

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO  
MODALIDAD PASANTÍA, PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**AUXILIAR EN RESIDENCIA EN LA OBRA “MEJORAMIENTO Y/O  
CONSTRUCCIÓN DE VÍAS TERCARIAS EN LA CIUDAD DE POPAYÁN”**



**AUTOR:  
NICOLÁS ALEJANDRO RODRÍGUEZ MARTÍNEZ**

**CÓDIGO:  
100416011480**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN, CAUCA  
2022**

**AUXILIAR EN RESIDENCIA EN LA OBRA “MEJORAMIENTO Y/O  
CONSTRUCCIÓN DE VÍAS TERCARIAS EN LA CIUDAD DE POPAYÁN”**



**AUTOR:  
NICOLÁS ALEJANDRO RODRÍGUEZ MARTÍNEZ**

**DIRECTOR:  
ING. ANDREA CAROLINA PAREDES CERÓN**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN, CAUCA  
2022**

## **AGRADECIMIENTOS**

Ha sido un largo camino para llegar a este punto, se han presentado todo tipo de obstáculos en el trayecto que han dificultado lograr este momento, sin embargo, hoy quiero agradecer a Dios por ser mi guía y ayudarme en todas las situaciones complicadas que se han presentado durante estos años.

Igualmente quiero agradecer a mi familia, en especial a mi madre Janeth por siempre estar conmigo y ayudarme, a mi padre Javier por aconsejarme y a mi hermano Javier por entenderme durante todos estos años, finalmente quería agradecer a mi tutora Carolina por apoyarme durante este muy importante proceso y a todas las personas que en algún momento en mayor o menor medida fueron importantes para lograr este objetivo.

La universidad del Cauca y cada uno de sus miembros me han dado las herramientas para formarme tanto en: saberes como en ética profesional, los cuales estoy seguro que ejerceré y representare de la mejor manera posible como ingeniero civil.

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	10
2. OBJETIVOS .....	11
2.1 OBJETIVO GENERAL .....	11
2.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
3. JUSTIFICACIÓN .....	12
4. MARCO INSTITUCIONAL .....	13
4.1 MISIÓN .....	13
4.1.1 VISIÓN .....	14
5. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	15
5.1 LOCALIZACIÓN .....	15
5.1.1 ENTIDAD RECEPTORA .....	16
6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	17
7. RECURSOS UTILIZADOS .....	18
8. METODOLOGÍA .....	19
9. OBRA EL TRIUNFO .....	20
9.1.1 LOCALIZACIÓN EL TRIUNFO .....	21
9.1.2 PROCESO CONSTRUCTIVO EL TRIUNFO .....	22

10. OBRA BELALCÁZAR .....	38
10.1.1 LOCALIZACIÓN BELALCÁZAR .....	39
10.1.2 PROCESO CONSTRUCTIVO BELALCÁZAR .....	40
11. OBRA SANTIAGO DE CALI .....	49
11.1.1 LOCALIZACIÓN SANTIAGO DE CALI .....	50
11.1.2 PROCESO CONSTRUCTIVO SANTIAGO DE CALI .....	51
12. OBRA LOMALINDA .....	64
12.1.1 LOCALIZACIÓN LOMALINDA .....	65
12.1.2 PROCESO CONSTRUCTIVO ANDENES LOMALINDA .....	66
12.1.3 PROCESO CONSTRUCTIVO CAMINOS LOMALINDA .....	71
12.1.4 PROCESO CONSTRUCTIVO PAVIMENTOS LOMALINDA .....	74
13. CONCLUSIONES .....	84
14. ANEXOS .....	86
15. BIBLIOGRAFÍA .....	88

## LISTAS DE TABLAS

Tabla 1 Cronograma de actividades.....	17
Tabla 2 Recursos utilizados.....	18
Tabla 3 Reporte de actividades el triunfo.....	20
Tabla 4 Clase Sub base granular.....	25
Tabla 5 Recomendaciones pasadores.....	30
Tabla 6 Costos obra El Triunfo.....	35
Tabla 7 Reporte de actividades Belalcázar.....	38
Tabla 8 Costos obra Belalcázar.....	47
Tabla 9 Reporte de actividades Santiago de Cali.....	49
Tabla 10 Costos obra Santiago de Cali.....	62
Tabla 11 Reporte de actividades Lomalinda.....	64
Tabla 12 Tipo de gradación.....	76
Tabla 13 Franjas granulométricas de los agregados combinados.....	76
Tabla 14 Costos obras Lomalinda.....	81

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 localización Popayán en Cauca Colombia.....	15
Ilustración 2 logo entidad receptora.....	16
Ilustración 3 localización obra El triunfo.....	21
Ilustración 4 excavación obra El triunfo.....	23
Ilustración 5 compactación subrasante obra El triunfo.....	24
Ilustración 6 reparación obra El triunfo.....	25
Ilustración 7 mejoramiento sub base obra El triunfo.....	26
Ilustración 8 formaleta obra El triunfo.....	27
Ilustración 9 acero refuerzo obra El triunfo.....	28
Ilustración 10 cimbra obra El triunfo.....	29
Ilustración 11 fundición obra El triunfo.....	31
Ilustración 12 vibrado obra El triunfo.....	32
Ilustración 13 acabados obra El triunfo.....	33
Ilustración 14 texturizado parcial obra El triunfo.....	34
Ilustración 15 texturizado final obra El triunfo.....	34
Ilustración 16 localización obra Belalcázar.....	39
Ilustración 17 descapote obra Belalcázar.....	41
Ilustración 18 formaleta obra Belalcázar.....	42
Ilustración 19 fundición obra Belalcázar.....	43
Ilustración 20 vibrado obra Belalcázar.....	44



Ilustración 21 acabados obra Belalcázar.....	45
Ilustración 22 texturizado obra Belalcázar.....	46
Ilustración 23 localización obra Santiago de Cali.....	50
Ilustración 24 excavación obra Santiago de Cal.....	51
Ilustración 25 nivelación y perfilación obra Santiago de Cali.....	52
Ilustración 26 riego y compactación obra Santiago de Cali.....	53
Ilustración 27 formaleta obra Santiago de Cali.....	54
Ilustración 28 sumidero obra Santiago de Cali.....	55
Ilustración 29 viga refuerzo obra Santiago de Cali.....	56
Ilustración 30 acero refuerzo obra Santiago de Cali.....	57
Ilustración 31 fundición obra Santiago de Cali.....	58
Ilustración 32 vibrado obra Santiago de Cali.....	59
Ilustración 33 acabados obra Santiago de Cali.....	60
Ilustración 34 texturizado obra Santiago de Cali.....	61
Ilustración 35 localización obra Lomalinda.....	65
Ilustración 36 descapote obra Lomalinda.....	66
Ilustración 37 compactación obra Lomalinda.....	67
Ilustración 38 formaletas obra Lomalinda.....	68
Ilustración 39 fundición obra Lomalinda.....	69
Ilustración 40 vibrado y acabados obra Lomalinda.....	70
Ilustración 41 texturizado obra Lomalinda.....	71
Ilustración 42 concreto de caminos obra Lomalinda.....	72
Ilustración 43 acabados de caminos obra Lomalinda.....	73



Ilustración 44 texturizado de caminos obra Lomalinda.....	74
Ilustración 45 remoción pavimento obra Lomalinda.....	75
Ilustración 46 mezcla asfáltica obra Lomalinda.....	78
Ilustración 47 colocación mezcla asfáltica obra Lomalinda.....	79
Ilustración 48 compactación mezcla asfáltica obra Lomalinda.....	80
Ilustración 49 compactación final obra Lomalinda.....	80

## 1. INTRODUCCIÓN

El transporte terrestre ha sido la principal manera de desplazarse desde hace mucho tiempo atrás, por lo tanto, todas las personas usan vías las cuales corresponden al espacio destinado para movilizarse de un lugar a otro a un sinnúmero de destinos; al pasar de los años se han ido incrementando los problemas relacionados a la contaminación ambiental, servicios y movilidad, debido a esto se crea la necesidad de hacer nuevas vías o mejorar las existentes para llegar a diferentes lugares.

Con el paso del tiempo se observa que durante o al término de las ejecuciones de obra, en lo que se refiere a mejorar o diseñar vías se evidencia que se construyen de manera inadecuada, por ende, se encuentra que el estado de las mismas no es el mejor, lo cual hace muy necesario crear nuevos proyectos para mejorarlas.

Por ello el objetivo de la presente pasantía es realizar la práctica profesional como auxiliar de ingeniera en la construcción y/o rehabilitación y/o mejoramiento de la infraestructura vial dentro de la ciudad de Popayán, haciendo énfasis en vías terciarias y de mayor deterioramiento, específicamente en cuatro obras: barrio Loma Linda, barrio Belalcazar, barrio Santiago De Cali y barrio El Triunfo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Intervenir como ingeniero auxiliar durante la práctica laboral, específicamente en la ejecución del proyecto “CONSTRUCCIÓN Y/O REHABILITACIÓN Y/O MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL A TRAVÉS DE PRESUPUESTO PARTICIPATIVO PRIORIZADO” en las diferentes obras en Popayán con el propósito de cumplir con el chequeo de los diferentes requerimientos a nivel de campo durante la ejecución de la pasantía.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Participar en la elaboración de una bitácora en donde se registra el avance diario de obra.
- Realizar visitas al sitio de ejecución de obra en compañía del ingeniero residente y/o jefe de obra.
- Observar y analizar los problemas presentados en la ejecución de la obra y plantear de manera concertada con el ingeniero residente encargado una posible solución de los mismos.
- Llevar un registro fotográfico acorde a cada etapa de elaboración en obra.
- Presentar un Informe final de trabajo de grado que vaya acorde a los requerimientos fijados por la Universidad del Cauca.

### 3. JUSTIFICACIÓN

El trabajo de grado modalidad pasantía tiene como énfasis lograr que el estudiante ponga en práctica los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera en diferentes situaciones de la vida profesional, para dar solución a los diferentes problemas que se presenten en obra.

Durante este periodo el estudiante se familiariza con el ambiente laboral como una primera incorporación a dicha actividad, además de poder contar con la asesoría y/o supervisión de ingenieros residentes, ingeniero interventor, maestros de obra, etc..., para poder pensar, identificar y conocer las posibles soluciones a los inconvenientes que se presenten en cada trabajo a realizar.

La pasantía permite hacer una conexión entre un marco de evaluación académica y un contexto laboral real, permitiendo que el alumno se sienta identificado con este tipo de proyectos, organizaciones, técnicas y procesos que hagan más fácil su camino hacia la vida laboral, cuando se convierta en un profesional.

El trabajo de grado se hace gracias a la asociación con la empresa Consorcio Pavimentos DJ de Pereira Risaralda, específicamente en el área Pavimentos–Mejoramiento suelos en la ciudad de Popayán, trabajando como ingeniero auxiliar en las obras: Loma linda, Belalcázar, Santiago de Cali y El triunfo.

## **4. MARCO INSTITUCIONAL**

La Universidad del Cauca sigue siendo una institución de conocimiento, progreso y foro de libre análisis de las circunstancias y alternativas de la vida social, defensora del discurrir democrático de Colombia, a la vez que ha dinamizando de manera incesante la libertad de expresión y la participación ciudadana. En la última década se ha distinguido por el dinamismo de su estructura investigativa.

### **4.1 MISIÓN**

La Universidad del Cauca es una institución de educación superior pública, autónoma, del orden nacional, creada en los orígenes de la República de Colombia.

