

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO  
DEPARTAMENTO DE VIAS Y TRANSPORTE – FIC**



**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCION DEL COLECTOR SOBRE LA  
MARGEN IZQUIERDA DEL RIO EJIDO EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERA 29 Y 33;  
CALLE 4 ENTRE CARRERA 33 A 37 Y CARRERA 37 ENTRE CALLE 4ª EN LA  
CIUDAD DE POPAYAN.**



**FABER EDUARDO GÓMEZ CARVAJAL  
100415010700**

**INFORME FINAL PRÁCTICA PROFESIONAL - MODALIDAD PASANTIA  
PRESENTADO ANTE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA COMO REQUISITO  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN  
2020**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO  
DEPARTAMENTO DE VIAS Y TRANSPORTE – FIC**



**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCION DEL COLECTOR SOBRE LA  
MARGEN IZQUIERDA DEL RIO EJIDO EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERA 29 Y 33;  
CALLE 4 ENTRE CARRERA 33 A 37 Y CARRERA 37 ENTRE CALLE 4ª EN LA  
CIUDAD DE POPAYAN.**



**PRESENTADO POR:**

**FABER EDUARDO GÓMEZ CARVAJAL  
100415010700**

**PRESENTADO A:**

**Ing. NELSON RIVAS MUÑOZ  
Director de Pasantía**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN  
2020**



Nota de Aceptación

---

---

---

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized cursive letters.

---

Director

A handwritten signature in black ink that reads "Efraim del Horno F.".

---

Jurado

Popayán 18/03/2020



## **AGRADECIMIENTOS.**

A Dios padre que me brindó la vida, fuerza y todos aspectos necesarios para lograr este gran logro para mí y mi familia. A mis padres Eduardo Antonio Gomez y Aracelly Carvajal que trabajan incansablemente día día para darme lo que ellos no tuvieron, por darme ánimo, apoyo cuando estos cayeron y siempre estar ahí a pesar de todas las complicaciones. A mi hermana y sobrino que brindaron todo su soporte y siempre estuvieron orgullosos de mí. Gracias a mis padrinos y tíos que una manera u otra me ayudaron en este largo proceso de aprendizaje. Gracias a mis amigos más cercanos y mis cuatro compañeros de la universidad que al pasar de los años se convirtieron en familia, pasando por tantas jornadas de estudio y tantas vivencias que recordaré por siempre en mi memoria y corazón.

Gracias a la Universidad del Cauca y al grupo de profesores que me proporcionaron tanto conocimiento a través de los años, a mi director Nelson Rivas por el apoyo y juicio aportado durante mi pasantía.

Por ultimo a mi familia de Karate Do gracias, ya que encontré en ellos gran desahogo, disciplina y cambio espiritual durante mi entrenamientos y competencias. Una familia que volví a encontrar al inicio de la carrera y que será por siempre hasta el final de mis días.



<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
LISTA DE TABLAS.....	7
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	8
1. INTRODUCCION.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	2
3. INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO.....	3
3.1 EMPRESA RECEPTORA.....	3
3.1.1 Misión.....	3
3.1.2 Visión.....	4
3.1.3 Valores corporativos.....	4
3.2 DESCRIPCION DE LA OBRA.....	6
3.3 LOCALIZACIÓN.....	6
3.4 GENERALIDADES.....	7
4. ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION.....	8
4.1 PROCESO CONSTRUCTIVO MODALIDAD - TUNEL LINER.....	9
4.2 ELEMENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE TÚNEL LINER.....	10
4.3 ETAPAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	18
4.3.1 Inspección del sitio, de tubería existente y levantamiento topográfico. ....	18
4.3.2 Dimensionamiento estructural.....	19
4.3.3 Inicio de la construcción.....	21
5. INSTALACION DE TUBERIA.....	27
5.1 ELEMENTOS PARA INSTALACION DE TUBERIA.....	27
5.2 ETAPAS DEL PROCESO CONSTRUTIVO.....	29
5.2.1 Ingreso de tubería.....	29
5.2.2 Conexión entre tubos o embone de tubería.....	30
5.2.3 Inyección de mortero entre tubería y túnel Liner.....	31
6. CONSTRUCCION DE LAS RECAMARAS.....	33
6.1 ELEMENTOS PARA la construccion de las recamaras.....	33
6.2 ETAPAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	35
6.2.1 Figuración y amarre de hierro.....	35



6.2.2	Instalación de la formaleta.....	37
6.2.3	Fundiciones.....	39
6.2.4	colocación de los peldaños.....	41
6.2.5	Relleno.....	42
7.	ACTIVIDADES DEL PASANTE EN INGENIERIA CIVIL.....	43
7.1	PRIMERA FASE.....	43
7.1.1	Inspección general.....	43
7.1.2	Registro diario de avance.....	44
7.1.3	Asistencia para la generación de desniveles y de línea para la tubería. ..	44
7.2	SEGUNDA FASE.....	45
7.2.1	Manejo del personal.....	45
7.2.2	Verificación para el cumplimiento del diseño estructural.....	45
7.2.3	Control de asistencia.....	46
7.2.4	Pedido de materiales, equipos e inventario de equipos y herramientas. ..	47
7.2.5	Control de fundiciones y elaboración de muestras de ensayo.....	48
7.2.6	Control de volquetas.....	49
8.	CONCLUSIONES.....	51
9.	BIBLIOGRAFIA.....	52
10.	ANEXOS.....	53



**LISTA DE TABLAS.**

Tabla 1 Recamaras de inspección.....	7
Tabla 2 Personal administrativo túnel Liner e instalación de tubería. ....	8
Tabla 3 Personal administrativo recamaras.....	8
Tabla 4. Usos del Túnel Liner. ....	17
Tabla 5. Cálculos preliminares.....	26
Tabla 6. Control de asistencia.....	46
Tabla 7. Inventario de equipos y herramientas. ....	47
Tabla 8. Control de fundiciones. ....	49
Tabla 9. Control de viajes. ....	50



## **LISTA DE ILUSTRACIONES.**

Ilustración 1. Recorrido del proyecto.....	6
Ilustración 2. Ubicación de los pozos y posteriores recamaras.....	7
Ilustración 3. Lámina de acero corrugado.....	10
Ilustración 4. Medidas de lámina Liner.....	10
Ilustración 5. Almacenamiento de láminas en obra.....	11
Ilustración 6. Túnel Liner Circular. ....	11
Ilustración 7. Túnel Liner Circular. ....	11
Ilustración 8. Túnel Liner Aboveado.....	12
Ilustración 9. Túnel Liner Aboveado.....	12
Ilustración 10. Túnel Vertical.....	12
Ilustración 11. Túnel Vertical.....	12
Ilustración 12. Túnel Liner Elipse.....	13
Ilustración 13. Túnel Liner Elipse.....	13
Ilustración 14. Túnel Liner en Arco .....	13
Ilustración 15. Túnel Liner en Arco. ....	13
Ilustración 16. Carro para extraccion de material.....	14
Ilustración 17. Rieles.....	14
Ilustración 18. Motobomba.....	15
Ilustración 19. Pluma. ....	16
Ilustración 20. Dimensionamiento Estructural.....	19
Ilustración 21. Diametros de Túnel Liner. ....	20
Ilustración 22. Excavación vertical (Pozo). ....	21
Ilustración 23. Excavación vertical (Pozo). ....	21
Ilustración 24. Vista hacia el fondo del pozo 5 terminado. ....	22
Ilustración 25. Vista desde el fondo del pozo 5 terminado.....	22
Ilustración 26. Extracción de material en el fondo del pozo. ....	23
Ilustración 27. Excavación en el fondo del pozo. ....	23
Ilustración 28. Direccionamiento del Túnel. ....	23





Ilustración 29. Anillo fijado con soldadura.....	24
Ilustración 30. Anillo unido antes de la fijación.....	24
Ilustración 31. Chequeo de línea con la Estación Total. ....	25
Ilustración 32. Chequeo con el Nivel de precisión. ....	25
Ilustración 33. Descargue de Tubería. ....	27
Ilustración 34. Almacenamiento de obra. ....	27
Ilustración 35. Pórtico para ingreso de Tubería. ....	28
Ilustración 36. Instalación de secciones.....	28
Ilustración 37. Motor Eléctrico.....	28
Ilustración 38. Ingreso de Tubería al pozo. ....	28
Ilustración 39. Malacate. ....	29
Ilustración 40. Ingreso de Tubería al pozo. ....	30
Ilustración 41. Ingreso de Tubería al pozo. ....	30
Ilustración 42. Ingreso de Tubería al pozo. ....	30
Ilustración 43. Ingreso de Tubería al pozo. ....	30
Ilustración 44. Embone de Tubería dentro del Túnel. ....	30
Ilustración 45. Tubería Instalada.....	31
Ilustración 46. Nivelación de Tubería.....	31
Ilustración 47. Tubería lista para Inyección de Mortero. ....	32
Ilustración 48. Inyección de mortero en la Tubería. ....	32
Ilustración 49. Unidades terminadas de inyectar. ....	32
Ilustración 50. Inyección de Mortero desde el Túnel.....	32
Ilustración 51. Tapón hecho en mortero y ladrillos.....	33
Ilustración 52. Formaletas.....	34
Ilustración 53. Compactador Saltarín.....	35
Ilustración 54. Banco de Figuración.....	36
Ilustración 55. Plano Estructural Recamara.....	36
Ilustración 56. Acero amarrado y figurado de losa inferior.....	36
Ilustración 57. Amarrado de Hierro dentro del Pozo. ....	36
Ilustración 58. Acero amarrado y figurado del brocal.....	37



Ilustración 59. Desinstalado de anillo.....	38
Ilustración 60. Amarre de acero en el pozo. ....	38
Ilustración 61. Apisonada y acomodo de costallillas (formaleta externa).....	38
Ilustración 62. Formaleta del Brocal.....	39
Ilustración 63. Instalación de formaleta interna.....	39
Ilustración 64. Instalación del acero para losa inferior. ....	39
Ilustración 65. Fundición del solado (1:3:3). ....	39
Ilustración 66. Fundición. Vista fondo del pozo.....	40
Ilustración 67. Fundición Paredes de la recamara ccto premezclado. ....	40
Ilustración 68. Cámara de inspección con formaleta interna y externa.....	40
Ilustración 69. Fundición con ccto mezclado en Obra.....	40
Ilustración 70. cámara de inspección terminada. ....	41
Ilustración 71. Fundición del Brocal. ....	41
Ilustración 72. Instalación de peldaños. ....	41
Ilustración 73.....	41
Ilustración 74. Relleno y compactación con saltarín. ....	42
Ilustración 75. Bitácora de Obra.....	44
Ilustración 76. Asistencia en la generación de desniveles y línea.....	45
Ilustración 77. Concreto recibido en obra. ....	48
Ilustración 78. Almacenamiento en obra de muestras de ensayo.....	48
Ilustración 79. Elaboración de muestras de ensayo.....	48
Ilustración 80. Mini cargador y Volqueta contratados para limpieza. ....	50
Ilustración 81. Descargue de material en Obra.....	50



## **1. INTRODUCCION.**

La ingeniería es una disciplina que se vuelve indispensable para la sociedad, cada día utilizando e innovando nuevas formas de construcción permitiendo mejorar en aspectos económico, ambiental y visual. Es por esta razón importante la realización de la práctica profesional que permitiera al estudiante además de adquirir experiencia, ganar y ampliar su conocimiento sobre los nuevos mecanismos para la construcción.

El programa de ingeniería civil de la Universidad del Cauca, de Acuerdo No. 027 de 2012, emanado del Consejo Superior Universitario y el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil con la resolución No. 820 del 15 de octubre de 2015, reglamenta el trabajo de grado con la modalidad de pasantía o práctica empresarial para optar por el título profesional de ingeniero civil en donde establece que los estudiantes aprueben su trabajo de grado mediante práctica profesional y dentro de esta modalidad la pasantía o práctica empresarial, con el fin de aprender y poner en práctica los conocimientos obtenidos durante el proceso de formación.

