantía, se orientó a una investigación aplicada, activa y práctica; aplicada porque permitió el estudio de métodos, estrategias y técnicas; es decir, se puso en juego ciertas actividades procedimentales, propias de las diferentes asignaturas, entre las que se encuentran: “acueductos y alcantarillados” que trata lo concerniente al diseño de alcantarillados; “proyectos de ingeniería civil I” donde encontramos temas referentes al calculo de cantidades de obra y análisis unitarios; “mecánica de suelos” en lo concerniente al diseño de cimentaciones, para una determinada estructura y “geología” en la identificación del comportamiento del suelo dependiendo del tipo de material que lo componga, además de ser activa y práctica, con el hacer concreto, lo que conllevó a realizar acciones cognitivas como, visitas al sitio, reconocimiento del sector, inspección de cámaras, verificación de flujos y datos suministrados por EMPOPASTO S.A E.S.P., de especial interés, los consignados en el Sistema de Información Geográfica (SIG).

## **1. PLAN DE ACTIVIDADES Y PROCEDIMIENTOS.**

### **1.1 IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD.**

El objetivo que persigue el ejercicio de este apunta al reconocimiento de las carencias y fallas de funcionamiento del sistema de acueducto y / o alcantarillado.

- Visita de Inspección por medio del cual que se verificó el estado de la red, documentada mediante el formato del Sistema de Gestión de Calidad de EMPOPASTO S.A E.S.P (Ver Anexo A).
- Identificar si el proyecto es de rehabilitación, expansión o reposición de redes de acueducto y / o alcantarillado conjuntamente con el equipo de Ingenieros de Diseños y el Jefe Operativo de esta sección, basándonos en los datos consignados en el banco de memorias de la empresa y de los registrados en las visitas.
- Reconocer el solicitante del proyecto es el siguiente paso para la identificación de la necesidad, entre los solicitantes podemos encontrar la comunidad cuando son ellos quienes a través de un recurso legal así lo requieran, también puede ser una solicitud interna, es decir por orden de las directivas de EMPOPASTO S.A E.S.P, además podemos encontrar la Administración Municipal como solicitante como lo es en este caso, en el que la Alcaldía es el interesado de la ejecución del proyecto o cabildos cuando sean ellos los peticionarios.
- Diligenciamiento del formato “vista técnica en campo” (Ver Anexo B) en el que se recopila toda la información pertinente a la visita de campo emitiendo un concepto técnico definitivo después de realizar un chequeo hidráulico y de ingeniería mas detallado.
- La determinación de parámetros oculares y testimoniales del sitio en función de la necesidad y la recopilación de documentación existente fue un paso fundamental para dar paso a la evaluación preliminar ya que es aquí donde se realizó la investigación que permitió tener la certeza de la magnitud del proyecto y de todo lo que esto implica.
- La identificación de diferentes alternativas de diseño y la ejecución del proyecto, se realizó con el fin de encontrar una optimización para el proyecto y permitir que este sea funcional encontrando un equilibrio entre el costo y beneficio.

### **1.2 EVALUACIÓN PRELIMINAR.**

Se encamina al dar origen a la viabilidad del proyecto, después de examinar toda la información recopilada en pasos anteriores y por ende el resultado que estas arrojen.

- Vista técnica en el que se debe diligenciar el formato de Visita Técnica en Campo (Ver Anexo B) en el que se resume las condiciones en que se encuentra la estructura basándose en información de inspección y testimonial.
- Analizar la información recopilada en el formato deduciendo diferentes alternativas de solución del problema.
- Estimación de parámetros de Diseño dependiendo del tipo de proyecto, buscando la funcionalidad del proyecto para esto nos basamos en los criterios establecidos en la Norma RAS 2000.
- El análisis de costos de materiales para construcción se hizo con el apoyo del Ingeniero de presupuestos, determinando la mejor opción para el proyecto teniendo como eje central la relación que existe entre la calidad de los materiales y su costo.
- Estimación de presupuesto, con los costos que se obtuvieron en el análisis de costos se realizó un presupuesto preliminar donde se puede apreciar el alcance del proyecto y el costo de este.
- Cronograma de actividades, de la misma manera en que se realizó el presupuesto preliminar se hizo el cronograma de actividades inicial con el fin de conocer la duración del proyecto, desglosado en las actividades que la ejecución de este implica.
- Solicitud a Sección Operativa de redes de Catastro de usuarios y certificado de estado de redes de acueducto y / o alcantarillado (Ver Anexo C), herramienta importante para la verificación de las condiciones en las que se encuentra la red, esta solicitud se hace mediante oficio emitido por el Jefe de la Sección Operativa de Diseños.
- Integralidad del proyecto con Plan Maestro de acueducto y alcantarillado, P.O.T. y otros programas de desarrollo municipal, con el fin de formar un producto completo, imposibilitando que las redes de acueducto y alcantarillado funcionen independientemente y en un momento determinado puedan colapsar.

### **1.3 PREFACTIBILIDAD.**

El estudio de prefactibilidad abarca la totalidad de las evaluaciones requeridas para satisfacer los estándares establecidos por la entidad encargada, en este caso EMPOPASTO S.A E.S.P

- Estudio de Suelos, (Ver Anexo D) herramienta importante que permitió determinar la clase de suelo que soportará la estructura además de que mejoramiento necesita dicho suelo para que cumpla con los parámetros determinados.
- El Levantamiento topográfico (Ver Anexo E) proporcionó datos que sin ellos sería imposible el diseño del proyecto como por ejemplo la

configuración del terreno, cantidad y posición de elementos sobre el terreno, longitudes, diámetros, sentido de flujos entre otros.

- Estudio de oferta y demanda (si amerita), para el desarrollo de este proyecto no fue necesario realizar un estudio de oferta y demanda.
- En cuanto a la Incidencia de predios (servidumbres) no se tuvo la necesidad de compra de predios debido a que el trazo de la red tanto de acueducto como de alcantarillado esta sobre la vía de transito vehicular.
- El Estudio de Impacto Ambiental (Ver Anexo F) sirvió para identificar prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá el desarrollo del proyecto basándose en consultas previas a personas e instituciones por parte del órgano ambiental.
- La solicitud de licencia ambiental se hace ante la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO cuando la ejecución del proyecto pueda producir deterioro grave al medio ambiente o introducir notorias modificaciones al paisaje.
- Reglamentación Vial

#### **1.4 DOCUMENTACIÓN COMPLETA DE UN PROYECTO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN.**

- Planos Ajustados a resolución No. 165 de 02/2006 de EMPOPASTO S.A E.S.P mostrando pautas para el dibujo y presentación de planos, permitiendo la materialización, manejo, identificación, análisis e interpretación de la información contenida en planos y mapas topográficos (Ver Anexo E).
- El Presupuesto final de obra (Ver Anexo G) se hizo con el fin de minimizar el riesgo y controlar las finanzas del proyecto.
- Memorias de cálculo (Ver Anexo H) donde se muestra el diseño que se realizó para cada uno de los tramos, el comportamiento de la red frente a diferentes materiales, profundidades y otras características.
- Diseños complementarios cuando se requiera elementos adicionales cuando así el proyecto lo demande.
- Plan de manejo ambiental, mitigación social y de movilidad dependiendo de la complejidad del proyecto, cabe resaltar que este proyecto hace parte del Plan de movilidad de San Juan de Pasto y por lo tanto se realizó un plan de manejo ambiental (Ver Anexo F) que permitió identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales con el desarrollo de esto.
- La información se requiere en medio físico y magnético en 2 copias

## 2. MARCO CONCEPTUAL

Teniendo en cuenta que dentro de un proceso de práctica e investigación, es necesario un referente conceptual, que sirva de orientación para la acción, se toma como base las siguientes temáticas.

La necesidad de diseñar o "elegir cual es la solución que construiremos entre las infinitas soluciones validas para un problema"<sup>3</sup> (mordecki.com, usabilidad, diseño y estrategia), pone a prueba la creatividad e idoneidad que un ingeniero civil debe tener, es así como un buen diseño se traduce en adecuados servicios de agua potable y saneamiento.

Cualquier asentamiento por pequeño que sea necesita disponer de un sistema de aprovisionamiento de agua, que satisfaga sus necesidades vitales, para cubrir esta necesidad se emprenden obras de gran envergadura, que puedan asegurar un suministro de agua, pero cuando el poblamiento alcanza la categoría de auténtica ciudad, se hacen necesarios "sistemas de instalaciones que transporten el agua desde su captación en la fuente de abastecimiento hasta la acometida domiciliar"<sup>4</sup> (RAS 2000).

La recolección y transporte de las aguas residuales, desde su origen hasta su sitio de disposición final, constituyen la más efectiva gestión que pueda adelantarse para el saneamiento básico de un asentamiento urbano, "de no existir estas redes de recolección de aguas, se pondría en grave peligro la salud de las personas debido al riesgo de enfermedades epidemiológicas y, además, se causarían importantes pérdidas materiales"<sup>5</sup> (Ricardo López Cualla, Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados, 2004). Según Jorge Báez Noguera (2004) y la RAS 2000, "los Alcantarillados, se definen como un conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas lluvias o de las aguas residuales, que son resultantes del uso de agua de abastecimiento por determinada población y pueden ser de origen domestico, industrial, comercial o de actividades agrícolas"<sup>6</sup>, la construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado, generan en gran magnitud, progreso en la población, además de contar con una mejor calidad de vida , inclusive un mantenimiento adecuado de la infraestructura del agua, propicia oportunidades de inversión y desarrollo en las ciudades.

---

<sup>3</sup> Mordecki.com Usabilidad, diseño y estrategia

<sup>4</sup> RAS 2000, Título D

<sup>5</sup> Ricardo López Cualla, Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados, 2004

<sup>6</sup> Roberto Salazar Cano, Alcantarillados, 2002

En el mismo orden de ideas, los alcantarillados “poseen diferentes sistemas como son:

- Sistemas no convencionales: que son sistemas de menor costo, basados en consideraciones de diseño adicionales y en una mejor tecnología disponible para su operación y mantenimiento, además de ser alternativos al alcantarillado convencional.
- Sistemas in situ : existen sistemas basados en la disposición in situ de las aguas residuales como las letrinas y tanques, pozos sépticos y campos de riego, los cuales son sistemas de muy bajo costo, utilizados en áreas con baja densidad de población y con adecuadas características del subsuelo.
- Sistemas convencionales: Estos son los llamados tradicionales utilizados para la recolección y transporte de aguas residuales o lluvias hasta los sitios de disposición final, estos sistemas son:
  - a. Alcantarillado sanitario: es aquel que conduce aguas residuales domésticas y residuos industriales.
  - b. Alcantarillado pluvial: aquel que conduce solamente aguas lluvias.
  - c. Alcantarillado combinado: es aquel que transporta simultáneamente por el mismo conducto aguas residuales domésticas, residuos industriales y aguas lluvias.
  - d. Alcantarillado separado: aquel en el que se independizan las aguas residuales de las lluvias está formado por dos tipos de alcantarillados, el pluvial y sanitario”<sup>7</sup> (Roberto Salazar Cano, Alcantarillados, 2002).