La Universidad del Cauca, fundada en su tradición y legado histórico, es un proyecto cultural que tiene un compromiso vital y permanente con el desarrollo social, mediante la educación crítica, responsable y creativa.

La Universidad forma personas con integridad ética, pertinencia e idoneidad profesional, demócratas comprometidos con el bienestar de la sociedad en armonía con el entorno.

La Universidad del Cauca genera y socializa la ciencia, la técnica, la tecnología, el arte y la cultura en la docencia, la investigación y la proyección social.

#### **4.1.1 VISIÓN**

La Universidad del Cauca, fiel a su lema "Posteris Lvmen Moritvrvs Edat" (Quién ha de morir deje su luz a la posteridad), tiene un compromiso histórico, vital y permanente con la construcción de una sociedad equitativa y justa en la formación de un ser humano integral, ético y solidario.

## 5. GENERALIDADES DEL PROYECTO

### 5.1 LOCALIZACIÓN

Las ejecuciones de las distintas obras se dan en la ciudad de Popayán, departamento de Cauca Colombia, dicho departamento corresponde a uno de los treinta y dos departamentos que, junto con Bogotá, Distrito Capital, componen el territorio la República de Colombia. Cuenta con una superficie 29.308 Km<sup>2</sup>, lo que representa el 2.56 % del territorio nacional, con una población de 1'464.488 habitantes (CNPV - 2019), limita al norte con el departamento del valle del cauca, al oriente con los departamentos de Tolima, Huila y Caquetá, al sur con los departamentos de Nariño y Putumayo, al occidente con el océano pacifico y Nariño y está dividido política y administrativamente en 42 municipios. La Ilustración 1 hace referencia a la ubicación de Popayán en Cauca Colombia.



*Ilustración 1 localización Popayán en Cauca Colombia*

*Fuente: Wikipedia, Popayán*

### 5.1.1 ENTIDAD RECEPTORA

#### NOMBRE EMPRESA

El presente trabajo de grado modalidad pasantía se hace con la empresa Consorcio Pavimentos DJ de Pereira Risaralda, (Ver Ilustración 2).

**CONSORCIO PAVIMENTOS DJ**  
**NIT 901.509.765-0**

*Ilustración 2 logo entidad receptora*

*Fuente: CONSORCIO PAVIMENTOS DJ*

#### NIT

901.509.765-0

#### REPRESENTANTE LEGAL

Dr. Diego Javier Cánchala Castro.

#### CÉDULA REPRESENTANTE

1.085.265.715

**DIRECCIÓN:** CR 34 19 71 ED LOS ALMENDROS AP 401

**CELULAR:** 3182703782

**CORREO ELECTRÓNICO:** diego.cdj@hotmail.com

#### TUTOR POR PARTE DE LA ENTIDAD RECEPTORA

ING. CARLOS MARIO URRUTIA BASTIDAS

#### TUTOR POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA

ING. ANDREA CAROLINA PAREDES CERÓN



## 6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Se muestra el cronograma de actividades en donde se ilustra el periodo de pasantía desde su inicio, desarrollo y final, en dicho cronograma se puede evidenciar el cumplimiento de diferentes requisitos y actividades necesarios para la correcta ejecución del proyecto.

Se participa activamente en las ejecuciones de las obras debido a que puede estar en ellas a tiempo completo, por lo que se cumple con el periodo establecido de **576 horas** según con lo establecido en el Artículo 3 del Acuerdo No. 027 de 2012 en 4 meses.

El cronograma es revisado por el ingeniero residente para verificar que se estén cumpliendo las diferentes actividades en los tiempos establecidos, además de modificarse si es necesario o en caso de existir percances o algo tipo de cambio en las obras.

La Tabla 1 Cronograma de actividades nos indica las diferentes actividades en función al tiempo en meses-semanas.

Tabla 1 Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Inducción a la empresa	X															
Identificación de la zonas a construir o mejorar	X				X				X				X			
Registro fotográfico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Visitas a obra	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cumplimiento de especificaciones	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Informe final	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia

## 7. RECURSOS UTILIZADOS

El presupuesto se presenta en forma global en la siguiente tabla en donde se especifica cada gasto separado por ítems, actividades y tiempo, durante el periodo de trabajo de grado modalidad pasantía establecido por la universidad en un periodo de 4 meses.

Los gastos son asumidos por cuenta del pasante y serán utilizados solo para el fin especificado en el registro.

La Tabla 2 Recursos utilizados nos indica el presupuesto parcial y total de los diferentes ítems durante la obra.

Tabla 2 Recursos utilizados

ITEM	GASTOS PASANTE	GASTOS UNIVERSIDAD	TIEMPO MESES	TOTAL PARCIAL	TOTAL PASANTE	TOTAL ACUMULADO
Computador portatil	\$2'000.000		1	\$2'000.000	\$2'625.000	\$6'625.000
Licencias de Software	\$15.000		1	\$15.000		
Transporte	\$120.000		4	\$480.000		
Papelería y útiles de escritorio	\$10.000		4	\$40.000		
Documentación y bibliografía	\$10.000		1	\$10.000		
Gastos excepcionales	\$20.000		4	\$80.000		
Honorarios del tutor		\$1'000.000	4	\$4'000.000		

Fuente: Elaboración propia

El valor final estimado al cabo de 4 meses del trabajo de grado modalidad pasantía trabajando para la empresa Consorcio Pavimentos DJ y cumpliendo con los requerimientos de la Universidad del Cauca es de \$6'625.000.

## 8. METODOLOGÍA

Para el trabajo de grado se realizan cuatro obras en los diferentes barrios de la ciudad de Popayán: Loma Linda (rehabilitación de pavimento con mezcla asfáltica, construcción de caminos y andenes), Belalcázar (construcción de andenes), Santiago De Cali (mejoramiento de vía con concreto hidráulico) y El Triunfo (mejoramiento de vía con concreto hidráulico), en cada barrio se trabaja de manera cronológica y ordenada según lo establezca el director de obra.

En cada obra se realizan actividades de inspección, reconocimiento, identificación y análisis del problema, para posteriormente seguir con la ejecución de la obra y culminación, las cuales son supervisadas por el ingeniero residente y el director de obra, durante la construcción o diseño de la obra ya sea en construcción de pavimentos, andenes, caminos o mejoramiento de suelos. Se implementa el uso de una cámara para tener el registro fotográfico de las obras antes, durante y al terminar cada una de estas.

Se hace visitas a las obras por tiempo completo durante el periodo de pasantía (576 horas), además durante el desarrollo de las obras se verifica el cumplimiento de las normas o especificaciones de los diseños o planos para que la obra culmine de acuerdo a todos los parámetros establecidos y que se construya de una manera adecuada, funcional y que cumpla con los tiempos establecidos para cada una de estas.

Se verifica materiales de construcción, equipos de protección, metodología a seguir en cada etapa del proyecto, costos de obra y trabajadores, además de posibles inconvenientes o dudas que surjan en el transcurso de cada obra con la ayuda de maestros de obra o ingenieros.

Finalmente se presenta informes de actividades mensuales al director de pasantía con el propósito de verificar que todo lo mencionado anteriormente se cumpla, además de adoptar las correcciones necesarias para el cumplimiento del trabajo de grado modalidad pasantía.

## 9. OBRA EL TRIUNFO

La Tabla 3 nos indica el reporte de actividades del barrio el triunfo.

*Tabla 3 Reporte de actividades el triunfo*

<b>Pasante:</b> Nicolás Alejandro Rodríguez Martínez		
<b>Empresa:</b> Consorcio pavimentos DJ		
<b>Profesor tutor:</b> ING. Andrea Carolina Paredes Cerón		
<b>Director obra:</b> ING. Carlos Mario Urrutia Bastidas		
<b>Actividad:</b> Construcción pavimento rígido (MR40)		
<b>Localización:</b> Barrio El Triunfo		
<b>Fecha:</b> (Abril-Mayo/2022)		
<b>JORNADA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Primera semana	Excavación y demolición subrasante	Demoras por mal clima
Segunda semana	Sellamiento y compactación de subrasante	
Tercera semana	Fallos y reparación	
Cuarta semana	Adecuación sub base	
Quinta semana	Construcción formaleta y adecuación de cimbra y parrilla	
Sexta semana	Fundición y vibrado de concreto, acabados finales	

*Fuente: Elaboración propia*

### 9.1.1 LOCALIZACIÓN EL TRIUNFO

La localización de la obra es en la ciudad de Popayán, específicamente en: Cra. 18 #1-2 a 1-44, con coordenadas: (2.447460, -76.614834), (Ver Ilustración 3)



Ilustración 3 localización obra El triunfo

Fuente: Google Maps

La obra queda ubicada cerca del barrio Pandiguando y a la Policía Nacional, además de quedar aledaña al Río Molino.

## **9.1.2 PROCESO CONSTRUCTIVO EL TRIUNFO**

### **Excavación de la subrasante**

Se procede a evaluar la zona con el personal de topografía y ayudantes para iniciar con los procesos de excavación y retiro de material del lugar.

Para efectuar excavación mecánica, se hace como primer paso una inspección de la obra con el propósito de identificar la metodología a desarrollar, teniendo en cuenta las condiciones topográficas, la maquinaria, clima, equipo, trabajadores y los puntos críticos que pueda tener el proyecto.

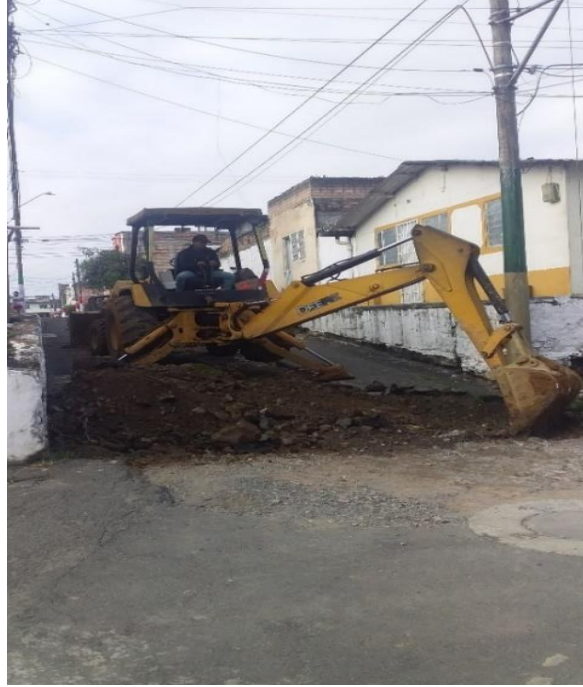
Para la excavación se debe tener en cuenta los planos, puesto que con ellos sabemos que tanto se debe excavar (profundidad mínima=15cm), una vez se comience con la actividad se debe tener una persona que este capacitada y con experiencia en el uso de la máquina y la actividad en cuestión.

Se realiza el trabajo e inicia de una manera constante y adecuada, teniendo en cuenta que se debe tener mucho cuidado de no dañar las construcciones aledañas ni las redes de servicios públicos que estén en la zona.

A medida que avanza la excavación se debe tener cuidado de no superar la cota determinada a retirar, además se debe tener en cuenta el peso de la máquina y el recorrido que esta hace, puesto a que este es un factor que también incide en el proceso.

En caso de generar un tipo de daño o de una sobre excavación, se debe reparar o reportar de inmediato para no generar problemas mayores en la obra que involucren más tiempo y/o dinero.

