

**APOYO Y ASISTENCIA PROFESIONAL AL DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS DE LA EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE LA PROVINCIA  
DE OBANDO EMPOOBANDO E.S.P. DEL MUNICIPIO DE IPIALES – NARIÑO**

**LUIS HERNÀN GOYES UNIGARRO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2007**

**APOYO Y ASISTENCIA PROFESIONAL AL DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS DE LA EMPRESA DE OBRAS SANITARIAS DE LA PROVINCIA  
DE OBANDO EMPOOBANDO E.S.P. DEL MUNICIPIO DE IPIALES – NARIÑO**

**LUIS HERNÀN GOYES UNIGARRO**

**Proyecto de Grado**

**Director**

**Ing. ANNA ALICIA TIBANTA PEPINOSA  
Subgerente del Departamento de Proyectos  
EMPOOBANDO E.S.P.**

**Codirector**

**Ing. HERNÀN GÓMEZ  
Docente Universidad de Nariño**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2007**

**“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son responsabilidad exclusiva del autor”**

**Artículo 1 del acuerdo No 324 de Octubre 11 de 1966 emanada del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Presidente del jurado

---

Ing. José Alfredo Jiménez.  
Jurado

---

Ing. Carlos Pantoja Agreda.  
Jurado

San Juan de Pasto, 16 de Mayo de 2007

Dedico este trabajo a todas las personas que de alguna u otra manera estuvieron siempre disponibles a brindarme su ayuda en todo momento.

A Dios por el don de la vida, por ser guía y luz de mi camino.

A María por escucharme siempre.

A mis Padres: Alicia y Luis Efraín por su amor y su apoyo incondicional.

A mis Hermanos: Ricky, Yhanis, Ernesto, Oscar y Diego, por estar siempre conmigo.

A mis Abuelitos, por sus sabios consejos.

A mis Tías, por su dedicación y sus enseñanzas.

A mis Primas: Emi y Damaris mis hermanitas desde siempre.

A Marcela y Grace, por brindarme ayuda en esos momentos y por ser tan especiales conmigo.

A mi Madrina, porque me ayudas desde el cielo.

A mis Profesores, por sus enseñanzas y conocimientos transmitidos.

A mis Compañeros, por todo lo compartido.

A mis Amigos, por los momentos inolvidables de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Presento los más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en el desarrollo de este proyecto.

Ingeniera Ana Alicia Tibanta Pepinosa, Subgerente del Departamento de Proyectos de la Empresa EMPOOBANDO E.S.P. Directora de la presente pasantía, a quien agradezco su orientación y ayuda.

Ingeniero Hernán Gómez Zambrano, Docente de la Facultad de Ingeniería. Codirector de la presente pasantía. Por su colaboración en todo momento.

Doctor Luis Fernando Villota Méndez, Alcalde Municipal de Ipiales.

Ingeniero Alfredo Rosero Angulo, Gerente de la Empresa EMPOOBANDO E.S.P.

Ingeniero Julio Vicente Burbano Ruiz, Gerente de la Secretaría de Infraestructura Municipal de Ipiales.

Compañeros de trabajo de la Empresa EMPOOBANDO E.S.P.

Personal y mano de obra, encargados de la ejecución de los diferentes proyectos.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTROUCCIÓN	15
1. METODOLOGÍA	18
2. CRONOGRAMA	20
3. FUNDAMENTO TEORICO	22
3.1 INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICIOS	22
3.1.1 Principios Básicos (Norma ICONTEC 1500)	22
3.1.2 Elementos básicos de sistema de suministro de agua	23
3.1.3 Sistemas de desagües y evacuación de aguas en un edificio	23
3.2 DISEÑOS DE REDES DE ACUEDUCTO	25
3.2.1 Estudios previos y concepción del proyecto	26
3.2.2 Aspectos generales de la zona por abastecer	27
3.2.3 Recomendaciones sobre el trazado de la red de distribución	27
3.2.4 Áreas por abastecer	29
3.2.5 Amenaza sísmica	29
3.2.6 Caudal de diseño	30
3.2.7 Presiones en la red de distribución	30
3.2.8 Diámetros de las tuberías en la red de distribución	31
3.3 PARES CONSTITUTIVAS DE UN ALCANTARILLADO	32
3.3.1 Tuberías en general	32
3.3.2 Estructuras de conexión de de colectores y pozos de inspección	36
4. DESARROLLO DEL PROYECTO	38
4.1 APROBACION Y REVISIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES EN CUANTO A INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS SE REFIERE	38

4.2 RESIDENCIA EN OBRA: ALCANTARILLADO COMBINADO COLECTOR NORTE SECTOR ALBORADA.	39
4.2.1 Datos generales del proyecto	40
4.2.2 Avance de obra	40
4.2.3 Actividades y ejecución del proyecto	41
4.3 REVISION Y APROBACION DE DISEÑOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE PROYECTOS DE URBANIZACION	59
4.4 RESIDENCIA EN OBRA: ALCANTARILLADO COMBINADO COLECTOR NORTE SECTOR CARRERA SEPTIMA ENTRE CALLES 24 Y 34	60
4.4.1 Datos generales del proyecto	61
4.4.2 Avance de obra	61
4.4.3 Actividades y ejecución del proyecto	65
4.5 RESIDENCIA EN OBRA: COSNTRUCCION DE REDES DE ALCANTARILLADO COMBINADO DE LA URBANIZACION ALTAMIRA	84
4.5.1 Datos generales del proyecto	85
4.5.2 Avance de Obra	
4.5.3 Actividades y ejecución del proyecto	87
4.6 RESIDENCIA EN OBRA: ALCANTARILLADO COMBINADO COLECTOR NORTE SECTOR CALLE 24 ENTRE CRAS. 5 A 7	100
4.6.1 Datos generales del proyecto	100
4.6.2 Avance de la obra	100
4.6.3 Actividades y ejecución del proyecto	101
5. CONCLUSIONES	119
6. RECOMENDACIONES	121
BIBLIOGRAFIA	122

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Presiones Mínimas en la red de distribución	30
Tabla 2. Diámetros mínimos de la red matriz	31
Tabla 3. Diámetros mínimos de la red menor de distribución	31
Tabla 4. Diámetro del pozo según diámetro de la tubería de salida	37
Tabla 5. Primera quincena. Alcantarillado combinado colector norte, sector Alborada	40
Tabla 6. Segunda quincena. Alcantarillado combinado Colector Norte, sector Alborada	40
Tabla 7. Tercera quincena. Alcantarillado combinado Colector Norte, sector Alborada	41
Tabla 8. Cantidades de obra. Alcantarillado combinado Colector Norte, sector Alborada	58
Tabla 9. Primera quincena: Alcantarillado combinado Colector Norte, Carrera 7 entre Calles 24 y 34.	62
Tabla 10. Segunda quincena: Alcantarillado combinado Colector Norte, sector Carrera 7 entre Calles 24 y 34.	63
Tabla 11. Tercera quincena: Alcantarillado combinado Colector Norte, sector Carrera 7 entre Calles 24 y 34.	64
Tabla 12. Cuarta quincena: Alcantarillado combinado Colector Norte, sector Carrera 7 entre Calles 24 y 34.	65
Tabla 13. Cantidades de obra: Alcantarillado combinado Colector Norte, sector Carrera 7 entre Calle 24 y 34	84
Tabla 14. Primera quincena: Redes de alcantarillado combinado de la Urbanización Altamira	86
Tabla 15. Segunda quincena: Redes de alcantarillado combinado de la Urbanización Altamira	86
Tabla 16. Tercera quincena: Redes de alcantarillado combinado de la Urbanización Altamira	87
Tabla 17. Cantidades de obra. Redes de alcantarillado combinado de la Urbanización Altamira	99
Tabla 18. Primera quincena: Alcantarillado combinado Colector Norte, sector Calle 24 entre Carreras 5 A 7	101
Tabla 19. Cantidades de obra. Alcantarillado combinado Colector Norte, sector calle 24 entre Carreras 5 A 7	117

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Localización y replanteo	42
Figura 2. Excavación manual	42
Figura 3. Excavación a máquina (retroexcavadora de oruga)	43
Figura 4. Excavación a máquina (retroexcavadora pajarita)	43
Figura 5. Suelo de cimentación para la tubería de características muy adecuadas	44
Figura 6. Cimentación en triturado	45
Figura 7. Atraque lateral y compactación	45
Figura 8. Tubería NOVALOC de diámetro 27" y uniones para la misma	46
Figura 9. Tubería y unión NOVALOC debidamente ensamblada	47
Figura 10. Manipulación de la tubería NOVALOC de diámetro 27"	47
Figura 11. Secuencia de acople de la tubería NOVALOC	48
Figura 12. Conexión de redes al colector	49
Figura 13. Instalación de tubería en cemento	50
Figura 14. Instalación de tubería NOVAFORT PAVCO en el sistema de caída en cámaras	50
Figura 15. Instalación de tubería de acueducto	51
Figura 16. Reparación de redes de acueducto	51
Figura 17. Cámara de inspección	52
Figura 18. Cámara con caída	52
Figura 19. Uso de maquinaria para relleno final de la chamba	53
Figura 20. Compactación con apisonador mecánico o saltarín	54
Figura 21. Compactación final con vibrocompactador de rodillo	54
Figura 22. maquinaria usada en el retiro y desalojo de sobrantes	55
Figura 23. Uso de casco para seguridad del trabajador	56
Figura 24. Señalización	57
Figura 25. Localización y replanteo	65
Figura 26. Retiro de pavimento asfáltico con maquinaria	66
Figura 27. Retiro y demolición de pavimento hidráulico	66
Figura 28. Excavación manual	67
Figura 29. Excavación a máquina (retroexcavadora tipo pajarita)	68
Figura 30. Excavación a máquina	68
Figura 31. Mejoramiento del suelo de cimentación para la tubería	69
Figura 32. Cimentación en triturado y relleno inicial	70
Figura 33. Atraque lateral y compactación	70
Figura 34. Tubería NOVALOC de 27" y 24" de diámetro y uniones acopladas a la misma	71

Figura 35. Tubería NOVAFORT, alineación y acople espigo-campana	72
Figura 36. Tubería NOVAFORT, extremo liso y su respectiva unión	73
Figura 37. Tubería NOVALOC, extremo liso y su respectiva unión	73
Figura 38. Manipulación de la tubería NOVALOC Y NOVAFORT	74
Figura 39. Secuencia de acople de la tubería NOVALOC Y NOVAFORT	74
Figura 40. Conexión de redes al colector en tubería de cemento	75
Figura 41. Instalación de tubería de cemento	76
Figura 42. Construcción de cámara de inspección	76
Figura 43. Cámara de inspección terminada	77
Figura 44. Compactación con apisonador manual	78
Figura 45. Uso de maquinaria para relleno final de la chamba	78
Figura 46. Compactación con apisonador mecánico o saltarín	79
Figura 47. Compactación final con vibro compactador de rodillo	79
Figura 48. Máquinaria usada en el retiro y desalojo de sobrantes	80
Figura 49. Uso de casco para seguridad del trabajador	81
Figura 50. Entibado de chamba	82
Figura 51. Señalización con pines y cáñamo	82
Figura 52. Señalización con cinta	83
Figura 53. Localización y replanteo	87
Figura 54. Excavación manual	88
Figura 55. Excavación a máquina (retroexcavadora tipo pajarita)	89
Figura 56. Excavación a máquina (retroexcavadora tipo oruga)	89
Figura 57. Instalación de tubería de cemento de 10" de diámetro	90
Figura 58. Instalación de tubería de cemento de 16 y 24" de diámetro	91
Figura 59. Construcción de cámara de inspección	92
Figura 60. Cámara de inspección terminada	93
Figura 61. Compactación con apisonador manual	94
Figura 62. Compactación con apisonador mecánico o saltarín	95
Figura 63. Uso de maquinaria para relleno final	95
Figura 64. Perspectiva de las vías para desalojo de sobrantes	96
Figura 65. Uso de casco para seguridad del trabajador	97
Figura 66. Entibado de chamba	98
Figura 67. Señalización con cinta	98
Figura 68. Localización y replanteo	102
Figura 69. Corte de pavimento hidráulico	102
Figura 70. Retiro de cascote con retroexcavadora	103
Figura 71. Excavación manual de túneles para paso de la tubería	103
Figura 72. Excavación a máquina (retroexcavadora de oruga)	104
Figura 73. Suelo de cimentación para la tubería de características no muy adecuadas	105
Figura 74. Cimentación en triturado	106
Figura 75. Atrache lateral con triturado	106

Figura 76. Transporte y manipulación de la tubería NOVALOC de 27" de diámetro	107
Figura 77. Secuencia de ensamble del tubo NOVALOC y su respectiva Unión	108
Figura 78. Reparación de la tubería de acueducto	109
Figura 79. Construcción de cámara de inspección	110
Figura 80. Cámara de inspección terminada	110
Figura 81. Compactación manual	111
Figura 82. Compactación con apisonador mecánico o saltarín	112
Figura 83. Uso de maquinaria para relleno de la chamba	112
Figura 84. Compactación final con vibro compactador de rodillo	113
Figura 85. Maquinaria usada en el retiro y desalojo de sobrantes	114
Figura 86. Uso de casco para seguridad del trabajador	115
Figura 87. Túneles y puentes de estabilización	116
Figura 88. Señalización con cinta	116

## **RESUMEN**

El apoyo prestado al Departamento de Proyectos de la Empresa de Obras Sanitarias de la Provincia de Obando EMPOOBANDO E.S.P. consistió en dos tipos de trabajo, uno de oficina y otro de campo.

En oficina se presta asistencia profesional en la revisión y certificación del proyecto de acueducto y alcantarillado de la urbanización Portal del Río, y los proyectos de edificación: FUSAVI y el Edificio apartamentos Lilian Vallejo en la revisión de los diseños de instalaciones hidráulicas y sanitarias, se conocen los requisitos necesarios para la aprobación y certificación de dichos diseños, así también las especificaciones técnicas, manejo de legalización y expedición de licencias de construcción de dichos proyectos o su negación por falencias en los diseños.

Durante la práctica realizada, se desarrollaron y ejecutaron cuatro proyectos de construcción de colectores de alcantarillado combinado. Se presencié la secuencia de construcción de los proyectos: Alcantarillado combinado Colector norte, sector Alborada, Alcantarillado combinado Colector norte sector carrera séptima entre calles 24 y 34, Construcción de redes de alcantarillado de la urbanización Altamira, y alcantarillado combinado Colector norte sector calle 24 entre carreras 5 a 7. Se observó la materialización de diseños en campo, manejo de planos, control de personal, maquinaria, materiales, técnicas constructivas, cantidades de obra, tiempos y rendimientos, como características principales en el desarrollo de este tipo de obras.

## **ABSTRACT**

The borrowed support to the Department of Projects of the Company of Sanitary Works of the County of Obando EMPOOBANDO E.S.P. it consisted on two work types, one of office and another of field.

In office professional attendance is lent in the revision and certification of the aqueduct project and sewer system of the urbanization Portal del Río, and the construction projects: FUSAVI and the Building apartments Lilian Vallejo in the revision of the designs of hydraulic and sanitary facilities, the necessary requirements are known for the approval and certification of this designs, likewise the technical specifications, legalization handling and expedition of licenses of construction of this projects or their negation for errors in the designs.

During the carried out practice, they were developed and they executed four projects of construction of collectors of combined sewer system. The sequence of construction of the projects was witnessed: Sewer system combined North Collector, sector Alborada, Sewer system combined Collector North sector career seventh among streets 24th and 34th, Construction of nets of sewer system of the urbanization Altamira, and sewer system combined Collector North sector ,street 24th among careers 5th at 7th. The materialization of designs was observed in field, handling of planes, control of personal, machinery, materials, technical constructive, quantities of work, times and yields, as characteristic main in the development of this type of works.

## INTRODUCCIÓN

La calidad del agua es una condición general que permite que ella sea empleada para usos concretos. El agua es indispensable para cualquier actividad: la industrial, la agrícola y la urbana ya que promueve su desarrollo económico y social. El agua entregada debe ser de la mejor calidad, para permitir su empleo y uso racional; por lo tanto, se debe evitar cualquier tipo de contaminación en la distribución, desde el tratamiento que previamente se hace para hacerla potable, conservándola sanitaria y funcionalmente hasta los sistemas domiciliarios para su consumo residencial doméstico, industrial, etc. garantizando en viviendas y edificaciones calidad y cantidad del fluido y evitando deficiencias de presión; Buscando siempre el bienestar y la salud humana para comodidad del usuario.<sup>1</sup>

En cuanto a las aguas servidas y aguas lluvias se deben evacuar de manera eficaz, desde las instalaciones sanitarias y pluviales en edificios evitando así malos olores de los sistemas de desagüe, deficiencias en los sistemas de ventilación de tuberías sanitarias, obstrucciones en la tuberías e inundaciones en sótanos, hasta su conexión a alcantarillados combinados, o separados en pluviales y de aguas servidas; consiguiendo así mantener la salud pública con prácticas básicas de recolección, transporte y disposición final de aguas residuales y aliviando la carga de morbilidad ocasionada por el agua sucia. Propiciando de esta manera un adecuado saneamiento ambiental para las zonas de influencia y comunidad afectada.<sup>2</sup>

Para proporcionar servicios adecuados de saneamiento y un suministro sostenible de agua también es necesario nuevas inversiones de envergadura en la infraestructura y la tecnología, permitiendo el desarrollo de proyectos a corto plazo y bajo costo. Lo anterior, manifiesta que estos recursos deben ser administrados por un grupo de personas idóneas. Profesionales que con criterio puedan decidir el mejor camino a tomar para cumplir con los requisitos de calidad, dotación, presión, pendientes, caudal, diámetros de las redes, y todos los parámetros básicos que infieren en un buen funcionamiento de los sistemas de acueducto y alcantarillado de barrios, urbanizaciones o sectores beneficiados con la prestación de estos servicios. Así como también de instalaciones sanitarias e hidráulicas apropiadas en edificios y viviendas en general.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> SALAZAR CANO, Roberto. *Acueductos*. San Juan de Pasto: Facultad de Ingeniería-Universidad de Nariño, 2003. 328p.

<sup>2</sup> SALAZAR CANO, Roberto. *Alcantarillados*. San Juan de Pasto: Facultad de Ingeniería-Universidad de Nariño, 2000. 104p.

<sup>3</sup> GRAMA. *Manual De Construcción, Editorial Corregida y Aumentada de Acuerdo a NSR 98 e ICONTEC*. Bogota: Grama editores, 2005. 120p.

El desafío para el Departamento de Proyectos de EMPOOBANDO E.S.P. Es suministrar servicios de agua para todos, especialmente los sectores donde la prestación es deficiente, o casi nula; buscando e implementado soluciones prácticas y adecuadas para garantizar un abastecimiento fiable y equitativo del agua en los diferentes sectores del Municipio de Ipiales, e implementando una adecuada gestión para el correcto saneamiento de los sectores más urgidos de la población. Algunas de estas soluciones son simples y económicas pero siempre buscando la eficiencia sostenible de los sistemas de distribución de agua potable y redes de alcantarillado.

El apoyo prestado al Departamento de Proyectos de la Empresa de Obras Sanitarias de la Provincia de Obando EMPOOBANDO ESP, mediante la asistencia profesional en la revisión y certificación del proyecto de acueducto y alcantarillado de la urbanización Portal del Río, y los proyectos de edificación: FUSAVI y el Edificio apartamentos Lilian Vallejo en la revisión de los diseños de instalaciones hidráulicas y sanitarias, han permitido conocer los requisitos necesarios para la aprobación y certificación de dichos diseños, así también las especificaciones técnicas, manejo de legalización y expedición de licencias de construcción de dichos proyectos o su negación por falencias en los diseños, adquiriendo experiencia en el manejo de planos y memorias de cálculo.

Durante el desarrollo y ejecución de obra se presencié la secuencia de construcción de los proyectos: Alcantarillado combinado colector norte, sector Alborada, alcantarillado combinado colector norte sector carrera séptima entre calles 24 y 34, construcción de redes de alcantarillado de la urbanización Altamira, y alcantarillado combinado colector norte sector calle 24 entre carreras 5 a 7. Se presencié la materialización de diseños en campo, manejo de planos, control de personal, maquinaria, materiales, técnicas constructivas, cantidades de obra, tiempos y rendimientos, etc. Además, participando de todas las actividades que exige la construcción de obras de gran envergadura como son los colectores principales y redes de alcantarillado, se obtuvo experiencia, se implementó los conocimientos adquiridos durante la permanencia en la facultad de ingeniería y se ha mejorando en gran medida la calidad de vida de los moradores de varios sectores de la ciudad de Ipiales en cuanto a saneamiento básico se refiere.

El objetivo general que se alcanzó durante la realización de este proyecto, fue brindar apoyo al Departamento de Proyectos de la Empresa de Obras Sanitarias de la Provincia de Obando EMPOOBANDO E.S.P. del Municipio de Ipiales – Nariño, en actividades concernientes a este Departamento. Prestando asistencia profesional en la revisión y certificación de proyectos de acueducto y alcantarillado de urbanizaciones e instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificios, así como también participando en la ejecución de proyectos a cargo de esta dependencia.