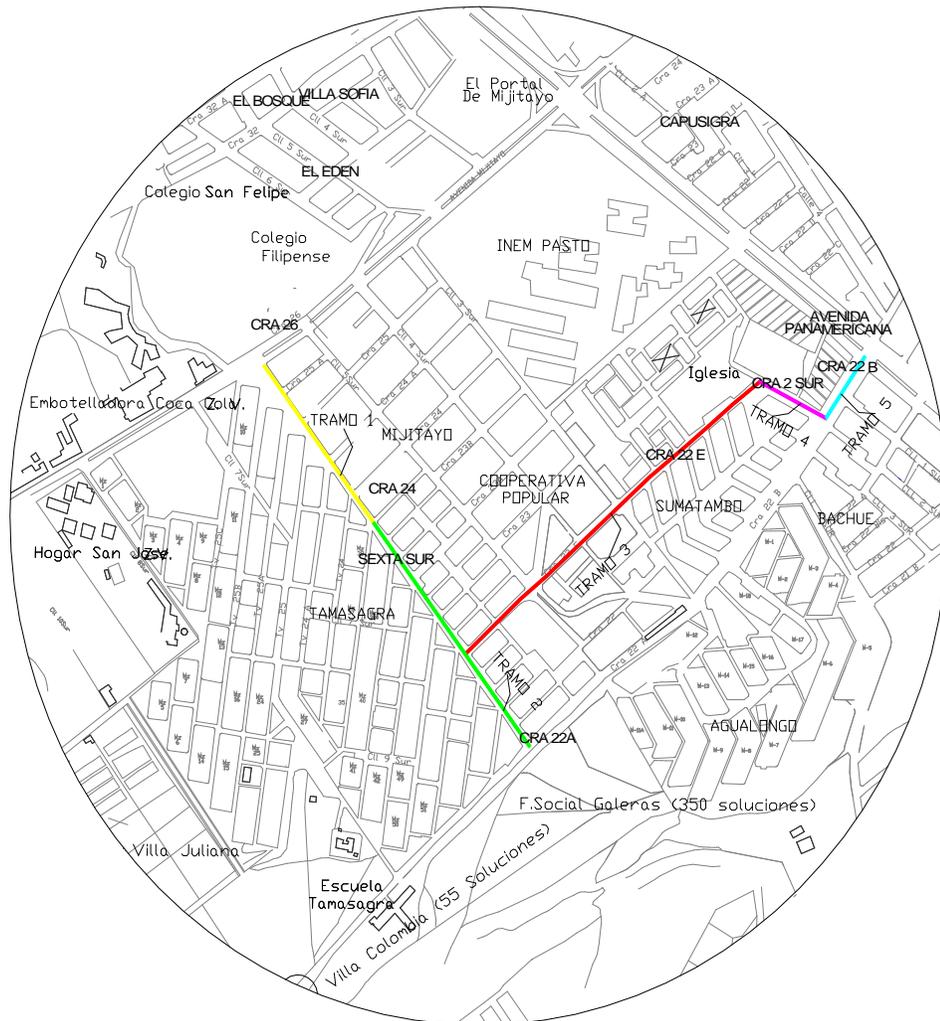
La conducción de aguas de consumo y residuales están en función directa y decisiva del recurso más importante del país, es decir la población y su salud, así mismo se tiene que el sector de influencia del Sistema de Alcantarillado y Acueducto del presente proyecto se encuentra enmarcado por vías de gran

---

<sup>7</sup> Jorge Báez Noguera y la RAS 2000, título D

importancia para la Ciudad y por ende de gran concurrencia como son la AVENIDA PANAMERICANA, MIJITAYO, OBONUCO Y LA CARRERA 22, ubicadas al sur-occidente de la ciudad, que beneficiaran sectores como: Tamasagra I y II, Sta. Isabel, Cooperativa Popular, Sumatambo, Bachué y Agualongo, como se muestra en la figura 1, “con un estimado de 27150 habitantes en una superficie de 50 ha. Con una longitud de acueducto y alcantarillado a remplazar de 1317,02m”<sup>8</sup> (Empopasto S.A E.S.P, 2010).

**Figura 1.** Localización de los tramos a rehabilitar.



Una de las partes fundamentales en un proyecto hidráulico además del diseño, estudios de suelo, y topografía, del que depende su implementación y correcto funcionamiento es el presupuesto “que es la previsión de gastos e

<sup>8</sup> Empopasto, S.A. E.S.P., 2010

ingresos para un determinado lapso, es un instrumento importante, utilizado como medio administrativo de determinación adecuada de capital, costos e ingresos necesarios en una organización o proyecto”<sup>9</sup> (Juan Carlos Vergues, Especial Presupuestos, 2005), además de servir de ayuda para la determinación de metas que sean comparables a través del tiempo, coordinando así las actividades de los departamentos a la consecución de estas, evitando costos innecesarios y mala utilización de recursos. Igualmente considerando como parte medular del proyecto las especificaciones técnicas donde se presenta las características y métodos de operación relacionados.

---

<sup>9</sup> Especial presupuesto, Juan Carlos Vergues

### **3. INFORME DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PASANTIA**

La pasantía de diseño de alcantarillados y elaboración del proyecto de reposición de la red de acueducto, se realizó en el año 2009 entre los meses de julio y diciembre del año 2009 con la orientación, supervisión y aprobación del Ingeniero Guillermo Buchelli de la Sección Operativa de Diseños, además del Ingeniero Jaime Pérez, Jefe Operativo de la Sección de Diseños de EMPOPASTO S.A E.S.P.

De igual forma en el desarrollo del trabajo práctico de la pasantía el Ingeniero Carlos Andrés Pantoja Agreda, Magister en Ingeniería Civil participó como Codirector de esta pasantía y también recibí la colaboración de los revisores asignados por el Comité Curricular del programa de Ingeniería Civil de la Universidad de Nariño, Ingeniero Roberto Salazar y el Ingeniero Hernán Javier Gómez Zambrano.

Dentro de esta pasantía se realizó el proyecto de elaboración del proyecto de reposición de la red de acueducto y los diseños hidráulicos de alcantarillados en los sectores que a continuación se nombra;

- Calle 6 Sur entre Carreras 26 y 24.
- Calle 6 Sur entre Carreras 22 a y 24.
- Carrera 22e entre Calles 6 sur y 2 Sur.
- Calle 2 Sur entre Carreras 22e y 22b.
- Carrera 22b entre Calle 2 Sur y la Avenida Panamericana.

Seguidamente se encontrará el proceso de diseño hidráulico para alcantarillados del primer tramo situación que se repite para todos los tramos diseñados.

La carpeta del diseño final contiene:

- Presupuesto General.
- Análisis de Precios Unitarios.
- Cantidades de Obra.
- Perfil del Contratista y Perfil del Interventor.
- Cronograma de Actividades y Flujo de Caja.
- Memorias de Diseño.
- Cuadro de Cálculos Hidráulicos.
- Especificaciones Técnicas.

Estos diseños fueron entregados a la Sección Operativa de Diseños Ingeniero Jaime Pérez Rosero en medio físico y magnético.

### 3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

El proyecto está ubicado en la calle sexta sur entre carreras 26 y 22a, adicionalmente la carrera 22e entre calles sexta sur y segunda sur, calle segunda sur entre carreras 22e y 22b, y la carrera 22b entre calles 2 sur y Avenida Panamericana abarcando los Barrios Tamasagra I y II, Santa Isabel, Cooperativa Popular y Sumatambo como se muestra en la figura 2 “con un estimado de 27150 habitantes en una superficie de 50 ha. Con una longitud de acueducto y alcantarillado a remplazar de 1317,02 m”, sector suroccidental de la ciudad de Pasto.

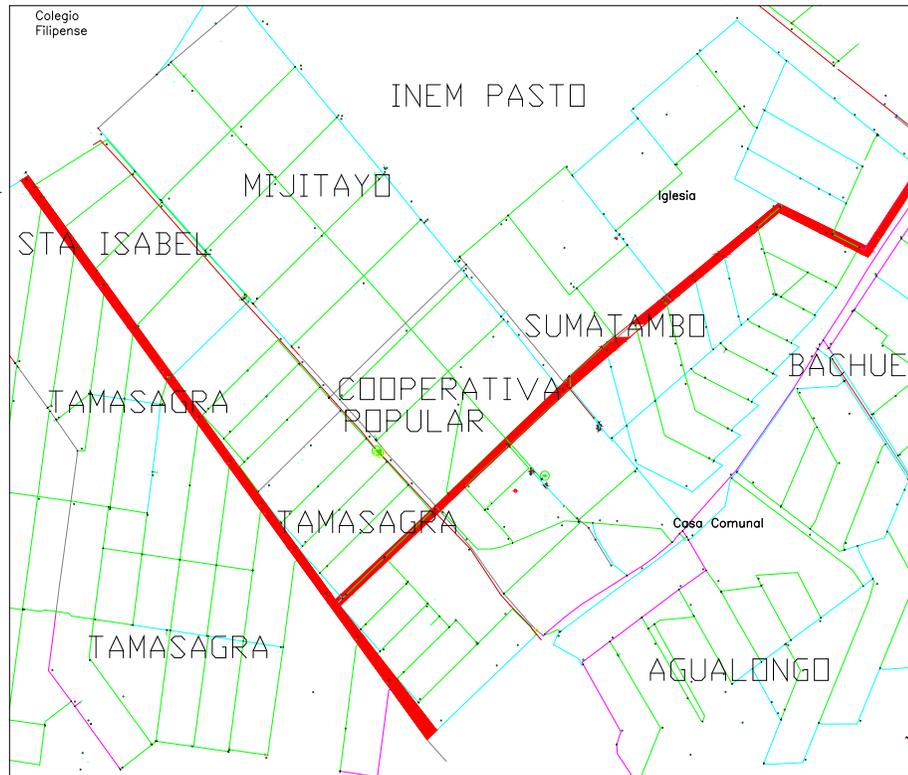
En la actualidad este colector se encuentra en mal estado, de acuerdo a lo que se pudo evidenciar en algunos sectores del proyecto como se muestra en la figura 2, en la que se muestra el colapso de algunos de los elementos de la red como esta cámara que se encuentra sedimentada y además mediante el certificado de redes No 113-36.4-0077 del 21 de mayo de 2009 (Ver Anexo C) expedido por Vladimir Fierro Bolaños, Jefe Operativo de Redes, en el cual especifica que esta tubería tiene 20 años de edad aproximada, en concreto con diámetros que varían entre 8" y 24". A pesar de que en el Tramo KO + 120 y KO + 230 existe alcantarillado pluvial, funcionará combinado por que en el área superior del proyecto no se han separado flujos.

**Figura 2.** Estado actual cámara de alcantarillado.



Teniendo en cuenta la solicitud hecha por la Administración Municipal y los motivos antes descritos, en el presente informe del proyecto se diseñó el alcantarillado combinado de la calle sexta sur entre carreras 26 y 22a, carrera 22e entre calles sexta sur y segunda sur, calle segunda sur entre carreras 22e y 22b, y carrera 22b entre calle segunda sur y avenida panamericana, el cual se empalmara a la red de la Avenida Panamericana, como se muestra en la figura 3.

**Figura 3. Localización general del proyecto.**



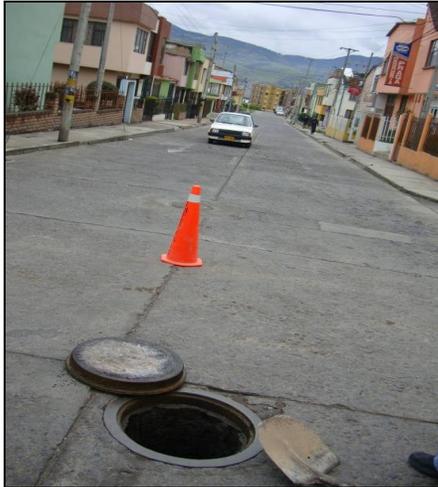
### **3.2 DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CALLE 6 SUR ENTRE CARRERAS 26 Y 24.**

EMPOPASTO S.A E.S.P. es una empresa que esta comprometida con la calidad de sus productos, de esta manera la Empresa busca la certificación de todas sus actividades ante el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, es aquí donde juega un papel muy importante el Sistema de Gestión de Calidad SGC, cuya función es establecer, documentar, implementar y mantener dicho sistema buscando una mejora continua en la eficacia de sus procesos. De esta manera, la Sección Operativa de Diseños tiene bajo su responsabilidad los procesos de operación del Sistema de Acueducto OSAC y Operación del Sistema de Alcantarillado OSAL, cuya función principal es formular, evaluar y diseñar proyectos. Para esto se ha realizado el instructivo con el código 113-36.2-0158 (Ver Anexo A) cuyo procedimiento se describe a continuación:

1. Se identificó la necesidad y alternativas de solución: Realizando cinco visitas al sitio con acompañamiento de personal de la Sección Operativa de Diseños y Redes registrados en los formatos C.G.C. (Ver Anexo B) donde, se pudo determinar la dirección de los flujos; profundidad, forma y ubicación de las cámaras de inspección, diámetros y pendientes de los colectores que

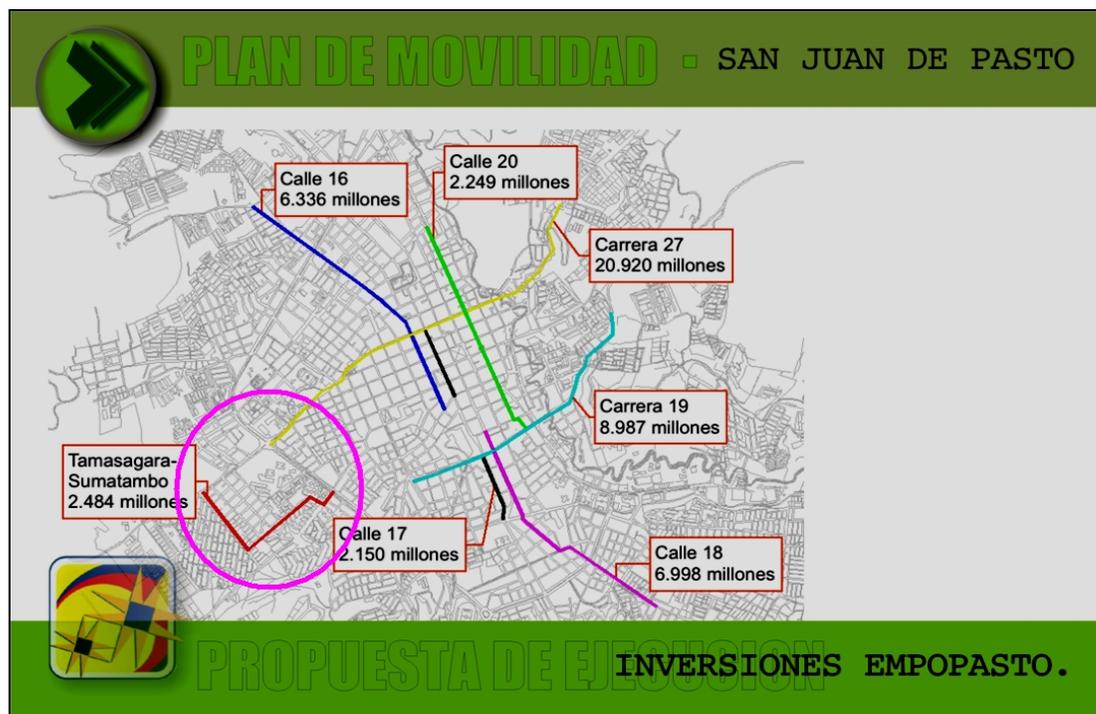
permitieron delimitar las áreas contribuyentes a los tramos de alcantarillado que se diseñó, como se puede identificar en las figuras 4 y 5.