Una vez terminado el proceso de excavación se debe iniciar con la retirada del material de la zona a los sitios correspondientes según corresponda a el contrato de la obra con la ayuda de volquetas y obreros, garantizando el retiro de todos los escombros y aseo de la obra. (Ver Ilustración 4)



*Ilustración 4 excavación obra El triunfo*

Fuente: Elaboración propia

### **Compactación de la subrasante**

Una vez terminada las actividades de excavación y los cortes respectivos, el contratista decide que como primer paso se debe verificar en los planos del proyecto las especificaciones acerca de la superficie de la subrasante (niveles, alineamiento, dimensiones y grado de compactación).

Para el proceso de compactación es necesario establecer el método, maquinaria, equipo, verificar que no quede material orgánico ni suelto en el terreno y de los operarios necesarios para el trabajo, en este caso se hace uso de un vibro compactador.

Una vez iniciado los procesos de compactación se realizaron los siguientes trabajos de control tales como:

- Compactación en un espesor no menor de 20cm
- Verificar los tiempos de trabajo de la jornada laboral establecida
- Comprobar la adecuada compactación de toda el área a trabajar
- Medir las áreas del terreno a compactar

- Asegurarse de que la subrasante compactada quede limpia y acorde a las especificaciones
- Comprobar que se lleven a cabo satisfactoriamente todos los protocolos de seguridad
- Chequear que el estado de equipo sea funcional y este en óptimas condiciones

Durante la obra se observa que el trabajo de compactación hace que la superficie del terreno de fundación quede uniforme, pareja y nivelada, gracias al correcto uso del equipo y al seguimiento de las especificaciones técnicas, esto hará que la estructura sirva como soporte para la estructura de pavimento. (Ver Ilustración 5)



*Ilustración 5 compactación subrasante obra El triunfo*

Fuente: Elaboración propia

## **Fallos y reparación**

Cuando se compacta la subrasante se puede observar una serie de hundimientos y asentamientos en esta, debido a las características del suelo y de su condición natural. Por lo tanto, se decide mejorar la subrasante, en donde el ingeniero establece el proceso para corregir los fallos y repararla.



Por consecuencia se decide retirar el material blando, perfilar los bordes con la ayuda de trabajadores, estableciendo las medidas de control para que se realicen las mejoras en el terreno. (Ver Ilustración 6)

Entre las medidas establecidas se tiene:

- Verificar que los materiales cumplan con los requisitos establecidos en norma
- Retirar todo el material cuando no se presente un clima lluvioso
- Para determinar espesores se hacen medidas para controlar la cantidad de material a retirar/ajustar
- Se estipulan tiempos para la realización de la actividad
- Se adiciona el material de sub base, para este caso Sub base granular clase A, correspondiente a un nivel de tránsito NT3, (Ver Tabla 4)

*Tabla 4 Clase Sub base granular*

CLASE DE SUB-BASE GRANULAR	NIVEL DE TRÁNSITO
Clase C	NT1
Clase B	NT2
Clase A	NT3

Fuente: INVÍAS



*Ilustración 6 reparación obra El triunfo*

Fuente: Elaboración propia

### Mejoramiento sub base granular

Una vez que el material de sub base granular clase A este colocado sobre la superficie de una manera uniforme y compactado con la ayuda de un saltarín, se adiciona cemento hidráulico de manera uniforme en la superficie, asegurando homogeneidad.

El material se esparce en todo el ancho de la capa por mejorar, según lo establezca el interventor más una cantidad adicional por desperdicios, esto aportara una mayor resistencia a toda la estructura y también reduce los costos, en caso de requerirse se adiciona agua faltante, pero siempre asegurando una mezcla optima dada por el ensayo proctor modificado: tolerancia (+-1%)

Se prosigue con el proceso de compactación con el saltarín, en donde se verifica que no se genere una costra o capa superior delgada, para ello se compacta en todo el largo de la superficie, para que en el caso de que se genera la capa esta se elimine.

Se asegura que todo el terreno haya sido mejorado con el material, además de que de que este compactado uniformemente y que al final el terreno quede limpio y aseado según corresponda. (Ver Ilustración 7)



*Ilustración 7 mejoramiento sub base obra El triunfo*

Fuente: Elaboración propia

## Formaleta

Se pretende la instalación de una formaleta de madera con tabla de pino para lo cual se debe tener adecuado el terreno, además de tener en cuenta las dimensiones del área a trabajar (30m Largo y 4.5m Ancho), posteriormente se procede a cortar la tabla y a ser colocada en la mitad del terreno con la ayuda de obreros y de herramienta menor (clavos, puntillas, alambre, serrucho y taladro).

Durante este trabajo se hace inspección de la actividad, verificando que se cumplieran con las dimensiones y una correcta adecuación de los tiempos para realizar el formaleteado. (Ver Ilustración 8)



*Ilustración 8 formaleta obra El triunfo*

Fuente: Elaboración propia

## Instalación acero refuerzo

Para tener garantía de una vida útil lo más larga posible del concreto se establece que se emplea un refuerzo de acero específicamente en la parte final del tramo, gracias a la instalación de un sistema de parrilla que garantiza el mejoramiento de la resistencia del concreto, así mismo su capacidad de deformación.

Dicho procedimiento ayuda a atender las fuerzas de tracción que el concreto no está en capacidad de resistir por sí solo, igualmente nos ayuda a controlar las posibles fisuras que se generen debido a diferentes factores como por ejemplo retracción y temperatura. (Ver Ilustración 9)

Se utiliza una malla de acero ( $f_y=420\text{MPa}$ ) con las siguientes características:

- Tipo: Varilla B
- Varilla: No 4
- Diámetro:  $12.7\text{mm} = 1/2\text{pulg}$
- Perímetro:  $39.9\text{mm}$
- Área nominal:  $1.27\text{cm}^2$
- Peso:  $0.996\text{ kg/m}$
- Límite fluencia mínima:  $4200\text{ kg/cm}^2$
- Resistencia a la ruptura mínima:  $6300\text{ kg/cm}^2$



*Ilustración 9 acero refuerzo obra El triunfo*

Fuente: Elaboración propia

### **Adecuación cimbra**

Durante el proceso de adecuación se tiene que toda la estructura de formaleta debe ser sostenida con la ayuda de otra estructura auxiliar llamada cimbra, dicho elemento fue instalado por los trabajadores teniendo en cuenta los requerimientos de la obra como por ejemplo respetar el encofrado, además claro de las medidas de seguridad para la prevención de accidentes.

La función principal de la cimbra consta de sostener temporalmente la formaleta durante la construcción, hasta que se monte las dovelas. (Ver Ilustración 10)



*Ilustración 10 cimbra obra El triunfo*

Fuente: Elaboración propia

## **Fundición**

Para la etapa de fundición se debe preparar las canastillas, dovelas y formaleta apropiadamente, esto quiere decir que estén fijas y que cumplan con todos los pasos descritos a continuación para garantizar un adecuado proceso de fundición.

Canastillas:

Para la colocación de las canastillas y todo el acero de refuerzo se tiene en cuenta el espesor del pavimento: 130mm, (Ver Tabla 5)

- Diámetro de la barra (16 mm – 5/8pulg)
- Longitud de la barra (300 mm)
- Separación entre centros (300 mm)

Tabla 5 Recomendaciones pasadores

Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud	Separación entre centros
	mm	Pulgada		
0 - 100	13	1/2	250	300
110 - 130	16	5/8	300	300
140 - 150	19	3/4	350	300
160 - 180	22	7/8	350	300
190 - 200	25	1	350	300
210 - 230	29	1 1/8	400	300
240 - 250	32	1 1/4	450	300
260 - 280	35	1 3/8	450	300
290 - 300	38	1 1/2	500	300

Fuente: INVÍAS

Dichas medidas son valores estandarizados por norma INVÍAS, que van de acuerdo a rangos y son recomendaciones, pero que pueden cambiarse según se considere en la obra.

Las canastillas son un elemento que nos ayudara en varios aspectos al pavimento tales como: transferencia de cargas, reducción de esfuerzos, deflexiones y aumentar la vida útil del pavimento.

Dovelas:

Se procede a colocar las dovelas en las canastillas correspondientemente para que estas ayuden a disminuir la deflexión y los esfuerzos en las losas, haciendo que se reduzca el efecto de escalonamiento y bombeo.

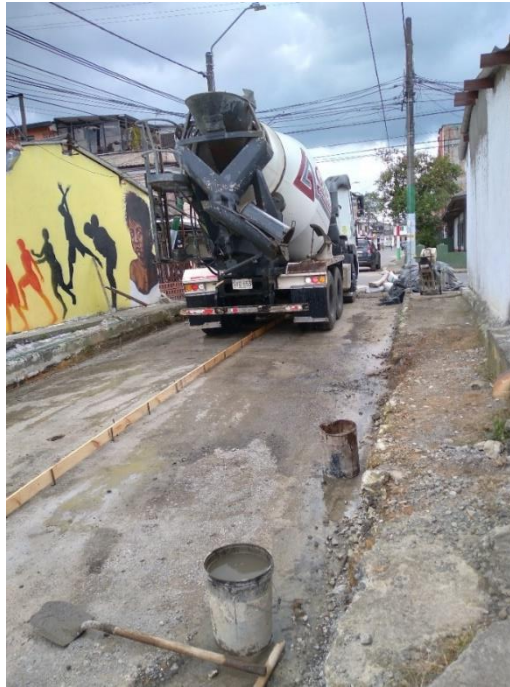
Se verifica la adecuada separación de las dovelas, la fijación de las canastillas para posteriormente engrasar las dovelas con el fin de evitar que estas ofrezcan restricciones al movimiento entre losas.

Fundición del concreto:

Una vez que todos los elementos anteriormente descritos estén instalados se procede a la fundición, para este caso en particular el ingeniero residente decide fundir primero la mitad derecha del tramo y una vez terminada se procede con la izquierda. (Ver Ilustración 11)

Para empezar el trabajo se tiene que se construirá con concreto premezclado el cual debe cumplir con los ensayos y características que estipula INVÍAS, una vez se comienza con la actividad se debe atender con ciertas recomendaciones:

- Suministrar el concreto de manera constante
- Se debe controlar el transporte del concreto para evitar pérdidas de material y tiempo
- Se debe evitar que el concreto fragüe antes de tiempo



*Ilustración 11 fundición obra El triunfo*

Fuente: Elaboración propia

## **Vibrado**

Una vez que el camión Mixer termine su trabajo prosigue el vibrado, el cual se realiza inmediatamente cuando se culmina el trabajo anterior. El vibrado se efectúa por un trabajador de manera constante y en todo el volumen de concreto, como lo estipule el ingeniero.

El proceso de vibrado es de vital importancia porque este nos permite eliminar los vacíos que se generan durante la colocación del concreto en forma de poros, gracias al vibrador (que puede ser de aire comprimido o electricidad) podemos solucionar este problema, haciendo que el concreto sea más resistente, durable y menos permeable. (Ver Ilustración 12)



*Ilustración 12 vibrado obra El triunfo*

Fuente: Elaboración propia

## Acabados

Una vez que todo el concreto fue vibrado, se pasa al proceso de acabado en donde como primer paso se hace el enrasado, el cual consiste básicamente en eliminar el exceso de concreto con la ayuda de una llana grande de madera llamada codal, este procedimiento se debe hacer con mucho cuidado las veces que sea necesario para tener una superficie mucho más lisa respecto a la anterior, hay que tener en cuenta que se debe esperar a que el concreto fragüe hasta el punto donde el trabajador pueda pisar el concreto dejando únicamente su huella.

Como segundo paso se debe hacer el alisado, en donde se tiene idea del resultado final desde el inicio puesto a que se conoce los materiales y características que tiene en concreto en cuestión. Para realizar este paso de manera correcta se debe hacer en un momento específico, para evitar que existan resultados no deseados como agrietamiento.