Los objetivos específicos que se persiguieron con la realización de este trabajo de grado son:

- Revisar diseños de acueducto y alcantarillado del proyecto de urbanización Portal del Río y en cuanto a edificaciones, los diseños de instalaciones hidráulicas y sanitarias del edificio FUSAVI y Edificio apartamentos Lilian Vallejo, siguiendo los lineamientos establecidos por el Departamento de Proyectos de la Empresa de Obras Sanitarias de la Provincia de Obando.
- Certificar diseños de acueducto y alcantarillado del proyecto de urbanización Portal del Río y en cuanto a edificaciones, los diseños de instalaciones hidráulicas y sanitarias del edificio FUSAVI y Edificio apartamentos Lilian Vallejo, de acuerdo a los requisitos exigidos por el Departamento de Proyectos.
- Participar en la ejecución de proyectos a cargo de la Dependencia de Proyectos de la Empresa de Obras Sanitarias de la Provincia de Obando, residiendo en obra y durante las diferentes etapas de desarrollo de los proyectos: Alcantarillado combinado colector norte sector Alborada, Alcantarillado combinado colector norte sector carrera séptima entre calles 24 y 34, construcción de redes de alcantarillado de la urbanización Altamira, y alcantarillado combinado colector norte sector calle 24 entre carreras 5 a 7.
- Asistir profesionalmente en la ejecución de los proyectos: Alcantarillado combinado colector norte sector Alborada, Alcantarillado combinado colector norte sector carrera séptima entre Calles 24 y 34, construcción de redes de alcantarillado de la urbanización Altamira, y alcantarillado combinado colector norte sector calle 24 entre carreras 5 a 7. Revisando, inspeccionando y registrando cada una de las diferentes etapas de construcción de los proyectos contemplados por la presente pasantía.
- Conocer aspectos técnicos, control de cortes y movimiento de tierras, prácticas constructivas, instalación de tubería, manejo de personal, equipos y de materiales en las mencionadas obras a ejecutarse.
- Informar avances de obra al ingeniero director de la presente pasantía, asesorar en cuanto a técnicas constructivas y sugerir ensayos de laboratorio en caso de que las obras así lo ameriten.

## 1. METODOLOGÍA

En el proyecto de pasantía se desarrollaron dos tipos de labores; una en trabajo de oficina y otra en trabajo de campo así:

a) Trabajo de oficina. Se revisó los diseños de acueducto y alcantarillado del proyecto de urbanización Portal del Río y en cuanto a edificaciones los diseños de instalaciones hidráulicas y sanitarias del edificio FUSAVI y del Edificio de apartamentos Lilian Vallejo, siguiendo los lineamientos establecidos por el Departamento de Proyectos y teniendo en cuenta los requisitos exigidos por la dependencia se certificaron algunos, pero otros, porque no cumplen los requisitos y parámetros establecidos, se exigió la respectivas correcciones a los responsables de los mismos y como no se obtuvo respuesta se negó la licencia de construcción.

b) Trabajo de campo. Al iniciar la fase de construcción de los proyectos se hace visitas técnicas a las zonas de influencia de los mismos, así también se efectuaron concertaciones y/o conciliaciones con la comunidad afectada. Además se busco la información previa del proyecto por medio de planos, diseños, métodos constructivos y especificaciones técnicas para tener un conocimiento previo de los procesos que se planearon desarrollar durante la ejecución de los siguientes proyectos:

- Alcantarillado combinado Colector norte, Sector Alborada: control de cortes y movimiento de tierras, Instalación de tubería sanitaria novaloc. Construcción de pozos de inspección, acometidas domiciliarias y Conducción de redes existentes al colector, reparación de redes de acueducto.
- Alcantarillado combinado Colector norte, sector Carrera Séptima entre Calles 24 y 34: control de cortes y movimiento de tierras, Instalación de tubería sanitaria Novaloc y Novafort. Construcción de pozos de inspección, acometidas domiciliarias y conducción de redes existentes al colector, reparación de redes de acueducto.
- Construcción de redes de alcantarillado de la urbanización Altamira: control de cortes y movimiento de tierras, instalación de tubería redes alcantarillado, construcción de pozos de inspección.
- Alcantarillado combinado Colector norte, sector Calle 24 entre Carreras 5 a 7: control de cortes y movimiento de tierras, Instalación de tubería sanitaria Novaloc. Construcción de pozos de inspección, acometidas domiciliarias y conducción de redes existentes al colector, reparación de redes de acueducto.

c) Durante la permanencia en obra se asistió en los siguientes procesos:

- Revisión y uso de materiales disponibles, se controla el personal de la obra además de rendimientos y pagos, se registra avances de la construcción del proyecto.

- Se informa al director y/o asesores del departamento de Proyectos de los aspectos más relevantes acontecidos durante el día en obra. Así mismo se lleva bitácora diaria de lo sucedido durante la ejecución de cada proyecto.

d) Elaboración de Informes bimestrales e informe final.

Se presenta informes bimestrales, los cuales incluyen fotografías, información referente a la ejecución de los proyectos de acueducto y alcantarillado mencionados y a las actividades que en ellos se desarrollaron. Estos informes contienen las especificaciones de diseño, materiales usados, equipos implementados, métodos constructivos, ensayos propuestos, personal y rendimiento de obra.

En cuanto a la revisión y certificación de diseños de acueducto y alcantarillado del proyecto de urbanización citado anteriormente y proyectos de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificios mencionados, se presenta la aprobación de planos y diseños de dichos proyectos o negación de las respectivas licencias de construcción.

## 2. CRONOGRAMA

A continuación se presenta el desarrollo del proyecto de grado en cuanto cronología se refiere.

ACTIVIDAD	Mes	1				2				3				4				5				6			
	Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Inducción en el Departamento de Proyectos.																									
Revisión y Certificación de Proyectos de edificación en busca de licencia de construcción: Edificio FUSAVI y Edificio apartamentos Lilian Vallejo.																									
Presentación del anteproyecto a Comité Curricular.																									
Residencia en obra Proyecto: Alcantarillado combinado Colector norte, Sector Alborada. Instalación de tubería sanitaria Novaloc. Construcción de pozos de inspección, acometidas domiciliarias y conducción de redes existentes al colector.																									
Presentación del primer informe bimestral.																									
Revisión y Certificación del Proyecto de urbanización Portal del Río, en busca de su legalización y licencia de construcción.																									
Residencia en obra Proyecto: Alcantarillado combinado Colector norte, sector Carrera 7, Instalación de tubería sanitaria Novaloc y Novafort. Construcción de pozos de inspección, acometidas domiciliarias y conducción de redes existentes al colector.																									
Presentación del segundo informe bimestral.																									
Residencia en obra Proyecto: Construcción de redes de alcantarillado de la Urbanización Altamira.																									



### 3. FUNDAMENTO TEÓRICO

A continuación se presenta algunos lineamientos teóricos que se tienen en cuenta durante el desarrollo de la pasantía:

#### 3.1 INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICIOS<sup>4</sup>

Las instalaciones hidráulicas y sanitarias comprenden el conjunto de tuberías, Accesorios y dispositivos por medio de los cuales:

- Se conduce agua a cada uno de los puntos donde ha de ser utilizada, la cual puede ser para consumo humano (agua fría o agua caliente) o para combatir incendios; sistema de suministro de agua.
- Se conducen aguas residuales y las aguas lluvias desde el punto donde se originan las primeras y de los sitios donde se captan las segundas, hasta los puntos donde han de ser evacuadas o hasta la tubería de alcantarillado: sistema de desagües.
- Se hace circular aire y no se permite escapar el gas del alcantarillado para el correcto funcionamiento de los diferentes artefactos sanitarios: sistema de ventilación.

##### 3.1.1 Principios básicos (Norma ICONTEC 1500). Se tiene en cuenta:

- Todos los aparatos deben ser abastecidos con suficiente cantidad de agua, presión y funcionamiento adecuado sin producir ruido.
- El suministro se diseñara para un correcto funcionamiento de los aparatos y consumo, sin desperdicio de agua.
- El sistema de desagües se diseñará con pendientes, diámetros y velocidades de acuerdo con las normas vigentes. Estará provisto de tapones de limpieza de tal forma que haya fácil acceso a ellos. La localización de las cajas de inspección, jamás se diseñará en zonas tales como cocinas, comedores, salas, alcobas, etc.
- Las tuberías deben ser de material durable, libre de defectos de fábrica, poros y fisuras.

---

<sup>4</sup> SALAZAR CANO, Roberto. *Instalaciones Hidrosanitarias en Edificios*. San Juan de Pasto: Facultad de Ingeniería-Universidad de Nariño, 1999. 266p.

- Todo aparato conectado a la red de desagües, todo punto abierto de ésta, deberá estar provisto de un sifón.
  - El sistema de desagües se diseñará teniendo en cuenta una correcta circulación de aire por la red para evitar el sifonaje.
  - El diseño de distribución de los elementos no debe interferir al diseño arquitectónico, estructural, eléctrico, telefónico o de aire acondicionado.
- Un primer paso para iniciar el proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias es la recopilación de planos y datos completos en sus aspectos arquitectónicos y estructurales. Se debe tener la información sobre acueducto y alcantarillado así:
- Existencia de servicios.
  - Red de suministro: diámetro tubería, tipo de tubería y presión en el sitio.
  - Red de alcantarillado: tipo de alcantarillado, diámetro, pendiente, claves de los pozos de inspección, rasantes, etc.

**3.1.2 Elementos básicos de sistemas de suministro de agua.** En base a la existencia de un acueducto público del cual se toma la derivación para el servicio de la edificación, se deberá diseñar un conjunto de elementos básicos para todo proyecto, estos elementos son:

Acometida desde la red al medidor.  
 Tanques de almacenamiento.  
 Bombas y/o equipo hidroneumático.  
 Red de distribución a los aparatos y servicios.

Para redes de distribución de agua los materiales más empleados son:

- Hierro galvanizado con accesorios del mismo material y unión de rosca: material pesado y fuerte, resistente al mal manejo en obra y a los golpes pero susceptible a la corrosión formando óxido cuyo volumen es varias veces mayor al material, con lo cual se va obstruyendo la tubería a más de que el agua toma coloración.
- PVC con accesorios del mismo material y uniones roscadas o soldada (preferiblemente lo último): material muy liviano que se presta para trabajo rápido, no se corroe pero es delicado y poco resistente al mal manejo en obra. Requiere una serie de precauciones para su protección durante y después del montaje.

**3.1.3 Sistemas de desagües y evacuación de aguas de un edificio.** Todas las aguas que se llevan a un edificio son utilizadas en éste, bien para el alimento

e higiene de las personas que lo habitan, como para la limpieza de los objetos. Una vez usadas, es necesaria la evacuación de las aguas residuales y fecales allí formadas.

Por otro lado, también deben evacuarse las aguas pluviales recogidas en tejados y azoteas. El conjunto de tuberías destinadas a dar salida a la totalidad de dichas aguas, hasta la alcantarilla general o sistemas de depuración, es lo que constituye la red de saneamiento interior del edificio o sistema de desagües.

Las condiciones que debe cumplir la red de saneamiento, son:

- Evacuar rápidamente las aguas, alejándolas de los aparatos sanitarios.
- Impedir el paso del aire, olores y microbios de las tuberías al interior del edificio.
- Las tuberías deben ser impermeables al agua, gas y aire.
- Las tuberías serán duraderas e instaladas de modo que los ligeros movimientos de la edificación no den lugar a pérdidas.
- El material de las tuberías debe resistir a la acción corrosiva de las aguas vertidas en ellas.

En el proyecto de la red de saneamiento hay que tener presentes las ordenanzas municipales y sanitarias vigentes. También, la situación de otras instalaciones que puedan resultar afectadas por aquélla.

La red de evacuación, cumpliendo estos requisitos, llevará las aguas residuales, fecales y pluviales hasta la acometida de la red de alcantarillado, la fosa séptica, el pozo de filtración o el equipo depurador.

Elementos básicos. El sistema de desagües está formado por tres redes básicas que son:

- La red de desagües de aguas negras.
- La red de reventilación de aguas negras.
- La red de desagües de aguas lluvias.

En algunos casos, por razones de economía y siempre que los códigos locales lo permitan, la red de aguas negras y lluvias pueden agruparse en una sola, pero en todo caso lo más recomendado es que los caudales de aguas negras y lluvias se lleven por tuberías separadas y solo fuera de la Edificación se reúnan en un solo tubo cuando el alcantarillado sea combinado.

El sistema de desagües tanto de aguas negras como de lluvias está compuesto por el desagüe final, conjunto de bajantes, ramales de desagüe, ramales de descarga, así:

- Ramales de descarga: Tubería que recibe directamente los efluentes de aparatos sanitarios.
- Ramal de desagüe: Tubería que recibe los efluentes del ramal de descarga.
- Bajantes: Tubería vertical que recibe y conduce aguas negras y lluvias.
- Desagüe final: Tramo de tubería horizontal o de poca pendiente que recibe el agua de los bajantes y la conduce a la caja final.

La red de ventilación está compuesta por tubos de ventilación principales, secundarios e individuales, así:

- Tubo de ventilación principal: Es un tubo ventilador que tiene una extremidad abierta encima del techo del edificio.
- Tubo de ventilación secundario: Tubo que lleva conectado su extremo superior a un tubo de ventilación principal/a una columna de ventilación o a otro tubo de ventilación secundario.
- Tubo de ventilación individual: Tubo de ventilación secundario que sirve a un solo aparato sanitario.

### **3.2 DISEÑOS DE REDES DE ACUEDUCTO<sup>5</sup>**

Las redes de distribución son el conjunto de tuberías que conducen el agua desde el tanque de distribución hasta cada uno de los puntos donde debe ser utilizado. Para el diseño de la red es imprescindible haber definido la fuente abastecimiento y la ubicación tentativa del tanque de almacenamiento. Cumplidos estos requisitos se procederá al diseño de la red de distribución. La importancia en esta determinación radica en poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presión adecuada durante todo el período de diseño.

La red de distribución primaria o red matriz de acueducto, es el conjunto de tuberías mayores que son utilizadas para la distribución de agua potable, que conforman las mallas principales de servicio del municipio y que distribuyen el agua procedente de las líneas expresas o de la planta de tratamiento hacia las redes menores de acueducto. Las redes matrices son los elementos sobre los cuales se mantienen las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto del sistema de distribución general.

Las redes de distribución, secundarias y terciarias son el conjunto de tuberías destinadas al suministro en ruta del agua potable a las viviendas y demás establecimientos municipales públicos y privados.

---

<sup>5</sup> SALAZAR CANO, Roberto. *Acueductos*. San Juan de Pasto: Facultad de Ingeniería- Universidad de Nariño, 2003. 328p.

En algunas ciudades de nivel de complejidad alto, se consideran como redes de distribución secundarias a las tuberías de diámetros comprendidos entre 75 mm. (3 pulgadas) y 300 mm. (12 pulgadas), y como redes de distribución terciarias las comprendidas entre 38 mm. (1.5 pulgadas) y 50mm. (2.5 pulgadas), las cuales se alimentan desde las redes matrices y reparten agua en ruta. En los Municipios de los niveles de complejidad bajo, medio, medio alto, se considera que las redes de distribución secundaria comprenden los diámetros entre 38 mm. (1,5 pulgadas) a 100 mm. (4 pulgadas); y las tuberías matrices, los diámetros de 150 mm. (6 pulgadas) en adelante y sobre estas deben garantizarse las presiones mínimas para que el sistema opere adecuadamente.

**3.2.1 Estudios previos y concepción del proyecto.** Durante la concepción del proyecto deben definirse criterios técnicos y económicos que permitan comparar todas las alternativas posibles para la red de distribución del municipio o urbanización, a partir de los datos de campo, geológicos, urbanísticos, demográficos (poniendo énfasis especial en los casos de etnias minoritarias) y de consumo de la población que se va a abastecer. Los sistemas de distribución de agua potable deben cumplir con los siguientes requisitos principales:

- Suministrar agua potable a todos los usuarios en la cantidad y calidad necesarias.
- Proveer suficiente agua para combatir incendios en cualquier punto del sistema.
- Proveer agua para otros tipos de uso, tales como fuentes, servicios públicos etc.

La concepción del proyecto de la red de distribución debe incluir, entre otras, las siguientes actividades:

- a) Definición de los caudales para el dimensionamiento de la red de distribución.
- b) Delimitación del perímetro sanitario, perímetro de servicio o del área total.
- c) Delimitación clara de las zonas de presión.
- d) Fijación de las capacidades de los tanques de distribución y compensación localizados dentro de la red de distribución.
- e) Análisis del sistema de distribución existente, con el objetivo de aprovechar eficientemente las tuberías existentes.
- f) Trazado de los conductos principales y secundarios de la red.
- g) Dimensionamiento de cada uno de las tuberías de la red. En caso de que se trate de una ampliación debe establecerse claramente cuales de los tubos existentes deben ser redimensionados y cambiados.
- h) Localización y dimensionamiento de los equipos y accesorios destinados al funcionamiento y la operación del sistema de distribución de agua potable.

- i) Definición de las etapas de ejecución del sistema de distribución de agua potable.
- j) Especificación de las obras, los materiales y los equipos que conforman la red de distribución.
- k) Estimación de los costos de diseño de construcción del sistema de distribución.

**3.2.2 Aspectos generales de la zona por abastecer.** Deben conocerse todos los aspectos generales de la zona que va a ser abastecida por la red de distribución. En general, deben conocerse los regímenes de propiedad y los usos generales de la zona, así como los requerimientos básicos y usos del agua que va a ser suministrada. En particular, debe quedar plenamente establecido cuales son los terrenos de propiedad.

Con el fin de establecer concretamente los aspectos generales de la zona donde va a localizarse la red de distribución objeto de diseño, construcción o ampliación, debe conocerse el levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico de la zona y de sus áreas de expansión, en el que figuren:

- El perímetro urbano.
- Distribución espacial de la población y de la demanda.
- Las calles aprobadas existentes y las aprobadas por la oficina de planeación municipal.
- Plan de expansión vial.
- Las áreas de expansión futuras, previstas en el plan de desarrollo del municipio.
- Las áreas cuyo desarrollo futuro es evidente.
- La indicación del número de edificios en cada manzana del sector proyectado.
- Las áreas en donde el desarrollo urbano se encuentre prohibido.
- Los cursos de agua con sus obras de canalización, tanto las existentes como las proyectadas.
- Los puentes, viaductos y otros pasos de cursos de agua, vías públicas o calles.

Además, deben conocerse los planos de urbanización y los tipos de pavimento en uso y previstos, así como el levantamiento minucioso de todas las partes del sistema de distribución existente, debidamente localizadas en planos topográficos. Además, debe conocerse la localización de otras redes de distribución de diferentes servicios públicos, tales como alcantarillados, redes de distribución de gas domiciliario, redes de teléfono y redes de energía.

**3.2.3 Recomendaciones sobre el trazado de la red de distribución.** Para el trazado de la red de distribución deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Las tuberías de la red matriz deben ubicarse cerca de los grandes consumidores y de las áreas de mayores consumos específicos buscando, además, optimizar las longitudes de las tuberías.
2. Deben analizarse las redes menores existentes evaluando sus necesidades de refuerzo y ubicar en las redes matrices los nodos de caudal y presión necesarios y futuras interconexiones.
3. Debe evitarse ubicar las tuberías en calles que ya tengan implantadas tuberías de acueducto de diámetros mayores.
4. Deben utilizarse al máximo las áreas públicas evitando adquisiciones o expropiaciones de terrenos particulares.
5. Para tuberías nuevas con diámetros mayores a 300 mm. (12 pulgadas), deben evitarse vías públicas con tráfico intenso y con dificultad de manejo de tráfico durante la ejecución de las obras.
6. Deben evitarse interferencias principalmente con estructuras mayores u otros servicios, y aquellas cuya relocalización sea costosa o presente dificultades técnicas importantes.
7. Deben evitarse rutas junto a quebradas o cañadas en donde normalmente existe concentración de servicios de aguas lluvias y alcantarillado, así como la ocurrencia de suelos aluviales y nivel freático elevado.
8. Deben buscarse rutas con topografía suave, evitando piezas especiales y accesorios.
9. Deben minimizarse los desvíos e interrupciones del tráfico durante la ejecución de la obra.
10. Debe disminuirse la cantidad de rotura y la reconstrucción de pavimentos, seleccionando hasta donde sea posible, zonas verdes y sin pavimentar.
11. En todos los casos la localización de las redes nuevas dependerá esencialmente de las tuberías matrices existentes, tratando de aprovechar al máximo la prolongación de ellas y la integración de las mismas.
12. Deben disponerse las tuberías de mayor diámetro formando una red enmallada sin puntos aislados teniendo en cuenta los sistemas separados para control de presión y la zonificación de las áreas de consumo.
13. Debe hacerse un análisis de los servicios existentes en la zona y una consulta con las diferentes entidades públicas, con el fin de localizar los servicios existentes o proyectados para reducir al mínimo las interferencias durante el período de construcción.

Además de lo anterior, deben seguirse las siguientes recomendaciones:

- Las áreas de mayor consumo deben servirse de los conductos principales.
- Las áreas de menor consumo deben servirse de los conductos secundarios, formando en lo posible redes enmalladas.
- Se aceptan tramos secundarios abiertos siempre y cuando terminen en conexiones domiciliarias o en tapones provistos de válvula de purga, que sirvan para la limpieza de la tubería o para expansiones futuras del sistema.

- No deben proyectarse redes de distribución en las zonas de población dentro del perímetro urbano cuya densidad sea menor que 30 habitantes por hectárea, a menos que sean identificadas y justificadas como zonas de desarrollo urbano, con base en la tendencia de crecimiento de la vivienda del municipio o en planes masivos dentro del perímetro urbano, y que su costo no encarezca desproporcionadamente el sistema en razón de sus características y ubicación.
- No deben proyectarse redes de distribución en aquellas zonas que sean inundables periódicamente por el mar o por las crecientes de ríos, salvo cuando sea imprescindible ubicar algún conducto principal por zonas de tales características.

**3.2.4 Áreas por abastecer.** El área por abastecer debe contener la población de proyecto. Debe ser definida mediante la interrelación con carreteras, calles, ríos y otros accidentes geográficos y debe ser demarcada en planos espacialmente reservados para esa finalidad, cuya escala permita mostrar las características geométricas de la zona. Y los accidentes geográficos utilizados para la demarcación.