**Figura 4 y 5** Visita General Alcantarillado Tamasagra.



2. Evaluación preliminar de alternativas: Donde se evaluó junto con el Jefe de la Sección Operativa de Diseños la posible solución al problema, generando así diferentes alternativas de diseño como son la construcción del alcantarillado separado, el cual no se pudo realizar debido a que en la red que desembocaría funciona como un alcantarillado combinado, por lo tanto se decidió diseñar un alcantarillado combinado, partiendo de la información obtenida en la investigación realizada en campo identificando parámetros oculares y testimoniales del sitio en función de la necesidad.
3. Determinación de la factibilidad del proyecto: Aquí se estableció que el proyecto era competencia de Empopasto, debido que dentro del Plan de Movilidad que maneja la actual administración municipal como su programa bandera contempla como tercer componente la Infraestructura Vial y dentro de este se encuentran los proyectos de mejoramiento de la malla vial del SETP, equivalente a 71.5 km entre los que esta el sector de Tamasagra-Sumatambo como se lo aprecia en la figura 6.

Figura 6. Rutas estratégicas plan de movilidad, Inversiones Empopasto.



4. Elaboración de el diseño definitivo: Como el proyecto era factible, se realizó el diseño hidráulico del sistema, teniendo en cuenta lo que reglamenta la Norma RAS – 2000 titulo “D”, en cuanto al Diseño de Alcantarillados y Acueductos como se muestra a continuación:

“Procedimiento General De Diseño De Los Sistemas De Recolección Y Evacuación De Aguas Residuales Y Pluviales

*Paso 1 - Definición del nivel de complejidad del sistema*

Debe definirse el nivel de complejidad del sistema, según se establece en el capítulo A.3 para cada uno de los componentes del sistema.

*Paso 2 - Justificación del proyecto y definición del alcance*

Todo componente de un sistema evacuación o disposición de aguas residuales y/o pluviales debe justificarse con la identificación de un problema de salud pública, del medio ambiente o de bienestar social, el cual tiene solución con la ejecución del sistema propuesto, ya sea mediante la ampliación de cobertura de un servicio o mejoramiento de su calidad y eficiencia. Además, el proyecto debe cumplir los criterios de priorización establecidos en el capítulo A.5 de la Norma RAS 2000.

### *Paso 3 - Conocimiento del marco institucional*

El diseñador del sistema debe conocer las diferentes entidades relacionadas con la prestación del servicio público de suministro de agua potable y recolección de aguas residuales y pluviales, estableciendo responsabilidades y las funciones de cada una. Las entidades y aspectos que deben identificarse son:

1. Entidad responsable del proyecto.
2. Diseñador.
3. Constructor.
4. Rol del municipio, ya sea como prestador del servicio o como administrador del sistema.
5. Empresa prestadora del servicio. (Oficial, mixto o privado)
6. Entidades territoriales competentes.
7. Entidades de planeación. (DNP, DSPD, Ministerio del Medio Ambiente, etc.)
8. Entidad reguladora. (CRA u otra)
9. Entidad de vigilancia y control. (SSPD u otra)
10. Operador.
11. Interventor.
12. Acciones proyectadas de la comunidad en el sistema.
13. Autoridad ambiental competente. (Ministerio del Medio Ambiente, corporaciones autónomas regionales, etc.)
14. Fuentes de financiación.

### *Paso 4 - Acciones legales*

El diseñador debe conocer todas las leyes, decretos, reglamentos y normas técnicas relacionadas con la conceptualización, diseño, operación, construcción, mantenimiento, supervisión técnica y operación de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales o pluviales, o cada uno de sus componentes en particular.

Además, deben tomarse las medidas legales necesarias para garantizar el adecuado desarrollo del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales o pluviales, o alguno de sus componentes.

### *Paso 5 - Aspectos ambientales*

Debe presentarse el plan de manejo ambiental generado por el proyecto, en el cual se incluye una descripción de las obras y acciones de mitigación de los efectos en el medio ambiente propios del proyecto, siguiendo todo lo establecido en el literal A1.2.3 de la Norma RAS 2000.

*Paso 6 - Ubicación dentro de los planes de ordenamiento territorial y desarrollo urbano previstos*

El diseñador debe conocer los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial planteados dentro del marco de la Ley 388 de 1997 o la que la reemplace y establecer las implicaciones que el sistema tendría dentro de la dinámica del desarrollo urbano.

En particular, el diseño de un sistema debe contemplar la dinámica de desarrollo urbano prevista en el corto, mediano y largo plazo de las áreas habitadas y las proyectadas en los próximos años, teniendo en cuenta la utilización del suelo, la estratificación socioeconómica, el plan vial y las zonas de conservación y protección de recursos naturales y ambientales entre otros.

#### *Paso 7 - Estudios de factibilidad y estudios previos*

Todo proyecto de recolección y evacuación de aguas residuales o pluviales debe llevar a cabo los estudios factibilidad y los estudios previos mencionados en el capítulo A.7 de la Norma RAS 2000.

#### *Paso 8 - Diseño y requerimientos técnicos*

El diseño de cualquier componente de un sistema de evacuación y disposición de aguas residuales o pluviales debe cumplir con los requisitos mínimos establecidos en el presente Título, según los literales establecidos en cada capítulo.

El diseño de cualquier sistema de recolección y evacuación de aguas residuales o pluviales debe someterse a una evaluación socioeconómica y estar sujeto a un plan de construcción, operación, mantenimiento y expansión de costo mínimo, siguiendo lo establecido en los capítulos A.6 y A.8 de la Norma RAS 2000.

#### *Paso 9 - Construcción e Interventoría*

Los procesos de construcción e interventoría se deben ajustar a los requisitos mínimos establecidos en el Título G - Aspectos Complementarios.

#### *Paso 10 - Puesta en marcha, operación y mantenimiento*

Los procedimientos y medidas pertinentes a la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los diferentes componentes de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales o pluviales deben seguir los requerimientos establecidos en el capítulo D.8.

5. Se hizo la digitalización de planos: Esto se realizó según las normas utilizadas en el Departamento de Nariño, norma 165 de 2006, donde se muestra en detalle el alcance del proyecto.(Ver Anexo E).
6. Se realizó el análisis de precios unitarios, (Ver Anexo I) cálculo de cantidades de obra (Ver Anexo J) y presupuestos definitivos (Ver Anexo G)

que permiten la identificación la previsión de gastos e ingresos para un determinado lapso, instrumento importante, utilizado como medio administrativo de determinación adecuada de capital, costos e ingresos necesarios en la organización del proyecto.

7. Se elaboró el Cronograma definitivo de ejecución de obra e inversión, que sirvió de ayuda para la determinación de metas que sean comparables a través del tiempo, coordinando así las actividades de los departamentos a la consecución de estas, evitando costos innecesarios y mala utilización de recursos (Ver Anexo K).
8. Se elaboró las Especificaciones Técnicas, (Ver Anexo L) las cuales tenían por objeto servir de guía para la selección de materiales, como:
  - ❖ Triturado.
  - ❖ Geotextil.
  - ❖ Recebo.
  - ❖ Tubería de concreto y pvc en los diámetros requeridos por el diseño. Las tuberías y accesorios para conducciones y redes de distribución de agua potable pueden ser en acero, hierro dúctil (HD), poli-cloruro de vinilo (PVC), concrete cylinder pipe (CCP), plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP) y polietileno de alta densidad (PEAD).
  - ❖ Kits de sillas yee estructuradas para la construcción de acometidas.
  - ❖ Base granular.
  - ❖ Pavimento en concreto rígido.
  - ❖ Base en recebo para andenes.
  - ❖ Valla informativa.
  - ❖ Accesorios para redes matrices secundarias de distribución.
  - ❖ Válvulas.
  - ❖ Anclajes.

Equipos, entre los que se encuentran;

- ❖ Motobombas.
- ❖ Cortadoras de Concreto.
- ❖ Regla Vibratoria.
- ❖ Alineador exterior estándar manual para Tubería.
- ❖ Biseladora y cortadora con equipo Oxicorte para tubería.
- ❖ Compactador operación manual de Rodillo liso vibratorio.
- ❖ Cortadora de varilla de acero, Operación manual.
- ❖ Grúas con motor diesel y pluma montada Sobre llantas autopropulsable.
- ❖ Manómetro y accesorios para prueba Hidrostática en tuberías.
- ❖ Mezcladora portátil p/concreto con Motor de gasolina cap. 1 saco.
- ❖ Tractor s/orugas tiende tubos con Motor diesel pluma lateral.
- ❖ Transito con precisión de 1" con trípode de Madera.
- ❖ Vibrador p/concreto con motor de Gasolina.
- ❖ Planta dosificadora de concreto y Equipo para bombeo de concreto.

- ❖ Lote de herramienta menor.
- ❖ Lote de equipo de protección personal (zapatos de seguridad, cascos, lentes, Guantes, etc.).

*Equipos para el movimiento de tierra*

- ❖ Excavadoras.
- ❖ Retroexcavadoras.
- ❖ Moto niveladoras.
- ❖ Cargador.

*Equipos para compactación*

- ❖ Cilindro-compactador.

*Equipos para desplazamiento*

- ❖ Volqueta.

Procedimientos constructivos y metodologías entre las que tenemos:

- Localización topográfica, georeferenciación, digitalización de planos, carteras de nivelación y contranivelación.  
En general, el alineamiento de la nueva tubería de alcantarillado sanitario se realizará dentro de los paramentos de las vía vehiculares o peatonales existentes, establecidos por Planeación Municipal, previendo la implementación futura de la red de alcantarillado pluvial. En todo caso, la construcción deberá ceñirse al trazado que se especifica en los planos del proyecto.
- Excavaciones.  
La excavación podrá hacerse con maquinaria o a mano, o una combinación entre ambas. La excavación, instalación de la tubería y rellenos deberán ejecutarse por tramos entre cámaras y en longitudes no mayores que 100 metros. Hasta que no se haya complementado el tramo anterior, no se podrá continuar con el siguiente.  
Proceso Constructivo: a) Materializar niveletas en forma local. b) Remover el material suelto y profundizar la excavación hasta el sello de fundación. c) Carretilleo del material extraído.
- Demoliciones.  
Se ejecutarán las demoliciones indicadas en los planos, en el formulario de propuesta y las que se requieran con previa autorización de La Interventoría, retirando en forma inmediata los escombros y demás materiales resultantes. Las demoliciones se ejecutarán de acuerdo con las normas de seguridad mínimas, tomando las precauciones necesarias para evitar accidentes de los trabajadores o terceras personas, y daños a las obras que se construyen o a propiedades vecinas. Además cumplir en su totalidad con los parámetros de impacto urbano y a daños de estructuras a terceros.

➤ Instalación De Tuberías Y Accesorios Para Redes Matrices, Secundarias, De Distribución.

La profundidad de instalación de la tubería de acueducto será la establecida en los planos; para casos especiales lo determinará La Interventoría. Antes de iniciar la colocación, los tubos y sus accesorios serán limpiados cuidadosamente de lodos y otras materias extrañas, tanto exterior como interiormente. Siempre que se suspenda la colocación de tubería, las bocas de los tubos se sellarán con tapones metálicos o del material de la tubería. El fondo de la zanja se nivelará cuidadosamente y en el lugar donde se colocará la campana se excavará un nicho para que el tubo quede apoyado en toda su longitud sobre el terreno. Adicionalmente, se deberán seguir todas las recomendaciones del fabricante para la colocación de la tubería. Antes de poner en marcha las tuberías de conducción, o las tuberías de distribución o después de un proceso de reparación, éstas se deben desinfectar siguiendo los procedimientos indicados en la Norma Técnica Colombiana NTC 4246.