Esta actividad se realiza gracias a la ayuda de un material llamado madona o flotador, el cual permite dejar lisa la superficie del concreto, este trabajo debe realizarse con paciencia y debe hacerlo alguien que tenga experiencia en el oficio, además se debe tener cuidado de factores externos como el clima o que personas ajenas a la obra causen algún tipo de daño durante este procedimiento.



Finalmente se quita la cimbra que estaba instalada en los extremos del tramo con la ayuda de una cizalla, la cual permite hacer este trabajo de una manera más fácil y rápida. (Ver Ilustración 13)



*Ilustración 13 acabados obra El triunfo*

Fuente: Elaboración propia

## **Texturizado**

Para el detalle del concreto se debe saber cuál acabado requiere el plano de obra, para este caso está estipulado que se obtenga un detalle que mejore la tracción del concreto y esto se logra con el acabado con rastrillo, generando la fricción necesaria para el caso. (Ver Ilustración 14)

El rastrillo debe ser de acero o de un material duro, de lo contrario el detalle del concreto será demasiado superficial y podría perderse con el tiempo, cabe resaltar que el detalle debe hacerse siempre en dirección perpendicular al tránsito vehicular. (Ver Ilustración 15)



*Ilustración 14 texturizado parcial obra El triunfo*

Fuente: Elaboración propia



*Ilustración 15 texturizado final obra El triunfo*

Fuente: Elaboración propia

## COSTOS OBRA EL TRIUNFO

Las cantidades de obra fueron tomadas de las hojas de cálculo de Excel (Ver ANEXO 1), en donde se agrupa las diferentes obras en función de capítulos para obtener el presupuesto oficial.

La Tabla 6 nos indica los costos de la obra el triunfo

*Tabla 6 Costos obra El Triunfo*

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>CAPITULO II - EXPLANACIONES</b>				
Localización y replanteo	m <sup>2</sup>	184,00	\$ 1.756,00	\$ 323.104,00
Demolición de pisos y andenes de concreto	m <sup>2</sup>	29,00	\$ 14.759,00	\$ 428.011,00
Excavación sin clasificar de la explanación y canales	m <sup>3</sup>	52,00	\$ 11.403,00	\$ 592.956,00
Conformación de zona de disposición de sobrantes, incluye regalías	m <sup>3</sup>	126,00	\$ 4.768,00	\$ 600.768,00
				<b>\$ 1.944.839,00</b>
<b>CAPITULO III - AFIRMADOS, SUB-BASES Y BASES</b>				
Conformación de la calzada existente	m <sup>2</sup>	191,00	\$ 1.269,00	\$ 242.379,00
Sub-base granular clase a	m <sup>3</sup>	29,00	\$ 79.000,00	\$ 2.291.000,00
				<b>\$ 2.533.379,00</b>
<b>CAPITULO V - PAVIMENTOS DE CONCRETO</b>				
Pavimento de concreto hidráulico (MR 40)	m <sup>3</sup>	21,00	\$ 730.316,00	\$ 15.336.636,00

				<b>\$ 15.336.636,00</b>
<b>CAPITULO VI - ESTRUCTURAS Y DRENAJES</b>				
Excavaciones varias sin clasificar	m <sup>3</sup>	21,00	\$ 8.885,00	\$ 186.585,00
Relleno para estructuras con recebo	m <sup>3</sup>	4,00	\$ 44.339,00	\$ 177.356,00
Concreto resistencia 21MPa (D) (Anden E = 0.10m)	m <sup>3</sup>	4,00	\$ 586.695,00	\$ 2.346.780,00
Concreto resistencia 21MPa (D) Sumidero Sencillo	und	2,00	\$ 638.025,00	\$ 1.276.050,00
Acero de refuerzo fy 420 MPA	kg	1.134,00	\$ 5.250,00	\$ 5.953.500,00
Bordillo de concreto vaciado in situ incluye preparación superficie de apoyo (0,15 m. x 0,25 m. x 0,40 m.)	m	72,00	\$ 57.977,00	\$ 4.174.344,00
Tubería de plástico tipo PVC, norma NTC 5055, de diámetro 200mm (8")	m	12,00	\$ 64.934,00	\$ 779.208,00
				<b>\$ 14.893.823,00</b>
<b>CAPITULO IX - TRANSPORTE DE MATERIALES</b>				
Transporte de materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos para distancias mayores de mil metros (1.000 m) medido a partir de cien metros (100 m).	m <sup>3</sup> - Km	1.259,00	\$ 1.120,00	\$ 1.410.080,00
Transporte de material granular	m <sup>3</sup> - Km	983,00	\$ 1.120,00	\$ 1.100.960,00

			<b>\$ 2.511.040,00</b>
<b>SUBTOTAL OBRAS</b>			<b>\$ 37.219.717,00</b>
Plan de gestión integral en obra (ambiental y transito)			\$ 1.176.632,00
Monitoreo y prospección arqueológica 0.5%			\$ 186.099,00
AIU		32%	\$ 11.910.309,00
<b>VALOR TOTAL</b>			<b>\$ 50.492.757,00</b>

*Fuente: BALANCE vias 2 p CONSORCIO DJ ACTA*

## 10. OBRA BELALCÁZAR

La Tabla 7 nos indica el reporte de actividades del barrio Belalcázar.

*Tabla 7 Reporte de actividades Belalcázar*

<b>Pasante:</b> Nicolás Alejandro Rodríguez Martínez		
<b>Empresa:</b> Consorcio pavimentos DJ		
<b>Profesor tutor:</b> ING. Andrea Carolina Paredes Cerón		
<b>Director obra:</b> ING. Carlos Mario Urrutia Bastidas		
<b>Actividad:</b> Construcción andenes		
<b>Localización:</b> Barrio Belalcázar		
<b>Fecha:</b> Mayo - 2022		
<b>JORNADA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Primera semana	Descapote y colocación material	
segunda semana	Formaleta, fundición, vibrado y acabados	

Fuente: Elaboración propia

### 10.1.1 LOCALIZACIÓN BELALCÁZAR

La localización de la obra es en la ciudad de Popayán, específicamente en: Cl. 7 Nte. #7-2 a 7-124, con coordenadas: (2.45071, -76.60480), (Ver Ilustración 16)



Ilustración 16 localización obra Belalcazar

Fuente: Google Maps

La obra queda cerca de la Glorieta Simón Bolívar, el Colegio Champagnat y de la parroquia la Milagrosa.

### 10.1.2 PROCESO CONSTRUCTIVO BELALCÁZAR

#### Descapote

En el descapote como primer paso se reconoce el terreno y se analizan varios aspectos tales como:

- Material a extraer
- Material nuevo
- Forma de extracción
- Tiempo
- Método de transporte de material
- Área a descapotar

Una vez que esta información es clara, el trabajador comenzó a descapotar el andén existente que está en mal estado, extrayendo las capas superficiales de este, cabe resaltar que se respeta las horas laborales y que el escombro que quede de la actividad no genere inconvenientes relacionados con el espacio, además de que se debe tener en cuenta de que el descapote no puede durar mucho tiempo porque afecta la circulación normal de los vehículos y genera problemas de tránsito en la vía en cuestión.

Cuando finalmente se termina la actividad, se establece que el medio de transporte serán volquetas, las cuales llevan el material a un depósito ya aprobado y verificado por el ingeniero contratista.

El material que se lleva al depósito puede ser reutilizado nuevamente en otro tipo de obras si se requiere, en cuanto al transporte del material, se levanta todo el escombro del sitio, se verifica que la volqueta quede llena de tal manera que no queden espacios vacíos para aprovechar de una manera mejor y más eficaz los viajes que de la volqueta.

Adicionalmente el vehículo debe estar en buenas condiciones mecánicas para evitar contratiempos relacionados al tiempo y que los vehículos empleados en la obra deben usar una lona, con el fin de evitar que el material se caiga. (Ver Ilustración 17)





*Ilustración 17 descapote obra Belalcázar*

Fuente: Elaboración propia

## **Formaleta**

Una vez que se extrajo todo material de descapote, se analizan los tramos para hacer las formaletas. Se tienen 3 tramos de andenes en la misma calle, el primero de 3m de largo\*1.5m de ancho, el segundo de 2.5m de largo\*1.5m de ancho y el ultimo 2m de largo\*1.5m de ancho, se pasa a compactar el terreno con roca muerta utilizando un saltarín.

Se asegura que quede bien compactado cada parte del andén, luego se construye la formaleta, en donde se utilizan puntillas, madera y se corta de tal manera que cumpla las siguientes características:

Se va hacer una excavación en donde se busca tener un sardinel de 30 cm de profundidad, 15 cm de ancho y lograr fundir 25 cm de altura, una vez se tuvieron en cuenta estos datos se arma la formaleta. (Ver Ilustración 18)



*Ilustración 18 formaleta obra Belalcázar*

Fuente: Elaboración propia

## **Fundición**

Para la fundición del concreto, primero se superviso que toda el área de trabajo quede limpia, debido a la construcción de formaletas y a la utilización de herramienta menor, posteriormente el ingeniero contacto con el proveedor del concreto mixto para asegurarse de tener las condiciones, tiempo adecuado para la actividad y el volumen de concreto para la obra.

Las características del andén son: concreto 21 MPa (210 kg/cm<sup>2</sup>), E=0.10m, con esta información clara se comienza la descarga del concreto iniciando en un tramo y continuando con el siguiente hasta completar totalmente cada uno, se verifica que no existan perdidas de concreto o desperdicio durante la descarga. (Ver Ilustración 19)



*Ilustración 19 fundición obra Belalcázar*

Fuente: Elaboración propia

## **Vibrado**

Durante el vibrado se usa un codal para eliminar los excesos de material, el andén necesita una buena compactación, además de resistencia, densidad y homogeneidad, esto se logra gracias al proceso de vibrado en el cual se eliminan los espacios entre partículas haciendo que tenga la resistencia mecánica suficiente como para no tener grietas o fisuras.

Con esto se asegura que salgan las burbujas de aire y que el concreto esté en condiciones óptimas para garantizar su efectividad, cuando se termina el procedimiento anterior se asegura de dejar la zona de trabajo limpia y despejada. (Ver Ilustración 20)



*Ilustración 20 vibrado obra Belalcázar*

Fuente: Elaboración propia

## **Acabados**

En procedimiento se busca un acabado netamente estético, sin embargo, también se busca que un andén sea seguro, funcional, antideslizante, y se requiere que los bordes queden bien definidos, mientras que el resto del andén sea continuo, este procedimiento se hace con la ayuda de una paleta de metal. (Ver Ilustración 21)



*Ilustración 21 acabados obra Belalcázar*

Fuente: Elaboración propia

## **Texturizado**

Para el detalle del concreto se hace mediante barrido con escoba, para tener en cuenta se debe tener el instrumento limpio y seco, esto garantiza mayor fricción en el andén, la actividad se realiza en sentido transversal y sentido opuesto a las juntas.

La profundidad del texturizado va en un rango (1.5mm - 3mm), igualmente cabe destacar que para evitar problemas relacionados a la pérdida de humedad se aplica antisol, logrando el curado del material.

Todo este procedimiento debe hacerse en tiempos precisos, puesto a que si el concreto está muy fresco podría haber desgarramientos en el andén y si el concreto está demasiado endurecido no se podrá llegar a la profundidad deseada en el texturizado. (Ver Ilustración 22)



*Ilustración 22 texturizado obra Belalcázar*

Fuente: Elaboración propia

## COSTOS OBRA BELALCÁZAR

Las cantidades de obra fueron tomadas de las hojas de cálculo de Excel (Ver ANEXO 1), en donde se agrupa las diferentes obras en función de capítulos para obtener el presupuesto oficial.