Para los niveles medio alto y alto de complejidad, en el caso de redes para urbanizaciones, debe observarse adicionalmente los siguientes requisitos:

1. Todo proyecto de urbanizaciones debe cumplir con lo dispuesto en el decreto 951 del 4 de mayo de 1989, del Departamento Nacional de Planeación o el que lo reemplace, el cual establece el reglamento general (ley 142/94 título VIII), o la que lo reemplace, para la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado en todo el territorio nacional.
2. El constructor debe empatar la red de la urbanización a las redes oficiales en el diámetro aprobado por la empresa prestadora del servicio municipal. La extensión sólo debe hacerse por vías o fajas públicas.
3. En las urbanizaciones no se considera como red asociada a la red del municipio las tuberías de acueducto de diámetro inferior a 50 mm. (2 pulgadas). Por lo tanto, el urbanizador debe construir la red proyectada cuando existan tuberías de acueducto con diámetro inferior a 50 mm. (2 pulgadas).
4. En ningún caso el constructor puede operar las válvulas de las redes que ya tengan servicio, incluidas las de la urbanización misma.

**3.2.5 Amenaza sísmica.** Debe establecerse la amenaza sísmica del municipio en el cual va a diseñarse, teniéndose en cuenta lo establecido por la NSR-98 (Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistente) al respecto. Deben tenerse en cuenta los mapas de amenaza sísmica existentes para la zona en la cual se localice el municipio. Los materiales y las tuberías, especialmente

sus juntas, deben estar diseñados para soportar los esfuerzos de tensión y de corte generados por el sismo de diseño, aplicables al municipio.

**3.2.6 Caudal de diseño.** El caudal de diseño depende del nivel de confiabilidad del sistema, tal como se discrimina a continuación:

1. Para el nivel bajo de complejidad, el caudal de diseño será el caudal máximo horario (QMH).
2. Para los niveles medio y medio alto de complejidad, el caudal de diseño debe ser el caudal máximo horario (QMH) o el caudal medio diario (Qmd) más el caudal de incendio, el que resulte mayor de cualquiera de los dos.
3. Para el nivel alto de complejidad, el caudal de diseño debe ser el caudal máximo horario (QMH).

**3.2.7 Presiones en la red de distribución.** Para el diseño de la red de distribución deben tenerse en cuenta los siguientes requerimientos para las presiones:

1. Presiones mínimas en la red: la presión mínima en la red depende del nivel de complejidad del sistema, tal como se especifica a continuación:

**Tabla 1.** Presiones mínimas en la red de distribución.

<b>Nivel de complejidad</b>	<b>Presión mínima (kPa)</b>	<b>Presión mínima (metros)</b>
Bajo	98.1	10
Medio	98.1	10
Medio alto	147.2	15
Alto	147.2	15

Las presiones mínimas establecidas en este literal deben tenerse cuando por la red de distribución esté circulando el caudal de diseño.

2. Presiones máximas en la red menor de distribución: el valor de la presión máxima tenida en cuenta para el diseño de las redes menores de distribución, para todos los niveles de complejidad del sistema, debe ser de 588.6 kPa (60 m.c.a). La presión máxima establecida en este literal corresponde a los niveles estáticos, es decir, cuando no haya flujo en movimiento a través de la red de distribución pero sobre ésta esté actuando la máxima cabeza producida por los tanques de abastecimiento o por estaciones elevadoras de presión.

La presión máxima no debe superar la presión de trabajo máxima de las redes de distribución, establecidas en las normas técnicas correspondientes a cada material.

### 3.2.8 Diámetros de las tuberías en la red de distribución.

1. Diámetros internos mínimos en la red matriz: Para aquellos casos de los niveles bajo y medio de complejidad en los cuales exista una red matriz y para los niveles medio alto y alto de complejidad, los diámetros mínimos para la red matriz, se describen en la tabla 2.

**Tabla 2.- Diámetros mínimos de la red matriz**

Nivel de complejidad	Diámetro mínimo
Bajo	64 mm. (2.5 pulgadas)
Medio	100 mm. (4 pulgadas)
Medio alto	150 mm. (6 pulgadas)
Alto	300 mm. (12 pulgadas) o más según diseño.

2. Diámetros internos mínimos en las redes menores de distribución: El valor del diámetro mínimo de las redes menores de distribución depende del nivel De complejidad del sistema y del uso del agua, tal como se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3.- Diámetros mínimos de la red menor de distribución**

Nivel de complejidad	Diámetro mínimo
Bajo	38.1 mm. (1.5 pulgadas)
Medio	50.0 mm. (2.0 pulgadas)
Medio alto	100 mm. (4 pulgadas) zona comercial e industrial. 63.5 mm. (2½ pulgadas) zona residencial.
Alto	150 mm. (6 pulgadas) zona comercial e industrial 75 mm. (3 pulgadas) zona residencial.

3. Diámetro de hidrantes: Los diámetros mínimos de los hidrantes contra incendios, colocados en la red de distribución de agua potable, dependen del nivel de complejidad del sistema, tal como se especifica a continuación:

- Para los niveles bajo y medio de complejidad, el diámetro mínimo de los hidrantes será de 75 mm. (3 pulgadas).
- Para los niveles medio alto y alto de complejidad, los diámetros mínimos de los hidrantes serán de 100 mm. (4 pulgadas), para sectores comerciales e industriales, o zonas residenciales con alta densidad. Para las zonas residenciales

con densidades menores a 200 Habitantes/Ha, el Diámetro mínimo de los hidrantes debe ser de 75 mm. (3 pulgadas).

### 3.3 PARTES CONSTITUTIVAS DE UN ALCANTARILLADO<sup>6</sup>

Todo sistema de alcantarillado está constituido por dos partes principales:

- a. Los conductos de las alcantarillas o tuberías.
- b. Diversas estructuras y elementos complementarios.

Este último grupo de componentes se suele denominar, en su conjunto como Instalaciones complementarias de las alcantarillas. Las instalaciones complementarias tienen por finalidad asegurar que la red de alcantarillado Funcione de acuerdo con lo previsto en el proyecto de modo tal que pueda inspeccionarse y mantenerse en buenas condiciones de funcionamiento.

**3.3.1 Tuberías en general.** El diseño de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales debe propender por la utilización de los materiales más apropiados teniendo en cuenta las características de las aguas residuales, las cargas externas actuantes (incluida la amenaza sísmica), las condiciones del suelo, las condiciones de nivel freático, las condiciones de abrasión, corrosión, generación de sulfuros, etc., buscando siempre la mayor estanqueidad posible. Esto debe ser tenido en cuenta para los colectores, sus uniones, las estructuras de conexión y todos los demás componentes que conformen el sistema, involucrando consideraciones de costo y eficiencia.

En general, los colectores deben ser circulares; sin embargo, otras secciones cerradas pueden ser aceptadas, para las cuales es necesario extender los mismos criterios hidráulicos de las secciones circulares. Dentro de éstas secciones cerradas están las semicirculares, en herradura, rectangulares y trapezoidales.

No se permiten secciones abiertas para sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales o combinadas. Todos los materiales y elementos permitidos para ser utilizados en un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales deben cumplir las especificaciones técnicas correspondientes de ICONTEC.

3.3.1.1 Tuberías de POLICLORURO de Vinilo PVC: Los tubos de PVC se fabrican por extrusión. El PVC puro se suministra a las industrias transformadoras en forma de polvo blanco. Se la añaden aditivos, tales como sustancias estabilizantes (sales de plomo, estaño, zinc, calcio, etc.), colorantes

---

<sup>6</sup> SALAZAR CANO, Roberto. *Alcantarillados*. San Juan de Pasto: Facultad de Ingeniería- Universidad de Nariño, 2000. 104p.

o pigmentos y lubricantes. En el país la firma PAVCO ha propuesto como solución para alcantarillados sanitarios y pluviales la tubería NOVAFORT y NOVALOC.

**Tecnología NOVALOC:**<sup>7</sup> es una tubería de pared estructural con superficie interior y exterior lisa, construida a partir de un perfil extruído, que es acoplado helicoidalmente por un sistema de enganche mecánico. Posee un sistema de unión mecánica, tubos con extremos lisos y uniones fabricadas del mismo material con hidrosellos instalados en fábrica. Fabricada bajo la Norma NTC 5070.

**Tecnología NOVAFORT:** es una tubería de pared estructural, fabricada en un proceso de doble extrusión, pared interior lisa y exterior corrugada. Sistema de unión mecánico, campana espigo con hidrosello de caucho. Fabricada bajo la Norma NTC 3721 para métodos de ensayo y NTC 3722-1 para especificaciones, las cuales tienen como antecedentes la norma ISO CD 9971-1 y 9971-2.

Características De Los Sistemas Novaloc y Novafort PAVCO. Para garantizar la estabilidad de un sistema de alcantarillado durante la vida útil para la que ha sido diseñado, los elementos que lo componen deben cumplir ciertas características inherentes al uso mismo y dentro de costos razonables, como son:

- a. Hermeticidad
- b. Flexibilidad
- c. Resistencia a la Corrosión y la Abrasión
- d. Óptimo Comportamiento Hidráulico
- e. Resistencia al Impacto
- f. Facilidad de Instalación y Mantenimiento

a. Hermeticidad. Los tubosistemas para alcantarillado NOVALOC - NOVAFORT PAVCO, impiden la exfiltración de agua de los conductos, protegiendo el medio ambiente al garantizar que las aguas transportadas no se exfiltren al medio y eventualmente puedan contaminar el agua subsuperficial.

Los tubosistemas NOVALOC- NOVAFORT impiden también la infiltración, garantizando la estabilidad del relleno de la zanja así como las estructuras en la superficie. Además, garantizan que el caudal transportado sea el caudal diseñado, asegurando el adecuado funcionamiento del sistema de alcantarillado. Esta característica, igualmente, impide la penetración de raíces que pueden causar obstrucciones en los conductos.

---

<sup>7</sup> PAVCO S.A. Manual Técnico, Tubosistemas para alcantarillado NOVALOC Y NOVAFORT. Bogotá: PAVCO S.A., 2004. 44p.

b. Flexibilidad. Los tubosistemas para alcantarillado NOVALOC y NOVAFORT por ser flexibles, aseguran excelente comportamiento a los movimientos del suelo, sismos y asentamientos diferenciales, brindando estabilidad al sistema.

c. Resistencia a la corrosión y la abrasión: Los tubos NOVALOC y NOVAFORT, está fabricados en un material inerte, que garantiza excelente resistencia a la acción de las sustancias químicas y al ataque corrosivo de los materiales presentes en las aguas que transportan (ácido sulfhídrico) así como de los suelos en que están instalados (ácidos y alcalinos). La pared interna lisa y dureza del material, presentan un excelente comportamiento a la abrasión de los materiales presentes en el agua que transportan, con mínimo desgaste de sus paredes. Pruebas sobre tubería fabricadas de PVC indican una vida útil superior a 50 años.

Resistencia a la abrasión: Debido a la naturaleza de las tuberías de PVC el proceso de abrasión se presenta gradualmente sobre una gran área en lugar de desarrollar puntos localizados, como en la mayoría de otros materiales, que causan falla rápida.

d. Óptimo comportamiento hidráulico. La pared interior lisa de los tubos NOVALOC y NOVAFORT, significa baja resistencia al flujo dando como resultado mayor capacidad hidráulica permitiendo menores pendientes y diámetros de diseño, (menor movimiento de tierra, transporte, etc.), lo que su vez se traduce en reducción de costos del sistema.

El coeficiente n de Manning recomendado es para NOVALOC es de 0.010. Y para NOVAFORT es de 0.009.

e. Resistencia al impacto. De acuerdo con las normas NTC 3722-1 y NTC 5070 se hacen ensayos que dan como resultado una resistencia al impacto de 220lb.pie sin presentar fractura. Esta característica permite la manipulación durante el transporte e instalación sin presentar roturas ni daños, disminuyendo el desperdicio en obra.

f. Facilidad de instalación y mantenimiento. Tubos más largos y livianos permiten un manejo fácil y rápido en la etapa de transporte, almacenamiento e instalación.

- Reducción de costos en transporte y equipos.
- Facilidad y rapidez de manipulación e instalación.
- Altos rendimientos.
- Reducción del personal necesario y de equipos pesados en obra.
- Reducción del riesgo de accidentes de trabajo.

Los tubosistemas para alcantarillado PAVCO se ofrecen con unión mecánica con hidrosello de caucho para facilidad y seguridad en la instalación. NOVAFORT, con sistema de ensamble campana-espigo Y NOVALOC presenta tubos con extremo liso y uniones del mismo material. Los hidrosellos son instalados en fábrica, fáciles de acoplar. No necesitan soldaduras, únicamente lubricante para lograr el acople. El diseño de la unión facilita con un mínimo de trabajo de campo el ensamble seguro y hermético. Cada tubo instalado son 6 y/o 6.5m de tubería instalada. Su pared interna lisa causa menores pérdidas de carga, pues su rugosidad permite con menores pendientes velocidad de autolimpieza que dificulta la adhesión de materiales a la pared de tubo, lo que se traduce en menores costos de mantenimiento. Y finalmente una característica importante es su peso ya que comparado con el de otras tuberías como la de cemento resulta notablemente menor.

3.3.1.2 Tuberías de Concreto<sup>8</sup>: Pueden ser: de concreto simple o concreto reforzado. Se fabrican en moldes metálicos por vibrocompresión, centrifugación y vibración.

Para saneamiento de aguas residuales solo deberán admitirse las tuberías de concreto centrifugado y preferentemente vibrocentrifugado. Estas tuberías pueden llevar o no armaduras. En el primer caso se aplican más bien para abastecimientos de agua, pues para condiciones normales de funcionamiento de un alcantarillado no necesitan armarse.

Para la fabricación de la tubería se utiliza una mezcla de cemento Pórtland, arena gravilla y agua, sin aditivos con muy baja relación arena-cemento. La proporción de estos materiales depende del tipo de cemento, su rapidez de fraguado, granulometría de los áridos, espesores de pared y resistencia requerida. Para su construcción se deberá dar cumplimiento con lo requerido en la norma ICONTEC 401 y 1328 para tuberías de concreto reforzado e ICONTEC 1022 y 1320 para tuberías de concreto simple.

Juntas en tuberías de concreto. Generalmente, se utilizan dos tipos de juntas: Una junta de espigo y campana para unión de mortero, la cual se desaconseja salvo justificación y la junta de espigo y campana para unión de caucho. La unión con anillo de caucho del tipo rodante permite ejecutar una junta estanca en forma rápida, sencilla, y sumamente económica.

En Colombia se han empleado materiales de baja calidad en las redes de alcantarillado debido a la falta de controles de calidad y no aplicación de la normatividad existente, buscando la máxima economía sin consideraciones técnicas de los resultados.

---

<sup>8</sup> SALAZAR CANO, Roberto. *Alcantarillados*. San Juan de Pasto: Facultad de Ingeniería- Universidad de Nariño, 2000. 104p.

El mayor enemigo que tienen las tuberías de concreto es el ataque corrosivo de las aguas, no solamente de las residuales, cuyo poder atacante es grande, sino de las freáticas circundantes por el subsuelo donde están las tuberías. Tanto las de dureza temporal baja como las de gran porcentaje de ácido carbónico que discurren relativamente rápidas, como las de fuerte reacción alcalina, son de temer. Asimismo, atacan a los concretos y enlucidos los aceites y petróleos.

Si las aguas están muy cargadas de materias orgánicas susceptibles de descomposición, es casi seguro que el hidrógeno sulfurado (que siempre existe más o menos en las alcantarillas) dé lugar a la formación de ácido sulfúrico, agente destructor por excelencia. Las aguas industriales, vertidas a elevadas temperaturas, son también perjudiciales.

**3.3.2 Estructuras de conexión de colectores y pozos de inspección.** La unión o conexión de dos o más tramos de colectores debe hacerse con estructuras hidráulicas, denominadas estructuras de conexión. Usualmente, estas estructuras son pozos de unión o conexión o estructuras-pozo. Estas estructuras están comunicadas con la superficie mediante pozos de inspección, los cuales permiten el acceso para la revisión y mantenimiento de la red.

Por lo general, la forma de la estructura-pozo es cilíndrica en su parte inferior y de cono truncado en su parte superior. Sus dimensiones deben ser suficientemente amplias para que el personal de operación y mantenimiento pueda ingresar y maniobrar en su interior. Para esto debe ser provista una escalera de acceso con pasos de hierro y los elementos mínimos de seguridad industrial para los operarios. La cañuela o piso de la estructura es una plataforma en la cual se hacen canales que prolongan los conductos y encauzan sus flujos, cuando esto se requiera. La parte superior remata en una protección de su desembocadura a la superficie donde se coloca la correspondiente tapa. Deben hacerse consideraciones sobre la ventilación de los pozos. Consideraciones para su proyección:

En general, deben disponerse estructuras de conexión de colectores en los siguientes casos:

- Arranques de colectores.
- Cambios de dirección de colectores.
- Cambios de diámetro de colectores.
- Cambios de pendiente de colectores.
- Cambios de sección de colectores.
- Intersección de colectores.
- Entre tramos rectos de colectores de determinada longitud.
- Curvas de colectores.

### 3.3.2.1 Parámetros de diseño:

- **Diámetro.** En los pozos comunes el diámetro interior es generalmente de 1,20 m, para casos especiales, el diámetro debe estar 1,5 a 2 m, dependiendo de las dimensiones de los colectores afluentes. Tabla 4.

Para pozos comunes construidos para colectores con diámetros menores que 0,6 m, su diámetro interior debe ser de 1,2 m para permitir el manejo de varillas y demás elementos de limpieza. Para pozos especiales construidos para colectores hasta de 1,1 m de diámetro, su diámetro interior es 1,5 m. De igual manera, para colectores de 1,20 m o más de diámetro, el diámetro interior del pozo debe ser 2 m, con el fin de permitir el empleo de equipos de limpieza. En estos casos, el pozo puede colocarse desplazado del eje del colector principal para mejorar la accesibilidad.

**Tabla 4. Diámetro del pozo según el diámetro de la tubería de salida**

<b>Diámetro del colector de salida</b>	<b>Diámetro del pozo</b>
< 0.6 m.	1.2 m.
0.6 - 1.1 m.	1.5 m.
>1.2 m.	2.0 m.

- **Profundidad.** La profundidad mínima de los pozos de inspección debe ser 1.0 m. sobre la cota clave del colector afluente más superficial.
- **Diámetro de acceso.** El diámetro del orificio de entrada es generalmente 0,6 m. Sin embargo, si la altura del pozo es menor que 1,8 m, el cuerpo del cilindro puede ser extendido hasta la superficie, donde debe disponerse de una losa como acceso.

## 4. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 4.1 APROBACIÓN Y REVISIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CUANTO A INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS SE REFIERE

Se revisaron los siguientes proyectos:

- Edificio FUSAVI de Paúl, de propiedad de la fundación San Vicente de Paúl. Presentado por el Ingeniero Jaime Chamorro.
- Edificio de Apartamentos, de propiedad de la Señora Lilian Vallejo. Presentado por la Ingeniera Adriana Contreras.

Requisitos de aprobación, para certificar un proyecto y posteriormente entregar la licencia de construcción, se deben tener en cuenta que el diseñador del mismo entregue al Departamento de Proyectos los siguientes documentos:

1. Certificado de disponibilidad de servicios, entregado por EMPOOBANDO ESP. Departamento de proyectos.
2. Nomenclatura de la Edificación o Lote donde se proyecta construir. Expedido por la Subsecretaria de Urbanismo.
3. Certificado de Estratificación, entregado por la Secretaria de Planeación de Ipiales.
4. Certificado de uso del suelo, otorgado por la Subsecretaria de Ordenamiento territorial.
5. Recibo de pago servicio de acueducto y alcantarillado, o es su defecto si es usuario nuevo, presentar el número de matrícula.
6. Escrituras de propiedad del predio y/o certificado de tradición, en este se debe especificar área del lote a construir así como también los linderos del mismo.
7. Planos arquitectónicos: plantas y cortes, especificando área del lote y área a construir.
8. Planos de instalaciones hidráulicas, sanitarias y pluviales.
9. Memorias de cálculo de diseño para instalaciones hidráulicas, sanitarias y pluviales.

Para la aprobación de los proyectos, se verifica la consistencia de la información suministrada por el diseñador en los planos de instalaciones hidráulicas, sanitarias y pluviales. Que los datos suministrados en las memorias de cálculo concuerden con los registrados en planos, para ello se tiene en cuenta las recomendaciones y requerimientos de diseño especificadas para cada proyecto.

Durante la revisión de los diseños de instalaciones hidráulicas y sanitarias del edificio FUSAVI y Edificio apartamentos Lilian Vallejo, siguiendo los lineamientos establecidos por el Departamento de Proyectos de la Empresa de Obras Sanitarias de la Provincia de Obando. Y dando cumplimiento a los requerimientos mencionados anteriormente, verificando la consistencia de la información suministrada por el diseñador en los planos de instalaciones hidráulicas, sanitarias y pluviales se concluye:

Aprobar el diseño: Edificio de Apartamentos, de propiedad de la Señora Lilian Vallejo. Presentado por la Ingeniera Adriana Contreras. Ya que cumple con los requisitos especificados por EMPOOBANDO E.S.P. Y también los requisitos establecidos en las normas vigentes.

Por otro lado se pidió completar la información necesaria y se sugirió la entrega de correcciones por incongruencia en los diseños y en la información suministrada. Para el diseño: Edificio FUSAVI de Paúl, de propiedad de la fundación San Vicente de Paúl. Presentado por el Ingeniero Jaime Chamorro. Se envió una carta solicitando al diseñador la información necesaria para completar la revisión, pero no se obtuvo respuesta alguna por lo que se desiste a la aprobación del diseño presentado ya que no cumple con los requisitos especificados por EMPOOBANDO E.S.P. Ni tampoco los establecidos en las normas vigentes, se concluye entonces en negar la certificación de los diseños de instalaciones hidráulicas y sanitarias de este proyecto.