Los accesorios deben ser anclados adecuadamente al terreno mediante bloques de concreto, los cuales deben tener la resistencia especificada para el momento en que se realice el empalme o entre en servicio las redes. Aquellos accesorios que se instalen en el momento del empalme deben ser anclados provisionalmente al terreno mediante elementos metálicos como rieles o tubos en acero hincados en el suelo o soportados sobre anclajes de concreto primario, vaciado con la debida anticipación.

Cuando se utilicen uniones con elementos metálicos tendrán un recubrimiento anticorrosivo según las especificaciones de la norma AWWA C 550. En los sitios de empalme de Tubería PVC con Tubería de Asbesto Cemento (AC) se colocará una unión universal con el fin de realizar la unión hermética. De esta manera se asegura fácil desmontaje de las válvulas y accesorios adyacentes.

Se instala como unión entre dos espigos de Tubería PVC o como complemento para la implementación de un accesorio a válvula de paso, y en esta última es de obligatorio cumplimiento su suministro e instalación tal y como se detalla en planos.

Las válvulas serán protegidas exterior e interiormente de acuerdo con la norma AWWA C550. No se permitirá la instalación de válvulas que no tengan grabados en relieve o en placa los siguientes datos: marca, diámetro, presión de trabajo, número de serie y flecha indicadora de la dirección del flujo si el tipo de válvula lo requiere.

➤ Cajilla En Mampostería.

Las cajas de válvulas deben ser de mampostería de ladrillo dispuesto en soga con espesor mínimo de 12 cm. Las cajas deben tener un sistema de drenaje dirigido al sistema de alcantarillado, cuando así lo estime el Interventor, para el caso de purgas.

La distancia entre el piso de la caja y la parte inferior de la válvula no debe ser menor de 20 cm, esta condición no debe tenerse en cuenta para el caso de las ventosas.

Las tapas deben construirse en concreto reforzado y su espesor deberá estar acorde con las cargas que vayan a actuar sobre ellas y no debe ser menor de 10 cm.

➤ Acometidas Domiciliarias Alcantarillado.

La caja domiciliaria separadora de flujo se construirá de acuerdo con el detalle anexo en planos; el análisis unitario debe contemplar: Concreto simple de 210 kg/cm<sup>2</sup> (piso), concreto armado de 210 kg/cm<sup>2</sup> con acero de resistencia  $f_y = 60.000 \text{ PSI } \varnothing 1/2" @ 0.12 \text{ m}$  ambos sentidos (tapa), mampostería en soga, repello 1:3 impermeabilizado. En todo caso el Contratista seguirá las especificaciones contenidas en los planos y detalles del Proyecto.

La tubería de la acometida domiciliaria de alcantarillado será instalada según se especificó en el ítem "Suministro e instalación de tubería", teniendo en cuenta que debe existir consistencia entre el material de la tubería de la acometida domiciliaria y el del colector al cual ésta se empalmará.

➤ Cimentación y rellenos compactados

La Interventoría podrá exigir que el equipo reúna características determinadas de acuerdo con: dimensiones de la excavación, espesor total del relleno, volumen total del relleno, características del suelo de relleno, resultados de los ensayos de compactación y de cbr, colocación del geotextil.

➤ Instalación de la acometida domiciliaria de acueducto.

La instalación de la acometida domiciliaria de acueducto comprende desde la perforación de la tubería principal, la instalación del collar de derivación, la instalación de los accesorios, la manguera, conexión al medidor existente y demás materiales y trabajos necesarios para brindar el servicio de forma adecuada a las viviendas existentes.

- Construcción de cámaras de inspección.  
Las cámaras se localizarán y construirán con base en la ubicación que se indica en los planos del proyecto. Se colocarán peldaños cada 0.35 m en hierro de diámetro mínimo de 3/4" y se cubrirán con pintura anticorrosiva. La tapa que se instalará será o en fundición de concreto con aros en HF (aro y contra aro); se fundirán con concreto de resistencia a la compresión  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  (3000 psi) y con acero de refuerzo dispuesto según se indique en planos.
- Sumidero convencional 1.02\*1.0 h= 1.8 m.  
Excavación en material común, concreto simple 1:2:3 (piso), concreto armado 3000 PSI (tapa), mampostería en soga, repello 1:3 impermeabilizado, acero de refuerzo, rejilla de 1.00 x 0.40 (doble ángulo 1 ½ \* ¼, varillas de ¾" cada 4 cms), desalajo de sobrantes, codo en concreto diam. 10", Tubería concreto diam. 10"(L.aprox= 10 mts) entre otros, de acuerdo al detalle presentado en planos.
- Reposición pavimento total de concreto hidráulico e= 0.20 m 3000 psi.  
Esta actividad comprende el suministro, transporte, colocación, acabado y curado del concreto de 3000 PSI, con acelerante a 7(siete) días; el concreto debe en lo posible ser premezclado y se tomarán las pruebas que el Interventor requiera para control de resistencias. El Pavimento Hidráulico debe cumplir con las especificaciones establecidas por la Norma INVIAS Artículo 500 y con la Aprobación de la Interventoría.  
Debe utilizarse mezcladora, regla vibratoria, vibrador de concreto, elementos para rizado final y curado final del concreto previa autorización del interventor.
- Base granular vías vehiculares e = 0.25 m.  
Consiste en la colocación de una base granular para vías vehiculares (de acuerdo a las especificaciones del Invias artículo 330) de un espesor de 0.30 m en vías vehiculares
- Adecuación Cámaras Existentes Para Empalme.  
Cuando se trate de empalmar una tubería de alcantarillado a una cámara existente, el contratista deberá respetar las cotas de empalme indicadas en el plano y realizará la adecuación que requiera la cámara para el funcionamiento normal del sistema.
- Construcción Anden Concreto Hidráulico Para Andenes 2500 Psi E= 0.10 M  
Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico como estructura de Anden; la ejecución de juntas, el acabado, el curado y demás actividades necesarias para la

correcta reposición del Andén, de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto o determinados por el Interventor.

➤ **Desalojo de material sobrante medido en banco.**

Todo material sobrante de la excavación o demolición deberá ser retirado de la obra por el Contratista en volqueta con carpa, en el menor tiempo posible sin causar traumatismo en el transporte público de la ciudad. El material será depositado en el sitio autorizado por el municipio. El Desalojo de material sobrante y la limpieza general del sector incluye barrido.

Los anteriores procesos constructivos y metodologías son aceptados por EMPOPASTO S.A E.S.P que permitirán la ejecución y finalización de las obras de construcción.

9. Se llevó a cabo la Revisión de ajustes y se proporcionó el concepto favorable: En este punto se expidió el formato de Concepto Técnico Favorable Proyectos Institucionales consignadas en el código 113-36.4-0285 (Ver Anexo N), este formato contiene los datos del solicitante del proyecto, observaciones que se realizaron en las visitas técnicas y además se encuentra el concepto técnico acerca de la problemática del sector.
10. Se remitió el proyecto a subgerencia de infraestructura para trámite de procesos contractuales, que son un conjunto de actividades realizadas con el fin de generar derechos y obligaciones, de equilibrio de posiciones en la formación del contrato, acorde con las necesidades reales de la empresa evento realizado después de una exhaustiva revisión del proyecto.

### **3.3 BASES TÉCNICAS DE DISEÑO.**

#### **3.3.1 Nivel de complejidad del sistema.**

Teniendo en cuenta que el sistema de alcantarillado a diseñarse debe empalmarse a las redes de alcantarillado de la ciudad de Pasto, cuya población supera los 400.000 habitantes, el nivel de complejidad del sistema se cataloga como ALTO (Cap. A.3.1 RAS 2000), donde el número de viviendas para el diseño de este tramo es de 243 viviendas, dato que lo obtuve después de multiplicar la densidad del pot para este sector, por el área de diseño para este tramo; cabe resaltar que al multiplicar el número de viviendas para el diseño de este ramal por la densidad poblacional, dio como resultado la población actual del sector que es de 591 habitantes.

### 3.3.2 Periodo de diseño.

De acuerdo con el nivel de complejidad del sistema (Alto), se establece como periodo de diseño del alcantarillado sanitario 30 años (Ver tabla 1).

**Tabla 1.** Periodo de planeamiento de redes de recolección y evacuación de aguas residuales y lluvias.

Nivel de Complejidad del Sistema	Periodo de diseño máximo
Bajo, Medio y Medio Alto	25 años
Alto	30 años

### 3.3.3 Población actual.

La población actual del sector comprende las viviendas ubicadas a lo largo de la calle 6 sur entre carreras 26 y 24, con una densidad de 100 viviendas por hectárea, según el plan de ordenamiento territorial, y población aproximada de 2 habitantes por vivienda. (Ver tabla 2).

**Tabla 2.** Cálculo de población.

Área =	2,432	Ha
Densidad POT =	100	Viv/Ha
Numero de viviendas actuales =	243	Viviendas.
Densidad Poblacional =	2	Hab/viv.
Población Futura =	2431,5	Habitantes.

### 3.3.4 Dotación.

Según la resolución número 2320 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, “la dotación corresponde a la máxima cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto” (Resolución 2320 del Min de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial).

El valor que se le adjudicó a la Dotación para un nivel de complejidad Alto de este tramo de alcantarillado es:

Dotación neta (Dn) = 140 l/hab/día.

Es decir un habitante efectivamente recibe 140 litros en un día para satisfacer necesidades.

### 3.3.5 Método de cálculo hidráulico

Todos los colectores se diseñaron como conducciones a flujo libre por gravedad, considerando que dicho flujo es uniforme a través de ellos, para lo cual se aplicó la ecuación de Manning en los cálculos:

$$V = (1/n) \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (D.2.2)$$

Donde:

R= Radio hidráulico (m)

S= Pendiente

n= Coeficiente de rugosidad

El coeficiente de rugosidad del interior de un colector debe representar las condiciones de servicio que se presentarán durante la vida útil (Cap. D.2.3.3 RAS 2000). Se determina entonces el coeficiente de rugosidad, de Manning así:

Para Colectores y drenajes de aguas residuales domésticas y aguas lluvias cuyo material sea en Pvc = n = 0,010.

Para Colectores y drenajes de aguas residuales domésticas y aguas lluvias cuyo material sea en Concreto = n = 0,013.

Cabe resaltar que el diseño del Proyecto inicialmente se lo hizo en Concreto lo cual se puede constatar en las memorias (Ver Anexo H), donde se identificó que este diseño no cumple con la fuerza tractiva y la velocidad máxima, parámetros de diseño establecidos por la RAS 2000 (Cap. D.3.2) reglamento técnico establecido para regular el sector de agua potable y saneamiento básico para Colombia, lo que se traduciría en el deterioro del sistema, es entonces que se cambió el material a PVC en los tramos donde el diseño con Concreto no cumple (Ver Anexo H) para garantizar el correcto funcionamiento del alcantarillado ya que con este material no se tiene inconvenientes en cuanto al cumplimiento de los parámetros establecidos por la RAS 2000.

### 3.4 DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO.

Aquí se muestra el proceso para el diseño del alcantarillado sanitario del primer tramo entre el pozo 1 y el pozo 2 como lo muestra la figura 7, este proceso de diseño también se hizo para todos ramales del que es objeto el presente proyecto. (Ver Anexo H).

**Figura 7.** Gráfico del primer tramo diseñado.



#### 3.4.1 Parámetros de diseño.

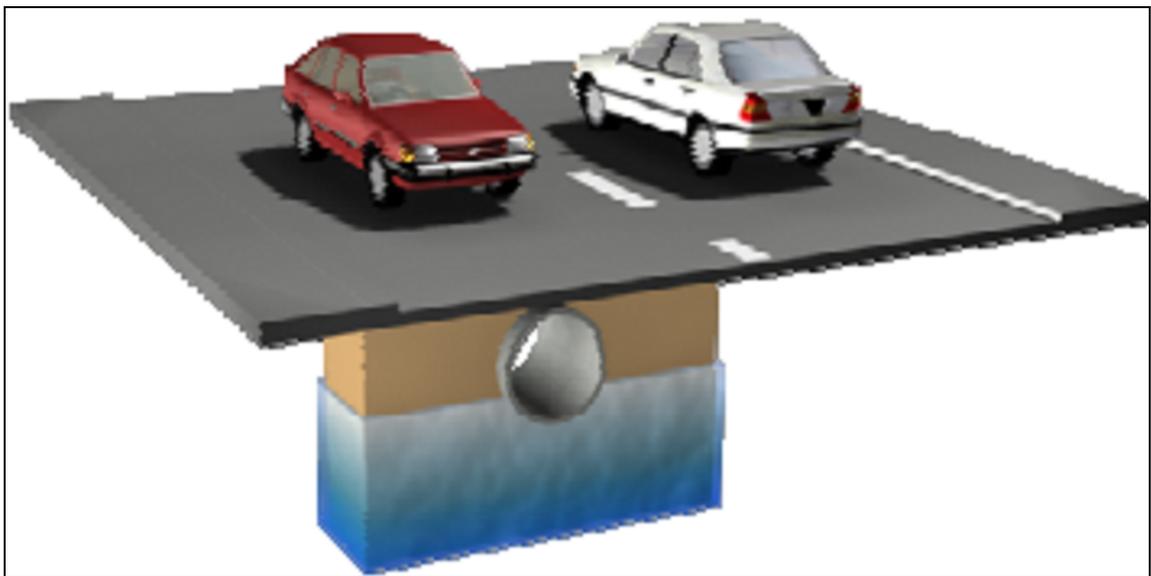
(RAS 2000, Título D, Capítulo D3)

- Diámetro mínimo = 8"
- Velocidad real mínima = 0,45 m/s
- Velocidad real máxima = 5 m/s (concreto)
- Fuerza Tractiva mínima = 0,12 k/m<sup>2</sup>
- Pendiente mínima = Aquella que garantice la auto limpieza.
- Pendiente máxima = Que garantice la velocidad máxima real.