Por consiguiente, este documento establece la metodología que se siguió con el cronograma estipulado para cumplir con los objetivos planteados que involucran el resultado final del trabajo propuesto, participando en el desarrollo de la construcción del colector sobre la margen izquierda del río Ejido en la calle 5 entre carrera 29 y 33; calle 5 entre carrera 33 A 37 y carrera 37 entre calle 4ª desempeñando labores de supervisión técnica en calidad de obra. De esta forma se asegurará que los objetivos alcanzados en la práctica permitirán adquirir la experiencia necesaria para el futuro desempeño profesional, ampliando activamente los conocimientos y criterios desarrollados a lo largo del periodo de la carrera universitaria.

En la participación en este proyecto como auxiliar residente de obra, se pudo realizar un acompañamiento en los nuevos procesos que se desarrollaron en la ciudad de Popayán tal como la construcción de túnel Liner para la instalación de alcantarillado evitando la excavación con zanja.



## **2. OBJETIVOS**

De forma general y específica se presentan los objetivos de la pasantía y el proyecto.

### **2.1 OBJETIVO GENERAL.**

Apoyar como auxiliar de ingeniería en la construcción del “colector sobre la margen izquierda del río Ejido en la calle 5ª entre carrera 29 y 33; calle 4ª entre carrera 33 A 37 y carrera 37 entre calle 4ª”

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- Conocer las diferentes etapas de construcción sin zanja, mediante la modalidad Túnel Liner.
- Apoyo en el control de materiales de obra y tiempos de ejecución para las diferentes recamaras.
- Registro del acarreo de materiales extraídos como recibidos en obra para la instalación de tubería y construcción de recamaras.
- Llevar inventario de equipos, materiales, herramientas y tiempo de uso en la obra.
- Tomar muestras de calidad de los materiales estructurales hechos y utilizados en obra.
- Participar en temas sujetos a la ingeniería y que se encuentren durante la realización de la pasantía.



### 3. INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO.

A continuación, en forma detallada se presenta la información de la empresa receptora Occiviles, junto con su misión, visión y valores corporativos.

#### 3.1 EMPRESA RECEPTORA



**Nit:** 900.135.121-8

**Dirección:** Carrera 8 No. 3 – 34

**Teléfonos:** (092) 8243886 – (092) 8224274

**Correo:** occiviles@hotmail.com

**Tipo de sociedad:** Sociedad Anónima

**Actividad principal:** Construcción

**Representante Legal:** Ing. Juan Carlos Canencio Sánchez

**Ingeniero Residente:** Ing. Juan Pablo González Girón

##### 3.1.1 Misión

**PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES DE OCCIDENTE S.A. “OCCIVILES S.A.”** es una empresa con una vasta experiencia de diez (10) años en el mercado de la construcción, dedicada al desarrollo de proyectos en construcción de obras civiles, comprometida con la responsabilidad, rectitud y eficiencia del servicio satisfaciendo así las necesidades de los clientes y el desarrollo integral de la organización contribuyendo al desarrollo social y económico del departamento del Cauca.



### 3.1.2 Visión

Posicionar la Constructora PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES DE OCCIDENTE S.A. “OCCIVILES S.A.” en el competitivo mundo de la construcción como una empresa seria, fiel a sus compromisos con clientes, proveedores y trabajadores con capacidad para ejecutar proyectos tanto en el ámbito privado como para el estado.

### 3.1.3 Valores corporativos

Los valores organizacionales ya se encontraban formulados y fueron facilitados por la asesora empresarial, estos fueron diseñados por el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) de la empresa.

Siendo la empresa una organización que está al servicio de un mercado específico, necesita que sus colaboradores estén directamente conectados con la empresa y con el cliente, dado que su producto final impacta de una manera bastante amplia a terceros, por tanto, se establecen los siguientes valores que hacen que la empresa se proyecte junto con sus colaboradores al cumplimiento de los objetivos planteados.

•**Trabajo en equipo.** Con el aporte de todos los que intervienen en los diferentes procesos de la organización buscamos el logro de los objetivos organizacionales.

•**Liderazgo.** Proceso de influir en otros y apoyarlos para que trabajen con entusiasmo en el logro de objetivos comunes. Se entiende como la capacidad de tomar la iniciativa, gestionar, convocar, promover, incentivar, motivar y evaluar a un grupo o equipo

•**Respeto.** Reconocimiento que tenemos por los derechos de los demás en el cumplimiento de los propios deberes, con miras a una convivencia armónica.

•**Solidaridad.** Nos sentimos comprometidos con el acontecer de La Cooperativa y asumimos que nuestras acciones afectan a los demás.

•**Honestidad.** Realizamos todas las operaciones con veracidad, transparencia y rectitud.

•**Responsabilidad.** Actuar con diligencia y prudencia, tomando las decisiones necesarias para garantizar el éxito y minimizar las posibilidades de fracaso.

### Objetivos de calidad



Los objetivos planteados para la empresa Proyectos y Construcciones de Occidente - OCCIVILES S.A se redactaron de la mano del gerente, el subgerente y la asesora empresarial.

Incrementar la participación de Proyectos y Construcciones de Occidente - OCCIVILES S.A en el mercado.

Consolidar a Proyectos y Construcciones de Occidente - OCCIVILES S.A en el mercado como una empresa con calidad, responsabilidad, estabilidad y alto compromiso social.

Aumentar las utilidades por medio de la actualización constante de la información de los presupuestos con el fin de mantener un apropiado costo de construcción.

Ofrecer el mejor servicio cumpliendo con todas las especificaciones requeridas por el cliente durante la construcción.

Elaborar un producto final que supere las expectativas del cliente y se encuentre dentro de los plazos programados de construcción.

Asegurar la posición competitiva más fuerte en nuestros mercados principales a través de los mejores precios, proveedores y la excelencia operacional.

**Nombre del pasante.**

Faber Eduardo Gómez Carvajal.

**Entidad receptora.**

Universidad del Cauca

**Tutor por parte de la Universidad del Cauca.**

Ingeniero Carlos Alberto Benavides Bastidas

**Tutor por parte de la entidad receptora.**

Ingeniero Juan Pablo González Girón.







### 3.4 GENERALIDADES.

El proyecto cuenta con 13 pozos construidos con túnel Liner de diámetros variables y diferentes profundidades. La longitud total del túnel horizontal y tubería instalada es de aproximadamente 1 kilómetro cada uno.

Las siguientes imágenes muestran de manera general y más detallada la información básica del proyecto. En primer lugar, se observa el nombre asignado e información de las recamaras relacionadas con el proyecto y, segundo la ubicación de los pozos a construirse.

CAMARA	LONG EJE(m)	H(m)	DIAMETRO(m)
16	56.14	12.07	3.00
15	36.39	16.90	3.00
14	63.20	12.69	3.00
13	74.27	11.02	3.00
11A	121.61	8.44	2.00
9	73.58	7.89	2.00
8	52.72	7.79	2.00
6	104.89	8.61	2.90
5	99.50	9.05	2.90
4	53.85	9.26	2.90
3	50.00	9.14	2.90
2	80.00	8.20	2.00
1	54.84	6.06	1.90
CIS 85	51.00	4.63	1.90
1 (CO2-1)		6.06	3.50
2 (CO2-3)		9.14	3.50
3 (CO2-5)		9.05	3.50
4 (CO2-8)		7.79	3.50
5 (CO2-11A)		8.44	3.50
6 (CO2-14)		12.69	3.50

Tabla 1 Recamaras de inspección.

Fuente: Administración Occviles

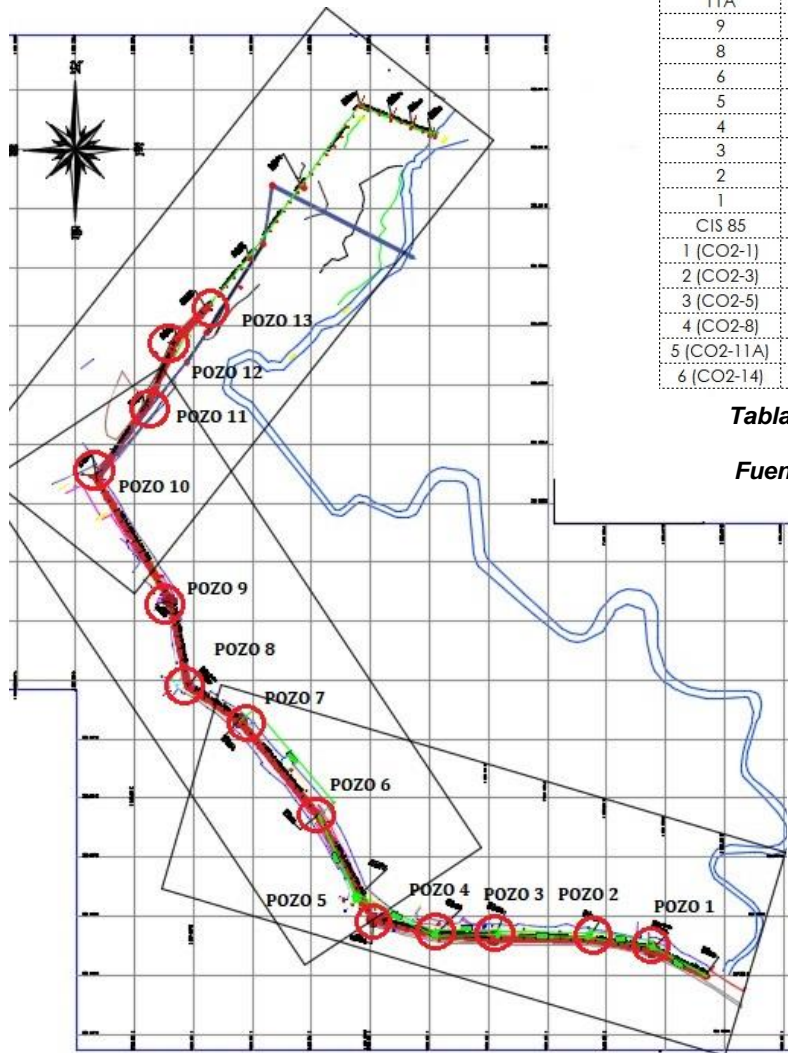


Ilustración 2. Ubicación de los pozos y posteriores recamaras.

Fuente: Administración Occviles



#### 4. ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION

En la Tabla 2 se encuentran las personas presentes en la obra encargadas de la dirección y buena ejecución de la primera fase de la obra, referente a la excavación tanto vertical de los pozos como excavación horizontal de los túneles, y posterior instalación de la tubería de 45 pulgadas.

Nubia Ortiz	Ingeniera residente
Yorli Leguizamón	Topógrafa
Sonia Cristina Gómez	Coordinadora Siso
Faber Eduardo Gómez Carvajal	Pasante de Ingeniería Civil
Cristian Cruz	Pasante de Topografía

*Tabla 2 Personal administrativo túnel Liner e instalación de tubería.*

*Fuente: Propia*

En la Tabla 3 están las personas encargadas de la dirección y correcta elaboración de la segunda fase relacionada con las cámaras de inspección.

Juan Pablo Gonzalez Girón	Ingeniero Director
Faber Eduardo Gómez Carvajal	Pasante de Ingeniería Civil
Eduar Alexis Chaguendo	Coordinador Siso
Cristian Cruz	Ingeniero Ambiental
Pablo Orozco	Topógrafo

*Tabla 3 Personal administrativo recamaras.*

*Fuente: Propia.*

Las actividades generales que desarrolla el pasante para la primera fase del proyecto son:

- Inspección general de obra, reporte y registro fotográfico continuo.
- Asistencia al comité técnico de obra el cual evalúa el avance en la programación designado para la semana anterior.
- Verificación de calidad en actividades ejecutadas.
- Verificación de los desniveles de la tubería a instalar.



-Control de las volquetas para el cargue y descargue del material en obra.

Las actividades generales que desarrolla el pasante para la segunda fase del proyecto son:

-Manejo del personal encargado a la elaboración de las recamaras.

-Inspección de los avances realizados del día a día.