#### **4.2 RESIDENCIA EN OBRA: ALCANTARILLADO COMBINADO COLECTOR NORTE, SECTOR ALBORADA**

El desarrollo principal del proyecto tiene por objeto: conectar al Colector norte los tramos restantes del sector Alborada, Santa Rosa, Urbanización Buambiles, Clínica las Lajas. Con el fin de sanear problemas de vertimientos a cielo abierto de aguas negras de gran riesgo biológico, mal estado de la tubería existente o inexistencia de la misma y un pozo séptico que ha generado en el sector varios vectores de contaminación ambiental como ratas, moscas y malos olores entre otros. Para este fin se ha diseñado el alcantarillado combinado en tubería NOVALOC PAVCO, por muchas de las anteriores razones y quizá la más importante es que este sector necesita de manera urgente la solución inmediata en cuanto a saneamiento y contaminación se refiere. En los siguientes apartes se menciona algunas de las características de la tecnología implementada en este proyecto.

A continuación se presentan las características del proyecto, además de las actividades más relevantes durante la residencia en obra para este proyecto.

#### 4.2.1 Datos generales del proyecto

Plazo de ejecución: uno y medio (1.5) meses.

Valor del contrato: \$270.000.000.

Responsable: EMPOOBANDO E.S.P.

**4.2.2 Avance de obra.** En las siguientes tablas: 4, 5 y 6. Se presenta los avances de obra durante el desarrollo del proyecto y las cantidades de obra contabilizadas para pago de mano de obra en periodos de tiempo de quince días:

**Tabla 5. Primera quincena. Alcantarillado combinado Colector norte, sector Alborada**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
EXCAVACIÓN MANUAL H< 3 M	M3	377,43
DESALOJOS DE SOBRANTES.	M3	258,71
RELLENO MATERIAL DE SITIO	M3	677,64
INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVALOC Ø 27"	ML	104,1
CÁMARAS DE INSPECCIÓN TERMINADAS	UNIDAD	3
TRANSPORTE DE MATERIAL	JORNAL	10,6

**Tabla 6. Segunda quincena. Alcantarillado combinado Colector norte, sector Alborada**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
EXCAVACIÓN MANUAL H< 3 M	M3	81,55
EXCAVACIÓN MANUAL H 3-5 M	M3	13,18
EXCAVACIÓN MANUAL H 5-6 M	M3	9,21
DESALOJOS DE SOBRANTES.	M3	27,71
RELLENO CON MATERIAL DE SITIO	M3	2404,1
INSTALACIÓN DE TUBERÍA SANITARIA PVC Ø 4"	ML	29,5
INSTALACIÓN DE TUBERÍA SANITARIA CEMENTO Ø 8"	ML	5
INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVALOC Ø 6"	ML	20
INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVAFORT Ø 16"	ML	10,65
INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVALOC Ø 27"	ML	154,91
CÁMARAS DE INSPECCIÓN TERMINADAS	UNIDAD	4
TRANSPORTE DE MATERIAL	JORNAL	20,2

**Tabla 7. Tercera quincena. Alcantarillado combinado Colector norte, sector Alborada**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
EXCAVACIÓN MANUAL H< 3 M	M3	778,56
DESALOJOS DE SOBRANTES.	M3	82,59
RELLENO CON MATERIAL DE SITIO	M3	5899,22
INSTALACIÓN DE TUBERÍA SANITARIA PVC Ø 4"	ML	27
INSTALACIÓN DE TUBERÍA SANITARIA CEMENTO Ø 6"	ML	38,25
INSTALACIÓN DE TUBERÍA SANITARIA CEMENTO Ø 8"	ML	130,3
INSTALACIÓN DE TUBERÍA SANITARIA CEMENTO Ø 10"	ML	5,4
INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVALOC Ø 27"	ML	184,79
INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ACUEDUCTO Ø 3" RDE 26	ML	60
INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ACUEDUCTO Ø 2" RDE 26	ML	258
INSTALACIÓN DE DOMICILIARIAS PF ACUEDUCTO Ø 1/2"	ML	25
CÁMARAS DE INSPECCIÓN TERMINADAS	UNIDAD	11
CAJILLAS DE ACOMETIDAS TERMINADAS	UNIDAD	1
TRANSPORTE DE MATERIAL	JORNAL	5,3

**4.2.3 Actividades y ejecución del proyecto.** Los siguientes fueron los procesos de ejecución del proyecto, desarrollado de acuerdo a lo especificado en planos y diseños.

4.2.3.1 Localización y replanteo: Antes de iniciar excavaciones del proyecto se referencia los diferentes tramos que corresponderían al proyecto de alcantarillado, se absizó cada 5 m, allí se efectuaría el control de cortes con maquinaria y excavaciones a mano y la respectiva medición tanto de altos como de anchos de chamba para la posterior cubicación, (Figura 1).

**Figura 1. Localización y replanteo**



4.2.3.2 Excavaciones: Se realizó dos tipos de excavaciones así:

- Excavación manual: se implementa este tipo de excavación porque el acceso de maquinaria en el tramo inicial del proyecto es dificultoso, Se maneja una cuadrilla de excavaciones compuesta por 1 maestro y 10 obreros, se cubica de acuerdo a la altura excavada así: 0 hasta los 3 m, de 3 a 5 m y de 5 a 6 m. de profundidad. El ancho de la excavación varió debido a inestabilidad en el terreno pues era un sector de relleno, (Figura 2).

**Figura 2. Excavación manual**



- Excavación a máquina: Se implementó el uso de dos excavadoras: una tipo pajarita para tramos donde los cortes fueron bajos (hasta 3 m) y otra tipo oruga para la excavación de la mayoría de los tramos, pues los cortes fueron demasiado profundos. La altura de la chamba varió desde los 2 m de profundidad hasta los 8.3 m en los sectores más críticos. El control de alturas y niveles especificados en lo planos fueron dados por una comisión de topografía y rectificadas con el método de manguera con agua de manera más sencilla y práctica por parte de la cuadrilla de instalación de tubería compuesta por dos maestros y dos oficiales, (Figura 3 y 4).

**Figura 3. Excavación a máquina (retroexcavadora de oruga)**



**Figura 4. Excavación a máquina (retroexcavadora pajarita)**



4.2.3.3 Cimentación y atraque lateral para tubería NOVALOC: No fue necesario hacer cimentación en triturado con el fin de que este material granular funcione como soporte y filtro del sistema de alcantarillado recién instalado. Solamente al final de la obra se encontró un tramo de 10 m al cual fue necesario hacer una cimentación con 15 cm de espesor de capa de triturado y un atraque con el mismo hasta una altura igual a la mitad del diámetro del tubo (35 cm.), porque el suelo presentaba bajas características para el soporte de la tubería, (Figura 5).

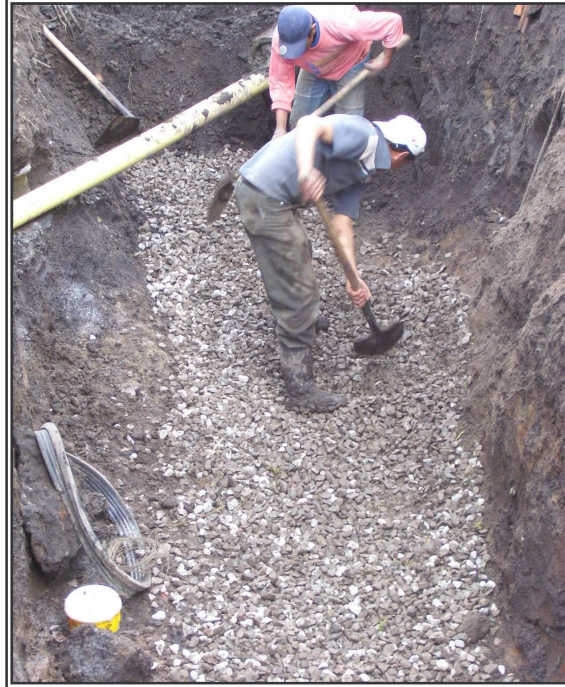
En todo el desarrollo del proyecto se encontró un suelo de cimentación para la tubería de características muy adecuadas (Arcilla muy compacta sin presencia de nivel freático) por ello este material se uso de encamado y atraque lateral para la tubería.

**Figura 5. Suelo de cimentación para la tubería de características muy adecuadas**



La compactación con pisón manual para el atraque lateral, se hace en capas de 10 a 15 cm. Así el pisón podrá compactar correctamente obteniendo un encamado firme y un atraque lateral adecuado, (Figura 7).

**Figura 6. Cimentación en triturado**



**Figura 7. Atraque lateral y compactación**



4.2.3.4 Instalación de tubería: Durante la ejecución del proyecto se uso varios tipos de tubería ya sea para reparación de daños de acometidas domiciliarias de aguas negras, reparación de redes de agua potable, conexión de emisores de aguas negras desde distintos puntos de vertimiento, y la tubería usada en el mismo colector. Se tienen las siguientes tipos:

- Tubería NOVALOC PAVCO de diámetro 27 pulgadas. Para una longitud a lo largo de todo el proyecto de 443 m. Se instala esta tubería de alto rendimiento en cuanto a instalación y manipulación se refiere, (Figura 8).

**Figura 8. Tubería NOVALOC de diámetro 27 pulgadas y uniones para la misma**



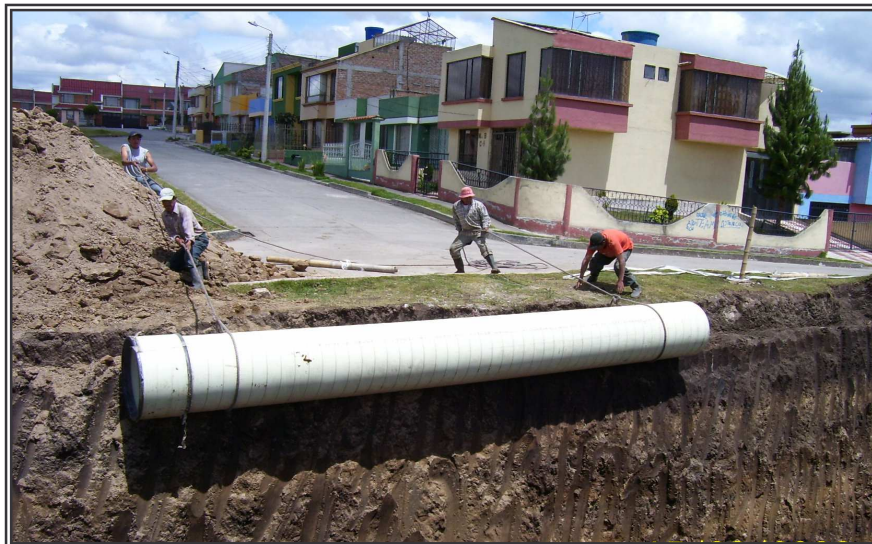
Para la instalación de la tubería se tiene la siguiente secuencia de pasos: Se limpia con un trapo limpio y seco la parte interior de las uniones y el caucho que permite el sello hidráulico, se aplica lubricante generosamente en cada uno de ellos alineando anteriormente la unión con el tubo; previamente se ha lubricado también el espigo del tubo y se usa una soga y un madero para hacer presión y usarlo como equipo de empuje hasta conseguir que el tubo se deslice suavemente dentro de la unión hasta el tope indicado. Si encuentra indebida resistencia a la inserción debe desensamblar y revisar los elementos para proceder nuevamente con el proceso, (Figura 9).

**Figura 9. Tubería y unión NOVALOC debidamente ensamblada**



Para la manipulación de la tubería se tiene en cuenta el no arrastrar los tubos al moverlos de un lugar a otro, además esta tubería es fácil de transportar pues es liviana y las maniobras para instalación resultan muy sencillas y con poco personal, (Figura 10).

**Figura 10. Manipulación de la tubería NOVALOC de diámetro 27 pulgadas**



**Figura 11. Secuencia de acople de la tubería NOVALOC**



Tubería PVC sanitario de diámetro 4 pulgadas. Utilizada en la reparación temporal de acometidas domiciliarias que salieron durante la excavación.

- Tubería en cemento de diámetros 6 y 8 pulgadas. Usada en reparación definitiva de acometidas domiciliarias y redes restantes a conectar al colector.

**Figura 12. Conexión de redes al colector**



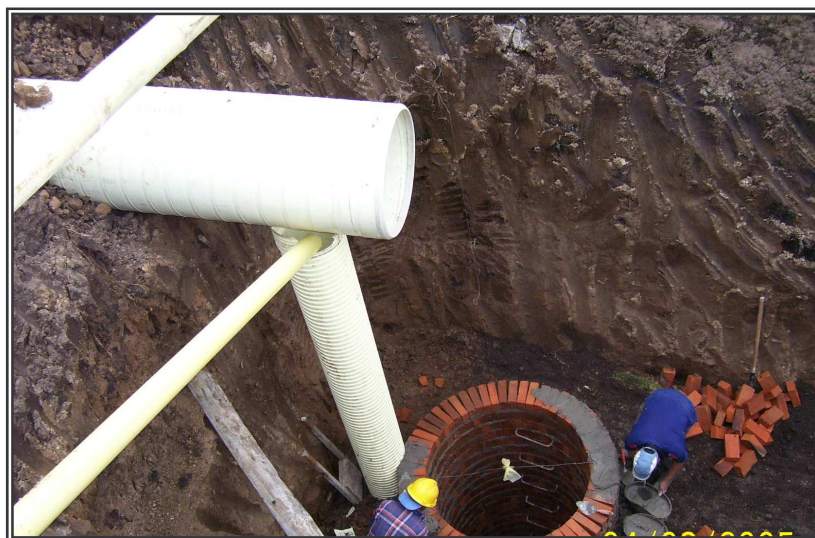
Para la pega de la tubería de cemento se tiene muy en cuenta las pendientes de diseño, se implementa para control de niveles el uso de la manguera con agua, pues resulta un método sencillo y de fácil aplicación por los maestros en obra. Para la pega y ensamble se usa un mortero en dosificación 1:2, con el fin de que las juntas entre el tubo y la campana queden adecuadamente revocadas, (Figura 12).

**Figura 13. Instalación de tubería en cemento**



- Tubería NOVAFORT PAVCO de diámetros 10 y 16 pulgadas. Se uso en reparación definitiva de acometidas y sistema de caída en cámaras como se muestra en la Figura 14.

**Figura 14. Instalación de tubería NOVAFORT PAVCO en el sistema de caída en cámaras**



- Tubería de acueducto de diámetros 3, 2 y ½ pulgada. usada en reparación definitiva de redes de acueducto y acometidas domiciliarias. La profundidad de chamba para la instalación fue de 1.5 m, (Figura 15).

**Figura 15. Instalación de tubería de acueducto.**



**Figura 16. Reparación de redes de acueducto.**



Cabe resaltar que para las tuberías de diámetros 2 y 3 pulgadas se uso tubería PVC cuyo RDE (Relación diámetro espesor) es de 26. Es decir esta tubería funciona para una presión de trabajo de 112.5 m.c.a.

4.2.3.5 Cámaras de inspección y caída: Se construyeron cámaras de inspección de diferentes alturas desde 2 m. Hasta los 8.5 m, además se elaboraron también cámaras de caída dependiendo del diseño que se encontraba plasmado en los planos. Los diámetros de las cámaras fueron de 1.20 m, pues según especifica la norma este depende del diámetro de colector de salida; Para todas las cámaras fue de 27 pulgadas (0.6 m.), se instaló peldaños cada 0.3 m en varilla de 5/8 de pulgada. Se repellaron y esmaltaron hasta 2 m de altura por encima de la cota clave del tubo más alto (siempre tubo de llegada a la cámara), se usa ladrillo tolete común. Cabe resaltar que se hicieron dos cámaras de caída y para el sistema de caída se uso tubería NOVAFORT de diámetro 16 pulgadas.

**Figura 17. Cámara de inspección**

**Figura 18. Cámara con caída.**

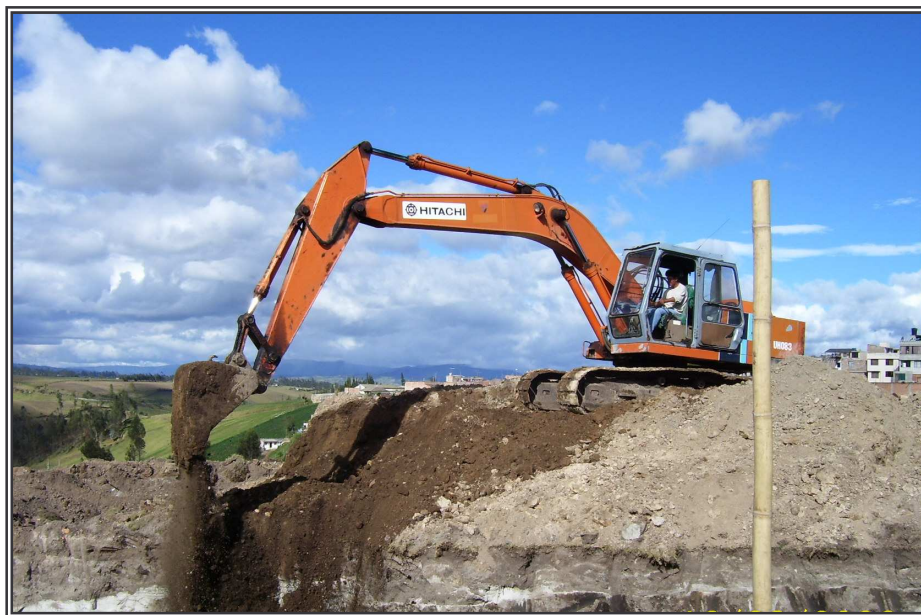


4.2.3.6 Cajillas: Se elaboró una cajilla de acometida domiciliaria que fue dañada durante la excavación de la chamba. Cuyas dimensiones fueron 0.8 por 0.8 m de lado y 1.0 m de profundidad.

4.2.3.7 Relleno y compactación con material de sitio: Una vez instalada y atracada la tubería se procede con el relleno con material de sitio pues posee excelentes características de humedad y es apto para la compactación así:

- Compactación manual: por encima de la cota clave de la tubería se relleno y apisono manualmente (50 cm.) en capas de 15 cm a 20 cm.
- Compactación mecánica: 50 cm por encima de la cota clave de la tubería se rellena y compacta con apisonador mecánico (saltarín) en capas de 20 cm, figura 20. Luego de completar los 3m de altura por encima de la cota clave de la tubería se uso un vibricompactor con el fin de que ciertos tramos de vía que corresponden al eje del colector no presenten fallas ni asentamientos de material en el relleno.

**Figura 19. Uso de maquinaria para relleno final de la chamba**



Como muestra la Figura 19, se uso maquinaria con el fin de depositar el material de relleno en la chamba únicamente para el relleno final es decir 3 m por encima de la cota clave de la tubería instalada, pues el volumen de relleno fue demasiado grande y a mano resulta muy dispendioso.

**Figura 20. Compactación con apisonador mecánico o saltarín**



**Figura 21. Compactación final con vibrocompactador de rodillo.**



Como lo indica la Figura 21, se usa para la compactación final el vibrocompactador de rodillo. Pues es un sistema mecánica de alto rendimiento. Se obtuvo una compactación adecuada sobre todo en sectores de vías destapadas por donde paso la construcción del colector.

4.2.3.8 Retiro de sobrantes: Terminado el relleno se retira material sobrante de la excavación con la ayuda de un buldózer y un cargador. El sector mas crítico fue el correspondiente a un botadero de basura aledaño al sector del proyecto pues la basura había invadido ciertos sectores cercanos a la chamba.

**Figura 22. maquinaria usada en el retiro y desalojo de sobrantes**



4.2.3.9 Inspección y pruebas de campo: Se recomendó y sugirió al Departamento de Proyectos de la Empresa EMPOOBANDO E.S.P. responsable directo de la obra, hacer ensayos en cuanto densidad de rellenos se refiere, pero estos argumentaron que dentro del presupuesto programado para la ejecución de este proyecto no se considero la realización de ensayos. En cuanto a pruebas de estanqueidad y resistencia de la tubería, deflexiones permisibles y pruebas de carga, el fabricante PAVCO garantiza la calidad de su producto por ello basta solamente confiar en esta garantía pues no se considera ni se tiene presupuestado hacer ensayos de laboratorio respecto a estos aspectos.

Como inspecciones de campo realizadas, se tiene:

- La revisión y limpieza de la tubería de escombros de construcción sobre todo al conectar la tubería en cada cámara de inspección
- La inspección visual de las juntas a la tubería instalada y verificación de alineamientos ausencia de obstrucciones fue otra de las inspecciones realizadas.

4.2.3.10 Normas de seguridad implementadas en obra: Durante el desarrollo de la obra se implementaron ciertas medidas de seguridad con el fin de evitar siniestros de distinta índole. Sobretudo resguardando la salud de la mano de obra y moradores del sector, (Figura 23).

**Figura 23. Uso de casco para seguridad del trabajador**



El uso de casco para seguridad del trabajador fue una de las exigencias que residencia de obra impuso a sus trabajadores, la altura de chamba en ciertos sectores predisponía varios accidentes sobretudo por caída de material.

En cuanto a entibados de chamba no se implementa esta técnica constructiva pues el suelo era demasiado estable y como medida de seguridad se amplio en forma de chaflán toda la zanjas en un ancho hasta de 4 m en la parte superior y en la parte inferior de 1 m en promedio con el fin de que las paredes laterales se estabilicen y no ocurran derrumbos, como se aprecia en la Figura 23.

Respecto de la señalización se implementó el uso de cinta durante todos los días de ejecución de la obra, este sector presenta gran cantidad de áreas verdes y afluencia de moradores.