- Profundidad máxima a cota clave = 5 metros.
- Profundidad mínima a la cota clave = 1,2 m vías vehiculares.

Los colectores de redes de recolección y evacuación de aguas residuales deben estar a una profundidad adecuada para permitir el drenaje por gravedad de las descargas domiciliarias sin sótano, aceptando una pendiente mínima de éstas de 2%. Además, el cubrimiento mínimo del colector debe evitar la ruptura de éste, ocasionada por cargas vivas que pueda experimentar (Ver figura 8). Los valores mínimos permisibles de cubrimiento de los colectores se definen en la tabla 3.

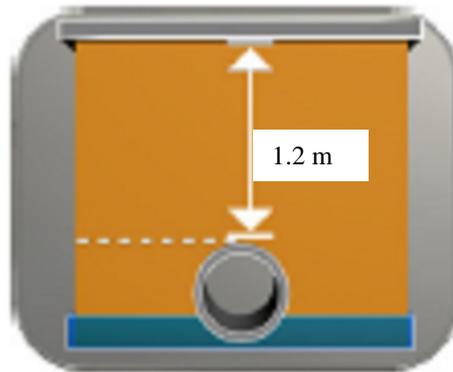
**Figura 8.** Aplicación de cargas sobre la tubería en vías vehiculares.



**Tabla 3.** Profundidad mínima de colectores.

Servidumbre	Profundidad a la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0,75
Vías vehiculares	1,20 (Ver figura 9.).

**Figura 9.** Profundidad mínima de la tubería en vías vehiculares.



Para casos especiales como localidades con evidentes problemas de drenaje los valores anteriores pueden reducirse haciendo las previsiones estructurales y geotécnicas correspondientes. Las conexiones domiciliarias y los colectores de aguas residuales deben localizarse por debajo de las tuberías de acueducto.

El tipo de cimentación y relleno debe estar de acuerdo con lo estipulado en el Título G.

### 3.4.2 Cálculo de caudales.

El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación está integrado por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales. Para su estimación se realizó el cálculo tramo por tramo, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones.

- ✓ Consumo Domestico, (Qd)

(Cap. D.3.2.2.1 RAS 2000)

El aporte domestico se calcula mediante la expresión:

$$Qd = C \times P \times R / 86.400 \text{ (l/s)}$$

Donde,

C = Consumo medio diario percapita (l/hab/día): Corresponde a la dotación neta, es decir, a la cantidad de agua que el consumidor efectivamente recibe para satisfacer sus necesidades. La dotación neta depende del nivel de complejidad del sistema, del clima de la localidad y del tamaño de la población. Su estimación se hizo con base en la resolución (2320) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (Tabla 4).

**Tabla 4.** Dotación neta según el Nivel de Complejidad del Sistema.

<b>Nivel de complejidad del sistema</b>	<b>Dotación neta máxima para poblaciones con Clima Frio o Templado (L/hab.día)</b>	<b>Dotación neta máxima para poblaciones con Clima Cálido (L/hab.día)</b>
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio alto	125	135
Alto	140	150

C = 140,00 l/hab/día

P = Población (hab)

P = 12 hab

R = Coeficiente de Retorno: El coeficiente de retorno es la fracción del agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. Su estimación debe provenir del análisis de información existente de la localidad y/o de mediciones de campo. Su valor se lo obtuvo utilizando como guía los rangos de valores de R descritos en la tabla 5.

**Tabla 5.** Coeficiente de Retorno de Aguas servidas domesticas.

<b>Nivel de complejidad del sistema</b>	<b>Coeficiente de retorno</b>
Bajo y medio	0,7 - 0,8
Medio alto y alto *	0,8 - 0,85

Puede ser definido por la empresa prestadora del servicio

R = 0,80 (Tabla D.3.1 RAS 2000)

Qd= 0.02 l/s

Consumo unitario domestico, (Qud)

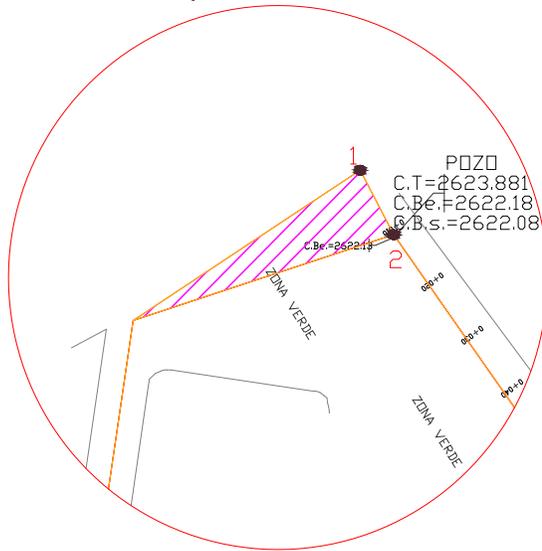
Para obtener el aporte doméstico por unidad de área, se dividió el valor de Qd entre el área tributaria total de toda la red de colectores sanitarios.

Qud = Qd / Área a drenar (Ha)

A= 0.037 Ha

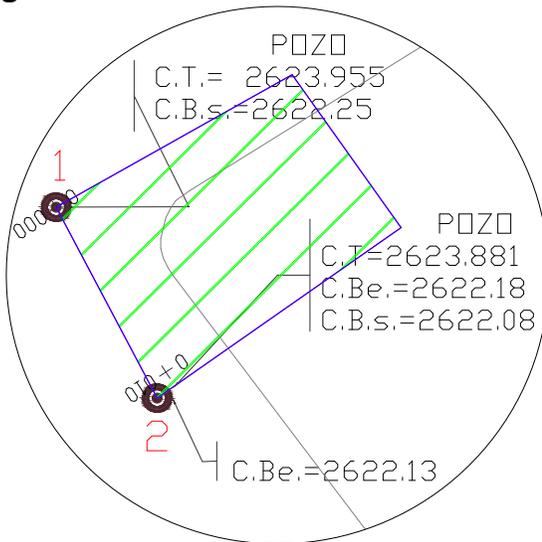
El área superior de acuerdo al estudio corresponde a 0.02 Ha, abarca 1/3 de manzana que se encuentran a lo largo de la calle 26, como se muestra en la figura 10.

**Figura 10.** Área Superior del tramo inicial diseñado.



Y el Área del tramo es decir el sector en la que tiene influencia directa el ramal diseñado como se indica en la figura 11, es igual a 0,0145 Ha

**Figura 11.** Área del tramo inicial diseñado.



Entonces;  
Qud = 0,02 l/hab/día

### 3.4.2.1 Caudal por contribución industrial, ( $Q_i$ ).

El consumo de agua industrial varía de acuerdo con el tipo y tamaño de la industria, y los aportes de aguas residuales varían con el grado de recirculación de aguas y los procesos de tratamiento. En consecuencia, los aportes de aguas residuales industriales  $Q_i$  se determinaron para cada ramal en particular. Para cualquier nivel de complejidad del sistema, es necesario elaborar análisis específicos de aportes industriales de aguas residuales, en particular para zonas netamente industriales e industrias medianas y grandes, ubicadas en zonas residenciales y comerciales como lo indica la RAS 2000 (D.3.2.2.2).

En cada caso, debe considerarse la naturaleza de los residuos industriales, y su aceptación al sistema de alcantarillado estará condicionada por la legislación vigente con respecto a vertimientos industriales. Es necesario hacer consideraciones de velocidad mínima con base en el tipo de desechos para evitar obstrucciones. Sin embargo, para industrias pequeñas localizadas en zonas residenciales o comerciales pueden utilizarse los valores mostrados en la tabla 6 de caudal por hectárea de área bruta de industria.

**Tabla 6.** Contribución Industrial.

Nivel de complejidad del sistema	Contribución industrial (L/s-ha ind)
Bajo	0,4
Medio	0,6
Medio alto	0,8
Alto	1,0-1,5

La Zona del proyecto es un sector residencial careciendo de zonas industriales de ningún tipo por lo que se determinó que el caudal por contribución especial por lo tanto es cero:  $Q_i = 0$  l/hab/día.

### 3.4.2.2 Caudal por contribución comercial, ( $Q_c$ ).

Para zonas netamente comerciales, el caudal de aguas residuales debe estar justificado con un estudio detallado, basado en consumos diarios por persona, densidades de población en estas áreas y coeficientes de retorno mayores que los de consumo doméstico. Para zonas mixtas comerciales y residenciales pueden ponderarse los caudales medios con base en la concentración comercial relativa a la residencial, utilizando como base los valores de la tabla 7.

**Tabla 7.** Contribución Comercial.

Nivel de complejidad del sistema	Contribución comercial (L/s- ha com)
Cualquier	0,4 - 0,5

Debido a que este sector es netamente residencial se estimó a el caudal por contribución comercial equivalente a cero,  $Q_c = 0$  l/hab/día

#### 3.4.2.3 Caudal por contribución institucional, ( $Q_{ins}$ )

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. Tal como se establece en los literales B.3.5.6 y B.3.5.7 de la RAS 2000. Para pequeñas instituciones ubicadas en zonas residenciales, los aportes de aguas residuales pueden estimarse a partir de los valores por unidad de área institucional, presentados en la tabla 9.

**Tabla 8.** Contribución Institucional mínima en zonas residenciales.

Nivel de complejidad del sistema	Contribución institucional (L/ s- ha inst)
Cualquier	0,4 - 0,5

En el área de diseño para este tramo no hay ninguna de las instituciones que se nombró anteriormente por lo tanto el caudal por contribución institucional es cero, entonces:

$$Q_{ins} = 0 \text{ l/hab/día}$$

#### 3.4.2.4 Caudal medio de aguas residuales, ( $Q_{md}$ )

(RAS 2000, Título D, Capítulo D.3.2.2.5)

El caudal medio diario de aguas residuales ( $Q_{md}$ ) para un colector con un área de drenaje dada es la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales.

Como lo muestra la siguiente expresión:

$$Q_{md} = Q_d + Q_i + Q_c + Q_{ins} \quad (\text{l/s/Ha})$$

$$Q_{md} = 0.02 \text{ l/s/Ha}$$

#### 3.4.2.5 Caudal por conexiones erradas, ( $Q_{ce}$ )

Aquí se consideró los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de techos y patios,  $Q_{ce}$ .

Estos aportes son función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y de la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias. La información existente en la localidad sobre conexiones erradas debe utilizarse en la estimación de los aportes correspondientes. Debido a que en este caso el área del proyecto no dispone de un sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias, según el literal D.1.6 de la Norma RAS 2000, se debe considerar el aporte máximo de drenaje pluvial domiciliario a la red sanitaria, de acuerdo con la Tabla 9.

Teniendo en cuenta el Nivel de complejidad del sistema, se establece el aporte por conexiones erradas así:

**Tabla 9.** Aportes máximos por drenaje domiciliario de aguas lluvias sin sistema pluvial

Nivel de complejidad del sistema	Aporte (L / s-ha)
Bajo y medio	2
Medio alto y alto *	2

- Debe disponerse de sistema pluvial o combinado a mediano plazo

$$Q_{ce} = 1.4 \text{ l/s}$$

#### 3.4.2.6 Caudal de infiltración, ( $Q_{inf}$ ).

Es inevitable la infiltración de aguas subsuperficiales a las redes de sistemas de alcantarillado sanitario, principalmente freáticas, a través de fisuras en los colectores, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de colectores con pozos de inspección y demás estructuras, y en éstos cuando no son completamente impermeables.