-Verificar que la construcción de las recamaras se lleven según los diseños establecidos por el ingeniero estructural.

-Llevar el control de asistencia del personal diariamente.

-Realizar el pedido de material y equipos de construcción y posterior control en bodega.

#### **4.1 PROCESO CONSTRUCTIVO MODALIDAD - TUNEL LINER**

Para la construcción del alcantarillado se maneja un sistema novedoso y utilizado por primera vez en Popayán y el Cauca. Este nuevo sistema consiste en excavar manual o mecánicamente de forma horizontal y vertical el terreno e instalar placas de acero corrugado posteriormente. En conjunto las placas unidas por pernos conforman anillos de hasta 5 metros de diámetro, sirviendo como sistema de contención del terreno.

Es un método cuyo diseño permite el armado desde el interior, minimizando el impacto en la superficie. El Liner permite construir alcantarillas, túneles de ventilación, chimeneas, piques y otros servicios como redes de gas y electricidad en forma rápida, segura y con menores costos. Las estructuras túnel Liner, son unidas por pernos y pueden ajustar sus geometrías a los requerimientos del proyecto. Es un sistema versátil para la construcción de túneles que integra grandes tamaños, rápida instalación, fácil transporte y mínimo impacto en la superficie.

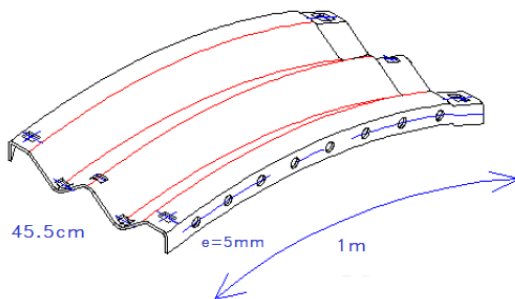
## 4.2 ELEMENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE TÚNEL LINER

### ❖ Lamina corrugada en acero.

Son utilizadas como un elemento de confinamiento del terreno y sistema de prevención de caídas, cuando es manejado para excavaciones verticales. En conjunto las láminas ensambladas por pernos conforman anillos de 46cm de profundidad o longitud según sea el tipo de excavación, de manera que se hacen diferentes trabajos como el transporte de material excavado, transporte e instalación de tubería, confinamiento del terreno, sistema de drenaje, entre otros.

Las ventajas de utilizar lamina corrugada son:

- Unidades livianas para manipulación manual.
- Soporta grandes esfuerzos en conjunto.
- Fácil de almacenar y transportar gracias a sus características geométricas.
- También funciona como sistema de drenaje gracias a los orificios incorporados.
- Alta durabilidad ante agentes externos.



**Ilustración 4. Medidas de lámina Liner.**

**Fuente: Armco staco.**



**Ilustración 3. Lámina de acero corrugado.**

**Fuente: Propia.**

La siguiente imagen muestra el simple almacenamiento utilizado en obra.

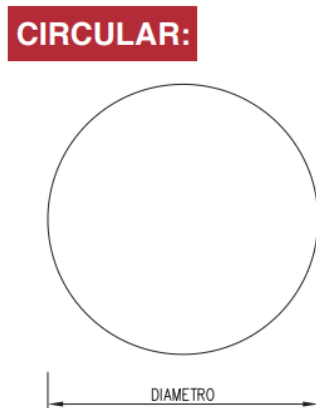


*Ilustración 5. Almacenamiento de láminas en obra.*

*Fuente: Propia.*

El Túnel Liner se fabrica en diferentes formas esto según la necesidad del proyecto y utilización del contratista. A continuación, se presentan los modelos más conocidos:

- ❖ **Circular:** Como su nombre lo dice tiene forma circular, conformada de láminas corrugadas y es utilizada por su versatilidad de armado en instalación de tuberías de alcantarillado o redes.



*Ilustración 6. Túnel Liner Circular.*

*Fuente: ficha tecnovial*

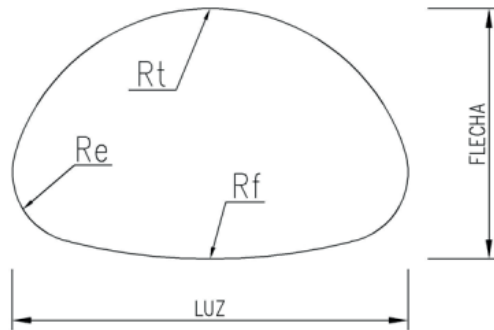


*Ilustración 7. Túnel Liner Circular.*

*Fuente: ficha tecnovial*

- ❖ **Bóvedas:** Es arqueada, figura geométrica que puede soportar gran empuje vertical y es ideal para dar más espacio en la parte inferior del túnel.

**BÓVEDAS:**



**Ilustración 8. Túnel Liner Aboveado.**

**Fuente: ficha tecnovial**

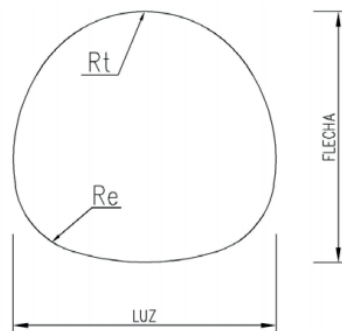


**Ilustración 9. Túnel Liner Aboveado.**

**Fuente: Propia.**

- ❖ **Pasos inferiores:** También llamados pozos verticales, generalmente de forma elíptica cuyo objetivo es dar acceso a los trabajadores hacia la perforación horizontal.

**PASOS INFERIORES:**



**Ilustración 10. Túnel Vertical.**

**Fuente: ficha tecnovial.**

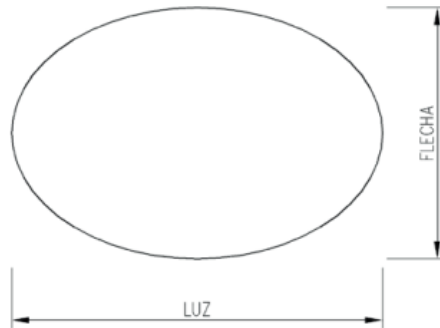


**Ilustración 11. Túnel Vertical.**

**Fuente: Propia.**

❖ **Elipse:**

**ELIPSE:**



*Ilustración 13. Túnel Liner Elipse.*

*Fuente: ficha tecnovial.*

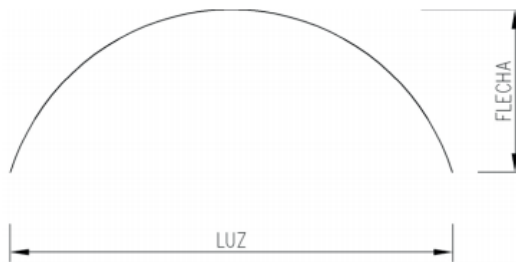


*Ilustración 12. Túnel Liner Elipse.*

*Fuente: Perforaciones e ingeniería.*

❖ **Arco:**

**ARCOS:**



*Ilustración 15. Túnel Liner en Arco.*

*Fuente: ficha tecnovial.*



*Ilustración 14. Túnel Liner en Arco*

*Fuente: Perforaciones e ingeniería.*

❖ **Carro para extracción de material.**

Diseñado en material duradero, forma de cajón que descansa sobre balineras para transporte de material rápidamente sobre rieles metálicos instalados a lo largo del

túnel desde el pozo de acceso vertical hasta el lugar de excavación. También es usado para el transporte de mortero para la inyección de tubería.



*Ilustración 16. Carro para extracción de material.*

*Fuente: Propia.*

#### ❖ Rieles.

Dos ángulos unidos por platinas para evitar su separación, algunos metálicos en forma de escalera permitiendo el deslizamiento del carro de extracción de materiales dentro del túnel y transporte de herramienta.



*Ilustración 17. Rieles.*

*Fuente: Propia.*

#### ❖ Motobombas.

Son usadas tanto en la excavación de túnel como en el proceso de unión, instalación e inyección de tubería debido al alto nivel freático que presentan los pozos.





Alrededor de 10 motobombas de 2 a 4 pulgadas son usadas a diario en la obra para la extracción de agua.



*Ilustración 18. Motobomba.*

*Fuente: Propia.*

#### ❖ **Pluma.**

Es utilizada constantemente para la extracción de material a profundidades considerablemente altas (2 metros). Se utilizan tanto en la excavación vertical (pozos) como la excavación horizontal (túneles). En ocasiones es utilizada cuando es escaso el equipo para bajar la tubería (motor eléctrico).




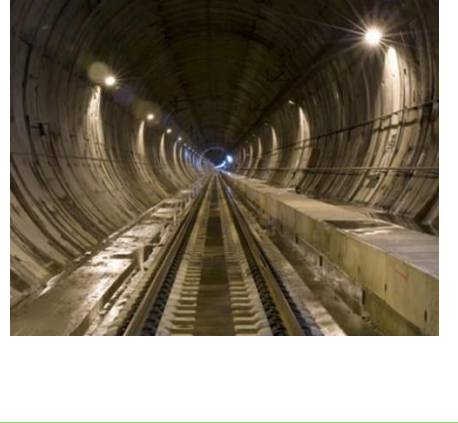

**Ilustración 19. Pluma.**

**Fuente: Propia.**

En el siguiente recuadro se presentará la aplicación del Túnel Liner en la Ingeniería civil.

<b>Tipo</b>	<b>Imagen</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Descripción</b>
<p><b>Para la instalación de redes y servicios.</b></p>		<p>Alcantarillado, redes de agua potable, red eléctrica, telecomunicaciones, gas natural.</p>	<p>Es usado con finalidad final la instalación de ductos para servicios públicos.</p>



<p><b>Revestimiento de piques y pozos.</b></p>		<p>En el sitio que se necesite.</p>	<p>Se utiliza como formaleta para profundizar o acceder a pozos en funcionamiento debido a que permite dar seguridad al personal que realiza labores.</p>
<p><b>Túneles de carreteras y ferroviarios.</b></p>		<p>Carreteras y vías ferroviarias.</p>	<p>Generalmente hechos en forma abovedada o elíptica, su construcción es parecida a la de diámetros pequeños, es decir lamina por lamina, tiene chequeo topográfico y la excavación puede ser manual combinada con maquinaria dependiendo del tipo de terreno.</p>
<p><b>Como entibado para la construcción de pozos.</b></p>			<p>El diseño en cilindro es indicado para realizar un amarre cómodo e instalación de formaletas para pozos en proyectos donde existen estructuras que puedan tener fracturas al iniciar la excavación.</p>

**Tabla 4. Usos del Túnel Liner.**

**Fuente:** METODOLOGÍA PARA REALIZAR PERFORACIÓN DIRIGIDA EN LA MODALIDAD TÚNEL LINNER



### 4.3 ETAPAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.

Para la construcción del alcantarillado se tiene que llevar a cabo una serie de estudios y pasos de manera organizada para garantizar la buena ejecución del proyecto.

#### 4.3.1 Inspección del sitio, de tubería existente y levantamiento topográfico.

Es de suma importancia realizar una serie de estudios topográficos y estudio de suelos para poder definir los parámetros del diseño inicial donde se escoge qué tipo de Túnel Liner y diámetro implementar.

##### ✓ Estudio de suelos.

Como en todo proyecto es importante realizar los estudios previos para evitar inconvenientes a futuro y sobre todo el estudio de suelos el cual define el tipo de calibre de lámina y el diámetro que se puede utilizar, también es sustancial para preparar equipo mecánico adicional ya que mayormente en este tipo de modalidad se realiza la excavación manualmente.

##### ✓ Estudio topográfico.

Después de la obtención de datos se realiza una proyección de lo que será el túnel y el recorrido que este debe llevar para evitar al máximo obstáculos y así tener inconvenientes al momento de excavar. Este estudio indica también la profundidad máxima a la cual se excavará, arrojando de esta forma la columna de suelo a la que estará sometida el Túnel Liner.

##### ✓ Inspección del terreno.

Hay que tener conocimiento para qué se elabora el proyecto y por dónde se realiza el paso; sea estructura, vía o zona verde, puesto que es importante al realizar cálculos en el calibre y qué tipo de lámina utilizar.