La Tabla 8 nos indica los costos de la obra Belalcázar

*Tabla 8 Costos obra Belalcázar*

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>CAPITULO II - EXPLANACIONES</b>				
Localización y replanteo	m <sup>2</sup>	20,00	\$ 1.756,00	\$ 35.120,00
Demolición de pisos y andenes de concreto	m <sup>2</sup>	153,00	\$ 14.759,00	\$ 2.258.127,00
Demolición de bordillos de concreto	m	128,00	\$ 5.758,00	\$ 737.024,00
Conformación de zona de disposición de sobrantes, incluye regalías	m <sup>3</sup>	72,00	\$ 4.768,00	\$ 343.296,00
				<b>\$ 3.373.567,00</b>
<b>CAPITULO VI - Y ESTRUCTURAS DRENAJES</b>				
Excavaciones varias sin clasificar	m <sup>3</sup>	43,00	\$ 8.885,00	\$ 382.055,00
Relleno para estructuras con recebo	m <sup>3</sup>	14,00	\$ 44.339,00	\$ 620.746,00
Concreto resistencia 21MPA (d) (anden E = 0.10m)	m <sup>3</sup>	14,00	\$ 586.695,00	\$ 8.213.730,00
Bordillo de piezas prefabricadas de concreto; incluye la preparación superficie de apoyo (L =80cm - A=15cm - H=35cm (incluye 1.5 cm mortero	m	129,00	\$ 65.700,00	\$ 8.475.300,00

## INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO

de emboquillamiento 1:4 y base de apoyo en concreto 2000psi))				
				<b>\$ 17.691.831,00</b>
<b>CAPITULO IX - TRANSPORTE DE MATERIALES</b>				
Transporte de materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos para distancias mayores de mil metros (1.000 m) medido a partir de cien metros (100 m).	m <sup>3</sup> - km	714,00	\$ 1.120,00	\$ 799.680,00
Transporte de material granular	m <sup>3</sup> - km	439,00	\$ 1.120,00	\$ 491.680,00
				<b>\$ 1.291.360,00</b>
<b>SUBTOTAL OBRAS</b>				<b>\$ 22.356.758,00</b>
Plan de gestión integral en obra (ambiental y transito)				\$ 339.152,00
AIU	32%			\$ 7.154.163,00
<b>VALOR TOTAL</b>				<b>\$ 29.850.073,00</b>

Fuente: BALANCE vias 2 p CONSORCIO DJ ACTA



## 11. OBRA SANTIAGO DE CALI

La Tabla 9 nos indica el reporte de actividades del barrio Santiago de Cali.

*Tabla 9 Reporte de actividades Santiago de Cali*

<b>Pasante:</b> Nicolás Alejandro Rodríguez Martínez		
<b>Empresa:</b> Consorcio pavimentos DJ		
<b>Profesor tutor:</b> ING. Andrea Carolina Paredes Cerón		
<b>Director obra:</b> ING. Carlos Mario Urrutia Bastidas		
<b>Actividad:</b> Construcción pavimento rígido (MR40)		
<b>Localización:</b> Barrio Santiago de Cali		
<b>Fecha:</b> (Mayo-Junio/2022)		
<b>JORNADA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Primera semana	Excavación y cargue de escombro	Demoras en cargue del escombro
Segunda semana	Nivelación y perfilación	
Tercera semana	sub base riego y compactación	Demoras en traída de material
Cuarta semana	Formaleta	
Quinta semana	Levantamiento de sumidero, excavación para viga de refuerzo, colocación dovelas y rejilla	
Sexta semana	Fundición, vibrado y acabados	Demoras por mal clima

Fuente: Elaboración propia

### 11.1.1 LOCALIZACIÓN SANTIAGO DE CALI

La localización de la obra es en la ciudad de Popayán, específicamente en: Calle 62 a Norte, con coordenadas: (2.48773, -76.57317), (Ver Ilustración 23)

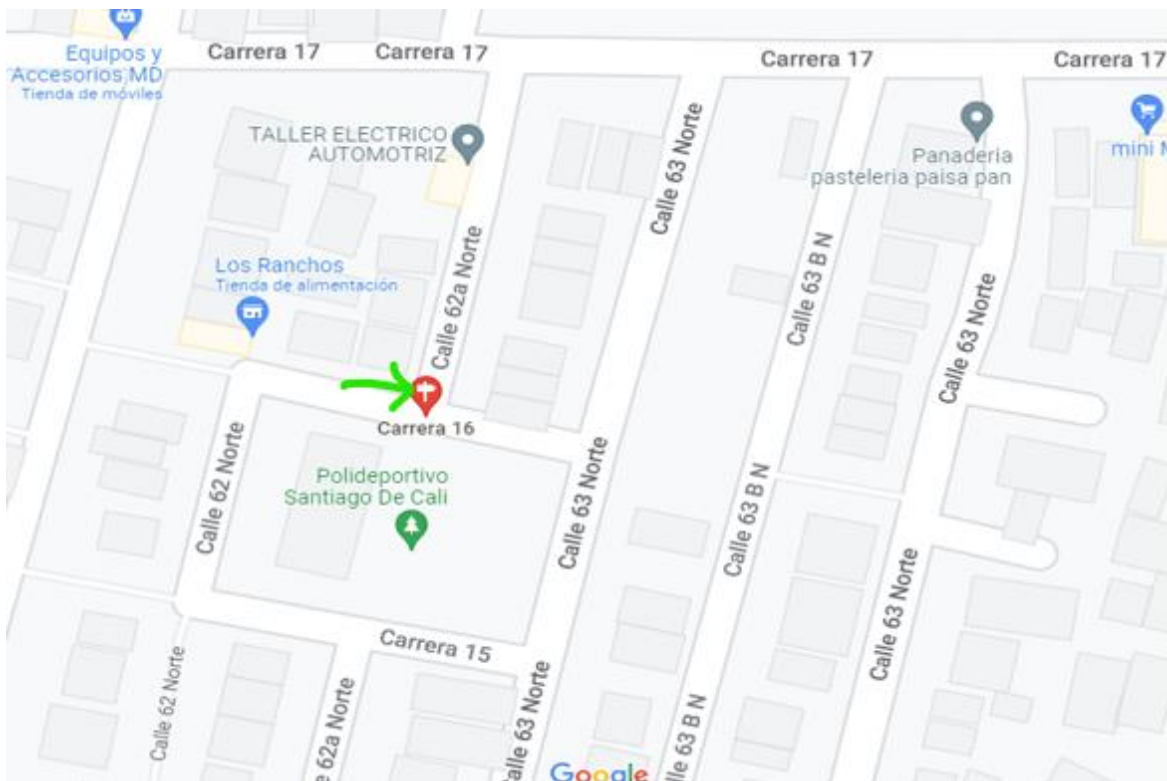


Ilustración 23 localización obra Santiago de Cali

Fuente: Google Maps

La obra queda ubicada cerca del barrio El Uvo y queda aledaña a la Quebrada Pambazo Bajo.

### 11.1.2 PROCESO CONSTRUCTIVO SANTIAGO DE CALI

#### Excavación y cargue de escombros

Para la excavación y cargue de escombros se tienen en cuenta varios aspectos, uno de los más importantes es tener claro el lugar donde se lleva el material y como será llevado, para este caso en particular todo el escombros se deposita en el deposito “el ojito”, mediante viajes de volquetas que llevan el material uno tras otro hasta finalizar.

En la excavación se cuenta con un operario experto el cual extrae el material sobrante (15cm) con la ayuda de la máquina, teniendo en cuenta todas las medidas de seguridad, también de otros cuidados como evitar sobre excavación, perfilar los bordes y evitar al máximo daños las redes de servicios públicos en la obra. (Ver Ilustración 24)



*Ilustración 24 excavación obra Santiago de Cal*

Fuente: Elaboración propia

## Nivelación y perfilación

Durante el proceso de nivelación se tuvieron en cuenta puntos de referencia para tenerlos como base y poder hacer replanteos, en caso de ser necesario.

Después del cajeo respectivo se inicia con actividades de perfilación del tramo total, el cual mide 31 m de largo y 6 m de ancho, en donde la retroexcavadora da pasadas para arreglar las irregularidades generadas en la etapa anterior para tener un terreno nivelado y que quede listo para la aplicación de subbase, formaleta y posteriormente fundición. (Ver Ilustración 25)



*Ilustración 25 nivelación y perfilación obra  
Santiago de Cali*

Fuente: Elaboración propia

## Sub base riego y compactación

Cabe recalcar que este procedimiento debe hacerse cuando no se presenten lluvias, puesto a que pueden afectar el proceso de riego, además se debe tener la superficie libre y aseada al momento de hacer el trabajo y contar con una buena empresa que proporcione y traiga el material en estado óptimo y que esté de acuerdo a las condiciones del contrato para evitar pérdidas de tiempo en obra.

En este paso debemos tener la superficie de terreno terminada y sin fallos, que se hubiesen podido crear en pasos anteriores, una vez que se tenga esto se pasa a distribuir de manera uniforme el material de sub base granular clase A, en donde se debe obtener el espesor y grado de compactación exigidos (20cm).

Con el material de sub base extendido se procede a compactarlo, en donde se debe iniciar el procedimiento de manera longitudinal comenzando por los bordes y extremos hasta llegar al centro de la superficie. (Ver Ilustración 26)



*Ilustración 26 riego y compactación obra Santiago de Cali*

Fuente: Elaboración propia

## **Formaleta**

Para iniciar con el proceso de formaleteado se necesita tener todas las capas listas, limpias y compactadas debidamente como se ha descrito anteriormente, igualmente se debe contar con todos los materiales para efectuar este paso (tablas de madera de pino, rejilla de refuerzo, puntillas, alambre, taladro, dovelas, canastillas)

Posteriormente se debe hacer una inspección del terreno, en donde se observa que se cuenta con un sumidero que tiene una longitud de 3m, que también necesita de formaleta para aumentar su nivel.

Durante la elaboración de la formaleta se tienen en cuenta los tramos de vía anterior y siguiente, porque se tiene puntos de mayor y de menor pendiente que se deben tomar en consideración, la correcta construcción de la formaleta nos permite tener moldes temporales que nos sirven para la fundición del concreto. (Ver Ilustración 27)



*Ilustración 27 formaleta obra Santiago de Cali*

Fuente: Elaboración propia

### **Levantamiento de sumidero**

Analizando el terreno se encuentra con un sumidero de 3m de longitud, pero este está a nivel de la sub base, por lo que el ingeniero decide subir su nivel con la ayuda del mismo material de la formaleta (tabla), para que cuando se vierta el concreto este quede al mismo nivel y no haya problemas durante o después de la fundición con el sumidero. (Ver Ilustración 28)



*Ilustración 28 sumidero obra Santiago de Cali*

Fuente: Elaboración propia

### **Excavación para viga de refuerzo**

Se realiza la excavación en la parte final del tramo a trabajar, justo al frente de la rejilla de refuerzo. La excavación cuenta con una profundidad de 30 cm desde la carpeta y cuenta con 15 cm de ancho. La excavación se realiza de manera manual debido a la poca profundidad requerida, además de que el uso de maquinaria generaría más demoras y gastos innecesarios para el trabajo y se sigue todos los protocolos de seguridad respectivos como: casco, guantes, materiales y herramientas necesarios para la obra. (Ver Ilustración 29)



*Ilustración 29 viga refuerzo obra Santiago de Cali*

Fuente: Elaboración propia

### **Acero de refuerzo**

Para este paso se tuvo en cuenta que no se usara acero para reforzar las losas, únicamente se instalara el acero de las dovelas y el de la rejilla.