En ausencia de la posibilidad de hacer la estimación del caudal por infiltración con medidas directas como lo son los aforos, el aporte puede establecerse con base en los valores de la Tabla 10 (RAS 2000, Título D, Capítulo D.3.2.2.7), en donde el valor inferior del rango dado corresponde a condiciones constructivas más apropiadas, mayor estanqueidad de colectores y estructuras complementarias y menor amenaza sísmica.

La categorización de la infiltración en alta, media y baja se relaciona con las características topográficas, de suelos, niveles freáticos y precipitación.

Considerando una infiltración alta, el caudal por infiltración puede estimarse según la tabla 10.

**Tabla 10.** Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales.

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta (L / s-ha)	Infiltración media (L / s-ha)	Infiltración baja (L / s-ha)
Bajo y medio	0,15 - 0,4	0,1 - 0,3	0,05 - 0,2
Medio alto y alto *	0,15 - 0,4	0,1 - 0,3	0,05 - 0,2

\*Puede ser definido por la empresa prestadora del servicio

$$Q_{inf} = 0,068 \text{ l/s}$$

#### 3.4.2.7 Caudal máximo horario, (QMH).

El caudal máximo horario es la base para establecer el caudal de diseño de una red de colectores de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.

El caudal máximo horario del día máximo se estima a partir del caudal final medio diario, mediante el uso del factor de mayoración, F, situación que se estipula en la RAS 2000, Título D, Capítulo D.3.2.3.

$$QMH = F \times QMD \text{ (l/s/Ha)}$$

Donde;

F = Factor de Mayoración

El factor de mayoración para estimar el caudal máximo horario, con base en el caudal medio diario, tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. El valor del factor disminuye en la medida en que el número de habitantes considerado aumenta, pues el uso del agua se hace cada vez más heterogéneo y la red de colectores puede contribuir cada vez más a amortiguar los flujos. La variación del factor de mayoración se estimó con base en la relación aproximada de Babbitt, tabla 11, válida para poblaciones de 1000 a 1000000 habitantes, en general el valor de F debe ser mayor o igual a 1.4.

El factor F se calculó tramo por tramo (Ver Anexo H) de acuerdo con el incremento progresivo de población y caudal.

Para poblaciones entre 1000 y 10000 habitantes, puede calcularse con cualquiera de las siguientes relaciones

**Tabla 11.** Factor de Mayoración.

$$F = 5 / P^{0,20} : \text{Babbbit}$$

P: en miles de habitantes

P: 12 Hab

F: 5

Por lo tanto:

$$QMH = 0.08 \text{ l/s}$$

#### 3.4.2.8 Caudal de diseño, QD

El caudal de diseño de cada tramo de la red de colectores se lo obtuvo, sumando al caudal máximo horario del día máximo, QMH, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas, como se lo indica a continuación:

$$QD = QMH + Qce + Qinf \text{ (l/s/Ha)}$$

Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea inferior a 1,5 L/s, debe adoptarse este valor como caudal de diseño, como lo indica en la Norma RAS 2000 Cap. D.3.2.5, ya que es el mínimo caudal que se necesita para que el sistema funcione correctamente.

Entonces, procediendo al cálculo tenemos que:

$$QD = 1.5 \text{ l/s}$$

Este caudal es el correspondiente a las contribuciones acumuladas que llegan al tramo hasta el pozo de inspección inferior.

### 3.5 CAUDAL DE DISEÑO PLUVIAL.

El cálculo del caudal de diseño se realizará mediante el método Racional, el cual establece que el caudal proveniente de una precipitación es función directa de la intensidad de la precipitación, del área tributaria y de un coeficiente de escorrentía, el cual depende a su vez de la pendiente del terreno y de su permeabilidad. El método Racional calcula el caudal pico de aguas lluvias con base en la intensidad media del evento de precipitación con una duración igual al tiempo de concentración en el área de drenaje y con un determinado coeficiente de

escorrentía. Se basa en la siguiente relación:

$$QLL = 2,78 \cdot C \cdot I \cdot A$$

(Cap D.4.3.2 RAS 2000)

donde,

QLL = Caudal pluvial de diseño [ l / s ]

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de lluvias [ mm / hora ]

A = Área tributaria de drenaje [ Ha ]

2,78 = Factor de conversión de la Intensidad de lluvias, de [ mm / hora ] a [ l / s / Ha ]

En los casos en los que el caudal de diseño calculado en el tramo sea inferior a 1,5 L/s, se adoptará este valor como caudal de diseño (Cap. D.3.2.5 RAS 2000).

### 3.5.1 Área tributaria de drenaje, A

Las áreas tributarias a los colectores se determinarán para cada tramo por diseñar, siguiendo los ejes del trazado de la red de drenaje de aguas lluvias ubicados en las calles del sector a diseñar. El área aferente para calcular el alcantarillado combinado incluye el área tributaria propia de cada tramo más el área superior. Las áreas tributarias de drenaje se han determinado por medición directa en los planos.

Área = 2,43 Ha

### 3.5.2 Coeficiente de escorrentía, C

Este coeficiente depende directamente de la pendiente y del grado de permeabilidad del suelo y su estimación se realiza con base en la tabla 13. La caracterización de la superficie que predomina en el sector diseñado, corresponde al tipo Residencial con casas contiguas predominio de zonas duras, por tanto se estima:

C = 0,75; debido a que al encontrarse gran parte del sector impermeabilizado permite que el agua producto de las precipitaciones se escurra hasta los sectores de desagüe como son los sumideros, de hay que se optó por tomar el valor según la descripción que mas se ajustaba al caso real del proyecto.

**Tabla 12.** Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad.

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0,75-0,95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,70-0,95
Vías adoquinadas	0,70-0,85
Zonas comerciales o industriales	0,60-0,95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre éstos	0,60-0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,40-0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,20-0,35

### 3.5.3 Intensidad de precipitación, I

La intensidad de precipitación para estimar el caudal pico de aguas lluvias corresponde a la intensidad media de precipitación, la cual se determina mediante las curvas de Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF). De acuerdo con el nivel de complejidad del sistema (Alto), es necesario referirse a la información pluviográfica local (Cap. D.4.3.3 RAS 2000), por consiguiente se toma la curva de la Estación de Obonuco como la más representativa del régimen de lluvias de la zona del Proyecto:

$$I = [ ( 354,07078 * Tr ^{0,2811778} ) / ( ( Tc + 10,63 ) ^{0,8250633} ) ]$$

[ mm / hora]

donde,

Tr = Tiempo de retorno [ años ]

Tc = Tiempo de concentración ac. [ min ]

### 3.5.4 Tiempo de retorno, Tr

El tiempo de retorno es el número de años en que se espera que mediamente se repita un cierto caudal, o un caudal mayor que en algunas ocasiones pueda incrementar considerablemente el caudal de diseño, de ahí la necesidad de considerarlo en el diseño del proyecto, dependiendo de ciertas características.

El período de retorno depende directamente del nivel de complejidad del sistema y de las características del área a drenar, además se relaciona con el grado de protección e importancia de la zona del Proyecto (Tablas D.4.2 y D.4.3 RAS 2000). Para los tramos de alcantarillado en el presente proyecto, el período de retorno se estima:

$$Tr = 5,00 \text{ años}$$

En tramos de alcantarillado, con áreas menores de 2 Ha:

### 3.5.5 Tiempo de concentración, Tc

Esta compuesto por el tiempo de entrada y el tiempo de recorrido en el colector (Cap. D.4.3.7 RAS 2000):

$$Tc = Te + Tt \text{ [ min ]}$$

El tiempo de concentración mínimo en pozos iniciales es 10 minutos y máximo 20 minutos; además si dos tramos confluyen al mismo pozo de inspección se tomará el tiempo de concentración mayor entre los dos colectores.

### 3.5.6 Tiempo de entrada, Te.

Corresponde al tiempo requerido para que la escorrentía llegue al sumidero del colector; se determina mediante la fórmula de la FAA de los Estados Unidos:

$$Te = 0,707 \times ( 1,1 - C ) \times L^{1/2} / S^{1/3} \quad \text{donde:}$$

C = coeficiente de escorrentía (0.75) []

L = longitud máxima de flujo de escorrentía superficial [ m ]

S = pendiente promedio entre el punto más alejado y el colector [ m / m ]

### 3.5.7 Tiempo de recorrido, Tt.

Representa el tiempo de viaje o tránsito del agua dentro del colector y se determina mediante la siguiente expresión (Cap. D.4.3.7.2 RAS 2000):

$$T_t = L_c / ( 60 \times V )$$

donde:

$L_c$  = longitud del tramo [ m ]

$V$  = velocidad real [ m / s ]

Como lo último que se calcula es la velocidad real, el tiempo de recorrido se calcula mediante un proceso iterativo que se efectúa en el cuadro de cálculo.

El mismo proceso se lo realizó para todos los tramos de que es objeto el presente proyecto (Ver Anexo H).

### **3.6 CÁLCULO DE CANTIDADES DE OBRA.**

Partiendo del diseño geométrico y de los perfiles de los tramos de alcantarillado en los que se encuentran diámetros, pendientes, áreas, longitudes, cotas y datos topográficos (Ver Anexo E) y además de basarse en el diseño de la cimentación recomendada por el Ingeniero consultor en el estudio de suelos realizado (Ver Anexo D) se procedió a elaborar el cálculo de cantidades de obra de alcantarillado (Ver Anexo J) de los tramos con las siguientes direcciones:

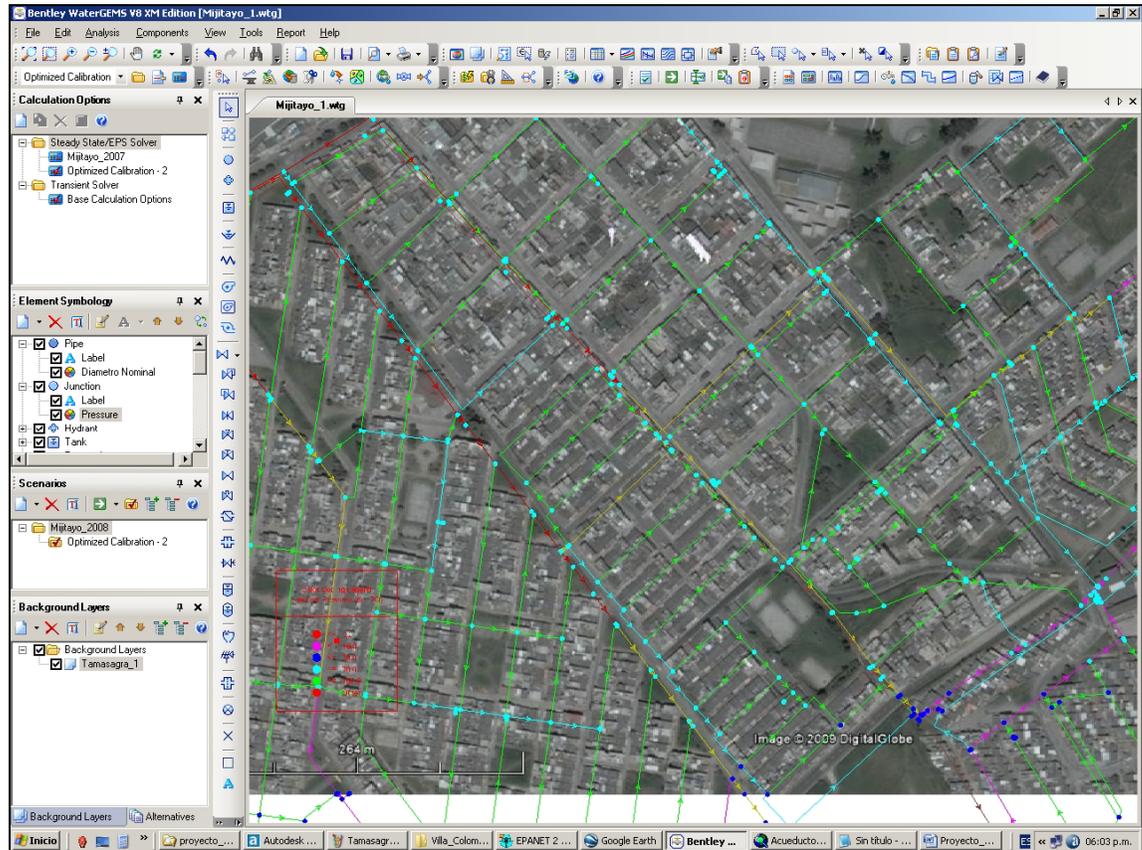
- Calle 6 Sur entre Carreras 26 y 24.
- Calle 6 Sur entre Carreras 22 a y 24.
- Carrera 22e entre Calles 6 sur y 2 Sur.
- Calle 2 Sur entre Carreras 22e y 22b.
- Carrera 22b entre Calle 2 Sur y la Avenida Panamericana.