### 4.3.2 Dimensionamiento estructural.

La capacidad de soporte de las estructuras de acero corrugado flexible, están en función de la resistencia de su sección y de la compactación del suelo adyacente. Dada esta situación los esfuerzos de compresión apenas actúan sobre lámina corrugada en acero, cuyo dimensionamiento está basado en la teoría de anillo a compresión.

La carga a la que está sometido el túnel Liner depende del tipo de suelo. En suelos granulares con baja cohesión: las cargas, el ángulo de fricción interno del suelo y el diámetro del túnel. En suelos cohesivos, arcillosos o limo-arcillosos; la carga debe considerar también los esfuerzos sobre el corte de suelo o techo del túnel.

La fórmula general para el cálculo de los esfuerzos actuantes definida por AASTHO, divide las solicitaciones entre carga viva y carga muerta. La carga viva es en función del tipo y profundidad del túnel; la carga muerta es en función del peso específico del suelo, la altura de recubrimiento y del coeficiente de reducción de la Fórmula de Marston, que se obtiene del siguiente gráfico.

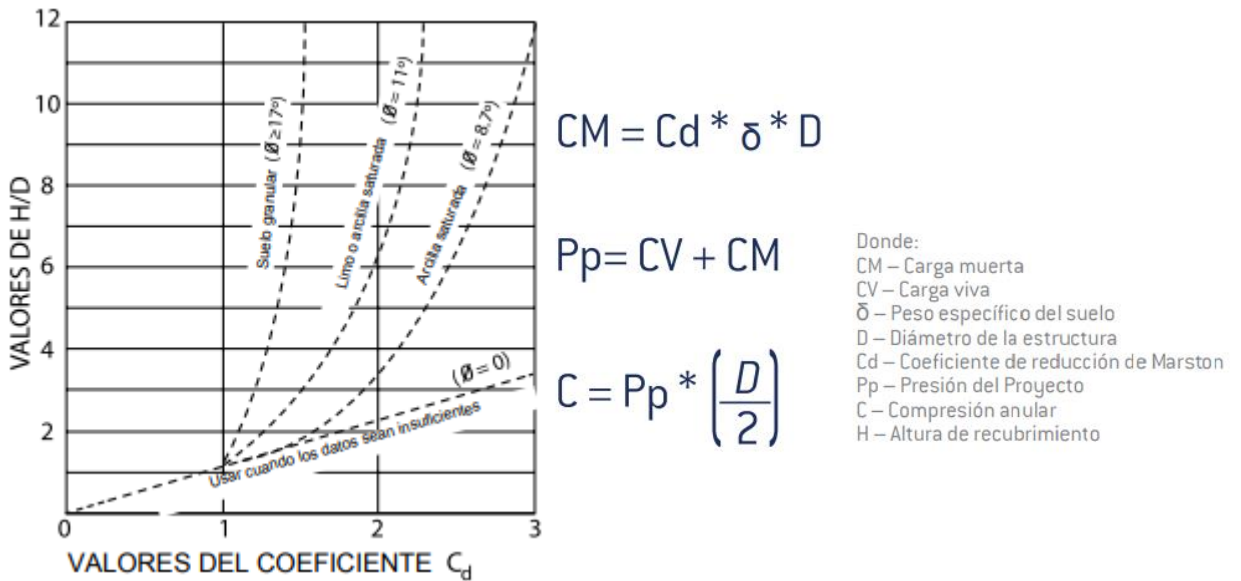


Ilustración 20. Dimensionamiento Estructural.

Fuente: Catalogo armco staco Túnel Liner.



A falta de información adecuada, deber ser adoptada la peor hipótesis para el coeficiente Cd, tomando un valor igual a H/D. De esta forma la carga muerta actuante en el túnel será igual al peso de la columna de suelo sobre el mismo.

Con esta consideración (0=0) de peor hipótesis del suelo, fueron calculadas las tablas de alturas máximas constantes de algunos catálogos.

ALTURA DE TAPADA (m)														
Espesor (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Mínima	Máxima										
				Vial	Vial					Ferroviaria				
					Espesor (mm)									
					Espesor (mm)					Espesor (mm)				
Ferroviaria	2.2	2.7	3.4	3.9	4.7	6.5	2.7	3.4	3.9	4.7	6.5			
1.20	1.13	3.77	1.20	9.00	12.90	15.50	22.10	26.50	41.30	12.90	15.50	22.10	26.50	41.00
1.40	1.54	4.40	1.20	7.70	11.00	13.40	18.90	22.70	35.40	11.00	13.40	18.90	22.70	35.40
1.60	2.01	5.03	1.20	6.70	9.60	11.60	16.60	19.90	30.00	9.60	11.60	16.60	19.90	30.00
1.80	2.54	5.65	1.50	6.00	8.60	10.30	14.70	17.70	27.50	8.00	10.30	14.70	17.70	27.50
2.00	3.14	6.28	1.50	5.40	7.70	9.30	13.20	15.90	24.80	6.90	9.00	13.20	15.90	24.80
2.20	3.80	6.91	1.80	4.90	7.00	8.40	12.00	14.50	22.50		7.90	12.00	14.50	22.50
2.40	4.52	7.54	1.90	4.50	6.40	7.70	11.00	13.20	20.60		7.00	11.00	13.20	20.60
2.60	5.31	8.17	2.10	4.10	5.90	7.10	10.20	12.20	19.00		6.40	10.20	12.20	19.00
2.80	6.16	8.80	2.20	3.80	5.50	6.60	9.40	11.30	17.70		5.50	9.20	11.30	17.70
3.00	7.07	9.42	2.30	3.60	5.10	6.20	8.80	10.60	16.50		4.70	8.30	10.60	16.50
3.20	8.04	10.05	2.40		4.80	5.80	8.30	9.90	15.40		4.00	7.80	9.90	15.40
3.40	9.08	10.68	2.50		4.50	5.40	7.80	9.30	14.60			7.00	9.10	14.60
3.60	10.18	11.31	2.60		4.30	5.10	7.30	8.80	13.70			6.60	8.30	13.70
3.80	11.34	11.94	2.70		4.00	4.90	6.90	8.30	13.00			6.20	7.80	13.00
4.00	12.57	12.57	2.80		3.10	4.60	6.60	7.90	12.40			5.10	7.20	12.40
4.20	13.85	13.19	2.90			4.40	6.30	7.50	11.80			4.80	6.80	11.80
4.40	15.21	13.82	3.00			4.20	6.00	7.20	11.20			4.20	6.40	11.20
4.60	16.62	14.45	3.10			4.00	5.70	6.90	10.70			4.00	6.10	10.70
4.80	18.10	15.08	3.20				5.50	6.60	10.30				5.10	10.30
5.00	19.63	15.71	3.30				5.30	6.30	9.90				4.80	9.90

**Ilustración 21. Diámetros de Túnel Liner.**

**Fuente: Catalogo armco staco Túnel Liner.**

Con los datos establecidos en esta tabla, teniendo en cuenta la peor consideración del terreno es cómodo escoger un espesor de lámina a utilizar inicialmente. Si hay algún parámetro o consideración anormal que se ubique en la zona gracias a sondeos, es recomendable la utilización de espesores diferentes a los instaurados en las tablas y realizar la consulta ante los proveedores.

### 4.3.3 Inicio de la construcción.

#### ✓ Diseño preliminar.

Teniendo establecido el calibre y el diámetro de la lámina de acero dependiendo de los espacios necesarios que se deben manejar dentro del túnel; se realiza el replanteo sobre los puntos donde se desea desarrollar el proyecto, se define la longitud del tramo y la pendiente.

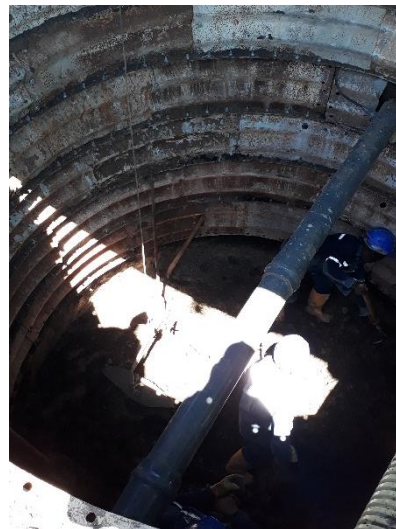
#### ✓ Excavación del pozo vertical.

El método constructivo del túnel se hace con excavación manual o mecánica en avance de 0.457 m, para luego colocar las láminas metálicas corrugadas que van unidas por pernos y tuercas galvanizadas que forman un anillo de soporte con el mismo diámetro de la excavación. Simultáneamente, se procede a realizar la inyección de contacto con mortero entre la excavación y la lámina metálica.



*Ilustración 23. Excavación vertical (Pozo).*

*Fuente: Propia*

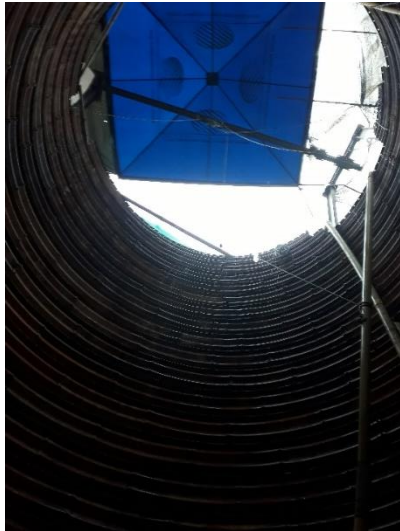


*Ilustración 22. Excavación vertical (Pozo).*

*Fuente: Propia*

La instalación del sistema se realiza a través de secciones de láminas de acero, fáciles de trasladar por una persona, se hace la excavación disponiendo de una primera lámina como protección para luego ir completando secciones de anillo; una vez se han completado 2 anillos, se ejecuta un proceso de sellado en los bordes de sobrexcautación y se inyecta un mortero para rellenar el espacio entre la tubería y el sistema si es necesario para el sostenimiento y no derrumbe del terreno. Al acabar el túnel Liner, se puede revestir en concreto para su uso final.

En los casos que está diseñado el pozo vertical de forma elíptica este se debe direccionar sobre la línea de perforación, cuidando que la longitud más larga del elíptico quede frente a perforación horizontal, ya que este es el acceso final cuando se realice el ingreso de la tubería a instalar posteriormente.



*Ilustración 25. Vista desde el fondo del pozo 5 terminado.*

*Fuente: Propia*



*Ilustración 24. Vista hacia el fondo del pozo 5 terminado.*

*Fuente: Propia.*

### ✓ **Extracción de material.**

La extracción de material se realiza después de la conformación de tres anillos horizontalmente, material que será transportado por un carro de balineras especializado para ello y finalmente llevado a una pluma instalada en la parte superior del pozo. Para la excavación vertical la extracción se realiza de manera similar.





**Ilustración 27. Excavación en el fondo del pozo.**

**Fuente: Propia**



**Ilustración 26. Extracción de material en el fondo del pozo.**

**Fuente: Propia**

La profundidad del pozo vertical es definida por el diseño preliminar, el cual recomienda dejar un espacio de al menos 60cm de profundidad, utilizados para la descarga de material y manejo de nivel freático con las motobombas eléctricas que se encuentran ubicadas en un pequeño pozo.

### ✓ **Excavación del pozo horizontal**

En el fondo se demarca sobre el pozo vertical el diámetro donde se replantea la dirección que debe tomar el túnel y se designa dónde debe iniciar la perforación horizontal, para ello se deja un espacio entre laminas Liner para permitir la marcación y dar inicio a la excavación.



**Ilustración 28. Direccionamiento del Túnel.**

**Fuente: Propia**

Para dar inicio al túnel es necesario fijar el primer anillo con la ayuda de mortero y un pórtico soldado a este y las paredes del pozo para garantizar que este no se mueva durante y después de la excavación.



*Ilustración 30. Anillo unido antes de la fijación.*

*Fuente: Propia*



*Ilustración 29. Anillo fijado con soldadura*

*Fuente: Propia*

✓ **Chequeo y control de perforación horizontal.**

El realizar el chequeo conlleva tener un control estricto de cada anillo que se va a instalar en línea y cota con equipos topográficos, con el fin de poder garantizar que al culminar no haya desvíos del túnel, problemas con la instalación o recubrimiento del mismo.