#### Características

- El espesor de concreto: 140mm
- Diámetro de las dovelas: 19mm – 3/4pulg
- Longitud: 350mm
- Separación entre centros: 300mm
- Acero de refuerzo: fy 420 MPa

El tramo a pavimentar cuenta con un largo de 31m, en dicha longitud se coloca las canastillas longitudinalmente, dando como resultado 9 canastillas.

Para obtener la separación entre canastillas se tiene que  $31/9=3.44m=3.5m$  de separación, a cada canastilla se le agrego las dovelas y se engraso cada una, para poder cumplir con su objetivo el cual es trasferir parte de la carga aplicada en una losa respectiva a la siguiente losa en juntas trasversales de contracción. (Ver Ilustración 30)





*Ilustración 30 acero refuerzo obra Santiago de Cali*

Fuente: Elaboración propia

## Fundición

Para la fundición del concreto se procede primero por la mitad izquierda y después por la derecha, para este caso se tiene los siguientes datos:

- 3m de ancho
- 0.14m de espesor de concreto
- 31m de largo

Debido a que el camión mixer no puede traer todo el concreto necesario para fundir los 31m, se decide que se harán 2 viajes para cubrir todo el largo del terreno. Se realiza un cálculo aproximado del volumen de concreto, como se presenta a continuación:

$$\begin{aligned}
 \text{Volumen concreto} &= \text{Largo} * \text{Ancho} * \text{Espesor} \\
 &= 14\text{m}(\text{cantidad establecida por el ingeniero}) * 3\text{m} * 0.14\text{m} \\
 &= 5.88\text{m}^3
 \end{aligned}$$

Debido a que en cada obra siempre existen inconvenientes se decide pedir una cantidad ligeramente superior a la calculada para evitar retrasos. (Ver Ilustración 31)



*Ilustración 31 fundición obra Santiago de Cali*

Fuente: Elaboración propia

## **Vibrado**

El vibrado del concreto comienza de manera adecuada y normal, siguiendo todos los protocolos y cumpliendo con los tiempos establecidos, sin embargo, se tuvo problemas relacionados al mal clima al principio de la actividad, por lo que se decide cubrir el concreto con plástico durante el periodo de mal clima.

Cabe resaltar que un concreto mal compactado tendrá características como: poroso, poca durabilidad, ineficaz y será bastante débil, por lo tanto, una vez que se obtiene mejores condiciones climáticas se continua con el procedimiento.

El vibrado se logra continuar de manera efectiva, asegurándose de hacerse en cada tramo gracias al vibrador, con un tiempo recomendable de 5-15 segundos. Es de vital importancia que durante este paso se reduzca al máximo el contenido de aire y vacíos, para que se el concreto adquiera las propiedades ideales de resistencia y durabilidad. (Ver Ilustración 32)



*Ilustración 32 vibrado obra Santiago de Cali*

Fuente: Elaboración propia

## **Acabados**

Después del vibrado se continua con los acabados, en este paso no hubo dificultades ni pérdidas de tiempo, en donde se ejecuta con satisfacción gracias al instrumento dovela y a la experiencia de los trabajadores.

Mediante la dovela se eliminan las imperfecciones del trabajo anterior, además de dejar una superficie lisa, eliminar puntos altos y bajos, es importante que este procedimiento cumpla con todos los requerimientos a largo plazo y que también el acabado posea un terminado que sea estéticamente impecable.

Una vez que terminado el proceso de acabado, nuevamente hubo inconveniente por lluvias, debido a esto se procede a proteger el concreto con un material impermeable hasta que el concreto adquiera la suficiente resistencia como para no ser afectado por el clima, de no realizar correctamente este paso o si no se toman las medidas necesarias para combatir el problema por lluvias, las losas de concreto sufrirán problemas mecánicos que alteraran las propiedades de este. (Ver Ilustración 33)



*Ilustración 33 acabados obra Santiago de Cali*

Fuente: Elaboración propia

## **Texturizado**

Para el texturizado del concreto se utiliza la ayuda de un rastrillo, el cual debe ser de buena calidad, para que el acabo del concreto quede de manera óptima y funcional.

Se revisa que los peines metálicos del rastrillo estén en buen estado y se procede a ejecutar el trabajo, se debe aplicar presión de forma perpendicular al eje de la calzada, pero es muy importante que dicha presión no exceda la profundidad deseada, finalmente se añaden señales de prevención y medidas necesarias para asegurar la protección del concreto fresco, prohibiendo todo tipo de tránsito sobre este. (Ver Ilustración 34)



*Ilustración 34 texturizado obra Santiago de Cali*

Fuente: Elaboración propia

### COSTOS OBRA SANTIAGO DE CALI

Las cantidades de obra fueron tomadas de las hojas de cálculo de Excel (Ver ANEXO 1), en donde se agrupa las diferentes obras en función de capítulos para obtener el presupuesto oficial.

La Tabla 10 nos indica los costos de obra de Santiago de Cali

*Tabla 10 Costos obra Santiago de Cali*

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>CAPITULO II - EXPLANACIONES</b>				
Localización y replanteo	m <sup>2</sup>	162,00	\$ 1.756,00	\$ 284.472,00
Demolición de pisos y andenes de concreto	m <sup>2</sup>	8,00	\$ 14.759,00	\$ 118.072,00
Demolición de bordillos de concreto	m	49,00	\$ 5.758,00	\$ 282.142,00
Excavación sin clasificar de la explanación y canales	m <sup>3</sup>	51,00	\$ 11.403,00	\$ 581.553,00
Conformación de zona de disposición de sobrantes, incluye regalías	m <sup>3</sup>	72,00	\$ 4.768,00	\$ 343.296,00
				<b>\$ 1.609.535,00</b>
<b>CAPITULO III - AFIRMADOS, SUB-BASES Y BASES</b>				
Conformación de la calzada existente	m <sup>2</sup>	165,00	\$ 1.269,00	\$ 209.385,00
Geotextil para estabilización de la subrasante	m <sup>2</sup>	151,00	\$ 10.666,00	\$ 1.610.566,00
Sub-base granular clase A	m <sup>3</sup>	30,00	\$ 79.000,00	\$ 2.370.000,00
				<b>\$ 4.189.951,00</b>
<b>CAPITULO V - PAVIMENTOS DE CONCRETO</b>				

## INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO

Pavimento de concreto hidráulico (MR 40)	m <sup>3</sup>	18,42	\$ 730.316,00	\$ 13.452.421,00
				<b>\$ 13.452.421,00</b>
<b>CAPITULO VI - ESTRUCTURAS Y DRENAJES</b>				
Excavaciones varias sin clasificar a mano.	m <sup>3</sup>	8,20	\$ 16.873,00	\$ 138.359,00
Excavaciones varias en material común en seco	m <sup>3</sup>	4,00	\$ 18.408,00	\$ 73.632,00
Relleno para estructuras con recebo	m <sup>3</sup>	1,50	\$ 44.339,00	\$ 66.509,00
Concreto resistencia 21MPA (D) (Anden E = 0.10m)	m <sup>3</sup>	1,50	\$ 586.695,00	\$ 880.043,00
Concreto resistencia 21MPA (D) Sumidero Sencillo	und	2,00	\$ 638.025,00	\$ 1.276.050,00
Acero de refuerzo fy 420 MPA	kg	1.500,00	\$ 5.250,00	\$ 7.875.000,00
Bordillo de concreto vaciado in situ incluye preparación superficie de apoyo (0,15 m. x 0,25 m. x 0,40 m.)	m	48,00	\$ 53.977,00	\$ 2.590.896,00
Tubería de plástico tipo PVC, norma NTC 5055, de diámetro 200mm (8")	m	12,00	\$ 25.915,00	\$ 310.980,00
				<b>\$ 13.211.469,00</b>
<b>CAPITULO IX - TRANSPORTE DE MATERIALES</b>				
Transporte de materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos para distancias mayores de mil metros (1.000 m) medido a partir de cien metros (100 m).	m <sup>3</sup> -Km	740,20	\$ 1.120,00	\$ 829.024,00
Transporte de material granular	m <sup>3</sup> -Km	1.250,00	\$ 1.120,00	\$ 1.400.000,00

				<b>\$ 2.229.024,00</b>
<b>SUBTOTAL OBRAS</b>				<b>\$ 34.692.400,00</b>
Plan de gestión integral en obra (ambiental y tránsito)				\$ 1.110.479,00
Monitoreo y prospección arqueológica 0.5%				\$ 173.462,00
AIU		32%		\$ 11.101.568,00
<b>VALOR TOTAL</b>				<b>\$ 47.077.909,00</b>

Fuente: BALANCE vías 2 p CONSORCIO DJ ACTA

## 12. OBRA LOMALINDA

La Tabla 11 nos indica el reporte de actividades del barrio Lomalinda.

Tabla 11 Reporte de actividades Lomalinda

<b>Pasante:</b> Nicolás Alejandro Rodríguez Martínez		
<b>Empresa:</b> Consorcio pavimentos DJ		
<b>Profesor tutor:</b> ING. Andrea Carolina Paredes Cerón		
<b>Director obra:</b> ING. Carlos Mario Urrutia Bastidas		
<b>Actividad:</b> Rehabilitación mediante pavimentos flexibles, construcción caminos y andenes		
<b>Localización:</b> Barrio Lomalinda		
<b>Fecha:</b> Junio - 2022		
<b>JORNADA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Primera semana	Descapote	
Segunda semana	Construcción andenes	
Tercera semana	Construcción caminos	
Cuarta semana	Rehabilitación pavimento	

Fuente: Elaboración propia



### 12.1.1 LOCALIZACIÓN LOMALINDA

La localización de la obra es en la ciudad de Popayán, específicamente en: Cl. 5 Norte #7 166-212, con coordenadas: (2.448798, -76.605704), (Ver Ilustración 35)