**Figura 24. Señalización**



Se concluye el desarrollo total de este proyecto y ejecución del mismo de manera exitosa durante el plazo estipulado. Las siguientes fueron las cantidades de obra que se obtuvieron después de cubicar y contabilizar todas las actividades ejecutadas durante el desarrollo de la misma. La Tabla 16, resume en su totalidad todos los ítems ejecutados en obra que se obtuvieron después de hacer un seguimiento diario de obra. Mediante la adecuada residencia en campo se registró en bitácora todas las actividades ocurridas durante 1.5 meses de ejecución. Se realizó una adecuada contabilidad de las diferentes actividades desarrolladas por la mano de obra y maquinaria implementada. Se consiguió así hacer el siguiente registro de cantidades que fue revisado, aprobado y usado por EMPOOBANDO E.S.P. para la liquidación del contrato.

**Tabla 8. Cantidades de obra. Alcantarillado combinado Colector norte, Sector Alborada**

ITEM Y/O DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	ML	443,80
EXCAVACION MÁQUINA H 0-3 metros	M3	5.070,64
EXCAVACION MÁQUINA H 3-5 metros	M3	2.066,09
EXCAVACION MÁQUINA H 5-6 metros	M3	647,64
EXCAVACION MÁQUINA H >6 metros	M3	376,52
EXCAVACION MANUAL H 0-3 metros	M3	1237,54
EXCAVACION MANUAL H 3-5 metros	M3	13,18
EXCAVACION MANUAL H 5-6 metros	M3	9,21
EXCAVACION MANUAL H >6 metros	M3	0
DESALOJOS	M3	369,01
INSTALACION DE TUBERÍA PVC SANITARIO Ø 4"	ML	56,50
INSTALACION DE TUBERÍA CEMENTO Ø 6"	ML	58,25
INSTALACION DE TUBERÍA CEMENTO Ø 8"	ML	135,3
INSTALACION DE TUBERÍA NOVAFORT Ø 16"	ML	10,65
INSTALACION DE TUBERÍA NOVALOC Ø 27"	ML	443,8
INSTALACION DE TUBERÍA ACUEDUCTO Ø 3"	ML	60
INSTALACION DE TUBERÍA ACUEDUCTO Ø 2"	ML	258
INSTALACION DE TUBERÍA ACUEDUCTO Ø 1/2"	ML	25
CAMARAS DE INSPECCIÓN H 2-3 metros	UND	6
CAMARAS DE INSPECCIÓN H 3-4 metros	UND	2
CAMARAS DE INSPECCIÓN H 4-5 metros	UND	4
CAMARAS DE INSPECCIÓN H 6-7 metros	UND	2
CAMARAS DE INSPECCIÓN H 7-8 metros	UND	2
CAMARAS DE INSPECCIÓN H 6-7 metros + CAIDA	UND	1
CAMARAS DE INSPECCIÓN H 8-9 metros + CAIDA	UND	1
CAJILLAS	UND	1
RELLENO CON TRITURADO e = 0,10m	M3	8
RELLENO CON MATERIAL DE SITIO	M3	8980,96
RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	0
RETIRO DE SOBRES	M3	125

Participado en la ejecución este proyecto a cargo de la Dependencia de Proyectos de la Empresa de Obras Sanitarias de la Provincia de Obando, y residiendo en obra durante las diferentes etapas de desarrollo del alcantarillado combinado Colector norte sector Alborada, se asistió profesionalmente en la ejecución del mismo revisando, inspeccionando y registrando cada una de las diferentes etapas de construcción, conociendo aspectos técnicos, y adquiriendo experiencia en cuanto a la construcción de alcantarillado con tubería NOVALOC, Se tuvo muy en cuenta el control de cortes y movimiento de tierras, prácticas

constructivas, instalación de tubería, manejo de personal, equipos y de materiales. Además se ha informado los avances de obra al ingeniero director de la presente pasantía, asesorando algunas veces en cuanto a técnicas constructivas y sugiriendo ensayos de laboratorio aunque no se efectuaron debido a que estos no son considerados en el presupuesto del proyecto.

#### **4.3 REVISIÓN Y APROBACIÓN DE DISEÑOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE PROYECTOS DE URBANIZACIÓN**

Se revisó el proyecto:

- URBANIZACIÓN PORTAL DEL RÍO, de propiedad de la fundación Monterrey. Presentado por los Ingenieros: Javier Darío Montenegro Bastidas y Willyam Fuel Tovar.

Requisitos de aprobación para certificar un proyecto y posteriormente entregar la licencia de construcción. Se deben tener en cuenta que el diseñador del proyecto entregue al Departamento de Proyectos los siguientes documentos:

1. Certificado de disponibilidad de servicios, entregado por EMPOOBANDO E.S.P. Departamento de proyectos.
2. Nomenclatura del Lote donde se proyecta construir el proyecto. Expedido por la Subsecretaria de Urbanismo.
3. Certificado de Estratificación, entregado por la Secretaria de Planeación de Ipiales.
4. Certificado de uso del suelo, otorgado por la Subsecretaria de Ordenamiento territorial.
5. Escrituras de propiedad del predio y/o certificado de tradición, en el se debe especificar: área del lote a construir y también los linderos del mismo.
6. Planos de diseño general: acueducto, alcantarillado pluvial, alcantarillado sanitario incluye localización y diseño de sumideros, planta de tratamiento en caso de ser necesaria, perfiles de alcantarillado.
7. Planos arquitectónicos: plantas y cortes, especificando área del lote vivienda tipo, área a construir y planta general del loteo total de la urbanización,
8. Planos de instalaciones hidráulicas vivienda tipo, sanitarias y pluviales vivienda tipo.
9. Memorias de cálculo hidráulico, sanitario, pluvial y planta de tratamiento si es el caso.
10. Memorias de cálculo de diseño para instalaciones hidráulicas, sanitarias y pluviales de la vivienda tipo.
11. Viabilidad ambiental otorgada por CORPONARIÑO.

Para la aprobación de los proyectos, se verifica la consistencia de la información suministrada por el diseñador en los planos de diseño general: acueducto,

alcantarillado pluvial, alcantarillado sanitario incluye localización y diseño de sumideros, planta de tratamiento en caso de ser necesaria, perfiles de alcantarillado.

Así como también de las instalaciones hidráulicas, sanitarias y pluviales de la vivienda tipo. Los datos suministrados en las memorias de cálculo deben estar de acuerdo con los registrados en planos, para ello se tiene en cuenta las recomendaciones y requerimientos de diseño especificadas para el proyecto.

Durante la revisión de los diseños de acueducto y alcantarillado del proyecto de urbanización Portal del Río, siguiendo los lineamientos establecidos por el Departamento de Proyectos de la Empresa de Obras Sanitarias de la Provincia de Obando. Y dando cumplimiento a los requerimientos mencionados anteriormente, verificando la consistencia de la información suministrada por el diseñador en los planos de acueducto y alcantarillado del proyecto de urbanización, se concluye:

Reprobar los diseños de redes de acueducto y alcantarillado, presentados por los Ingenieros: Javier Darío Montenegro Bastidas y Willyam Fuel Tovar, del proyecto de urbanización Portal del Río de propiedad de la fundación Monterrey ya que se pidió completar la información necesaria y se sugirió la entrega de correcciones por incongruencia en los diseños y en la información suministrada. Se envió una carta solicitando a los diseñadores la información necesaria para completar la revisión, pero no se obtuvo respuesta alguna por lo que se desiste a la aprobación de los diseños presentados ya que no cumplen con los requisitos especificados por EMPOOBANDO E.S.P. Ni tampoco los establecidos en las normas vigentes, se concluye entonces en negar la certificación de los diseños de acueducto y alcantarillado del proyecto de Urbanización presentado.

La aprobación o reprobación de los anteriores proyectos, y la revisión de los mismos en cuanto a diseños de instalaciones hidráulicas y sanitarias se refiere. Me han permitido cocer los requisitos necesarios para la certificación de diseños en proyectos de edificación en cuanto a instalaciones hidráulicas y sanitarias. Así también se implementa y reconoce las especificaciones técnicas, manejo de legalización y expedición de licencia de construcción de proyectos o negación de la misma por falencias en los diseños. Se adquirió experiencia en el manejo de planos, memorias de cálculo y normatividad vigente para los diseños.

#### **4.4 RESIDENCIA EN OBRA: ALCANTARILLADO COMBINADO COLECTOR NORTE, SECTOR CARRERA SÉPTIMA ENTRE CALLES 24 Y 34**

El desarrollo principal del proyecto tiene por fin conectar al Colector norte, el tramo correspondiente a toda la carrera séptima en una longitud de 2020,75 m. A partir de la calle 34 hasta la calle 24, con el fin de sanear problemas de la tubería existente puesto que es ineficiente por cuanto la contribución de caudales se ha

incrementado con el paso del tiempo y el desarrollo urbano en este sector de la ciudad de Ipiales es inminente.

Por ser un alcantarillado en tubería de cemento de diámetros mínimos que no superan las 10 pulgadas, y dado que este alcantarillado ha cumplido su periodo de diseño y se encuentra muy deteriorado, se ha propuesto este proyecto de gran envergadura que consiste en una red matriz principal en tubería PVC NOVALOC Y NOVAFOR que transportará el caudal total de aguas negras y lluvias captadas por dos redes secundarias laterales y paralelas a su vez a la red principal o matriz. Estas serán realizadas en una segunda etapa y no son consideradas durante la ejecución de este proyecto porque serán realizadas por la Empresa Privada además que por cuestiones de presupuesto no se pueden ejecutar a la par con este proyecto. Cabe resaltar que durante la ejecución de este alcantarillado, se construyeron en la vía los cruces de tubería, para la conexión de las redes secundarias a las cámaras del colector, de este modo se aprovecho maquinaria y mano de obra disponibles así como la suspensión de el transito vehicular. El fin de estos cruces será permanecer instalados para evitar la ruptura de pavimento una vez sea mejorada la capa asfáltica de la vía, permitiendo así que a ellos se conecten todas las acometidas domiciliarias existentes y también los sumideros, para llegar por medio de las redes secundarias laterales a la red matriz principal y luego al colector norte.

Por lo anteriormente expuesto y para conseguir este fin se ha diseñado este alcantarillado combinado implementando tecnología de punta, con un período de ejecución corto, siendo la razón más importante mejorar la situación de los moradores de este sector que necesita de manera urgente la solución inmediata de saneamiento básico y aprovechado de ante mano que el INVIAS efectuará una intervención en cuanto reposición de la capa de pavimento asfáltico.

En los siguientes apartes se menciona algunas de las características de la obra ejecutada y de la tecnología implementada es este proyecto.

#### **4.4.1 Datos generales del proyecto**

Plazo de ejecución: dos (2) meses.

Valor del contrato: \$ 430.000.000.

Responsable: EMPOOBANDO E.S.P.

**4.4.2 Avance de obra.** En las siguientes tablas: 8, 9, 10 y 11. Se presenta los avances de obra durante el desarrollo del proyecto y las cantidades de obra contabilizadas para pago de mano de obra en periodos de tiempo de quince días:

**Tabla 9. Primera quincena. Alcantarillado combinado Colector norte, sector Carrera Séptima entre Calles 24 Y 34**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
LOCALIZACION Y REPLANTEO	ML	600,26
EXCAVACION MANUAL (0-3)M	M3	18,15
EXCAVACION MANUAL CAMARAS (0-3)M	M3	63,68
EXCAVACION MANUAL TOTAL (0-3)M	M3	81,82
EXCAVACION MÁQUINA TOTAL (0-3)M	M3	3627,18
INSTALACION TUBERIA NOVALOC $\varnothing$ 27"	ML	53,03
INSTALACION TUBERIA NOVALOC $\varnothing$ 24"	ML	415,23
INSTALACION TUBERIA NOVAFORT $\varnothing$ 20"	ML	78,00
INSTALACION TUBERIA NOVAFORT $\varnothing$ 8"	ML	3,40
INSTALACION TUBERIA NOVAFORT $\varnothing$ 6"	ML	3,00
INSTALACION PVC PRESION $\varnothing$ 6"	ML	5,00
INSTALACION PVC SANITARIO $\varnothing$ 4"	ML	27,95
CAMARAS DE INSPECCION H 2-3 M	UNIDAD	2
CAMARAS DE INSPECCION H 3-4 M	UNIDAD	6
RELLENO CON MATERIAL DE SITIO	M3	0,00
RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	1250,35
RELLENO CON RECEBO Y COMPACTACION	M3	246,77
RELLENO CON TRITURADO	M3	72,09

**Tabla 10. Segunda quincena. Alcantarillado combinado Colector norte, sector Carrera Séptima entre Calles 24 Y 34**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
LOCALIZACION Y REPLANTEO	ML	1418,89
EXCAVACION MANUAL (0-3)M	M3	0,00
EXCAVACION MANUAL CAMARAS (0-3)M	M3	153,95
EXCAVACION MANUAL TOTAL (0-3)M	M3	153,95
EXCAVACION MÁQUINA TOTAL (0-3)M	M3	5186,68
INSTALACION TUBERIA NOVAFORT ø 20"	ML	237,80
INSTALACION TUBERIA NOVAFORT ø 18"	ML	285,66
INSTALACION TUBERIA NOVAFORT ø 16"	ML	511,98
INSTALACION TUBERIA NOVAFORT ø 12"	ML	124,12
INSTALACION TUBERIA NOVAFORT ø 10"	ML	314,93
INSTALACION PVC PRESION ø 6"	ML	24,00
INSTALACION PVC PRESION ø 8"	ML	2,20
INSTALACION PVC PRESION ø 6"	ML	9,70
INSTALACION PVC SANITARIO ø 4"	ML	161,25
CAMARAS DE INSPECCION H 2-3 M	UNIDAD	7
CAMARAS DE INSPECCION H 3-4 M	UNIDAD	6
RELLENO CON MATERIAL DE SITIO	M3	2646,23
RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	1836,64
RELLENO CON RECEBO Y COMPACTACION	M3	808,19
RELLENO CON TRITURADO	M3	227,88
DESALOJOS A MANO	M3	0
DESALOJOS CON MÁQUINARIA	M3	2262,21
DEMOLICION DE PAVIMENTO	M2	0,00
JORNALES (8 HORAS DE TRABAJO)	UNIDAD	106,00

**Tabla 11. Tercera quincena. Alcantarillado combinado Colector norte, sector Carrera Séptima entre Calles 24 y 34**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
LOCALIZACION Y REPLANTEO	ML	472,55
EXCAVACION MANUAL (0-3)M	M3	1376,71
EXCAVACION MANUAL CAMARAS (0-3)M	M3	20,09
EXCAVACION MANUAL TOTAL (0-3)M	M3	1396,79
INSTALACION TUBERIA CEMENTO ø 12"	ML	355,9
INSTALACION TUBERIA CEMENTO ø 10"	ML	75,82
INSTALACION TUBERIA CEMENTO ø 8"	ML	40,83
CAMARAS DE INSPECCION H 2-3 M	UNIDAD	3
CAMARAS DE INSPECCION H 3-4 M	UNIDAD	0
RELLENO CON MATERIAL DE SITIO	M3	658,57
RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	1385,18
RELLENO CON RECEBO Y COMPACTACION	M3	309,36
RELLENO CON TRITURADO	M3	87,87
RELLENO CON MATERIAL DE SITIO CRUCES	M3	1102,81
RELLENO CON RECEBO Y COMPACTACION CRUCES	M3	273,90
DESALOJOS A MANO	M3	462,73
DESALOJOS A MÁQUINA	M3	1239,41
DESALOJOS A MÁQUINA CRUCES	M3	1376,71
TOTAL DESALOJOS A MÁQUINA	M3	2616,12
DEMOLICION DE PAVIMENTO	M2	584,82
JORNALES (8 HORAS DE TRABAJO)	UNIDAD	8,50

**Tabla 12. Cuarta quincena. Alcantarillado combinado Colector norte, sector Carrera Séptima entre Calles 24 y 34**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
LOCALIZACION Y REPLANTEO	ML	143,4
EXCAVACION MANUAL 0-3 m.	M3	408,33
EXCAVACION MANUAL 3-5 m.	M3	17,37
INSTALACION TUBERIA CEMENTO $\varnothing$ 12"	ML	123,9
INSTALACION TUBERIA CEMENTO $\varnothing$ 16"	ML	19,5
CAMARAS DE INSPECCION H 2-3 m.	UNIDAD	0
CAMARAS DE INSPECCION H 3-4 m.	UNIDAD	0
CAJILLAS DE PASO 1X1X0,9	UNIDAD	2
RELLENO CON MATERIAL DE SITIO CRUCES	M3	345,14
RELLENO CON RECEBO Y COMPACTACION CRUCES	M3	80,56
DESALOJOS A MANO	M3	2
DESALOJOS A MÁQUINA CRUCES	M4	425,70
DEMOLICION DE PAVIMENTO	M2	155,11
JORNALES (8 HORAS DE TRABAJO)	UNIDAD	5,13

**4.4.3 Actividades y ejecución del proyecto.** Los siguientes fueron los procesos de ejecución del proyecto, desarrollado de acuerdo con lo especificado en planos y diseños.

4.4.3.1 Localización y replanteo: Antes de iniciar excavaciones del proyecto se referencia los diferentes tramos que corresponderían al proyecto de alcantarillado, se absizó cada 5 m. Allí se efectuaría el control de cortes con maquinaria y excavaciones a mano y su respectiva medición tanto de alturas como de anchos de chamba para la posterior cubicación, (Figura 25).

**Figura 25. Localización y replanteo**



4.4.3.2 Retiro de capa de pavimento asfáltico e hidráulico: Una vez localizado el eje del proyecto se procedió a trazar dos líneas paralelas con el fin de determinar el ancho de chamba promedio a excavar que fue de 1.20 m. A partir de ello se cortó la capa de pavimento asfáltico con el uso de una cortadora y se procedió a retirar los retazos de cascote de pavimento. El pavimento asfáltico se retiró con el uso de maquinaria pesada, a diferencia que el pavimento hidráulico de los cruces para las redes laterales secundarias, que se retiró manualmente puesto que la presencia de redes de acueducto impidió hacerlo con el uso de la retroexcavadora, (Figura 26 y 27).

**Figura 26. Retiro de pavimento asfáltico con maquinaria**



**Figura 27. Retiro y demolición de pavimento hidráulico**



4.4.3.3 Excavaciones. Se realizó dos tipos de excavaciones así:

- Excavación manual: se implementa este tipo de excavación porque el acceso de maquinaria en los tramos correspondientes a los cruces laterales de las redes secundarias es dificultoso y de gran cuidado puesto que existen redes principales de acueducto de diámetros varios; hasta de 12 pulgadas. Se manejó cuatro cuadrillas de excavaciones compuestas cada una por 1 maestro y 3 obreros. Se cubrió de acuerdo con la altura excavada, así: De 0 hasta los 3 m, y de 3 a 5 m. El ancho de la excavación varió debido a inestabilidad en el terreno pues el material encontrado no era muy estable y dado las condiciones climáticas de invierno el material se inducía a derrumbes, (Figura 28).

**Figura 28. Excavación manual**



- Excavación a máquina: Se implementó el uso de dos excavadoras tipo pajarita para la mayoría de tramos donde los cortes fueron relativamente bajos. La altura de la chamba varió desde los 2.5 m hasta los 4.15 m en los sectores más críticos. El control de alturas y niveles especificados en los planos fueron dados por una comisión de topografía (1 topógrafo y 2 cadeneros) y rectificadas con el método de manguera con agua de manera más sencilla y práctica por parte de la cuadrilla de instalación de tubería compuesta por 2 maestros y 2 oficiales, (Figura 29 y 30).

**Figura 29. Excavación a máquina (retroexcavadora tipo pajarita).**



**Figura 30. Excavación a máquina (implementación de dos retroexcavadoras tipo pajarita)**



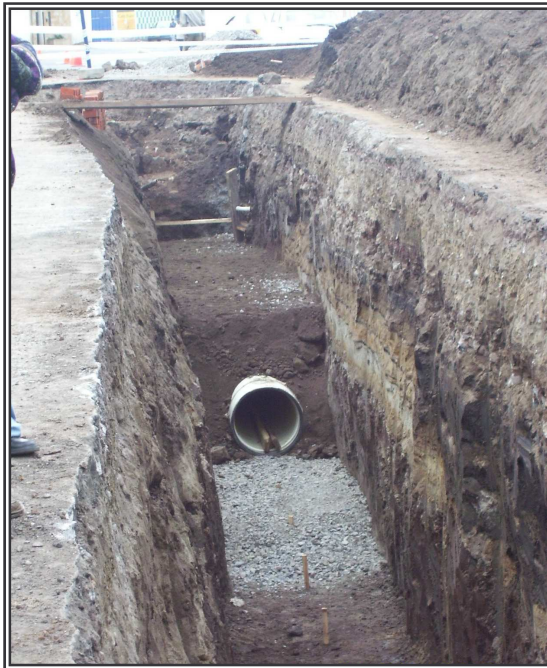
4.4.3.4 Cimentación y atraque lateral para tubería NOVALOC y NOVAFORT. Fue necesario hacer cimentación en triturado con el fin de que este material (piedra granular) funcione como soporte y filtro del sistema de alcantarillado recién instalado. La cimentación se realizó con 15 cm. de altura de capa de triturado y el atraque lateral se hace con material de préstamo de características óptimas para la compactación (recebo), hasta una altura igual a la mitad del diámetro del tubo. Este método constructivo permite estabilizar el tubo sobre todo cuando hay presencia de nivel freático o de agua lluvia por condiciones del clima.