✓ **Chequeo de Línea.**

El replanteo se inicia y se alinea con las referencias dejadas en el arranque, se vigila el proceso de armado con instrumentación topográfica tomando el centro de túnel.



*Ilustración 31. Chequeo de línea con la Estación Total.*

*Fuente: Propia.*

✓ **Chequeo de Niveles.**

Igual que el proceso de línea se deja puntos de control que se debe chequear a diario, se retorna los puntos y se traslada la cota a un punto de mejor visual.



*Ilustración 32. Chequeo con el Nivel de precisión.*

*Fuente: Propia.*



✓ **Ejemplo de chequeo Topográfico durante el proceso de perforación.**

Es importante ser organizado con la obtención de los datos, en la siguiente imagen se observa un ejemplo de la organización de los mismos.

A continuación, se presenta una cartera topográfica para el seguimiento del proceso de perforación.

NIVEL DEL TUNEL				
# UND	DISTANCIA	% PENDIENTE (2%)	COTA BATEA	COTA CLAVE
INICIO	0	0	75.588	76.808
1	0.455	0.009	75.597	76.817
2	0.91	0.018	75.606	76.826
3	1.365	0.027	75.615	76.835
4	1.82	0.036	75.624	76.844
5	2.275	0.046	75.634	76.854

*Tabla 5. Cálculos preliminares.*

*Fuente: TESIS METODOLOGÍA PARA REALIZAR PERFORACIÓN DIRIGIDA EN LA MODALIDAD TÚNEL LINNER*

## 5. INSTALACION DE TUBERIA.

### 5.1 ELEMENTOS PARA INSTALACION DE TUBERIA.

#### ❖ Tubería de PVC.

La tubería a instalarse en este proyecto cuenta con un diámetro de 46 pulgadas (aproximadamente 1.15 metros), una longitud de 3 metros y 200 kg de peso.

Esta tubería es almacenada en obra y trasportada manualmente por los trabajadores como se puede observar en las siguientes imágenes.



*Ilustración 33. Descarga de Tubería.*

*Fuente: Propia*



*Ilustración 34. Almacenamiento de obra.*

*Fuente: Propia*

#### ❖ Pórtico.

Diseñado con varias secciones W unidos con pernos y soldadura; básicamente para realizar el acceso de la tubería en PVC a los pozos verticales y posteriormente al túnel horizontal.



*Ilustración 36. Instalación de secciones.*

*Fuente: Propia*



*Ilustración 35. Pórtico para ingreso de Tubería.*

*Fuente: Propia*

#### ❖ Motor eléctrico.

Cuenta con un cable en su extremo inferior que se desenrolla mecánica y controladamente desde un control de mando. Esto con el objetivo de descender los tubos de gran peso hacia el fondo del pozo vertical. Es instalado en la parte superior del pórtico, específicamente en el patín inferior con el fin de poder trasladarse fácilmente con la ayuda de sus ruedas.



*Ilustración 37. Motor Eléctrico.*

*Fuente: Propia*



*Ilustración 38. Ingreso de Tubería al pozo.*

*Fuente: Propia*

❖ **Malacate.**

Es utilizado para la instalación de tubería dentro del túnel horizontal. El cable es conectado a un extremo de la tubería de 46 pulgadas y con la ayuda de su mecanismo se traslada y luego conecta con la campana del tubo adyacente (extremo de mayor diámetro dejado para la conexión).



*Ilustración 39. Malacate.*

*Fuente: Propia*

## **5.2 ETAPAS DEL PROCESO CONSTRUTIVO.**

### **5.2.1 Ingreso de tubería.**

El paso inicial para la instalación de tubería es el traslado de las unidades desde el almacenamiento en obra a los pozos verticales, dicho proceso se realiza manualmente con ayuda 3 a 5 trabajadores por tubo para tener mayor comodidad y seguridad. Luego son conectados al motor eléctrico instalado en la parte superior del pórtico con ayuda de una abrazadera diseñada para envolver la tubería y manilas usadas para dar dirección a medida que desciende la tubería.



**Ilustración 40. Ingreso de Tubería al pozo.**

**Fuente: Propia.**



**Ilustración 42. Ingreso de Tubería al pozo.**

**Fuente: Propia.**



**Ilustración 41. Ingreso de Tubería al pozo.**

**Fuente: Propia.**

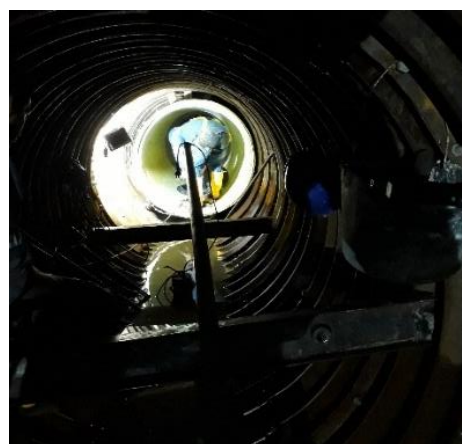
### 5.2.2 Conexión entre tubos o embone de tubería.

Una vez introducida la tubería en los túneles, el procedimiento a seguir es el embone o en otras palabras unir una unidad a otra. Cada unidad es empujada por varios trabajadores desde el fondo del pozo vertical hacia el sitio próximo a instalarse dentro del túnel horizontal, esto se realiza con el deslizamiento sobre tablonés o tablas.



**Ilustración 43. Ingreso de Tubería al pozo.**

**Fuente: Propia.**



**Ilustración 44. Embone de Tubería dentro del Túnel.**

**Fuente: Propia.**



Alrededor de la boca del tubo a introducirse se le aplica jabón o material viscoso para una fácil unión. Con ayuda de un malacate o fuerza aplicada entre varios obreros; dichas unidades son embonadas con asistencia del nivel y la estación, se cuida la pendiente requerida usando elementos seguros y fijos como ladrillos y maderos hasta que se realiza la inyección de mortero (proporciones 1:6).



**Ilustración 45. Tubería Instalada.**

*Fuente: Propia.*



**Ilustración 46. Nivelación de Tubería.**

*Fuente: Propia.*

### **5.2.3 Inyección de mortero entre tubería y túnel Liner.**

Para la fijación de los tubos de 46 pulgadas a la pendiente requerida es necesario realizar una inyección de mortero en proporciones 1:6, adicionando un aditivo para volver la mezcla más fluida y poder introducirla por gravedad hasta cada unidad, específicamente dicho proceso se realiza instalando una tolva o recipiente diseñado para recibir mezclas líquidas, conectado en la parte superior del pozo con tubería de 4 a 6 pulgadas a otro recipiente en la parte inferior y este transportado hasta el sitio de inyección.



**Ilustración 47. Tubería lista para inyección de Mortero.**

**Fuente: Propia.**



**Ilustración 48. Inyección de mortero en la Tubería.**

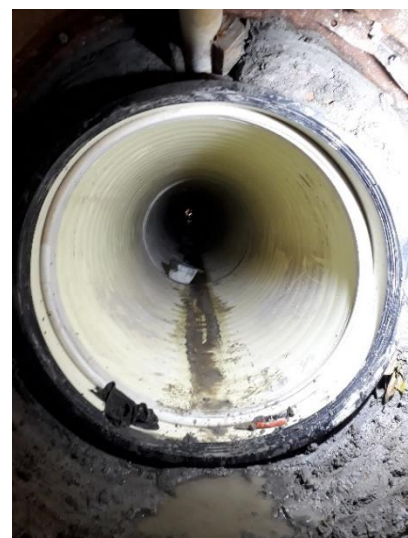
**Fuente: Propia.**

Cuando los tubos de 46 pulgadas se ubican en un lugar cercano al pozo vertical, estos reciben directamente desde el sistema de tubería de 4 o 6 pulgadas la mezcla líquida de mortero. El proceso de inyección se realiza a cada unidad de 46 pulgadas o hasta cada 3 unidades unidas en línea (un total de 6 metros de longitud). La inyección es recibida entre el espacio dejado en el túnel Liner y tubería, colocando tapones en ladrillo y mortero para evitar escape de mezcla.



**Ilustración 50. Inyección de Mortero desde el Túnel.**

**Fuente: Propia.**



**Ilustración 49. Unidades terminadas de inyectar.**

**Fuente: Propia.**



*Ilustración 51. Tapón hecho en mortero y ladrillos.*

*Fuente: Propia.*

## **6. CONSTRUCCION DE LAS RECAMARAS.**

Una vez terminado todo el proceso de instalación de tubería equidistante correspondiente a la conexión al pozo vertical, se procede a la construcción de las recamaras de inspección. En los siguientes ítems se muestra el procedimiento de construcción, así como los elementos utilizados en dicha labor.

### **6.1 ELEMENTOS PARA LA CONSTRUCCION DE LAS RECAMARAS.**

#### **❖ Formaletas**

En el diseño del alcantarillado se tiene previsto construirse 3 tipos de recamaras de diámetro externo de 1.90 m, 2.90 m y 3.00 metros. Para ello es necesario tener en obra 3 pares de formaletas (interna y externa) con diferencia de 30 centímetros entre estas, que se deja para las paredes de la recamara.



*Ilustración 52. Formalinas.*

#### ❖ **Costalillas**

*Fuente: Propia.*

Básicamente son costales de polipropileno comúnmente usado para almacenamiento y en este caso utilizado rellenos de roca muerta en los pozos más profundos (8 a 10 metros) y donde es necesario realizar recamaras más grandes ( $\phi=2.90$  y 3.00 metros). Las costalillas llenadas con roca muerta son ubicadas alrededor del acero de la recamara y posteriormente compactadas con un pisón, cuidando de guardar el espacio para el recubrimiento este conjunto de elementos realiza la función de la formaleta externa.

#### ❖ **Varillas de acero corrugado**

Son usadas para realizar el fondo de la recamara, las paredes y el brocal de ésta. Se utiliza varilla de  $\frac{1}{2}$  ,  $\frac{5}{8}$  y  $\frac{3}{8}$  de pulgada.

#### ❖ **Compactador saltarín.**

Es usado en las recamaras de menor diámetro, debido a que deja un espacio considerable para permitir al operador del saltarín tener un espacio seguro y cómodo para realizar la compactación de roca muerta.



**Ilustración 53. Compactador Saltarín.**

**Fuente: Propia.**

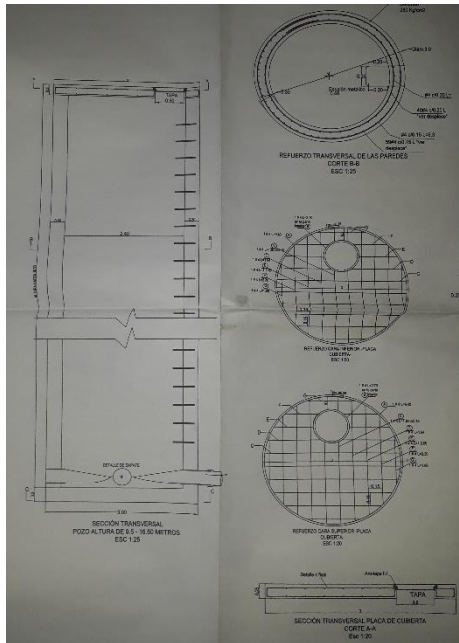
## **6.2 ETAPAS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.**

En los siguientes ítems se detallará el procedimiento que se llevó a cabo para la construcción de las recamaras de inspección.

### **6.2.1 Figuración y amarre de hierro.**

En todas las recamaras es utilizada varilla de ½ pulgada para las varillas transversales como las longitudinales. El paso inicial a realizar es el cortado las varillas a la medida requerida o indicada en los planos y a continuación configurarlas en forma de aros con  $\phi=3m$  y varillas con pata de 30cm.

Una vez armado todo el acero es muy importante asegurarse el cumplimiento detallado de los diseños establecidos para garantizar el correcto funcionamiento estructural.