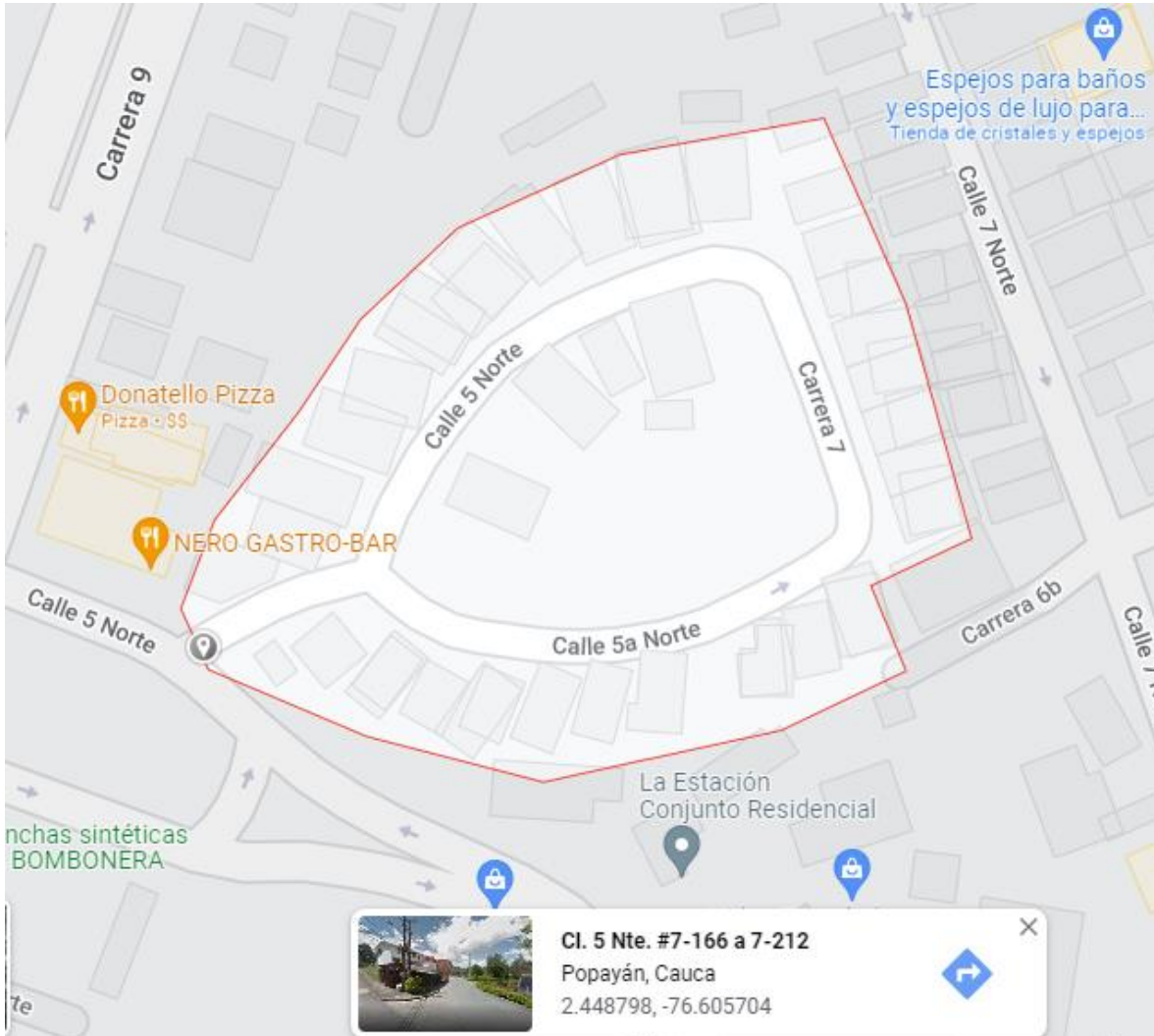


Ilustración 35 localización obra Lomalinda

Fuente: Google Maps

La obra queda ubicada cerca del barrio La estación, el colegio Champagnat y el supermercado olímpica.

## 12.1.2 PROCESO CONSTRUCTIVO ANDENES LOMALINDA

### Descapote andenes

El contratista indica que como primer paso se debe hacer el descapote en el barrio, así que se procede a identificar todas las zonas a las cuales se hará dicha actividad, dando como resultado 11 tramos de andenes en el barrio, los cuales van desde la entrada de este hasta andenes que quedan al frente de las viviendas residenciales del barrio.

El descapote se realiza en los tramos mencionados siguiendo un orden específico iniciando con la entrada y siguiendo con los andenes más cercanos hasta llegar al último, además de que como la obra se enfoca en la reconstrucción de los andenes, se mantienen las mismas pendientes iniciales: 2% hacia la calzada (1.5% - 3% rango) y la pendiente longitudinal es paralela al eje de la vía.

Dicha actividad debe realizarse por personal con experiencia debido a que solo se reconstruyen tramos específicos de andenes, por lo tanto, se desea evitar daños en los andenes que no esté previsto su reconstrucción.

Cuando termine la actividad se asegura de que el material retirado sea colocado lo más ordenado posible para evitar problemas de tráfico en el barrio, que no interfiera con cunetas/alcantarillados y que todo el material sea retirado lo más rápido posible a un depósito. (Ver Ilustración 36)



*Ilustración 36 descapote obra Lomalinda*

Fuente: Elaboración propia

## Compactación

Los andenes a construir cuentan con dimensiones diferentes en lo que respecta al largo: (200cm – 1500cm), sin embargo, en lo que se refiere al ancho cuentan con valores bastante parecidos dando un promedio de 120 cm. Por lo tanto, una vez se conoce esta información se solicita el material para hacer la compactación de los andenes, en este caso con roca muerta.

Para la instalación de la roca muerta cabe destacar que esta no debe tener ningún tipo de contaminación de materiales diferentes y aunque no se requiera de hacer ensayos de CBR, el trabajo debe realizarse de tal forma que se ocupen los vacíos e imperfecciones de la rasante.

El trabajo comienza a realizarse de manera manual y se logra gracias a una herramienta llamada “saltarín”: nombre coloquial que se le da al vibro compactador de rana, la actividad inicia en la entrada del barrio hasta terminar con los andenes más alejados que quedan dentro del barrio.

Se respeta las horas de trabajo, los tiempos y se aprovecha de que la herramienta es propia del ingeniero para ahorrar en gastos y darle uso óptimo a esta herramienta hecha para superficies pequeñas o zonas de difícil acceso. (Ver Ilustración 37)



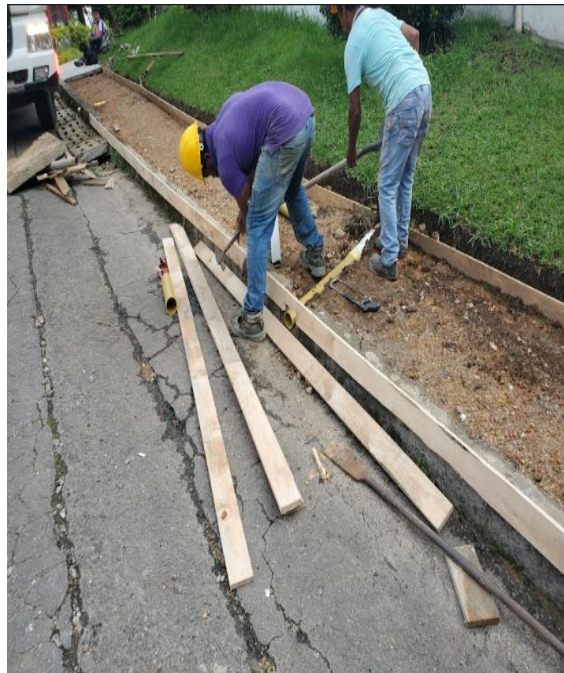
*Ilustración 37 compactación obra Lomalinda*

Fuente: Elaboración propia

## Formaletas

La construcción de las formaletas se inicia con tabla de pino, dejando claro que la altura libre de la formaleta debe coincidir con el espesor del diseño de la losa, es importante resaltar que no deben mezclarse otros materiales en el interior de la formaleta con el concreto.

Sin embargo, para esta actividad existieron inconvenientes relacionados al tiempo, lo que provoco que la construcción de la formaleta no se realizara de manera ideal en el sentido de que la apresura construcción por parte de los trabajadores género que el resultado final sea una formaleta ligeramente torcida, dicha formaleta solo estuvo presente en la parte inicial de la entrada del barrio y nos muestra la importancia de manejar bien los tiempos y actividades, mientras que el resto de formaletas se construyeron de manera correcta. (Ver Ilustración 38)



*Ilustración 38 formaletas obra Lomalinda*

Fuente: Elaboración propia

## Fundición

Para este caso se utiliza cemento portland ASTM C150 tipo UG Es importante que para este paso se reconozca que la resistencia no solo depende del tipo de

pavimento, sino que el proceso constructivo es muy importante ya que en obra se debe tener en cuenta factores como, por ejemplo: la compactación y la humedad.

Si el material no se compacta adecuadamente esto provoca que se termine consolidando por efecto de las cargas, lo que hace que se generen deformaciones permanentes, por lo tanto, se coloca el material en sitio de manera uniforme (E: 0.10m) y tratando de evitar pérdidas de material en cada uno de los tramos para la construcción de los andenes. (Ver Ilustración 39)



*Ilustración 39 fundición obra Lomalinda*

Fuente: Elaboración propia

### **Vibrado y acabados**

Para el vibrado se utiliza un vibrador de combustible diésel y se comienza a utilizar la herramienta enfocándose en áreas cada 25 cm aproximadamente, cada área se trabaja entre 10 segundos y 15 segundos para mejorar su resistencia mecánica reduciendo la cantidad de aire en el concreto.

Se asegura que este procedimiento se haga de la mejor manera puesto a que si se realiza en exceso se puede salir la lechada de cemento y el curado, también es recomendable que el vibrador se acerque a las esquinas con el fin de que los finos se recolquen y se adapten a esa forma. (Ver Ilustración 40)



*Ilustración 40 vibrado y acabados obra Lomalinda*

Fuente: Elaboración propia

### **Texturizado**

Para el texturizado se procede a realizar un acabado escobado, es importante realizarlo en dirección perpendicular al sentido de la vía y realizar bien los detalles y separación de cada tramo de andén, se recomienda que esta actividad se realice por personal con experiencia.

Finalmente es importante que se haga un buen curado puesto a que de no hacerlo se afecta el desarrollo de su resistencia potencial, generando fisuras por contracción plástica y contracción por secado, por lo tanto, se hace el respectivo proceso de hidratación durante los primeros días para que sus propiedades sean óptimas y el resultado final sea un concreto más resistente, durable y con mejor apariencia. (Ver Ilustración 41)



*Ilustración 41 texturizado obra Lomalinda*

Fuente: Elaboración propia

### **12.1.3 PROCESO CONSTRUCTIVO CAMINOS LOMALINDA**

#### **Colocación concreto**

Continuando con el proyecto, además de la reconstrucción de andenes, se hace la construcción de caminos en el parque con el propósito de facilitar y dotar de espacio público en óptimas condiciones, haciendo énfasis en su funcionalidad para los ciudadanos del barrio.

Para la presente actividad se usan los caminos que tenía el barrio con anterioridad, los cuales no han sufrido ningún tipo de reforma en el pasado. Como primer paso se limpian, retirando la materia orgánica de estos, luego se prosigue a marcar sus bordes y establecer el método de colocación del concreto el cual se hace mediante carretas, en las cuales se usa el mismo material con el cual se fundieron los andenes con anterioridad.

Se mejoran 2 caminos en total, los cuales tienen 5m y 7m en total, para lo cual se lleva el material en carretas y es suministrado en los caminos de manera uniforme, evitando el derrame de material en sitios no deseados y respetando las especificaciones del diseño: colocando el material en el sitio adecuado.

Cabe mencionar como dato importante que para que el trabajo se haga de una manera efectiva, se hace uso de cintas de seguridad para evitar que los ciudadanos o mascotas causen daños voluntaria o involuntariamente después del vertimiento del concreto en los caminos. (Ver Ilustración 42)



*Ilustración 42 concreto de caminos obra Lomalinda*

Fuente: Elaboración propia

## **Acabados**

Para el acabado inicial de los caminos se busca una superficie lisa, para lo cual el concreto es enrasado con la ayuda de una llana, en este procedimiento se busca tener la superficie con la mejor textura posible, por lo tanto, se debe hacer con cuidado y no se debe trabajar el concreto de manera excesiva porque podría reducir la durabilidad de la superficie.