En todo el desarrollo del proyecto se encontró un suelo de cimentación para la tubería de bajas características (Arcilla y limos sin presencia de nivel freático) por ello este material fue desalojado en su totalidad. La compactación y acomodamiento del triturado de base se hace con pisón manual así como también para el atraque lateral. Se atracó en capas de 10 a 15 cm. Así el pisón podrá compactar y acomodar correctamente el material, obteniendo un encamado firme y un atraque lateral adecuado, (Figura 31).

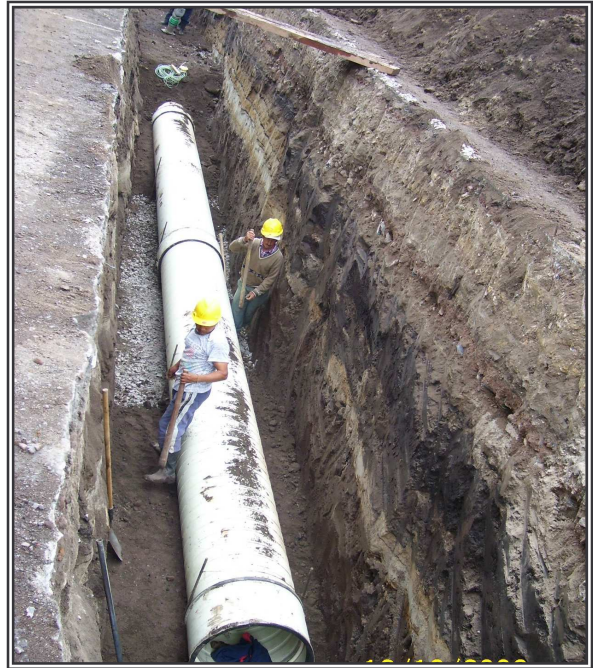
**Figura 31. Mejoramiento del suelo de cimentación para la tubería**



**Figura 32. Cimentación en triturado y relleno inicial.**



**Figura 33. Atraque lateral y compactación.**



4.4.3.5 Instalación de tubería: Durante la ejecución del proyecto se usó varios tipos de tubería; desde la usada en la red principal: tubería PAVCO NOVALOC en diámetros de 27 y 24 pulgadas Y NOVAFORT en diámetros de 20, 18, 16, 12 y 10 pulgadas, hasta la utilizada para los cruces de las redes secundarias en tubería de cemento de 8, 10, 12 y 16 pulgadas y otras en la reparación de daños de acometidas domiciliarias de aguas negras, reparación de redes de agua potable, conexión de emisores de aguas negras desde distintos puntos de vertimiento. Se tienen los siguientes tipos de tubería:

- Tubería NOVALOC PAVCO de diámetros 27 y 24 pulgadas. Para una longitud de instalación a lo largo de todo el proyecto de 468.26 m. Se instala esta tubería de alto rendimiento por cuanto su instalación y manipulación permiten obtener avances de hasta 60 m de tubería instalada por día. Este tipo de tubería presenta tubos de 6.5 m de longitud útil, ya que el sistema de ensamble con unión independiente y extremo liso de los tubos permite que la longitud real del tubo instalado, sea la longitud útil de instalación. El peso de esta tubería varía dependiendo del diámetro así: para el 24 pulgadas de diámetro su peso es de 15.63 kg/m. y para el de 27 pulgadas de diámetro tiene un peso de 21.05 kg/m. comparando este peso con el de otras tuberías como de cemento o gres se tiene

una notable compensación en cuanto a rendimiento de instalación debido a la facilidad de manipulación e instalación, (Figura 34).

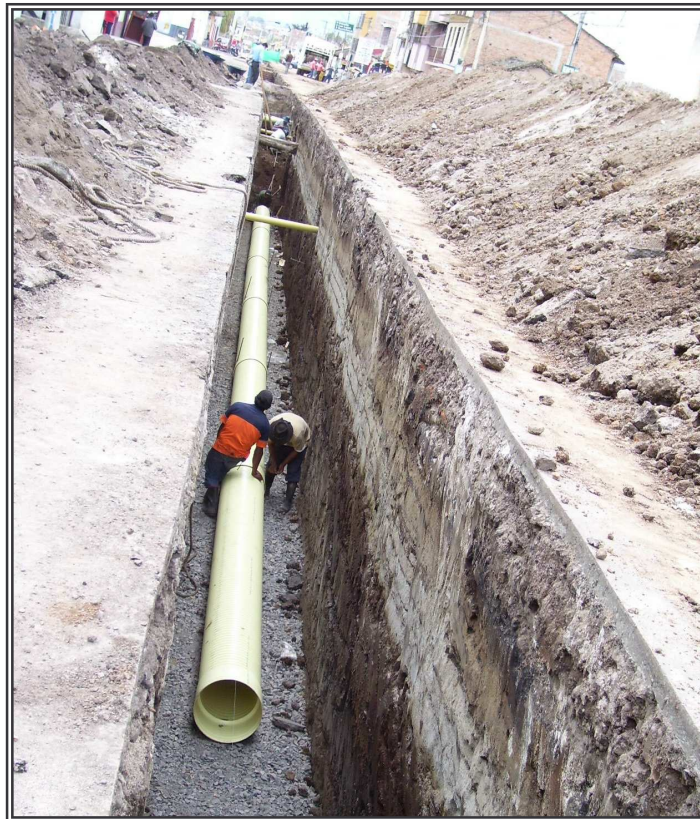
**Figura 34. Tubería NOVALOC de 27 y 24 pulgadas de diámetro y uniones acopladas a la misma.**



- Tubería NOVAFORT PAVCO de diámetros 20, 18, 16, 12 y 10 pulgadas. Para una longitud a lo largo de todo el proyecto de 1552.49 m. Se instala esta tubería de alto rendimiento en cuanto a instalación y manipulación se refiere. Los tubos de este tipo tiene una longitud real de 6 m. Pero cabe resaltar que debido al sistema de ensamble espigo - campana esta se reduce a una longitud útil de 5.80 m. El peso de este tipo de tubería varía de acuerdo al diámetro así: para 20 pulgadas de diámetro se tienen 14.27 kg/m, para 18 pulgadas de diámetro se tienen 11.82 kg/m, los tubos de 16 pulgadas de diámetro pesan 8.82 kg/m, los de 12 pulgadas de diámetro se tienen 5.69 kg/m y los tubos de 10 pulgadas pesan 3.87 kg/m, (Figura 35).

Comparando la tubería Novafort con otros tipos de tubería ofrece mejores resultados en cuanto a que esta tecnología me permite obtener altos rendimientos de instalación ya que la manipulación debido a su bajo peso resulta más eficiente, además de otras características nombradas anteriormente.

**Figura 35. Tubería NOVAFORT, alineación y acople espigo-campana**

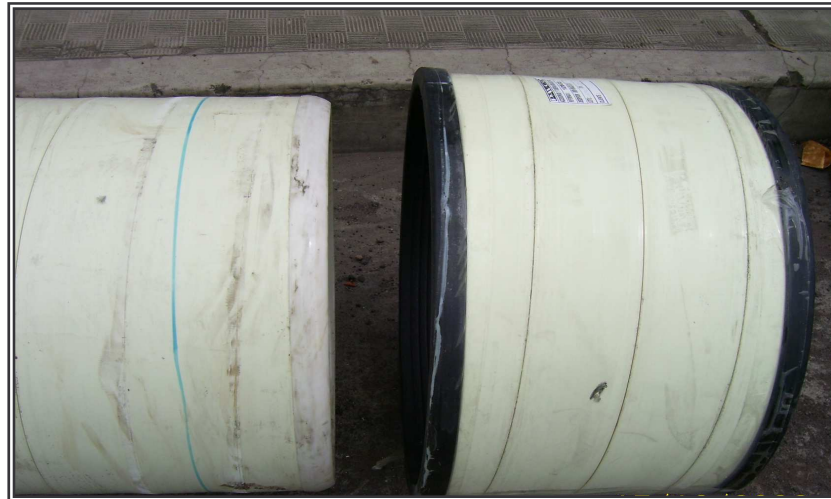


Para la instalación de la tubería se tiene la siguiente secuencia de pasos: Se limpia con un trapo limpio y seco la parte interior de las uniones y el caucho que permite el sello hidráulico, se aplica lubricante generosamente en cada uno de Ellos, alineando anteriormente la unión con el tubo; previamente se ha lubricado también el espigo del tubo y se usa una soga y un madero para hacer presión, utilizándolo como equipo de empuje hasta conseguir que el tubo se deslice suavemente dentro de la unión hasta el tope indicado. Si encuentra indebida resistencia a la inserción debe desensamblar y revisar los elementos para proceder nuevamente con el proceso.

**Figura 36. Tubería NOVAFORT, sistema unión y espigo**



**Figura 37. Tubería NOVALOC, extremo liso y su respectiva unión.**



Para la manipulación de la tubería se tiene en cuenta el no arrastrar los tubos al moverlos de un lugar a otro, además esta tubería es fácil de transportar por ser

liviana y las maniobras para instalación resultan muy sencillas y con poco personal.

**Figura 38. Manipulación de la tubería NOVALOC y NOVAFORT**



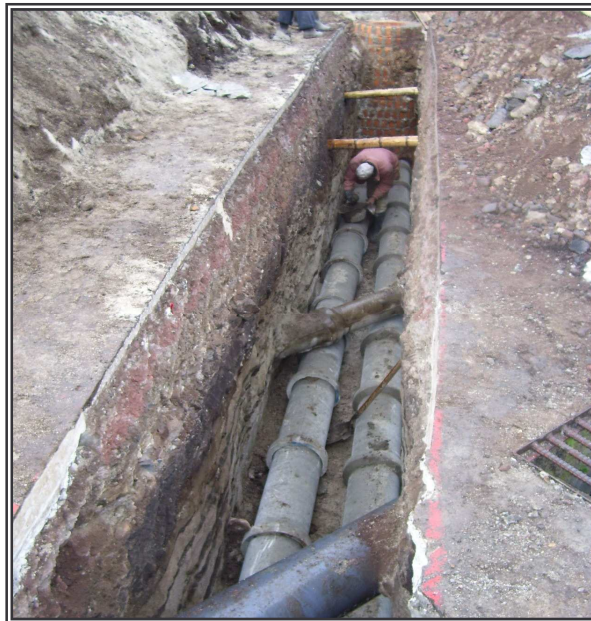
**Figura 39. Secuencia de acople de la tubería NOVALOC y NOVAFORT**



- Tubería PVC sanitario de diámetro 4 pulgadas. utilizada en la reparación temporal de acometidas domiciliarias que salieron durante la excavación.
- Tubería en cemento de diámetros 8, 10, 12 y 16 pulgadas. Usada en reparación definitiva de acometidas domiciliarias y redes restantes por conectar al colector. También se uso en la construcción de los cruces para las redes secundarias que

se conectaron desde el andén de la vía hacia cada cámara de la red matriz en Angulo de 45°. En total se instalaron 615.95 metros lineales de tubería de cemento para cruces laterales.

**Figura 40. Conexión de redes al colector en tubería de cemento**



Para la pega de la tubería de cemento se tiene muy en cuenta las pendientes de diseño, se implementa para control de niveles el uso de la manguera con agua, pues resulta un método sencillo y de fácil aplicación por los maestros en obra. Para la pega y ensamble se usa un mortero en dosificación 1:2 con el fin de que las juntas entre el tubo y la campana queden adecuadamente revocadas.

**Figura 41. Instalación de tubería de cemento**



**Figura 42. Construcción de cámara de inspección**



4.4.3.6 Cámaras de inspección: Se construyeron cámaras de inspección de diferentes alturas desde 2.5 m. Hasta los 4.5 m. Los diámetros de las cámaras fueron de 1.20 m, según especifica la norma este depende del diámetro de colector de salida. Para todas las cámaras se instaló peldaños cada 0.3 m en varilla de 5/8", se repellaron y esmaltaron hasta 1.5 m. De altura por encima de la cota clave del tubo más alto (siempre tubo de llegada a la cámara), se usa ladrillo tolete común. Se hicieron en total 32 cámaras de inspección: 12 de alturas inferiores a 3 m y 20 con alturas entre 3 y 4 m.

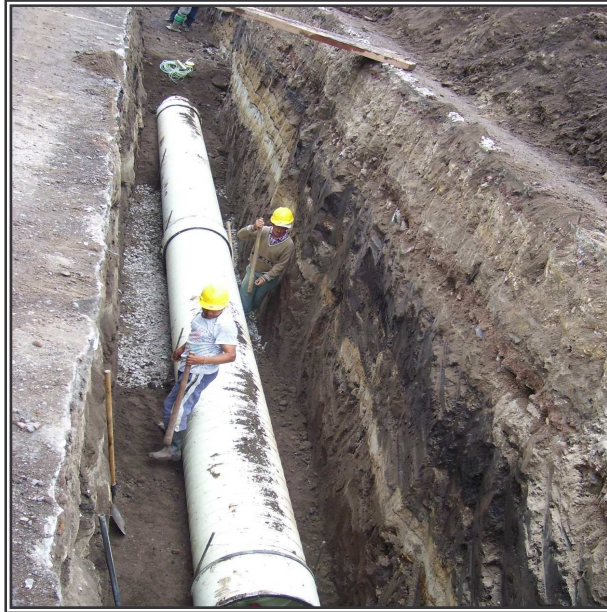
**Figura 43. Cámara de inspección terminada**



4.4.3.7 Relleno y compactación con material de préstamo: Una vez instalada y atracada la tubería se procede con el relleno con material de préstamo, el material de sitio no posee características adecuadas de humedad ni tampoco es apto para la compactación. Por esta razón se consiguió de una cantera aledaña material preparado con recebo y arcilla seca para luego compactarla. Se obtuvieron excelentes resultados de compactación.

- Compactación manual: por encima de la cota clave de la tubería se relleno y apisono manualmente (50 cm.) en capas de 15cm. a 20cm.

**Figura 44. Compactación con apisonador manual**



Compactación mecánica: 50 cm. por encima de la cota clave de la tubería se rellena y compacta con apisonador mecánico (saltarín) en capas de 20 cm. Figura 46. Luego de completar los 3 m de altura por encima de la cota clave de la tubería se usó un vibrocompactador con el fin de que ciertos tramos de vía que corresponden al eje del colector no presenten fallas o asentamientos de material en el relleno.

**Figura 45. Uso de maquinaria para relleno final de la chamba**



Como muestra la Figura 45, se uso maquinaria con el fin de depositar el material de relleno en la chamba únicamente para el relleno final es decir 3 m por encima de la cota clave de la tubería instalada, pues el volumen de relleno fue grande y a mano resulta muy dispendioso.

**Figura 46. Compactación con apisonador mecánico o saltarín**



**Figura 47. Compactación final con vibro compactador de rodillo**



Como lo indica la Figura 47, se usa para la compactación final el vibrocompactador de rodillo. Pues es un sistema mecánica de alto rendimiento. Se obtuvo una compactación adecuada, ya que las exigencias de la compactación fueron altas, pues la vía es de gran importancia por su alta afluencia vehicular y comercio.

4.4.3.8 Retiro de sobrantes: Terminado el relleno se retira material sobrante de la excavación con la ayuda de un buldózer y un cargador. Cabe resaltar que se desalojó todo el volumen de material excavado, pues como se mencionó anteriormente el material era de pésimas características físicas y/o mecánicas y fue necesaria su reposición.

**Figura 48. Maquinaria usada en el retiro y desalojo de sobrantes**



4.4.3.9 Inspección y pruebas de campo: Se recomendó y sugirió al Departamento de Proyectos de la Empresa EMPOOBANDO E.S.P. responsable directo de la obra hacer ensayos en cuanto densidad de rellenos se refiere, pero estos argumentaron que dentro del presupuesto programado para la ejecución de este proyecto no se consideró la realización de ensayos. En cuanto a pruebas de estanqueidad y resistencia de la tubería, deflexiones permisibles y pruebas de carga, el fabricante PAVCO garantiza la calidad de su producto por ello basta

solamente confiar en esta garantía pues no se considera ni se tiene presupuestado hacer ensayos de laboratorio respecto a estos aspectos.

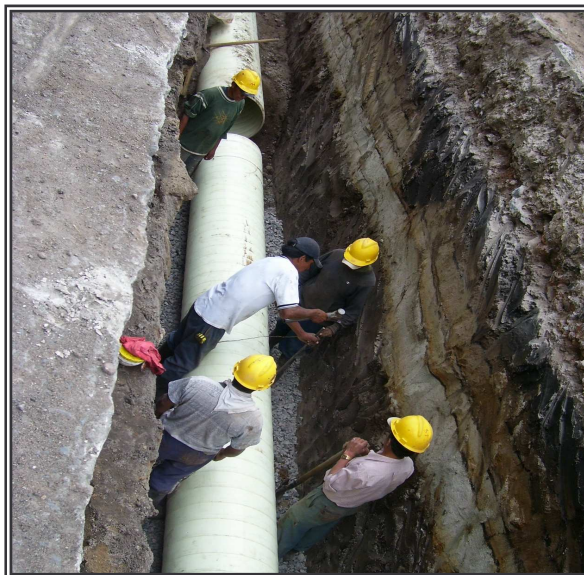
Como inspecciones de campo realizadas, se tiene:

La revisión y limpieza de la tubería de escombros de construcción sobre todo al conectar la tubería en cada cámara de inspección.

La inspección visual de las juntas a la tubería instalada y verificación de alineamientos, ausencia de obstrucciones fue otra de las inspecciones realizadas.

4.4.3.10 Normas de seguridad implementadas en obra: Durante el desarrollo de la obra se implementaron ciertas medidas de seguridad con el fin de evitar siniestros de distinta índole. Sobretudo resguardando la salud de la mano de obra y moradores del sector.

**Figura 49. Uso de casco para seguridad del trabajador**



El uso de casco para seguridad del trabajador fue una de las exigencias que residencia de obra impuso a sus trabajadores pues la altura de chamba en ciertos sectores predisponía varios accidentes sobretudo por caída de material.

En cuanto a entibados de chamba, se implementa esta técnica constructiva pues el suelo era demasiado inestable y el clima lluvioso contribuyó con la inseguridad. Se entiba cada 3 m con el fin de que las paredes laterales se estabilicen y no ocurran derrumbos. Como se aprecia en la Figura 50.

**Figura 50. Entibado de chamba**



Respecto de la señalización se implemento el uso de cinta durante todos los días de ejecución de la obra pues este sector presenta gran afluencia vehicular y de moradores, por ser una vía principal de la ciudad de Ipiales.

**Figura 51. Señalización con pines y cáñamo**



**Figura 52. Señalización con cinta**



Se concluye el desarrollo total de este proyecto y ejecución del mismo de manera exitosa durante el plazo estipulado. Las siguientes fueron las cantidades de obra que se obtuvieron después de cubicar y contabilizar todas las actividades ejecutadas durante el desarrollo de la misma.

La Tabla 17, resume en su totalidad todos los ítems ejecutados que se obtuvieron después de hacer un seguimiento diario de obra. Mediante la adecuada residencia en campo se registró en bitácora todas las actividades ocurridas durante 2 meses de ejecución. Se realizó una adecuada cubicación y contabilidad total de las diferentes actividades desarrolladas por la mano de obra y maquinaria implementada. Se consiguió así hacer el siguiente registro de cantidades que fue revisado, aprobado y usado por EMPOOBANDO ESP. para la liquidación del contrato.

La ejecución de este proyecto me permitió conocer varias características en cuanto a instalación, rendimiento y economía a largo plazo que se obtiene con la implementación de la tecnología NOVALOC- NOVAFORT, para desarrollo de alcantarillados. Se asistió profesionalmente en la ejecución del mismo revisando, inspeccionando y registrando cada una de las diferentes etapas de construcción. Durante la residencia en obra se realizó un adecuado control: de cortes y movimiento de tierras, instalación de tubería, manejo de personal, equipos y de materiales. Se Sugirió algunas veces en cuanto a realización de ensayos de laboratorio aunque no se efectuaron debido a que estos no son considerados en el presupuesto del proyecto.

**Tabla 13. Cantidades de obra. Alcantarillado combinado Colector norte, sector Carrera Séptima entre Calles 24 Y 34**

<b>ITEM Y/O DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
LOCALIZACION Y REPLANTEO	ML	2635,1
EXCAVACION MANUAL TOTAL (0-3)M	M3	2040,90
EXCAVACION MANUAL TOTAL (3-5)M	M3	17,37
EXCAVACION MÁQUINA TOTAL (0-3)M	M3	8813,86
INSTALACION TUBERIA NOVALOC ø 27"	ML	53,03
INSTALACION TUBERIA NOVALOC ø 24"	ML	415,23
INSTALACION TUBERIA NOVAFORT ø 20"	ML	315,80
INSTALACION TUBERIA NOVAFORT ø 18"	ML	285,66
INSTALACION TUBERIA NOVAFORT ø 16"	ML	511,98
INSTALACION TUBERIA NOVAFORT ø 12"	ML	124,12
INSTALACION TUBERIA NOVAFORT ø 10"	ML	314,93
INSTALACION TUBERIA NOVAFORT ø 8"	ML	3,40
INSTALACION TUBERIA NOVAFORT ø 6"	ML	3,00
INSTALACION TUBERIA PVC PRESION ø 6"	ML	38,70
INSTALACION TUBERIA PVC SANITARIO ø 4"	ML	189,20
INSTALACION TUBERIA CEMENTO ø 16"	ML	19,50
INSTALACION TUBERIA CEMENTO ø 12"	ML	479,80
INSTALACION TUBERIA CEMENTO ø 10"	ML	75,82
INSTALACION TUBERIA CEMENTO ø 8"	ML	40,83
CAMARAS DE INSPECCION H 2-3 M	UNIDAD	12
CAMARAS DE INSPECCION H 3-4 M	UNIDAD	20
RELLENO CON MATERIAL DE SITIO	M3	4075,63
RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	3087,00
RELLENO CON RECEBO	M3	1718,77
RELLENO CON TRITURADO	M3	299,98
DESALOJOS A MANO	M3	464,73
DESALOJOS A MÁQUINA	M3	6873,23
DEMOLICION DE PAVIMENTO	M2	1474,45
JORNALES (8 HORAS DE TRABAJO)	UNIDAD	226,13

#### **4.5 RESIDENCIA EN OBRA: CONSTRUCCIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO COMBINADO DE LA URBANIZACIÓN ALTAMIRA**

La residencia en obra para este proyecto consistió en una asistencia técnica prestada por parte de la Alcaldía Municipal de Ipiales para el desarrollo urbano de la Ciudad. La Empresa de Obras Sanitarias de la Provincia de Obando EMPOOBANDO E.S.P. y su departamento de proyectos prestó esta asistencia ya que la zona de construcción y las redes de alcantarillado construidas para la

futura urbanización permitirían la expansión de la Ciudad ya que serían usadas como colectores de desagüe de varios sectores de crecimiento urbano localizados en los predios aledaños al proyecto de urbanización Altamira.