**Ilustración 55. Plano Estructural Recamara.**

**Fuente: Propia**



**Ilustración 54. Banco de Figuración.**

**Fuente: Propia.**

Ya amarrada la losa inferior de la recamara es transportada por manilas hasta el fondo del pozo para ser instalada y luego ser amarrada a las varillas longitudinales y transversales circulares. Para esto es utilizado alambre galvanizado.



**Ilustración 56. Acero amarrado y figurado de losa inferior.**

**Fuente: Propia**



**Ilustración 57. Amarrado de Hierro dentro del Pozo.**

**Fuente: Propia**

De la misma manera se realiza el brocal (parte superior de la recamara o losa superior)



*Ilustración 58. Acero amarrado y figurado del brocal.*

*Fuente: Propia*

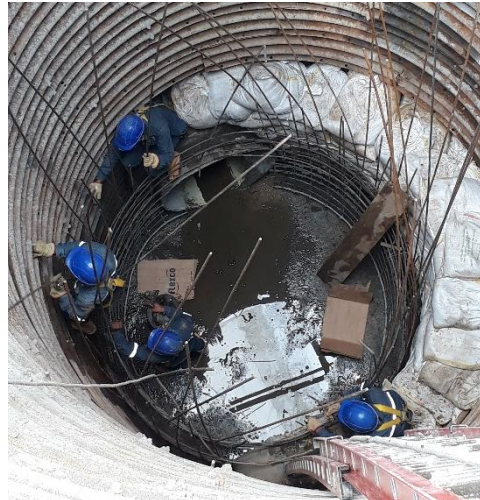
### **6.2.2 Instalación de la formaleta.**

Después de figurado, amarrado e instalado el acero en el fondo del pozo medido desde la base hasta 2.6 metros, se instala una formaleta interior en recamaras con altura superior a los 8 metros. Dado que el espacio en pozo Liner es ceñido se ubican y apisonan costalillas llenas de roca muerta que realizan la función de formaleta externa luego de la desinstalación de 3 anillos de láminas Liner, esto con el fin de ganar un poco de terreno.



**Ilustración 60. Amarre de acero en el pozo.**

**Fuente: Propia**



**Ilustración 59. Desinstalado de anillo.**

**Fuente: Propia**

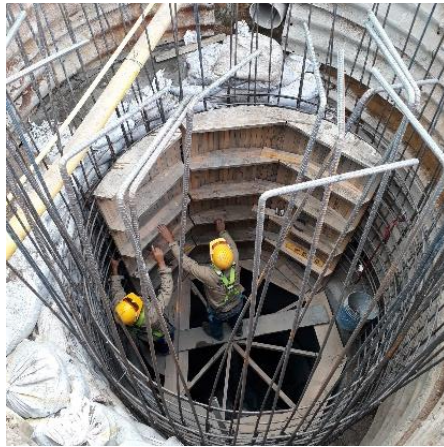


**Ilustración 61. Apisonada y acomodo de costalillas (formaleta externa).**

**Fuente: Propia**

Realizada la primera fundición se continúa con la instalación de los siguientes tramos hasta llegar a la parte superior, que es donde se instala una formaleta plana y circular para la fundición del brocal.





*Ilustración 63. Instalación de formaleta interna.*

*Fuente: Propia*



*Ilustración 62. Formaleta del Brocal.*

*Fuente: Propia*

### 6.2.3 Fundiciones.

Inicialmente se funde un solado o concreto pobre en proporciones 1:3:3 para ofrecer buena estabilidad a la recamara. Lo siguiente a realizar es la losa inferior, la cual cuenta con un espesor de 30cm para las recamaras con diámetros de 2.90 y 3.0 metros. En algunas ocasiones sobre todo para las recamaras más grandes y donde no se usó formaleta externa se utilizó concreto premezclado con resistencia de 4000 psi en cantidades variables desde 4.5 a los 6 metros cúbicos por tramo de pared, alturas aproximadas de 2.6 metros y espesor aproximado de 30 centímetros.



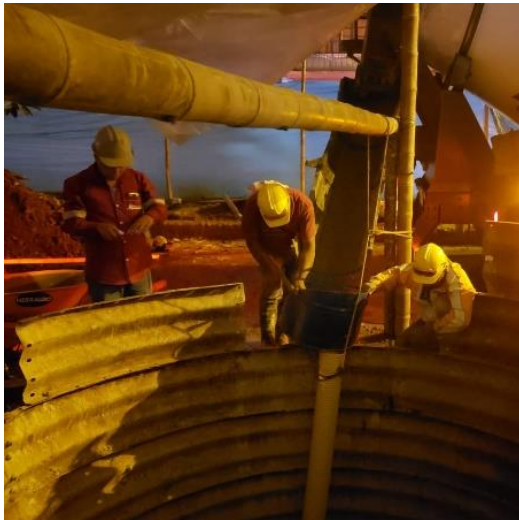
*Ilustración 65. Fundición del solado (1:3:3).*

*Fuente: Propia*



*Ilustración 64. Instalación del acero para losa inferior.*

*Fuente: Propia*



**Ilustración 67. Fundición Paredes de la recámara ccto premezclado.**

**Fuente: Propia.**



**Ilustración 66. Fundición. Vista fondo del pozo.**

**Fuente: Propia.**

Para las recamaras más pequeñas de  $\phi=1.90\text{m}$  y  $\phi=2.0\text{m}$  al ser menos cantidad de concreto, este se es mezclado en obra con proporciones 1:2:2 en cantidades variables entre 3 y 4 metros cúbicos. Aproximadamente 25 a 30 bultos de cemento de 50 kg se gastaron por fundición para dichas proporciones.



**Ilustración 69. Fundición con ccto mezclado en Obra.**

**Fuente: Propia.**



**Ilustración 68. Cámara de inspección con formaleta interna y externa.**

**Fuente: Propia.**

Luego de tener todo el cilindro o las paredes de las recamaras completamente terminadas se procede a instalar la formaleta del brocal, el acero figurado y amarrado para luego fundir con concreto mezclado en obra (1:2:2).



**Ilustración 71. Fundición del Brocal.**

**Fuente: Propia.**



**Ilustración 70. cámara de inspección terminada.**

**Fuente: Propia.**

#### **6.2.4 Colocación de los peldaños.**

Se realizó de diferentes formas, cada una según el criterio del maestro y facilidad, la más sencilla y más útil fue perforar las paredes de la recamara una vez fundidas y quitadas las formaletas. Posteriormente se instalaron los peldaños ya bañados en anticorrosivo y aplicando un epóxico para evitar problemas con la conexión.



**Ilustración 72. Instalación de peldaños.**

**Fuente: Propia.**

### **6.2.5 Relleno.**

Se ejecutó de dos tipos, el inicial utilizado para recamaras más grandes a consecuencia en que el pozo no condescendía el espacio suficiente para ubicar la formaleta externa y recuperarla posteriormente de la fundición, y la segunda y más común de rellenar con roca muerta y compactar con saltarín en recamaras un poco más pequeñas.

Este procedimiento de relleno se realizó inmediatamente instaladas las láminas Liner verticales, fundidas las paredes de las recamaras y desinstaladas las formaletas.



***Ilustración 74. Relleno y compactación con saltarín.***

***Fuente: Propia.***



## **7. ACTIVIDADES DEL PASANTE EN INGENIERIA CIVIL.**

El realizar mi trabajo grado en modalidad pasantía en el campo de la construcción permitió aplicar muchos de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, siendo esto un gran pilar para salir al campo laboral debido a la experiencia obtenida. Además del manejo y conocimientos aportados por los ingenieros, maestros, oficiales y obreros obtuve una gran oportunidad de conocer a primera mano sobre la excavación sin zanja, primera vez utilizada al sur de Colombia y la primera en el cauca. El trabajo como pasante es muy fructífero ya que permite desempeñar el papel profesional en la toma de decisiones en el momento que se requieren.

### **7.1 PRIMERA FASE.**

En la primera fase del proyecto relacionado con la construcción de los pozos y túneles hechos en Liner y labor correspondiente a la empresa Redes y Túneles mis tareas a realizar inicialmente fueron:

#### **7.1.1 Inspección general.**

Debido a que las labores de construcción eran netamente elaboradas por la empresa 'Redes y Túneles' y por la poca presencia del personal de Occiviles, mi trabajo inicial fue consultar todo lo relacionado con la ejecución y construcción de alcantarillados a base de túnel Liner para de esta manera objetar o reportar anomalías ante mis jefes inmediatos. Además de investigar sobre el funcionamiento y elaboración de este tipo de excavación sin zanja adquirí los conocimientos en trabajo seguro en alturas ya que es necesario obtener dicha noción para realizar inspección más específica dentro los pozos y túneles. Más detalladamente las tareas a realizar en dicha revisión eran:

Asegurar que se realice la inyección de mortero para brindar mayor estabilidad entre lámina Liner y terreno porque solo anillos de contención en muchos casos no son suficientes para contener la excavación.

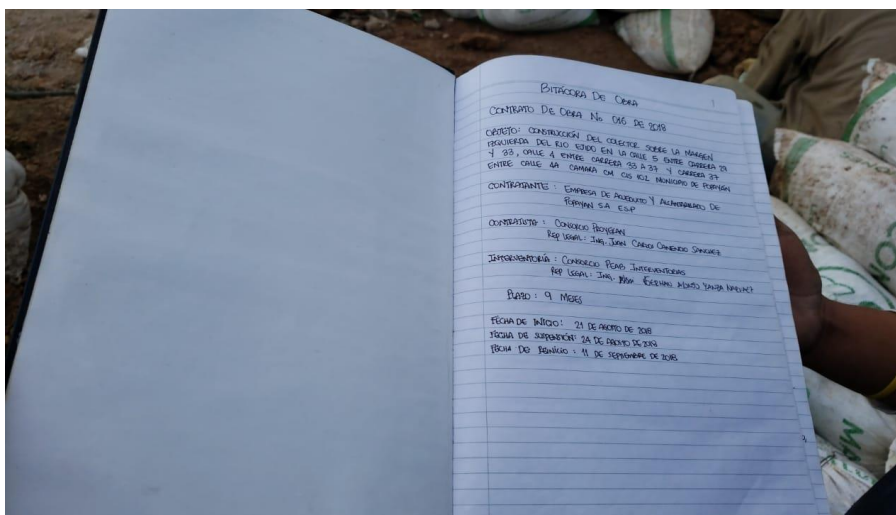
Cerciorarse que la pendiente de diseño para el alcantarillado cumple con cada tubo que se es instalado e inyectado posteriormente.

Asegurarse que la tubería a inyectar de mortero se aplica como máximo para tres tubos conectados o embonados en línea, puesto que el procedimiento para este tipo de tubería no permite realizarse para más unidades conectadas.

Verificar que la empresa contratada para la elaboración de los túneles e instalación de tubería aplica el aditivo y las proporciones estipuladas o acordadas con el contratista para las mezclas a emplear en la construcción.

### 7.1.2 Registro diario de avance

Llevar el control diario de la bitácora era una de mis tareas a realizar, escribir el avance en la excavación, instalación de tubería, inyección, clima, materiales recibidos en obra, las novedades ocurridas a diario, entre otras cosas.



*Ilustración 75. Bitácora de Obra.*

*Fuente: Propia.*

### 7.1.3 Asistencia para la generación de desniveles y de línea para la tubería.

Tarea realizada en muchas ocasiones durante la primera fase de la obra, algunas veces todos los días de la semana ya que se encontraban realizando excavación horizontal en la mayoría de los pozos. Básicamente el trabajo que realizaba era verificar y en algunas ocasiones dar desniveles para la tubería y comprobar el correcto alineamiento colaborando con la tarea que se encarga la topógrafa de la empresa Redes y Túneles.