De igual forma para proceder al cálculo de cantidades de obra de acueducto (Ver Anexo J) se tuvo en cuenta el diseño que se generó como resultado de la modelación de la red de acueducto (Ver Anexo E).

### **3.7 MODELACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO.**

Por otro lado el Ingeniero Juan Pablo Solarte elaboró la modelación de la red de acueducto mediante el programa WaterGems de los tramos antes descritos, los cuales se pueden apreciar en la figura 12, con el propósito de corregir problemas y de conocer el funcionamiento de la red, con mayor precisión y basándose en los datos suministrados por esta modelación entre los que se encuentran los planos (Ver Anexo E) se ejecutó el cálculo de cantidades de acueducto. (Ver Anexo J).

Figura 12. Modelación red de acueducto Tamasagra.



La simulación matemática de la red de distribución de agua potable es la representación de una red hidráulica existente mediante un software y la información que describe la red. En hidráulica, el término modelo corresponde a un sistema que simula un objeto real llamado prototipo; mediante la entrada de cierta información se procesa y se presenta adecuada para emplearse en el diseño y operación de obras de ingeniería civil. Un modelo físico a escala reducida es una representación a escala del objeto real o prototipo, y cumple ciertas condiciones matemáticas definidas. En general es una herramienta que permite entender el comportamiento de un sistema complejo y con la que es posible simular el comportamiento del mismo en diferentes situaciones dinámicas de operación.

Esta actividad está integrada por un conjunto de procesos en los que se involucran recursos humanos y tecnológicos, datos espaciales y procedimientos cuyo fin es el análisis de la información para la toma de decisiones en la planeación y ejecución de actividades relacionadas con la operatividad (mantenimiento y reparación, renovación y expansión) de las redes de acueducto.

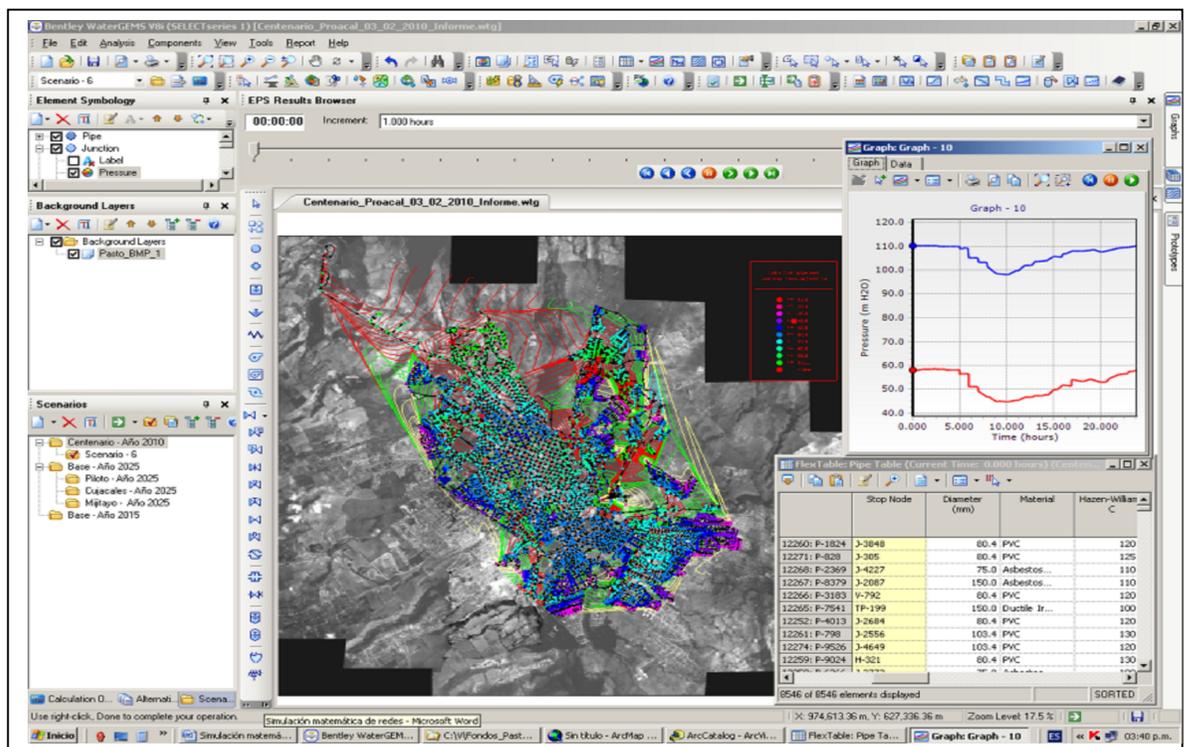
EMPOPASTO SA-ESP con el objeto de optimizar los procesos de diseño, construcción, y operación de infraestructura de agua potable, ha implementado una herramienta generadora de soluciones que integran los procesos de análisis, documentación, ingeniería de campo, operaciones y mantenimiento. La simulación matemática de redes tiene como finalidad satisfacer las necesidades del quehacer diario de EMPOPASTO en las búsquedas de sus objetivos, contribuyendo de esta forma al ciclo de vida de la infraestructura del agua.

Para construir el modelo hidráulico es necesario conocer las características físicas de la red, por lo cual el catastro de redes técnico (Ver figura 13) y el conocimiento del funcionamiento hidráulico son la base de la correcta conceptualización del la simulación matemática de redes.

El software WaterGems ha sido adquirido por EMPOPASTO con el fin de disponer de una herramienta para el cálculo, entre otras cosas, del comportamiento hidráulico en sistemas de distribución de agua, incluyendo curvas de demanda y simular fugas en diferentes componentes de la red.

El software WATERGEMS no es capaz de realizar el cálculo de los diámetros de las tuberías, sino que calcula los caudales y alturas piezométricas de la red a partir de todos los datos físicos del sistema y una altura piezométrica conocida. Por lo tanto, tan solo es un apoyo para el diseño de una red de distribución de agua.

**Figura 13.** Plano catastral.



### 3.8 DISEÑO DE CIMENTACIÓN

Además de esto cabe resaltar que se realizó el diseño de cimentación de la estructura basándose en el estudio de suelos suministrado por la empresa, teniendo en cuenta las recomendaciones registradas en dicho estudio cumpliendo las exigencias estipuladas en los capítulos H y G.2 de las normas anotadas. (Ver Anexo D).

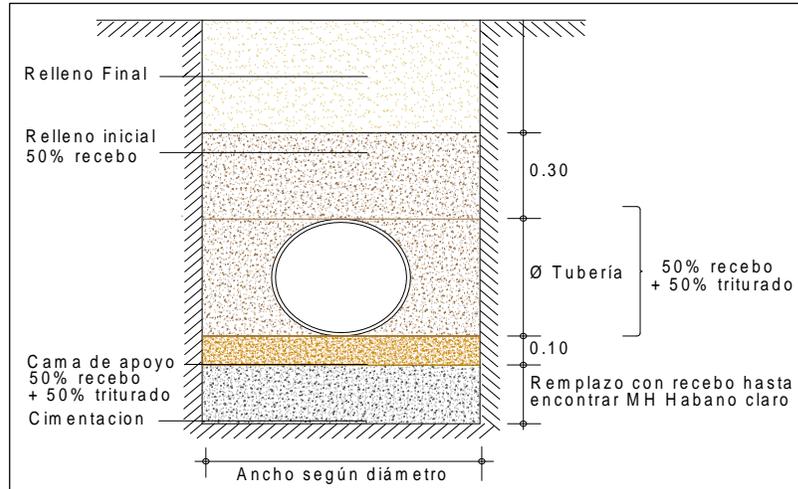
El fin de dicho estudio fue el realizar la investigación del subsuelo de fundación del proyecto que permitiera caracterizar las propiedades físico-mecánicas de los estratos de suelos que resulten comprometidos con el proyecto, formulando las recomendaciones geotécnicas pertinentes para su construcción.

Para la ejecución de la investigación del subsuelo se desarrollaron 11 apiques o sondeos (Ver Anexo D) para obtención de las muestras, procediendo a la elaboración de estratigrafías de los sondeos realizados e identificación del nivel freático, realizando ensayos de clasificación y de resistencia, en donde se identificó la condición del conglomerado encontrándose que tiene condición parcialmente clasto soportadas. Los bloques en su gran mayoría tienen puntos de contacto entre sí, lo que le da una buena condición de resistencia.

En cuanto a los resultados que se consiguieron después de realizarse esta investigación tenemos inicialmente conglomerados con arenas limosas y gravas con limos pobremente gradadas en donde se recomendó que se debe proteger el material seleccionado de la excavación de las lluvias, debido a que en caso de saturarse indicarían problemas para su utilización como relleno. Como la capa de cimentación se la usa para dar apoyo uniforme al cuerpo de las tuberías, se tuvo especial cuidado con la presencia de rocas que pueden generar cargas puntuales en la tubería de concreto que son vulnerables a estas solicitaciones.

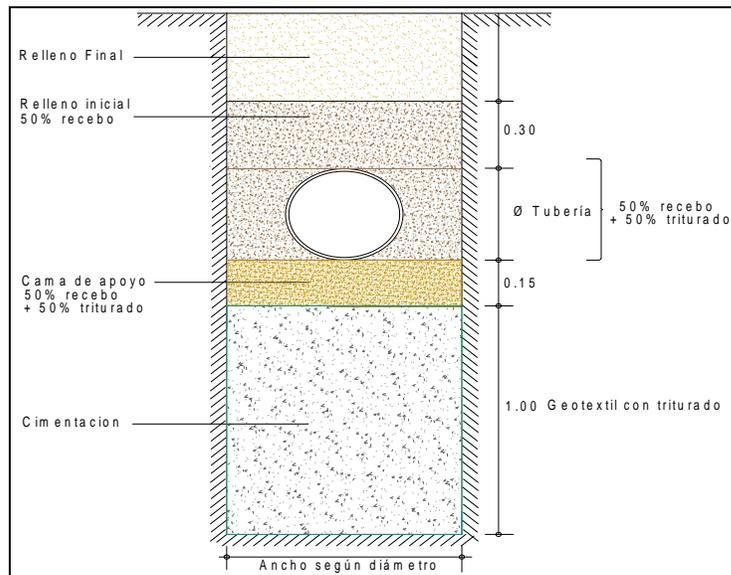
Es necesario recalcar que en el apique 4 se encontró MH de color negro muy blando el cual es necesario retirarlo hasta encontrar CL-ML de color habano claro, material muy firme, el cual es apto para cimentar sobre este, como se indica en la figura 14. En el apique 6 se encontraron 50 cms de relleno los cuales deben desecharse para evitar futuros inconvenientes con la cimentación del colector.

**Figura 14. Cimentación Ramal 3 Tramo 15 – 17.**

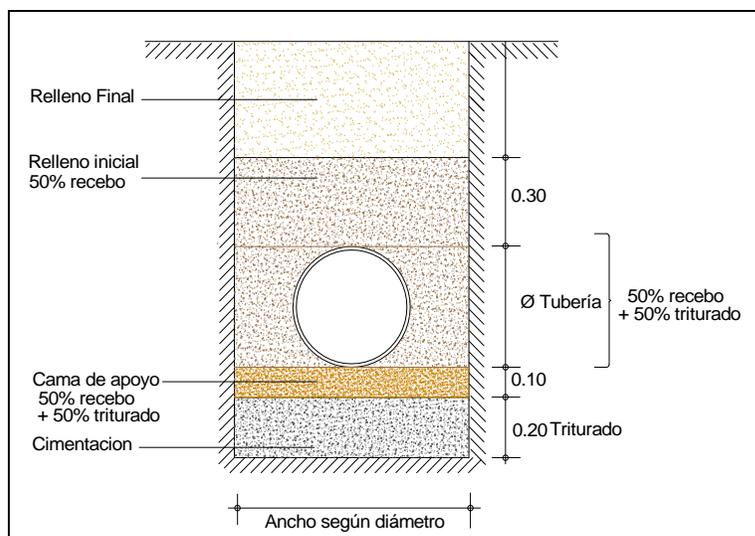


Entre las zonas de cimentación más inestables de este proyecto fueron entre el tamo Ko + 210 y Ko + 230 encontrando rellenos y escombros, por lo que se recomendó triturado con geotextil con un espesor de 1m y recebo granular de 0,15 m, para proteger toda la red de posibles proliferaciones y colapsos (Ver figura 15). Cabe resaltar que el tipo de cimentación común que se presentó en este proyecto tiene 0.2 m de triturado para la cimentación, 0.1 m de 50% de recebo + 50% de triturado para la cama de apoyo y atraque, recebo para el relleno inicial y el relleno final con material seleccionado del sitio como lo muestra la figura 16.