La fundación El Futuro Es Hoy, tiene por objeto fundamental la construcción de 292 soluciones de viviendas con el fin de mejorar y solucionar la situación de algunos habitantes de la ciudad que no poseen casa propia. La intervención de la Empresa de Obras Sanitarias de la Provincia de Obando EMPOOBANDO E.S.P. permitió un aporte al desarrollo urbano y crecimiento de la ciudad, ya que de esta manera se incrementaba la cobertura para la prestación del servicio de alcantarillado puesto que se usaría la red principal del alcantarillado combinado de la futura urbanización Altamira para que esta funcione como colector de redes de alcantarillado procedentes de la futura zona de expansión.

El desarrollo del proyecto consistió en la instalación de tubería de cemento para todas las redes del alcantarillado. Por ser un alcantarillado combinado y ya que la red principal funcionará como colector se ha establecido de acuerdo a diseños los diámetros de 24 y 16 pulgadas para el colector principal, y las secundarias con diámetros de 14, 12, 10 y 8 pulgadas. En este proyecto de implemento el uso de maquinaria pesada para agilizar la ejecución del proyecto, aunque los materiales de tubería fueron los tradicionalmente usados.

En los siguientes apartes se menciona algunas de las características de la obra ejecutada y de los procesos desarrollados para este proyecto.

#### **4.5.1 Datos generales del proyecto**

Plazo de ejecución: un mes y medio (1.5) meses.

Responsable: EMPOOBANDO E.S.P. Y LA FUNDACIÓN EL FUTURO ES HOY.

**4.5.2 Avance de obra.** En las siguientes tablas: 12, 13, y 14 Se presenta los avances de obra durante el desarrollo del proyecto y las cantidades de obra contabilizadas para pago de mano de obra en periodos de tiempo de quince días:

**Tabla 14. Primera quincena. Redes de alcantarillado combinado de la Urbanización Altamira**

<b>DESCRIPCIÓN DEL ITEM O ACTIVIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
EXCAVACIÓN MANUAL	M3	297,74
EXCAVACIÓN MANUAL CÁMARAS	M3	118,17
EXCAVACIÓN MANUAL PUENTES, PASOS Y TUNELES	M3	33,88
RELLENO COMPACTADO	M3	467,46
DESALOJOS DE MATERIAL	M3	31,91
LOCALIZACION Y CONTROL DE CORTES	ML	1885,72
INSTALACION DE TUBERIA DE CEMENTO Ø 10"	ML	1047,52
INSTALACION DE TUBERIA DE CEMENTO Ø 12"	ML	33,65
INSTALACION DE TUBERIA DE CEMENTO Ø 14"	ML	65,55
INSTALACION DE TUBERIA DE CEMENTO Ø 16"	ML	66,55

**Tabla 15. Segunda quincena. Redes de alcantarillado combinado de la Urbanización Altamira**

<b>DESCRIPCIÓN DEL ITEM O ACTIVIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
EXCAVACIÓN MANUAL	M3	867,52
EXCAVACIÓN MANUAL CÁMARAS	M3	546,85
EXCAVACIÓN A MÁQUINA	M3	2535,23
RELLENO COMPACTADO	M3	3813,41
DESALOJOS DE MATERIAL	M3	2260,49
LOCALIZACION Y CONTROL DE CORTES	ML	822,86
INSTALACION DE TUBERIA DE CEMENTO Ø 10"	ML	239,10
INSTALACION DE TUBERIA DE CEMENTO Ø 12"	ML	98,15
INSTALACION DE TUBERIA DE CEMENTO Ø 16"	ML	2,10
INSTALACION DE TUBERIA DE CEMENTO Ø 24"	ML	288,21
JORNALES (8 horas):	GBL	12,00

**Tabla 16. Tercera quincena. Redes de alcantarillado combinado de la Urbanización Altamira**

DESCRIPCIÓN DEL ITEM O ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD
EXCAVACIÓN MANUAL	M3	90,79
EXCAVACIÓN MANUAL CÁMARAS	M3	113,08
EXCAVACIÓN A MÁQUINA	M3	2676,08
RELLENO COMPACTADO	M3	2998,47
DESALOJOS DE MATERIAL	M3	2893,83
LOCALIZACION Y CONTROL DE CORTES	ML	632,46
INSTALACION DE TUBERIA DE CEMENTO Ø 10"	ML	389,61
INSTALACION DE TUBERIA DE CEMENTO Ø 24"	ML	162,00
JORNALES (8 horas):	GBL	3,40

**4.5.3 Actividades y ejecución del proyecto.** Los siguientes fueron los procesos de ejecución del proyecto, desarrollado de acuerdo a lo especificado en planos y diseños.

4.5.3.1 Localización y replanteo: Una vez localizado los ejes de vías de la urbanización y habiéndose efectuado la división de lotes de acuerdo a planos arquitectónicos y de distribución de predios, se procedió a efectuar un replanteo de las redes de alcantarillado localizadas en los ejes de las calles y carreras de toda la urbanización. Una vez trazados los circuitos de la red e identificado los sentidos de flujo de acuerdo a planos se referencia las cámaras de toda la red. Se abscisa cada 5 m. En todos los tramos, ya que así se efectuará un mejor control de cortes y excavaciones ya sea con maquinaria o a mano. Para luego realizar la respectiva medición tanto de alturas como de anchos de chamba para la posterior cubicación.

**Figura 53. Localización y replanteo.**



4.5.3.2 Excavaciones: Se efectuó dos tipos de excavaciones así:

- Excavación manual: se realiza este tipo de excavación porque en ciertos tramos es imposible el acceso de la retroexcavadora, además que para la construcción de las cámaras de inspección es necesario perfilar y dar forma circular al sitio donde estas se construirán. Se maneja dos cuadrillas de excavaciones compuestas cada una por 1 maestro y 5 obreros. Se cubrió esta de acuerdo a la altura excavada así: De 0 hasta los 3 m, y de 3 a 5 m de profundidad.

El ancho de la excavación varió debido a la inestabilidad en el terreno en algunos tramos, pues el material encontrado no era muy estable y dado las condiciones climáticas de invierno el material se caía de las paredes de de la chamba.

**Figura 54. Excavación manual**



- Excavación a máquina: Se implementó el uso de dos excavadoras una tipo pajarita para la mayoría de tramos donde los cortes fueron relativamente bajos, y otra tipo oruga, donde fue necesario llegar a excavaciones hasta de 6.30 m de altura para el colector principal. El ancho de chamba varía dependiendo del diámetro de tubería de cemento a instalar: desde 0.8 m para tuberías de 10 pulgadas de diámetro hasta 1.8 m para la tubería de 24 pulgadas de diámetro. La altura de la chamba varió desde los 2.5 m. de profundidad hasta los 6.30 m. en los sectores más críticos. El control de alturas y niveles especificados en los planos fueron dados por una comisión de topografía (1 topógrafo y 2 cadeneros) y rectificadas con el método de manguera con agua de manera más sencilla y práctica por parte de la cuadrilla de instalación de tubería compuesta por 2 maestros y 2 oficiales.

**Figura 55. Excavación a máquina (retroexcavadora tipo pajarita)**



**Figura 56. Excavación a máquina (retroexcavadora tipo oruga)**



4.5.3.3 Instalación de tubería: Las redes de alcantarillado de la urbanización Altamira, implementaron el uso de tubería de cemento como un material tradicional y de uso común para tal fin. Los diámetros instalados fueron de 24, 16, 14, 12 y 10 pulgadas. Los diámetros más grandes (24 pulgadas) se usaron en la

construcción de emisario principal con el fin de que a futuro este pueda servir de colector principal para proyectos de urbanización en zonas de crecimiento urbano aledañas a la urbanización Altamira. Cabe resaltar que la construcción de las respectivas acometidas a cada uno de los lotes para vivienda no se realizaron, puesto que, al propietario de cada lote le corresponden su construcción según lo estableció la fundación responsable de este proyecto.

El suelo de cimentación de la tubería fue de una calidad excelente ya que se trato de una arcilla consolidada también llamada caliche. En todos los tramos de instalación se encontró este material por lo que se uso también para el atraque lateral de la tubería, en algunos tramos esta arcilla fue mezclada con arena ya que debido al clima lluvioso esta se humedecido y fue necesario esperar que el mismo clima lo seicara para ser utilizada. Así obtuvo una compactación manual adecuada del relleno inicial de la tubería. A continuación se nombran algunas características de la instalación:

**Figura 57. Instalación de tubería de cemento de 10 pulgadas de diámetro**



- Tubería en cemento de diámetros: 10, 12 y 14 pulgadas. Fue usada para la construcción de las redes secundarias y terciarias, a las cuales se les conectarían las acometidas domiciliarias de las viviendas de la urbanización. Para la instalación se uso mortero de pega mezcla 1:2 y el atraque lateral se efectuó con pisón de forma manual.

Su manejo se dificulta por cuanto los tubos de 12 y 14 pulgadas necesitan 2 obreros para su descenso a la chamba debido a su peso. Luego la manipulación dentro de la misma es complicada para lograr una adecuada instalación. El largo efectivo de cada tubo es de 0.9 m y su longitud útil tan solo de 0.85 m. Siendo necesaria gran cantidad de tubería y poco rendimiento de instalación.

- Para las tuberías de 16 y 24 pulgadas de diámetro, se tiene mayor de dificultad que las anteriores, debido a que las chambas tenían una altura considerable y el gran peso de la tubería también dificulta su manipulación. Se maneja una cuadrilla de manipulación e instalación de tubería de 1 maestro y hasta 3 oficiales. Antes de la instalación se tiene muy en cuenta las pendientes de diseño, se implementa para control de niveles el uso de la manguera con agua, pues resulta un método sencillo y de fácil aplicación por los maestros en obra. Siendo antes rectificadas las pendientes de diseño por la comisión topográfica. Para la pega y ensamble se usa un mortero en dosificación 1:2 con el fin de que las juntas entre el espigo y la campana queden adecuadamente revocadas.

**Figura 58. Instalación de tubería de cemento de 16 y 24 pulgadas de diámetro**



4.5.3.4 Cámaras de inspección: Se construyeron 39 cámaras de inspección de diferentes alturas desde 2.5 m, hasta los 6 m. Los diámetros de las cámaras fueron de 1.20 m, 1.80 m y 2.00 m que se usarán en un futuro para conexión de las redes procedentes de otras urbanizaciones aledañas debido a que es una zona de crecimiento urbano.

La norma especifica que el diámetro de las cámaras depende del diámetro de colector de salida de las mismas y este puede variar en un futuro entre 24 y 36 pulgadas por ello se construyeron cámaras de hasta 2 m de diámetro. Para todas las cámaras se instaló peldaños cada 0.3 m en varilla de 5/8", se repellaron y esmaltaron hasta 2 m de altura por encima de la cota clave del tubo más alto (siempre tubo de llegada a la cámara), se usa ladrillo tolete común. Para la fundición de la placa de concreto de cimentación para la cámara se usó una proporción de mezcla 1:2:3. No se hicieron ensayos de resistencia para este concreto; aunque se sugirió hacerlos, puesto que no son considerados en el presupuesto de obra.

**Figura 59. Construcción de cámara de inspección**



**Figura 60.- Cámara de inspección terminada**



4.5.3.5 Relleno y compactación con material de sitio: Una vez instalada y atracada la tubería se procede con el relleno inicial con material de sitio pues presentó excelentes características para la compactación ya que es una arcilla bien grada que al mezclarse con arena facilita su apisonamiento mecánico y manual. Se obtuvieron excelentes resultados de compactación aunque no se efectuaron ensayos de densidad por cuestiones de presupuesto de la fundación responsable de la ejecución del proyecto.

- Compactación manual: por encima de la cota clave de la tubería se relleno y apisono manualmente (50 cm.) en capas de 15cm. a 20cm. Como se muestra en la siguiente figura.

**Figura 61. Compactación con apisonador manual**



Compactación mecánica: 50 cm. por encima de la cota clave de la tubería se rellena y compacta con apisonador mecánico (saltarín) en capas de 20 cm. Se uso material de sitio pues sus características de compactación y humedad fueron adecuadas, (Figura 62).

Se uso maquinaria con el fin de depositar el material de relleno en la chamba únicamente para el relleno final es decir 3 m por encima de la cota clave de la tubería instalada, pues el volumen de relleno fue grande y a mano resulta muy dispendioso.

**Figura 62. Compactación con apisonador mecánico o saltarín**



**Figura 63. Uso de maquinaria para relleno final**



4.5.3.6 Retiro de sobrantes: Terminado el relleno, se retira material sobrante ya que se invadió predios aledaños a la urbanización.

**Figura 64. Perspectiva de las vías para desalojo de sobrantes**



4.5.3.7 Inspección y pruebas de campo: Se recomendó y sugirió al Departamento de Proyectos de la Empresa EMPOOBANDO E.S.P. asesor directo de la obra, hacer ensayos en cuanto densidad de rellenos se refiere, pero ellos y el representante legal de la Fundación El Futuro Es Hoy establecieron que dentro del presupuesto de obra, no se encuentra contemplado la realización de ensayos. En cuanto a pruebas de estanqueidad y resistencia de la tubería respecto a pruebas de carga, el fabricante EMPOOBANDO E.S.P. garantiza la calidad de su producto, por ello basta solamente confiar en esta garantía ya que no se consideró ni se había presupuestado hacer ensayos de laboratorio respecto a estos aspectos.

Como inspecciones de campo realizadas se tiene:

- La revisión y limpieza de la tubería de escombros de construcción sobre todo al conectar la tubería en cada cámara de inspección.
- La inspección visual de las juntas a la tubería instalada y verificación de alineamientos, ausencia de obstrucciones fue otra de las inspecciones realizadas.

4.5.3.8 Normas de seguridad implementadas en obra: Durante el desarrollo de la obra se implementaron ciertas medidas de seguridad con el fin de evitar siniestros de distinta índole. Sobretudo resguardando la salud de la mano de obra y moradores del sector.

**Figura 65. Uso de casco para seguridad del trabajador**



El uso de casco para seguridad del trabajador fue una de las exigencias que residencia de obra impuso a sus trabajadores pues la altura de chamba en ciertos sectores predisponía varios accidentes sobretudo por caída de material.

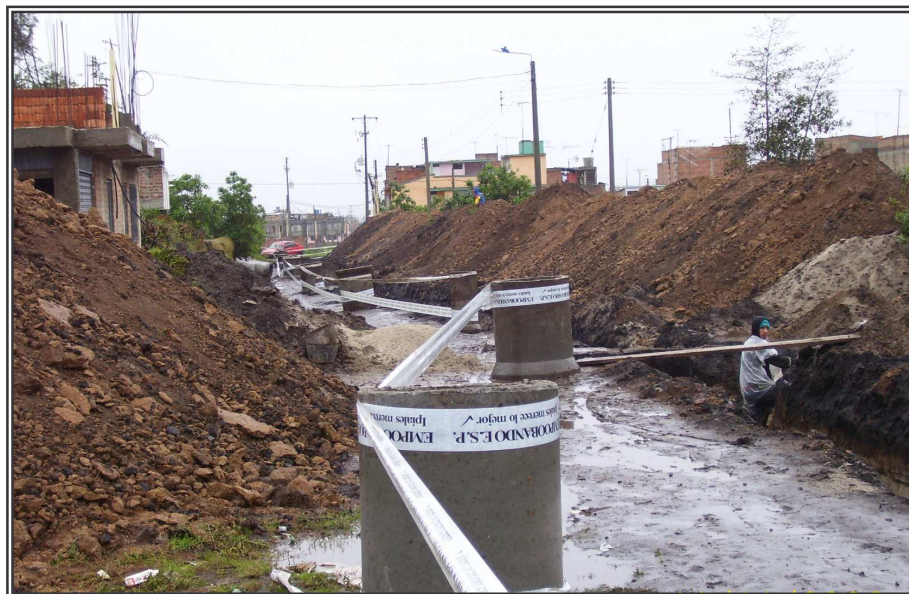
En cuanto a entibados de chamba, se implementa esta técnica constructiva pues aunque el suelo se encontraba estable (arcilla consolidada) se encontró un estrato de arena superficial inestable. Se podrían presentar derrumbos debido al clima lluvioso sobre todo en chambas cuya altura superó los 3 m. Contribuyendo con la seguridad de los trabajadores se entiba cada 5 m con el fin de que las paredes laterales se establezcan y no ocurran derrumbos, como se aprecia en la Figura 66.

**Figura 66. Entibado de chamba**



Respecto de la señalización se implementó el uso de cinta durante todos los días de ejecución de la obra. Pues aunque el sector es de baja afluencia vehicular si hay presencia de moradores en la zona.

**Figura 67. Señalización con cinta**



Se logró la ejecución total de este proyecto y el desarrollo exitoso del mismo sin ningún percance durante el plazo estipulado.

Las siguientes fueron las cantidades de obra que se obtuvieron después de cubicar y contabilizar todas las actividades ejecutadas durante el desarrollo del proyecto. Se realizó una adecuada medición y contabilidad total de las diferentes actividades desarrolladas por la mano de obra y maquinaria implementada. Se consiguió así hacer el siguiente registro de cantidades que fue revisado, aprobado y usado por EMPOOBANDO E.S.P. para la liquidación del contrato tanto a la mano de obra, como a la maquinaria usada.

**Tabla 17. Cantidades de obra. Redes de alcantarillado combinado de la Urbanización Altamira**

DESCRIPCIÓN DEL ITEM O ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD
EXCAVACIÓN MANUAL	M3	1256,05
EXCAVACIÓN MANUAL CÁMARAS	M3	778,10
EXCAVACIÓN MANUAL PUENTES, PASOS Y TUNELES	M3	33,88
EXCAVACIÓN A MÁQUINA	M3	5211,31
RELLENO COMPACTADO	M3	7279,34
DESALOJOS DE MATERIAL	M3	5186,24
LOCALIZACION Y CONTROL DE CORTES	ML	3341,04
INSTALACION DE TUBERIA DE CEMENTO Ø 10"	ML	1676,23
INSTALACION DE TUBERIA DE CEMENTO Ø 12"	ML	131,80
INSTALACION DE TUBERIA DE CEMENTO Ø 14"	ML	65,55
INSTALACION DE TUBERIA DE CEMENTO Ø 16"	ML	68,65
INSTALACION DE TUBERIA DE CEMENTO Ø 24"	ML	450,21
CAMARAS DE INSPECCION DE (Ø =1,20) H 1-2 m	UND	16
CAMARAS DE INSPECCION DE (Ø =1,20) H 2-3 m	UND	10
CAMARAS DE INSPECCION DE (Ø =1,20) H 3-4 m	UND	2
CAMARAS DE INSPECCION DE (Ø =1,80) H 4-5 m	UND	4
CAMARAS DE INSPECCION DE (Ø =1,20) H 5-6 m	UND	1
CAMARAS DE INSPECCION DE (Ø =1,80) H 5-6 m	UND	2
CAMARAS DE INSPECCION DE (Ø = 2,00) H 5-6 m	UND	2
CAMARAS DE INSPECCION DE (Ø = 1,80) H 5-6 m	UND	2
PAGO DE JORNALES (8 HORAS DE TRABAJO)	UND	15,40

Participado en la ejecución de este proyecto prestando asesoría al Dependencia de Proyectos de la Empresa de Obras Sanitarias de la Provincia de Obando, y residiendo en obra durante las diferentes etapas construcción de la Redes de Alcantarillado Combinado Urbanización Altamira. Se asesoró profesionalmente en la ejecución y materialización de los diseños de redes de alcantarillado combinado

de la urbanización: revisando, inspeccionando y registrando cada una de las diferentes etapas de construcción, conociendo aspectos técnicos, control de cortes y movimiento de tierras, prácticas constructivas, instalación de tubería de cemento, manejo de personal, equipos y de materiales. Además se ha informado los avances de obra al ingeniero director de la presente pasantía, asesorando algunas veces en cuanto a técnicas constructivas y sugiriendo ensayos de laboratorio aunque no se efectuaron debido a que estos no son considerados en el presupuesto del proyecto. Con lo que se consigue los objetivos propuestos.

#### **4.6 RESIDENCIA EN OBRA: ALCANTARILLADO COMBINADO COLECTOR NORTE SECTOR CALLE 24 ENTRE CARRERAS 5 A 7.**

La ejecución de este proyecto tiene por objeto conectar al colector norte el alcantarillado combinado recién ejecutado de la carrera 7, conjuntamente este alcantarillado se unirá con el alcantarillado combinado del sector alborada conformando en su totalidad una de los tributarios más grandes de el colector norte. Para tal fin se presenta el diseño para la ejecución de este proyecto en tubería Novaloc PAVCO únicamente en diámetro de 27 pulgadas y una longitud total de 353.75 m a lo largo de la Calle 24.

A continuación se presenta las características del proyecto además de las actividades más relevantes durante la residencia en obra para este proyecto.