Las pendientes de la tubería eran calculadas según el número de tubos correspondientes a instalar, es decir si es uno, son 3m a los cuales se le determina el 3% de desnivel o la pendiente requerida, de esta manera obteniendo la altura a la que cada unidad debe estar ubicada y asegurada para la inyección o la diferencia de lecturas con la que debe darse la pendiente requerida. Con el nivel de precisión



ubicado en el fondo del pozo se toma lectura en dos puntos, el inicial en la conexión fija con el tubo a instalar y la segunda al final de esta misma unidad verificando que la diferencia de estas lecturas sea el valor determinado para cumplir con la pendiente requerida.



*Ilustración 76. Asistencia en la generación de desniveles y línea.*

*Fuente: Propia.*

## **7.2 SEGUNDA FASE.**

En esta fase de la construcción las actividades a realizar son relacionadas en la dirección, control y ejecución de las recamaras de inspección. Debido a que dicha tarea corresponde a la empresa dueña del contrato (Occiviles).

### **7.2.1 Manejo del personal.**

Gracias a mi constante presencia en la obra a lo largo de la pasantía se me asignó una gran responsabilidad la cual era dirigir diariamente los maestros presentes en el proyecto recibiendo algunas indicaciones día a día para dar el indicado manejo en la construcción, también estaba delegado para hacer el acompañamiento en las labores de construcción, asistía en conocimiento si se era necesario de manera inmediata. Además, era la persona encargada de recibir solicitudes en materiales, herramientas y problemas que ocurrían a diario.

### **7.2.2 Verificación para el cumplimiento del diseño estructural.**


Cuando se avanza en la figuración y amarrado de hierro es esencial hacer el acompañamiento, dirección y verificación del plano para que de esta manera se cumplan con las exigencias del diseño estructural. En este punto mi labor era la verificación en el fondo del pozo una vez que se avanza en la fundición de un tramo, tomando medidas y haciendo recomendaciones como el acomodo de los costales



de relleno para cumplir con el recubrimiento de la recamara, las medidas aplicadas, traslajos, la compactación del material, esencial para no tener fallas a futuro, entre otras. También era el encargado de recibir el concreto premezclado para las fundiciones de algunas recamaras, materiales, equipos, verificar la correcta fundición y elaboración de los cilindros de ensayo.

### 7.2.3 Control de asistencia.

Aparte del trabajo técnico de la construcción, estaba delegado a realizar otros trabajos en la parte administrativa de la obra, como el control de asistencia diario de los trabajadores y maestros.

			PLANILLA PARA EL CONTROL DE PERSONAL																												Codigo: F-GI-009			
			GESTION INTEGRAL																												Version: 001			
REFERENCIA			PLANILLA DE CONTROL DE PERSONAL														CENTRO DE TRABAJO							CONSORCIO PROYEKAN										
ENCARGADO			FABER EDUARDO GOMEZ CARVAJAL														FECHA							DICIEMBRE DE 2019										
			MES																															
Noº	NOMBRE	REFERENCIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	GENARO CUELLAR	MAESTRO	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	
2	VICTOR SATIZABAL	MAESTRO	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	
3	ALBERTO GUTIERREZ	OFICIAL	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	
4	SILVIO SANCHEZ	AYUDANTE	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	
5	JOSÉ CAMAYO	AYUDANTE	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X			X	X	X	X	X	
6	LIDER PAZ	MAESTRO	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	
7	JUAN PAZ	AYUDANTE	X	X	X	X	X	X					X	X	X	-	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	-
8	LESMU MANQUILLO	AYUDANTE	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	
9	LUIS MANQUILLO	AYUDANTE	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	
10	JHON VILLAQUIRAN	AYUDANTE	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	
11	MANUEL LEON	AYUDANTE	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	
12	JONATHAN PAZ	AYUDANTE	X	X	X	X	X	X					X	X	-	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	
13	DAVID MARTINEZ	AYUDANTE	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	X	-	X		X	X		X	X	X	X	X
14	SAUL CUARAN	MAESTRO	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	
15	YIMY CUARAN	AYUDANTE	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	
16	EDIER IDROBO	AYUDANTE	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	
17	JULIAN MONTENEGRO	AYUDANTE	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	
18	SABRAIN HOYOS	AYUDANTE	X	X	X	-	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	-	X	X		X	X		X	X	X	X	X
19	HENRY VIDAL	AYUDANTE	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	-	X	X	
20	DUVAN CAMPO	AYUDANTE	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	
21	WILLIAN CAMPO	AYUDANTE	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	

**Tabla 6. Control de asistencia.**


**Fuente: Propia.**





### 7.2.4 Pedido de materiales, equipos e inventario de equipos y herramientas.

En la dirección del almacén había un trabajo constante dentro del cual era fundamental llevar un registro adecuado y detallado de los materiales y equipos que entran y salen de la obra y del bastimento. Además de llevar el control de los materiales se tenía que tener un control constante y organizado de la utilización de los equipos manipulados en obra.

		INVENTARIO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS		Codigo: F-GI-017
		GESTION INTEGRAL		Version: 002
				Pagina 1 de 1
INSPECTOR O ING AUXILIAR ENCARGADO:		FABER EDUARDO GOMEZ CARVAJAL		
RESPONSABLE :		JUAN PABLO GONZALEZ		
REGISTRO FOTOGRAFICO:		SI		
FECHA	NOMBRE DEL EQUIPO O HERRAMIENTA	TIEMPO EN MINUTOS	FRACCION HORA (TIEMPO EN MINUTOS/ 60)	DESCRIPCION ACTIVIDAD
16/12/2019	motobomba 2in	180	3	BOMBEO POZO 2
17/12/2019	motobomba 2in	180	3	BOMBEO POZO 2
20/12/2019	planta electrica	120	2	CORTE Y FIGURADO DE HIERRO
6/12/2019	mezcladora azul	240	4	FUNDICION RECAMARA 3
12/12/2019	mezcladora azul	120	2	FUNDICION RECAMARA 3
18/12/2019	motobomba 1in	120	2	BOMBEO POZO 4
23/12/2019	motobomba 3in	480	8	BOMBEO POZO 4
24/12/2019	motobomba 1in	480	8	BOMBEO POZO 4
24/12/2019	motobomba 3in	480	8	BOMBEO POZO 4
25/12/2019	planta electrica	180	3	CORTE Y FIGURADO DE HIERRO
27/12/2019	motobomba 1in	480	8	BOMBEO POZO 4
27/12/2019	motobomba 3in	480	8	BOMBEO POZO 4
28/12/2019	motobomba 1in	480	8	BOMBEO POZO 4
28/12/2019	motobomba 2in	480	8	BOMBEO POZO 4
28/12/2019	motobomba 3in	480	8	BOMBEO POZO 4
30/12/2019	motobomba 3in	480	8	BOMBEO POZO 4
30/01/2019	motobomba 2in	480	8	BOMBEO POZO 4
30/12/2019	mezcladora naranja	180	3	FUNDICION SOLADO POZO 1
2/01/2020	motobomba 2in	480	8	BOMBEO POZO 4
2/01/2020	motobomba 1in	480	8	BOMBEO POZO 5
2/01/2020	motobomba 3in	480	8	BOMBEO POZO 6
3/01/2020	motobomba 3in	480	8	BOMBEO POZO 7
3/01/2020	motobomba 2in	480	8	BOMBEO POZO 8
4/01/2020	mezcladora naranja	180	3	FUNDICION RECAMARA 2

**Tabla 7. Inventario de equipos y herramientas.**

**Fuente: Propia.**

### 7.2.5 Control de fundiciones y elaboración de muestras de ensayo.

Estaba encargado de pedir, verificar y recibir el concreto premezclado en obra, así como constatar de la correcta fundición hecha en las paredes de la recamara. Cada vez que se iban a realizar las fundiciones tenía que efectuar los cálculos para hacer el posterior pedido de arena, triturado y cemento según las proporciones que se fuera a realizar la fundición o en su caso concreto premezclado. También hacía los cilindros de ensayo, registro y posterior envío de ellos para su estudio.



**Ilustración 77. Concreto recibido en obra.**

**Fuente: Propia.**



**Ilustración 79. Elaboración de muestras de ensayo.**

**Fuente: Propia.**



**Ilustración 78. Almacenamiento en obra de muestras de ensayo.**

**Fuente: Propia.**



REFERENCIA		FORMATO CONTROL DE REFERENCIAS			Codigo: F-GI-034
RESPONSABLE		FABER EDUARDO GOMEZ CARVAJAL			Version: 002
		CENTRO DE TRABAJO:			PROYEKAN
FECHA DE FUNDICION	CANTIDAD DE MUESTRAS	DESCRIPCION DE LA FUNDICION	TOMA DE MUESTRAS	RESISTENCIA	OBSERVACIONES
6 DE DICIEMBRE	3	LOSA DE FONDO RECAMARA C02-03	SI	4000 PSI	Ø=3.0m y e=30cm cc a mezcladora
11 DE DICIEMBRE	3	PAREDES RECAMARA C02-03	SI	4000 PSI	0 - 2.5m cc premezclado
18 DE DICIEMBRE	3	PAREDES RECAMARA C02-03	SI	4000 PSI	2.5 - 5m cc premezclado
20 DE DICIEMBRE	3	LOSA DE FONDO RECAMARA C02-02	SI	4000 PSI	Ø=2.0m y e=30cm cc a mezcladora
27 DE DICIEMBRE	3	PAREDES RECAMARA C02-02	SI	4000 PSI	1 - 3.5m cc a mezcladora
27 DE DICIEMBRE	3	PAREDES RECAMARA C02-03	SI	4000 PSI	5 - 7.5m cc premezclado
03 DE ENERO	3	PAREDES RECAMARA C02-03	SI	4000 PSI	7.5 - 8.5 cc premezclado
04 DE ENERO	3	PAREDES RECAMARA C02-02	SI	4000 PSI	3.5 - 6m cc a mezcladora
08 DE ENERO	3	BROCAL Y TAPA SUPERIOR	SI	4000 PSI	Ø=3.0m y e=30cm cc a mezcladora
08 DE ENERO	3	PAREDES RECAMARA C02-02	SI	4000 PSI	6 - 8.5m cc a mezcladora
09 DE ENERO	3	LOSA DE FONDO C02-04	SI	4000 PSI	Ø=3.0m y e=30cm cc a mezcladora
11 DE ENERO	3	PAREDES RECAMARA C02-04	SI	4000 PSI	0 - 1.2m cc a mezcladora
13 DE ENERO	3	BROCAL Y TAPA SUPERIOR	SI	4000 PSI	Ø=2.0m y e=30cm cc a mezcladora
15 DE ENERO	3	PAREDES RECAMARA C02-01	SI	4000 PSI	0 - 2.5m cc a mezcladora
18 DE ENERO	3	PAREDES RECAMARA C02-01	SI	4000 PSI	2.5 - 5.0m cc a mezcladora
18 DE ENERO	3	PAREDES RECAMARA C02-04	SI	4000 PSI	1.2 - 3.7m cc premezclado

**Tabla 8. Control de fundiciones.**

**Fuente: Propia.**

### 7.2.6 Control de volquetas.

Dado que las labores de construcción de los pozos y túneles cuentan con trabajos constantes de excavaciones y de hasta 5 cuadrillas de 8 trabajadores realizando dicha operación se decide contratar una volqueta y un mini cargador para realizar limpieza a diario y constantemente. Mi labor en esta operación era la dirección, regulación y control diario de dicho equipo, indicando los lugares a limpiar junto con el registro fotográfico y escrito a diario de dicho trabajo. Otra labor similar era llevar el registro escrito del material recibido en obra tal como tubería, arena y triturado para las fundiciones.