**Figura 15. Cimentación Ramal 3 Tramo Ko + 215.6160 hasta Ko + 235.2332.**



**Figura 16. Cimentación Común.**



### 3.9 ELABORACIÓN DE PLANOS.

La realización del dibujo bajo resolución, cumple con los requerimientos mínimos que las diferentes Áreas de la Gerencia de la empresa EMPOPASTO S.A. exigen para la elaboración y presentación normalizada de los planos de las redes de acueducto y alcantarillado (Ver Anexo E), tanto para los proyectos propios de Las Empresas, como para los proyectos ejecutados por particulares, entendiéndose estos últimos como los proyectos que no son desarrollados por la empresa, como urbanizaciones, proyectos particulares y obras de entidades públicas de los diferentes municipios.

Entre las normas generales para la presentación de planos se encuentran los colores que se utilizaran en los mismos únicamente los especificados por la empresa, de la misma manera el tamaño de los planos quienes además de cumplir con las normas dadas por la empresa deberán cumplir con lo reglamentado por la Norma Icontec de 1687. Los tamaños A3 y el tamaño carta podrán emplearse para la presentación de esquemas o planos reducidos en los informes o memorias de los diseños.

Además también encontramos el rótulo posee diferentes secciones que proporcionan toda la información básica del contenido del plano como lo es el nombre de la empresa, su gerente, subgerente de infraestructura, lo que contiene el dibujo, nombre del proyecto, quien diseñó el proyecto, quien lo revisó, quien hizo el correspondiente levantamiento, nombre del dibujante, la localización del proyecto, también contiene la aprobación, fecha, y número de plano.

Los planos definitivos se entregarán impresos a color en papel y medio digital, a partir de la primera revisión de diseño. La información en medio digital se deberá entregar en CD (Discos compactos).

Para proyectos de consideración debe(n) llevar: esquema o plano de localización geográfica del proyecto con coordenadas reales, notas generales, convenciones, esquemas de cimentaciones y de aliviaderos.

En el plano de la planta general se dibujó un esquema de la localización sobre la base geográfica a una escala adecuada, de todas las redes de servicios públicos proyectadas (diseñadas) y existentes en operación y fuera de servicio) para verificar los cruces entre ellos. Este esquema no requiere información de diámetro, número de las cámaras, nomenclatura, curvas de nivel, ni textos de ninguna clase. En los planos se deben mostrar todas las redes de servicio público que interfieran con el proyecto.

Para planos de Red de Distribución de Acueducto y Alcantarillado todos los elementos puntuales de las redes (cámaras de inspección, aliviaderos, botaderos, sumideros, etc.) deberán estar numerados y localizados en las coordenadas reales, con el fin de poderlos replantear.

### **3.10 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.**

La elaboración de las especificaciones técnicas tanto para acueducto como para alcantarillado en los materiales de diseño (Ver Anexo L), fueron cruciales como complemento para este proyecto además

76

de ser parte fundamental para iniciar los procesos contractuales ya que es a través de estos documentos donde se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras, elaboración de estudios, fabricación de equipos, materiales, equipos, mano de obra y metodologías aceptadas por EMPOPASTO S.A. E.S.P. para ejecutar las obras objeto del contrato.

En el caso de la realización de estudios, o construcción de obras forman parte integral del proyecto y complementan lo indicado en los planos respectivos, y en el contrato.

En general las Especificaciones Técnicas hacen referencia a:

- Manuales y normas propias de cada país en particular, en este caso la ejecución de la obra y el suministro de materiales deberán ajustarse al Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS (Resolución 1096 del 17 de noviembre de 2.000), Norma Sismo

Resistente - NSR98 (Ley 400 de 1.997), normas vigentes dispuestas por EMPOPASTO S.A. E.S.P. para este fin y demás aplicables a la materia.

En cuanto al plan de acción que esta previsto para dirigirlo a cumplir una meta prevista, expresada en valores y términos financieros que, debe cumplirse en determinado tiempo y bajo ciertas condiciones previstas, este concepto se aplica a cada centro de responsabilidad de la organización.

### **3.11 PRESUPUESTO FINAL DE OBRA.**

La principal función de los presupuestos se relaciona con el Control financiero de la organización, entendiéndose el control presupuestario como el proceso de descubrir qué es lo que se está haciendo, comparando los resultados con sus datos presupuestados correspondientes para verificar los logros o remediar las diferencias, en el presente proyecto se realizó el presupuesto para acueducto y alcantarillado (Ver Anexo G) como se lo estipulo anteriormente , en cuanto al presupuesto del alcantarillado se lo ejecutó con dos materiales pvc y concreto de los cuales por funcionalidad se escogió el que se encuentra diseñado con pvc de igual manera se realizó el presupuesto con los dos materiales, situación que se la utilizo para realizar una confrontación de costos (Ver Anexo N) desempeñando así roles preventivos como correctivos dentro de la mejora del proyecto.

Es de vital importancia la generación del presupuesto porque ayuda a minimizar el riesgo en las operaciones de la estructura del proyecto en desarrollo, además permite mantener el plan de operaciones de la empresa en unos límites razonables, a su vez sirve como mecanismo para la revisión de políticas y estrategias de la empresa y direccionarlas hacia lo que verdaderamente se busca, permitiendo cuantificar en términos financieros los diversos componentes de su plan total de acción.

Con la realización de los presupuestos (Ver Anexo G), se buscó:

1. Coordinar los diferentes centros de costo para que se asegure la marcha correcta del proyecto en forma integral.
2. Planear los resultados de la proyecto en dinero y volúmenes.
3. Controlar el manejo de rendimientos, cantidades y costos.
4. Coordinar y relacionar las actividades del proyecto.

## CONCLUSIONES

Una vez finalizadas las actividades que contempló el desarrollo de esta práctica y después de haber hecho la recolección de datos, procesados los mismos y obtenido la información que de ello se generó conjuntamente con los respectivos análisis, se obtuvieron unos resultados que dan origen al siguiente conjunto de conclusiones.

1. El aporte del diseño de alcantarillados y la elaboración del proyecto de reposición de las redes prioritarias del Plan de Movilidad, entre las que se encuentran la Calle 6 Sur entre Carreras 26 y 24, la Calle 6 Sur entre Carreras 22 a y 24, la Carrera 22e entre Calles 6 sur y 2 Sur, la Calle 2 Sur entre Carreras 22e y 22b, y la Carrera 22b entre Calle 2 Sur y la Avenida Panamericana, permitió reducir en gran manera las dificultades que atraviesa la ciudad de Pasto con respecto al orden y control del transporte urbano generado en cierta parte por la infraestructura en algunos sectores donde esta se encuentra subutilizada, insostenible e inequitativa, además de que se pudo diseñar redes de acueducto y alcantarillado que contemplan la expansión y las cargas a las que se verán expuestos a medida que se ponga en ejecución el Plan de Movilidad para la ciudad de Pasto.
2. Empopasto S.A E.S.P es una empresa enfocada en el mejoramiento continuo de los servicios prestados a sus usuarios, de esta manera el servicio de EMPOPASTO S.A E.S.P se relaciona con la comunidad; este aspecto fue enriquecedor en el desarrollo de la pasantía puesto que junto con las visitas realizadas al lugar donde se diseñaron los tramos de alcantarillado, se realizó la investigación acerca de ubicación de cámaras, dirección de flujos, información valiosa para el desarrollo del proyecto.
3. En cuanto a la recopilación de documentación existente, consignada en las diferentes jefaturas pertenecientes a EMPOPASTO S.A E.S.P, que sirven como base para iniciar el proceso de pre factibilidad del proyecto, se pudo determinar que la empresa cuenta con una amplia gama de herramientas tanto materiales como humanas las cuales permitieron en gran manera realizar la investigación en forma satisfactoria.
4. Se identificó las diferentes alternativas de diseño y ejecución del proyecto conjuntamente con el equipo de ingenieros de diseños, evaluando características de funcionalidad, costo, etc., escogiendo así la opción más acertada, para la solución de la problemática expuesta en el sector, comprobando una vez mas que la empresa cuenta con personal capacitado para dar respuesta razonables aun determinada dificultad de diseño.

5. En lo referido a los parámetros de diseño establecidos en la Norma RAS – 2000 título “D”, se cumplieron a cabalidad dichos requisitos, debido a que son las normas que rigen actualmente el diseño de alcantarillados para Colombia y en ella se establecen los criterios a los que se debe ceñir dicho diseño, partiendo que es a través de estos donde se puede garantizar un diseño funcional.
6. La realización del diseño de los tramos de alcantarillado del que es objeto el presente informe proporcionó obtener diámetros que satisfacen las necesidades del sistema diseñado, de igual manera pendientes de la tubería que permitieron que el sistema funcione con condiciones de autolimpieza y generando características abrasivas y de turbulencia tolerables según el tipo de material que se utilizó en el diseño.
7. Con respecto al diseño de la cimentación y teniendo como base el estudio de suelos se obtuvo tres clases de cimentaciones, la primera se realizó ya que en el apique 4 se encontró MH de color negro muy blando el cual es necesario retirarlo hasta encontrar CL-ML de color habano claro, material muy firme, esta mejoración se la hizo en el tramo Ko + 532.76 hasta el Ko + 624.5. Entre las zonas de cimentación más inestables de este proyecto fueron las que se encuentran en el Ko + 210 y Ko + 230 localizando rellenos y escombros, por lo que se recomendó triturado con geotextil con un espesor de 1m y recebo granular de 0,15 m, para proteger toda la red de posibles proliferaciones y colapsos. Cabe resaltar que el tipo de cimentación común que se presentó en este proyecto tiene 0.2 m de triturado para la cimentación, 0.1 m de 50% de recebo + 50% de triturado para la cama de apoyo y atraque, recebo para el relleno inicial y el relleno final con material seleccionado del sitio.
8. El realizar el cálculo de costos de una obra, su presupuesto y las especificaciones técnicas permitió al Ingeniero hacer comparaciones entre los diferentes presupuestos y determinar cual se realizará ya que es entonces donde se tiene una concepción global e integral del comportamiento del proyecto bajo ciertas condiciones.
9. El diseño fue una de las tareas primordiales en el desarrollo del proyecto con el fin de generar una correlación de factores que permitieron generar un sistema productivo, en un sentido económico, con un equilibrado balance de todos los elementos necesarios para cumplir la función del acueducto y alcantarillado en forma segura y continua.
10. La realización del presupuesto del proyecto fue indispensable ya que facilitó el control de las finanzas, actividades, cantidades y calidad de los materiales; además que para este proyecto se debió tener en cuenta tres tipos de costos como lo es el costo directo que se puede identificar

fácilmente con el producto, debido a que contempla el costo del material y su mano de obra, el costo indirecto al que pertenecen costos de difícil identificación por lo que se les establece un porcentaje para valorizarlos como lo son la administración con un 17.37%, imprevistos 4%, y utilidades 6.63% y el costo total que suma los costos directos e indirectos; la identificación de este tipo de costos permitió minimizar el riesgo en la ejecución de las actividades que componen el proyecto.

## RECOMENDACIONES

Aplicar los cambios en la Norma Colombiana Ras-2000, en cuanto a la modificación de la dotación neta en redes de alcantarillado y el Periodo de planeamiento de redes de recolección y evacuación de aguas residuales y lluvias según la resolución número 2320 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Permitir la participación de la comunidad, en la solución del problema del saneamiento, ya que son estos los conocedores de la problemática expuesta en el sector.

Flexibilizar los principales criterios y parámetros de diseño (tensión tractiva, pendiente, diámetro, trazado y profundidad de instalación), debido a que tienen influencia directa en la reducción de los costos de inversión, operación y mantenimiento.

Implementar de todos los elementos necesarios, para la elaboración sistematizada, del diseño de alcantarillados, de los diferentes proyectos de competencia de EMPOPASTO S.A E.S.P.

Ensamblar la tubería de conexión de los sumideros y otros receptores de aguas pluviales, en materiales fabricados en hierro fundido, bronce, plomo, PVC u otro material resistente a la corrosión, los cuales estarán provistos de rejillas o similares.

Planificar mejor las pasantías, dentro de la empresa EMPOPASTO S.A E.S.P, con el fin, de brindar al estudiante, de todas las herramientas necesarias para el desarrollo de la práctica.

## BIBLIOGRAFIA

BÁEZ NOGUERA, Jorge. Ingeniería Ambiental, Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales y Pluviales. Uninorte, Colombia, 2004, 271 pág.

LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados. Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia, 2004, 546 pág.

NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 1486. Documentación. Presentación de Tesis, Trabajos de Grado y Otros Trabajos de Investigación. Icontec, Colombia, 2002, 33 pág.

RAS 2000, Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. Título D, Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales y Pluviales, Colombia, 2000, 97 pág.

SALAZAR CANO, Roberto. Alcantarillados. Universidad de Nariño, Colombia, 2002, 264 pág.

VERGES, Juan Carlos. Especial Presupuestos. Mc Graw Hill, Colombia, 2005, 180 pág.