##### **4.6.1 Datos generales del proyecto**

- Plazo de ejecución: medio (1/2) mes.
- Valor del contrato: \$ 97.000.000.
- Responsable: EMPOOBANDO E.S.P.

**4.6.2 Avance de obra.** En la siguiente tabla, se presenta el avance de obra durante el desarrollo del proyecto y las cantidades contabilizadas para pago de mano de obra por quincena.

**Tabla 18. Primera quincena. Alcantarillado combinado Colector norte, sector Calle 24 Entre Carreras 5 A 7**

DESCRIPCIÓN DEL ITEM O ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD
LOCALIZACION Y REPLANTEO	ML	353,75
EXCAVACION MANUAL	M3	63,47
EXCAVACION MANUAL CAMARAS (0-3) M	M3	33,25
EXCAVACION MÁQUINA (0-3) M	M3	3671,43
INSTALACION TUBERIA NOVALOC ø 27"	ML	371,05
INSTALACION TUBERIA CEMENTO ø 8"	ML	10,30
INSTALACION TUBERIA CEMENTO ø 6"	ML	12,00
INSTALACION TUBERIA PVC SANITARIO ø 6"	ML	2,30
INSTALACION TUBERIA PVC SANITARIO ø 4"	ML	6,70
CAMARAS DE INSPECCION H (3-4) M	UND	1
CAMARAS DE INSPECCION H( 4-5) M	UND	2
CAMARAS DE INSPECCION H (5-6) M	UND	3
RELLENO CON MATERIAL DE SITIO	M3	1885,36
RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	1444,49
RELLENO CON RECEBO Y COMPACTACIÓN	M3	251,28
RELLENO CON TRITURADO	M3	90,30
ATRAQUE LATERAL CON TRITURADO	M3	83,16
DESALOJOS A MANO	M3	121,215
DESALOJOS CON CARGADOR	M3	1722,99
DEMOLICION DE PAVIMENTO A MÁQUINA	M2	499,10
JORNALES (8 HORAS DE TRABAJO)	UND	9,31

**4.6.3 Actividades y ejecución del proyecto.** Los siguientes fueron las diferentes actividades para desarrollo del proyecto, la ejecución se hace de acuerdo a los diseños y especificaciones teniendo en cuenta lo registrado en planos.

4.6.3.1 Localización y replanteo: Se referencia los diferentes tramos que corresponden al proyecto de alcantarillado, uniendo los ejes de los alcantarillaos desde la carrera 7 hasta conectarlo con el alcantarillado del sector alborada en una longitud de 353,75 m. Se referencia las cámaras y se abscisa cada 5 m, allí

se efectuó el control de cortes y excavaciones con maquinaria o a mano y su respectiva medición tanto de altos como de anchos de chamba para la posterior cubicación.

**Figura 68. Localización y replanteo**



4.6.3.2 Demolición de Pavimento: Se realizó esta labor una vez se ha cortado el pavimento hidráulico con cortadora. Siguiendo dos líneas paralelas al eje del proyecto. Debido a que el espesor de la capa de pavimento hidráulico es muy variante de 15 hasta 25 cm. se procede a retirarlo con la ayuda de la retroexcavadora.

**Figura 69. Corte de pavimento hidráulico**



**Figura 70. Retiro de cascote con retroexcavadora.**



4.6.3.3 Excavaciones. Se implementa dos tipos de excavaciones así:

Excavación manual: se implementó este tipo de excavación porque el acceso de maquinaria en algunos tramos del proyecto es dificultoso por la presencia de redes principales de acueducto, así también se realizó la excavación manual de túneles para pasos de la tubería de este modo se podía estabilizar la chamba en algunos sectores puesto que el nivel freático afectaba su estabilidad del terreno. Para ello se maneja una cuadrilla compuesta por 1 maestro y 3 obreros.

**Figura 71. Excavación manual de túneles para paso de la tubería**



El ancho de la excavación varió debido a inestabilidad en el terreno pues se encontró un sector de relleno.

Excavación a máquina: se usa una excavadora tipo oruga para todos los tramos del proyecto. La altura de la chamba varió desde los 3.29 m de profundidad hasta los 5.60 m en los sectores más críticos. El control de alturas y niveles especificados en los planos fueron dados por una comisión de topografía y rectificadas con el método de manguera con agua de manera más sencilla y práctica por parte de la cuadrilla de instalación de tubería compuesta por dos maestros y cuatro oficiales.

**Figura 72. Excavación a máquina (retroexcavadora de oruga)**



El ancho de chamba varía dependiendo de la estabilidad del terreno pues en algunos sectores fue necesario chaflanar la excavación por ser un sector de relleno hasta 4 m de amplitud, pero en promedio se tubo una chamba de 1.8 m de ancho.

4.6.3.4 Cimentación y atraque lateral para tubería NOVALOC: Fue necesario hacer cimentación en triturado con el fin de que este material granular funcione como soporte y filtro del sistema de alcantarillado recién instalado. Se encontró que para todos los tramos había la presencia de nivel freático en grandes Cantidades, por ello fue necesario hacer una cimentación de 15 a 20 cm. de espesor de capa de triturado y un atraque con el mismo hasta una altura igual al diámetro del tubo (70 cm.), es decir tapando al tubo por completo con triturado.

En todo el desarrollo del proyecto se encontró un suelo de cimentación para la tubería de características no muy adecuadas (Arcilla muy compacta con presencia de nivel freático) por ello este material no se uso de encamado y atraque lateral para la tubería. La compactación con pisón manual para el atraque lateral, se hace en capas de 10 a 15 cm. Así el pisón podrá compactar correctamente obteniendo un encamado firme y un atraque lateral adecuado de las partículas granulares de triturado.

**Figura 73. Suelo de cimentación para la tubería de características no muy adecuadas**



**Figura 74. Cimentación en triturado**



**Figura 75. Atraque lateral con triturado**



4.6.3.5 Instalación de tubería: Durante la ejecución del proyecto se usa la tubería NOVALOC PAVCO de diámetro 27 pulgadas. Para una longitud de instalación de

353,75 m. Se instala esta tubería de alto rendimiento en cuanto a instalación, manipulación y eficiencia.

**Figura 76. Transporte y manipulación de la tubería NOVALOC de 27 pulgadas de diámetro**



Para la manipulación de la tubería se tiene en cuenta el no arrastrar los tubos al moverlos de un lugar a otro, además esta tubería es fácil de transportar pues es liviana y las maniobras para instalación resultan muy sencillas y con poco personal. El transporte a obra se realiza en camiones.

Para la instalación de la tubería se tiene la siguiente secuencia de pasos: Se limpia con un trapo limpio y seco la parte interior de las uniones y el caucho que permite el sello hidráulico, se aplica lubricante generosamente en cada uno de ellos alineando anteriormente la unión con el tubo; previamente se ha lubricado también el espigo del tubo y se usa una soga y un madero para hacer presión y usar como equipo de empuje hasta conseguir que el tubo se deslice suavemente dentro de la unión hasta el tope indicado. Si encuentra indebida resistencia a la inserción debe desensamblar y revisar los elementos para proceder nuevamente con el proceso.

**Figura 77. Secuencia de ensamble del tubo NOVALOC y su respectiva unión**



- Tubería PVC sanitario de diámetro 6" y 4". utilizada en la reparación temporal de acometidas domiciliarias que salieron durante la excavación.
- Tubería en cemento de diámetros 6" y 8". Usada en reparación definitiva de acometidas domiciliarias que se conectaron alas cámaras del colector.
- Tubería de acueducto de diámetros 3", 2" y ½". usada en reparación definitiva de redes de acueducto y acometidas domiciliarias dañadas al paso de la excavación.

**Figura 78. Reparación de la tubería de acueducto**



4.6.3.6 Cámaras de inspección: Se construyeron 6 cámaras de inspección de diferentes alturas desde 3.35 m hasta los 5.60 m. Los diámetros de las cámaras fueron de 1.20 m, según especifica la norma este depende del diámetro de colector de salida. Para todas las cámaras fue de 27 pulgadas (0.6 m.), peldaños cada 0.3 m en varilla de 5/8 de pulgada, se repellaron y esmaltaron hasta 2 m de altura por encima de la cota clave del tubo más alto (siempre tubo de llegada a la cámara), se usa ladrillo tolete común. Se funde la cimentación de la cámara en concreto con una proporción de mezcla 1:2:3, ya que se han obtenido buenos resultados anteriormente con este tipo de mezcla y con los agregados usados, aunque no se hacen ensayos de la resistencia del concreto por cuestiones de presupuesto de la obra.

**Figura 79. Construcción de cámara de inspección**



**Figura 80. Cámara de inspección terminada**



4.6.3.7 Relleno y compactación con material de sitio: **Una** vez instalada y atracada la tubería se procede a rellenar la excavación con material de sitio y material de préstamo pues en algunos tramos el material no posee excelentes características de humedad y no es apto para la compactación. Se compactó el material así:

- Compactación manual: por encima de la cota clave de la tubería se relleno y apisono manualmente (50 cm.) en capas de 15cm. a 20cm.

**Figura 81. Compactación manual**



- Compactación mecánica: 50 cm. por encima de la cota clave de la tubería se rellena y compacta con apisonador mecánico (saltarín) en capas de 20 cm. Figura 82. Luego de completar los 3m de altura por encima de la cota clave de la tubería se uso un vibricompactador con el fin de que ciertos tramos de vía que corresponden al eje del colector no presenten fallas ni asentamientos de material en el relleno.

**Figura 82. Compactación con apisonador mecánico o saltarín**



**Figura 83. Uso de maquinaria para relleno final de la chamba**



Como muestra la Figura 83, se uso maquinaria con el fin de depositar el material de relleno en la chamba únicamente para el relleno final es decir 3 m por encima de la cota clave de la tubería instalada, pues el volumen de relleno fue muy grande y a mano resulta muy dispendioso y antieconómico.

**Figura 84. Compactación final con vibro compactador de rodillo**



Como lo indica la Figura 84, se usó para la compactación final el vibrocompactador de rodillo. Pues es un sistema mecánico para compactación final de alto rendimiento. Se obtuvo una compactación adecuada sobre todo en sectores de vías destapadas por donde paso la construcción del colector.

4.6.3.8 Retiro de sobrantes: Terminado el relleno se retira material sobrante de la excavación con la ayuda de un cargador.

**Figura 85. Maquinaria usada en el retiro y desalojo de sobrantes**



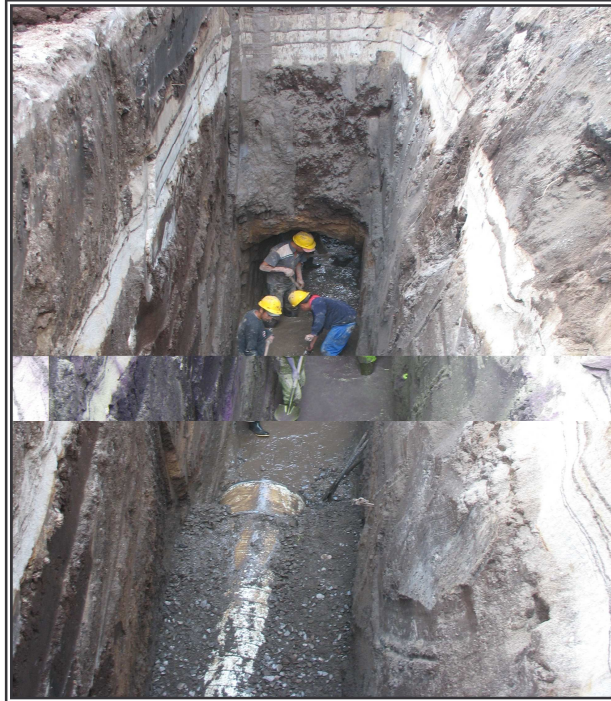
4.6.3.9 Inspección y pruebas de campo: Se sugirió al Departamento de Proyectos de la Empresa EMPOOBANDO E.S.P. responsable directo de la obra, hacer ensayos en cuanto densidad de rellenos se refiere, pero estos argumentaron que dentro del presupuesto programado para la ejecución de este proyecto no se considero la realización de ensayos. En cuanto a pruebas de estanqueidad y resistencia de la tubería, deflexiones permisibles y pruebas de carga, el fabricante PAVCO garantiza la calidad de su producto por ello basta solamente confiar en esta garantía, no se consideró ni se había presupuestado hacer ensayos de laboratorio respecto a estos aspectos.

Como inspecciones de campo realizadas se tiene:

- La revisión de limpieza de la tubería de escombros de construcción sobre todo al conectar la tubería en cada cámara de inspección.
- La inspección visual de las juntas a la tubería instalada y verificación de alineamientos en ausencia de obstrucciones fue otra de las inspecciones realizadas.

4.6.3.10 Normas de seguridad implementadas en obra. Durante el desarrollo de la obra se implementaron ciertas medidas de seguridad con el fin de evitar siniestros de distinta índole. Sobretudo resguardando la salud de la mano de obra y moradores del sector.

**Figura 86. Uso de casco para seguridad del trabajador**



El uso de casco para seguridad del trabajador fue una de las exigencias que residencia de obra impuso a sus trabajadores pues la altura de chamba en ciertos sectores predisponía varios accidentes sobretodo por caída de material.

En cuanto a entibados de chamba no se implementa esta técnica constructiva ya que el suelo fue demasiado estable en varios sectores y en otros la inestabilidad no permitía hacerlo pues se hacia derrumbos de anchos considerables. Como medida de seguridad se amplio en forma de chaflán toda la zanjas en un ancho hasta de 4 m en la parte superior y en la parte inferior de 1 m en promedio con el fin de que las paredes laterales se estabilicen y no ocurran derrumbos. Otra forma de estabilizar las chambas fue realizar túneles y puentes de paso, distanciados unos de otros de 10 a 15 m, con ello se logra que la zanja permanezca abierta y no se derrumbe. La presencia de estos soportes de suelo es un método más económico que la entibación y brinda igual seguridad, como se aprecia en la Figura 87.

**Figura 87. Túneles y puentes de estabilización**



Respecto de la señalización se implemento el uso de cinta durante todos los días de ejecución de la obra pues este sector presenta gran cantidad de áreas verdes y afluencia de moradores.

**Figura 88. Señalización con cinta.**



Se logra el desarrollo total de este proyecto y ejecución del mismo de manera exitosa durante el plazo estipulado.

Las siguientes fueron las cantidades de obra que se obtuvieron después de cubicar y contabilizar todas las actividades ejecutadas durante el desarrollo del proyecto. La Tabla 19. Resume en su totalidad todos los ítems ejecutados y obtenidos mediante la adecuada residencia en campo y el registró en bitácora de todas las actividades ocurridas durante 0.5 meses de ejecución. Se tiene el siguiente registro de cantidades que fue revisado, aprobado y usado por EMPOOBANDO E.S.P. para la liquidación del contrato.

**Tabla 19. Cantidades de obra. Alcantarillado combinado Colector norte, sector Calle 24 entre Carreras 5 A 7**

<b>DESCRIPCIÓN DEL ÍTEM O ACTIVIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
LOCALIZACION Y REPLANTEO	ML	353,75
EXCAVACION MANUAL	M3	63,47
EXCAVACION MANUAL CAMARAS (0-3)M	M3	33,25
EXCAVACION MANUAL TOTAL M	M3	96,72
EXCAVACION MÁQUINA TOTAL (0-3)M	M3	3671,43
INSTALACION TUBERIA NOVALOC $\varnothing$ 27"	ML	371,05
INSTALACION TUBERIA CEMENTO $\varnothing$ 8"	ML	10,30
INSTALACION TUBERIA CEMENTO $\varnothing$ 6"	ML	12,00
INSTALACION PVC SANITARIO $\varnothing$ 4"	ML	6,70
CAMARAS DE INSPECCION H 3-4 M	UND	1
CAMARAS DE INSPECCION H 4-5 M	UND	2
CAMARAS DE INSPECCION H 5-6 M	UND	3
RELLENO CON MATERIAL DE SITIO	M3	1885,36
RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	1444,49
RELLENO CON RECEBO Y COMPACTACION	M3	251,28
RELLENO CON TRITURADO	M3	90,30
ATRAQUE LATERAL CON TRITURADO	M3	83,16
TOTAL RELLENO	M4	3754,59
DESALOJOS A MANO	M3	121,215
DESALOJOS CON CARGADOR	M3	1722,99
DEMOLICION DE PAVIMENTO A MÁQUINA	M2	499,10
PAGO JORNALES (8 HORAS DE TRABAJO)	UND	9,31

Con el desarrollo de este proyecto se logra poner en práctica conocimientos previos que se adquirió anteriormente en ejecución de otras obras que implementaron la misma tecnología NOVALOC. Pero este proyecto permitió conocer las habilidades de la mano de obra y del Ingenio quien reside la misma; puesto que se presentaron varios percances por la presencia de nivel freático y zonas de inestabilidad debido a rellenos.

En general con el trabajo de campo se logran alcanzar los restantes objetivos propuestos, además de las vivencias y experiencia obtenida, se puso en practica todos los conocimientos adquiridos durante la permanencia en al Facultad de Ingeniería. Y uno de las metas cumplidas y quizás la más importante es la que genera una gran satisfacción para mi formación como profesional. El generar bienestar social mejorando la calidad de vida de todos los habitantes de la ciudad de Ipiales que resultaron beneficiados con los proyectos ya terminados.

## 5. CONCLUSIONES

- Una instalación hidráulica y sanitaria eficiente en cuanto a diseño, operación y mantenimiento, en una edificación es un factor importante en la búsqueda de bienestar para las personas. El poder contar con agua potable en cantidad y calidad suficiente, con la presión adecuada y en forma continua permite satisfacer de manera óptima las necesidades básicas del ser humano. Así también se debe contar con excelentes sistemas de desagüe, para la evacuación de las aguas utilizadas y también de aguas lluvias. De esta manera se participa adecuadamente en la primera etapa para dar origen a un correcto saneamiento básico de la población.
- Una red de acueducto y alcantarillado en un proyecto de urbanización debe ser eficiente en cuanto a diseño, operación y mantenimiento, ya que con la prestación de servicios básicos adecuados se genera bienestar y satisfacción al usuario. Poder disfrutar de agua potable en cuanto a calidad y cantidad apropiadas, además de poseer excelentes sistemas de desagüe y alcantarillados adecuados para la evacuación de las aguas servidas y aguas lluvias, contribuye en gran medida al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de un sector determinado.
- Con el registro diario de las actividades que se efectúa: avance de obra, control de personal, maquinaria y equipos, materiales, procesos constructivos, etc. Se puede realizar un control eficiente para obtener altos rendimientos, propiciando al proyecto en la economía y la calidad.
- La práctica que se ha realizado durante el desarrollo de la pasantía: en el trabajo de oficina y en el de campo con la ejecución de varios proyectos plasmados en planos y ratificados durante su correcta ejecución, ha sido de gran utilidad para mi formación integral como ingeniero civil, complementando los conocimientos académicos adquiridos durante la permanencia en la Universidad y obteniendo gran experiencia en el campo laboral.
- El desarrollo de un proyecto de alcantarillado comprende varias etapas, todas en conjunto muy relevantes para conseguir la ejecución adecuada de cada obra. La implementación de tecnología saliendo de métodos tradicionalistas de construcción, permite obtener mejores resultados en corto tiempo. Aunque con inversiones iniciales de alto costo, se concluye en obras de mejor calidad y con resultados excelentes a largo plazo.

- La implementación de la tecnología NOVALOC y NOVAFORT en los proyectos de alcantarillado combinado ya ejecutados, se define en:

- Durabilidad superior por su alta resistencia a la corrosión, a la abrasión y su resistencia química.

- Capacidad hidráulica superior que otras tuberías tradicionales por la baja rugosidad de sus paredes.

- Excelente estabilidad estructural en el largo plazo, derivada de su rigidez, de la hermeticidad del sistema y de su flexibilidad.

- Costo instalado muy competitivo por el alto rendimiento de instalación obtenido con equipo y personal mínimos debido a su bajo peso, facilidad de manejo y sistema de unión.

- Menor volumen de excavación y relleno, pues los anchos de zanja requeridos son menores y su capacidad hidráulica permite menores pendientes, su combinación única de rigidez y hermeticidad, permite utilizar rellenos económicos sin riesgo de infiltración ni colapso.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Durante la ejecución de los diferentes proyectos de alcantarillado, se recomendó a la entidad encargada o responsables directos de las mismas, efectuar ensayos de laboratorio, tales como: toma de densidades del material de relleno ya compactado, estanqueidad de tubería de cemento, resistencia de concretos, con el fin de corroborar y garantizar la calidad de las obras, de esta manera se asegura que los trabajos ya realizados cumplan las especificaciones técnicas y normatividad vigente a la que se encuentran sujetos.

## BIBLIOGRAFÍA

**GRAMA.** *Manual De Construcción, Editorial Corregida y Aumentada de Acuerdo a NSR 98 e ICONTEC.* Bogota: Grama editores, 2005. 120p.

**INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACIÓN.** *Compendio: Tesis y Otros Trabajos de Grado.* Bogotá: ICONTEC, 2007. 120p.

**PAVCO S.A.** *Manual Técnico, Tubosistemas para alcantarillado NOVALOC Y NOVAFORT.* Bogotá: PAVCO S.A., 2004. 44p.

**REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO. RAS 2000.** Bogotá: 2000.

**SALAZAR CANO, Roberto.** *Acueductos.* San Juan de Pasto: Facultad de Ingeniería-Universidad de Nariño, 2003. 328p.

\_\_\_\_\_. *Alcantarillados.* San Juan de Pasto: Facultad de Ingeniería-Universidad de Nariño, 2000. 104p.

\_\_\_\_\_. *Instalaciones Hidrosanitarias en Edificios.* San Juan de Pasto: Facultad de Ingeniería-Universidad de Nariño, 1999. 266p.