**Ilustración 80. Mini cargador y Volqueta contratados para limpieza.**



**Ilustración 81. Descargue de material en Obra.**

**Fuente: Propia.**

**Fuente: Propia.**

					FORMATO DE CONTROL DE VIAJES	Codigo: F-GL-0.31
					GESTION DE LICITACIONES	Version: 003 pagina 1 de 1
REFERENCIA	CONTROL DE VOLQUETAS					
RESPONSABLE	FABER EDUARDO GOMEZ CARVAJAL			CENTRO DE TRABAJO:		EJIDO 3
FECHA	Nº RECIBO	PLACA	MATERIAL	VOL M3	NOMBRE DEL CONDUCTOR	SITIO DE CARGA
13/11/2019	992	SPK876	BARRO	7	IVAN LOPEZ	TRAMO 6-8
13/11/2019	992	SPK876	BARRO	7	IVAN LOPEZ	TRAMO 4-5
13/11/2019	992	SPK876	BARRO	7	IVAN LOPEZ	TRAMO 6-8
14/11/2019	993	SPK876	BARRO	7	IVAN LOPEZ	TRAMO 6-8
14/11/2019	993	SPK876	BARRO	7	IVAN LOPEZ	TRAMO 6-8
15/11/2019	994	SPK876	BARRO	7	IVAN LOPEZ	TRAMO 6-8
15/11/2019	994	SPK876	BARRO	7	IVAN LOPEZ	TRAMO 6-8
15/11/2019	994	SPK876	BARRO	7	IVAN LOPEZ	TRAMO 1-CIS 85
16/11/2019	995	SPK876	BARRO	7	IVAN LOPEZ	TRAMO 6-8
19/11/2019	996	SPK876	BARRO	7	IVAN LOPEZ	TRAMO 6-8
20/11/2019	997	SPK877	BARRO	7	IVAN LOPEZ	TRAMO 6-8
28/11/2019	1101	OQE455	A. DE PEÑA	7	PATIÑO	POZO 3
28/11/2019	1102	OQE455	A. DE PEÑA	7	PATIÑO	POZO 3
10/12/2019	1103	OQE165	ROCA MUERTA	7	HAROLD CHITO	POZO 3
10/12/2019	1104	OQE454	A.DE PEÑA	7	MAICOL GONZALEZ	POZO 4
10/12/2019	1105	OQE455	A.DE PEÑA	7	MAICOL GONZALEZ	POZO 2
10/12/2019	1106	OQE165	ROCA MUERTA	7	HAROLD CHITO	POZO 3
26/12/2019	1108	SQX928	A. DE PEÑA	7.7	PATIÑO	POZO 1
27/12/2019	1109	OQE455	A. DE PEÑA	21	PATIÑO	POZO 4 Y 3
28/12/2019	1110	YAB054	A. DE PEÑA	7	ALONSO VARGAS	POZO 1
29/12/2019	1111	OQE054	ROCA MUERTA	7	LOPEZ	POZO 2

**Tabla 9. Control de viajes.**

**Fuente: Propia.**



## **8. CONCLUSIONES.**

- ✓ Aprendí de forma detallada y amplia un nuevo procedimiento aplicado para la excavación sin zanja, sus beneficios ambientales, visual, económico y sobre todo el impacto sobre la sociedad y lo fundamental que es socializarlo. Además de conocer todas sus ventajas y desventajas, a primera mano detallé y participé en su organización y realización técnica del procedimiento constructivo.
- ✓ La parte teórica adquirida en la universidad fue fundamental para analizar, calcular y tomar decisiones en la construcción. Estos conocimientos fueron un factor importante para tener una sustancial participación y controlar variables que se encontraron en la ejecución de la obra.
- ✓ En el lado de la seguridad la perforación sin zanja garantiza no hacer daños a vías y estructuras ubicadas en la dirección de la construcción, debido a que los anillos Liner actúan como entibado para el proceso constructivo y la realización de los túneles la no interferencia en el tránsito común.
- ✓ Es importante el registro continuo y organizado de los materiales, equipos, herramientas y mano de obra para no tener falencias, evitar retrasos o pérdidas y un posible incumplimiento en los tiempos establecidos de la construcción. Aunque el ser encargado de la bodega parece una labor sencilla, hay que tener un orden específico y riguroso para evitar inconvenientes o problemas por falta de material y herramientas.
- ✓ Las obras civiles relacionadas con la construcción en alturas y espacios confinados son de bastante riesgo, para lo cual es importante la capacitación para trabajar en este tipo de condiciones, la utilización de materiales en dichos sitios, la supervisión del personal de obra verificando las medidas de seguridad y conocimientos básicos para tener un lugar seguro y libre de inconvenientes.



## 9. BIBLIOGRAFIA.

- TUNNEL LINER. (2014). Armco staco. Recuperado de [https://www.armcostaco.com.br/armco/upload/download/folder\\_TL\\_es\\_2014.pdf](https://www.armcostaco.com.br/armco/upload/download/folder_TL_es_2014.pdf)
- TUNNEL LINER. Perforaciones e Ingenieria Colombia s.a.s Tecnologia sin huella. Recuperado de <https://perforacioneseingenieria.com/tunnel-liner.html>.
- TUNNEL LINER. TECNOVIAL. Recuperado de <http://www.tecnovial.cl/ficha/tunnelliner.pdf>.
- YORLY BRIGETTE LEGUIZAMÓN GALICIA. 2015. METODOLOGÍA PARA REALIZAR PERFORACIÓN DIRIGIDA EN LA MODALIDAD DE PIPE RAMMING Y TÚNEL LINER. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.
- Diseños, planos y documentos internos del consorcio ProyeKan.
- Instituto Nacional de Vías, Norma 404 - 2007, ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)
- Instituto Nacional de Vías, Norma 410 - 2007, RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO.
- NSR. (2010). Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente.
- CONCRETO SIMPLE. Gerardo Antonio Rivera López, Ingeniero Civil, Universidad del Cauca, CAPITULO 10. PROPOCIONES EN VOLUMEN SUELTO.



**10. ANEXOS.**



**NIT 900.135.121-8**

Popayán, 12 de septiembre de 2019

Doctora  
SANDRA MARIA FERNANDEZ CORAL  
Secretario General  
Facultad de Ingenieria Civil  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
Popayán

Referencia: Respuesta

O.S.A 1475-19

Respetada Doctora

Mediante el presente me permito informar que mi firma Proyectos y Construcciones de Occidente S.A "Occiviles S.A" ; acepta al estudiante **FABER EDUARDO GOMEZ CARVAJAL** identificado con cédula de ciudadanía **1.061.809.835** de Popayán, estudiante de Décimo semestre de ingeniería civil como pasante en la **CONSTRUCCION DEL COLECTOR SOBRE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO EJIDO EN LA CALLE 5 ENTRE CARRERA 29 Y33; CALLE 4 ENTRE CARRERA 33 A 37 Y CARRERA 37 ENTRE CALLE 4º CAMARA CM CIS 102 MUNICIPIO DE POPAYÁN.**

La empresa afiliará al pasante a salud, pensión y ARL.

Agradeciendo su amable atención,

Atentamente,

**ING. JUAN PABLO GÓNZALEZ GIRON**  
Representante Legal Suplente "Occiviles S.A."

c.c archivo





Universidad  
del Cauca

Facultad de Ingeniería Civil

8.3.2-92.8/860

Popayán, 09 de septiembre de 2019

Doctor

JUAN CARLOS CANENCIO SANCHEZ

Gerente General

Proyectos y Construcciones de Occidente S.A (Occiviles)

Ciudad

Asunto: Solicitud Pasantes

Cordial saludo

Me es grato presentar al estudiante FABER EDUARDO GOMEZ CARVAJAL, identificado con la cédula de ciudadanía No. 1.061.809.835, quien aspira a participar en una pasantía en la empresa de la cual usted hace parte.

El estudiante FABER EDUARDO GOMEZ CARVAJAL es estudiante de decimo semestre del Programa de Ingeniería Civil y mucho ayudaría en su formación personal y profesional el que pudiera ser admitido en las prácticas que ustedes puedan programar para estudiantes de Ingeniería.

El estudiante FABER EDUARDO GOMEZ CARVAJAL tiene la disponibilidad de tiempo para atender este trabajo, si así lo dispone la empresa, a partir de la fecha que convengan los interesados. El tiempo exigido por la Universidad es de quinientas setenta y seis (576) horas.

La actividad del mencionado estudiante deberá ser cubierta mediante a afiliación a Riesgos Laborales según el Decreto 055 del 14 de enero de 2015 y será supervisada bajo la tutoría de un docente de la Facultad.

Al finalizar la práctica, le solicito amablemente allegar una certificación que exprese el grado de cumplimiento de la práctica, en una escala de 1 a 5.

Atentamente,

SANDRA MARIA FERNANDEZ CORAL  
Secretaría General





**NIT 900.135.121-8**

Popayán, 04 de Febrero de 2020

Doctora  
SANDRA MARIA FERNANDEZ CORAL  
Secretario General  
Facultad de Ingenieria Civil  
UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
Popayán

O.S.A. 1565-20

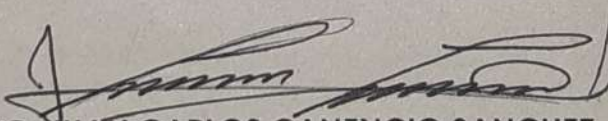
Referencia: Certificacion

Respetada Doctora

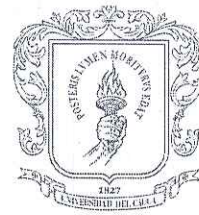
Mediante el presente le informo que **FABER EDUARDO GOMEZ CARVAJAL** identificado con cédula de ciudadanía **1.061.809.835**, de Popayan, realizo su pasantía en **la obra construcción del colector sobre la margen izquierda del Rio eJIDO en la calle 5 entre carrera 29 y 33; cile 4 entre carrera 33 a 37 y carrera 37 entre calle 4 camara CM CIA 102 Municipio de Popayán**, desde el dia veintiuno (21) de Octubre de 2019 hasta veintiuno (21) de enero de 2020, para un total de **Quinientas Setenta y Seis (576) horas**.

Agradeciendo su amable atención,

Atentamente;



**ING. JUAN CARLOS GANENCIO SANCHEZ**  
Representante Legal "Occiviles S.A."  
CC. 10.543.040 Popayán



**RESOLUCIÓN No. 225 DE 2019**  
**09 DE OCTUBRE**  
8.3.2-90.2

Por la cual se autoriza un TRABAJO DE GRADO, **PRACTICA PROFESIONAL - PASANTIA**, y se designa su Director.

EL CONSEJO DE FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL de la Universidad del Cauca, en uso de sus atribuciones funcionales y,

**CONSIDERANDO**

Que mediante los Acuerdos 002 de 1989, 003 y 004 de 1994 y 027 de 2012, emanados del Consejo Académico de la Universidad del Cauca, se estableció el TRABAJO DE GRADO y por Resolución No. 820 de 2014 del Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, se reglamentó dicho Trabajo de Grado en las modalidades Investigación, Pasantía y Práctica Social.

**R E S U E L V E**

ARTÍCULO ÚNICO: Autoriza al estudiante **FABER EDUARDO GOMEZ CARVAJAL**, con código 100415010700 la ejecución y desarrollo del Trabajo de grado, **Practica Profesional-Pasantía** titulado: Auxiliar de Ingeniería en Construcción del Colector sobre la margen Izquierda del rio Ejido en la calle 5 entre carrera 29 y 33; calle 4 entre carrera 33 a 37 y carrera 37 entre calle 4a, bajo la dirección del Ingeniero (a) Nelson Rivas Muñoz, avalado por el Consejo de Facultad como requisito parcial para optar al título de Ingeniero(a) Civil.

**COMUNIQUESE Y CÚMPLASE**

Se expide en Popayán, a los Nueve (09) días del mes de octubre de dos mil diecinueve (2019)

**Ing. ALDEMAR JOSÉ GONZÁLEZ FERNÁNDEZ**  
Presidente del Consejo

**SANDRA MARIA FERNANDEZ CORAL**  
Secretaria General

Elaboro: Diana Mesias



ISO 9001-SC-CF649632



ICNet-CH-SC-CF649632

*Hacia una Universidad comprometida con la paz territorial*

Facultad de Ingeniería Civil  
Calle 2 Carrera 15N Esquina, Campus Universitario de Tulcán  
Popayán - Cauca - Colombia  
Teléfono: 8209821, Conmutador 8209800 Exts. 2200, 2201, 2205  
Email: [d-civil@unicauca.edu.co](mailto:d-civil@unicauca.edu.co), [www.unicauca.edu.co](http://www.unicauca.edu.co)