Es muy importante saber cuándo podemos continuar de un procedimiento a otro en estas actividades, en este caso es necesario saber que una vez terminemos con los acabados debemos esperar a que el concreto termine de exudar y que desaparezca todo el brillo del agua en la superficie, porque si se continúa con las actividades de texturizado tendremos problemas de pulverización, descascara miento y ampollas, por lo tanto, se debe esperar (el tiempo de espera depende de condiciones climáticas y características del concreto). (Ver Ilustración 43)





*Ilustración 43 acabados de caminos obra Lomalinda*

Fuente: Elaboración propia

## **Texturizado**

Para el acabado final se hace un acabado escobado en donde se busca tener una superficie que cuente con características que garanticen propiedades muy importantes como lo son: seguridad y comodidad.

Se escoge este procedimiento debido a que el texturizado proveerá de características como rugosidad, liberación de agua superficial, acabado estético y lo más importante: seguridad al transitar.

Cuando se concluya la actividad, es importante hacer un buen curado puesto a que el agua es uno de los elementos más importantes y uno de los más propensos a irse cuando se termina la obra, debido a la acción del sol y fuertes vientos.

El proceso de curado se pretende realizar por 7 días, en donde no se permitirá el acceso a personas a la zona para evitar daños a la obra y garantizar un óptimo funcionamiento de esta. (Ver Ilustración 44)



*Ilustración 44 texturizado de caminos obra Lomalinda*

Fuente: Elaboración propia

#### **12.1.4 PROCESO CONSTRUCTIVO PAVIMENTOS LOMALINDA**

##### **Remoción pavimento**

Continuando con la ejecución de la obra se tiene establecido una rehabilitación de un segmento de la vía mediante pavimento flexible, específicamente la entrada al conjunto (5m) y (8m) en adelante, la remoción de la capa anterior de concreto ( $E=0.10m$ ) implica el reemplazo y reparación de este, por lo tanto, se puede reparar las áreas de concreto deterioradas para aumentar la vida útil del pavimento.

Debido a que el deterioro es bajo y es en una zona específica de la vía se hace una remoción parcial, en donde se comienza con la actividad gracias a la ayuda de una retroexcavadora la cual va removiendo el material desde el inicio gracias a su cuchara, se asegura que el procedimiento se haga con cuidado evitando el daño de redes de servicios y removiendo todo el espesor de pavimento en el área indicada. (Ver Ilustración 45)



*Ilustración 45 remoción pavimento obra Lomalinda*

Fuente: Elaboración propia

### **Características del material**

Para la presente obra se usa mezcla densa en caliente tipo MDC 19

Mezcla asfáltica densa en caliente de gradación continua, con agregado de tamaño máximo 19 mm, se usa generalmente para construir capas de rodadura en vías con tráfico medio y alto.

La mezcla asfáltica es una combinación de asfalto y agregados minerales pétreos en ciertas proporciones que se utiliza para la construcción. Las cantidades específicas de los minerales son los que determinan las propiedades físicas de la mezcla y, por consiguiente, el rendimiento y uso.

Debido a que existen factores como, por ejemplo: agua o abrasión del tránsito, la mezcla asfáltica debe ser resistente, garantizar estabilidad y ser trabajable en obra en su colocación y compactación en el terreno.

El tipo de mezcla varía según el espesor y tipo de capa que se vaya a realizar, por lo tanto, se debe conocer el espesor, tipo de mezcla y granulometría, como algunas de las características importantes del material a conocer.

La Tabla 12 Tipo de gradación nos indica el tipo de gradación por utilizar en función del tipo y espesor compacto de la capa.

Tabla 12 Tipo de gradación

TIPO DE CAPA	ESPESOR COMPACTO (mm)	TIPO DE MEZCLA
Rodadura	50-75 40-50	MAN-25 MAN-19
Intermedia	≥ 50	MAN-25
Base	≥75	MAN-38

Fuente: INVÍAS

La Tabla 13 Franjas granulométricas de los agregados combinados nos indica las franjas granulométricas de los agregados combinados para la construcción de capas asfálticas con una mezcla asfáltica natural.

Tabla 13 Franjas granulométricas de los agregados combinados

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm/ U.S Standard)								
	37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36	0.300	0.075
	1½"	1"	¾"	½"	⅜"	No. 4	No. 8	No. 50	No. 200
% PASA									
MAN-38	100	80-95	-	62-77	-	45-60	35-50	13-23	3-8
MAN-25	-	100	80-95	-	60-75	47-62	35-50	13-23	3-8
MAN-19	-	-	100	80-95	-	50-65	35-50	13-23	3-8
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	4%						3%		1%

Fuente: INVÍAS

## **Bacheo**

Como paso siguiente se observa que la superficie presente pequeñas áreas fracturadas (289 m<sup>2</sup> aproximadamente), por lo que se decide optar por una solución rápida mediante el bacheo del pavimento utilizando riego de imprimación con emulsión asfáltica CRL-1.

Emulsión asfáltica CRL-1: Rompimiento lento tipo 1, este tipo de emulsión garantiza las condiciones ideales de adhesión, plasticidad, resistencia a la oxidación y cubrimiento.

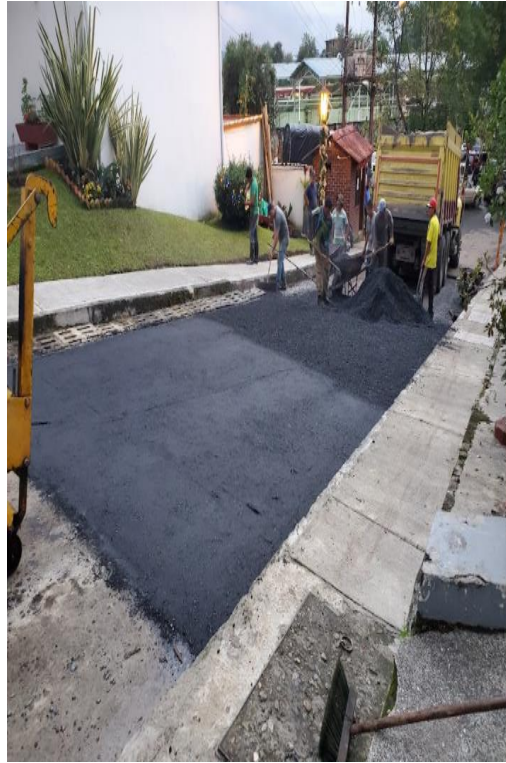
Se reemplaza o reconforma la superficie de manera uniforme tanto vertical: para evitar paso el agua, así como lateral: para hacer el empalme, garantizando así una adecuada adherencia a lo largo de toda la capa, se coloca la mezcla asfáltica CRL-1 uniformemente con el rastrillo y finalmente se compacta el área utilizando un rodillo asegurando una mayor cohesión de las partículas del material.

## **Mezcla asfáltica**

Para iniciar con el trabajo se debe tener la superficie limpia de escombros y suciedad, por lo tanto, todo el material anterior removido debe ser transportado al sitio de descarga según lo establezca el ingeniero y que se haga la adecuada señalación a la vía con las señales respectivas, debido a que no puede existir el tránsito de personas o vehículos hasta terminar la ejecución de la obra.

Una vez se tenga la superficie limpia se solicita el transporte del material (Mezcla densa en caliente tipo MDC 19), en donde este debe cumplir con los requerimientos y las características específicas solicitadas para el trabajo, cuando se tenga la mezcla lista se inicia con el descargue del material en las áreas señaladas.

Antes de comenzar a extender el material, se verifica que la mezcla de concreto asfáltico este a la temperatura aproximada de 150 °C y se empieza extender el material con la ayuda de los trabajadores, cabe destacar que la actividad se debe hacer de manera uniforme a una velocidad adecuada y que la mezcla se extienda de manera longitudinal y como transversalmente, teniendo en cuenta de no tapar el sistema de alcantarillado. (Ver Ilustración 46), (Ver Ilustración 47)



*Ilustración 46 mezcla asfáltica obra Lomalinda*

Fuente: Elaboración propia

La mezcla debe quedar bien compactada por lo tanto se comprime lo más que se pueda con la ayuda de un rastrillo enrasando así la mezcla en toda el área solicitada. Es importante realizar correctamente esta actividad porque de un proceso constructivo adecuado vendrán las ventajas a futuro, las cuales son:

- Durabilidad 6-10 años
- Buena resistencia condiciones climáticas
- Bajo mantenimiento preventivo en lugar de correctivo
- Seguridad



*Ilustración 47 colocación mezcla asfáltica obra Lomalinda*

Fuente: Elaboración propia

## **Compactación**

La compactación se hace con la ayuda de un compactador de llantas neumáticas, con el cual se tendrán resultados en óptimas condiciones, generando una superficie sin agrietamientos ni desplazamientos de material. La metodología inicia extendiendo la mezcla a temperatura lo más alta posible de manera longitudinal y haciendo movimientos de manera continua.

La actividad se realiza mientras la mezcla esté en condiciones de ser compactada, para que alcance los niveles de densidad establecidos para la obra. Es importante que la compactación inicie en los bordes y se vaya trabajando hasta llegar al centro y completar con toda la superficie repitiendo este procedimiento. (Ver Ilustración 48)

La compactación que ejerce el compactador de llanta neumática depende de la carga total por rueda, la presión y la rigidez del neumático, lo que provoca presión de contacto, finalmente una vez concluida la actividad se guarda el equipo y se establece que se debe dejar la obra sin transitar durante 1 hora para que la mezcla quede lista y pueda ser concluida la obra. (Ver Ilustración 49)



*Ilustración 48 compactación mezcla asfáltica obra Lomalinda*

Fuente: Elaboración propia



*Ilustración 49 compactación final obra Lomalinda*

Fuente: Elaboración propia



### COSTOS OBRAS LOMALINDA

Las cantidades de obra fueron tomadas de las hojas de cálculo de Excel (Ver ANEXO 1), en donde se agrupa las diferentes obras en función de capítulos para obtener el presupuesto oficial.

La Tabla 14 nos indica los costos de las obras Lomalinda

Tabla 14 Costos obras Lomalinda

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>CAPITULO II - EXPLANACIONES</b>				
Localización y replanteo para parcheos	m <sup>2</sup>	376,00	\$ 520,00	\$ 195.520,00
Demolición de carpeta asfáltica existente, (espesor hasta 0.11 m.)	m <sup>2</sup>	116,00	\$ 6.678,00	\$ 774.648,00
Fresado de pavimento asfáltico en espesor de 10 cm	m <sup>2</sup>	174,00	\$ 5.347,00	\$ 930.378,00
Conformación de zona de disposición de sobrantes, incluye regalías	m <sup>3</sup>	53,00	\$ 4.768,00	\$ 252.704,00
				<b>\$ 2.153.250,00</b>
<b>CAPITULO III - AFIRMADOS, SUB-BASES Y BASES</b>				
Conformación y compactación de la estructura (base, subbase o subrasante)	m <sup>2</sup>	434,00	\$ 1.269,00	\$ 550.746,00
Base granular para bacheo clase A	m <sup>3</sup>	58,00	\$ 102.975,00	\$ 5.972.550,00
Cemento portland norma ASTM C150 tipo UG	Kg	43,00	\$ 571,00	\$ 24.553,00
				<b>\$ 6.547.849,00</b>
<b>CAPITULO IV - PAVIMENTOS ASFÁLTICOS</b>				

## INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO

Riego de imprimación con emulsión asfáltica CRL-1 (bacheo)	m <sup>2</sup>	289,00	\$ 3.127,00	\$ 903.703,00
Mezcla densa en caliente tipo MDC-19 no incluye transporte	m <sup>3</sup>	23,00	\$ 591.409,00	\$ 13.602.407,00
				<b>\$ 14.506.110,00</b>
<b>CAPITULO VI - ESTRUCTURAS Y DRENAJES</b>				
Excavaciones varias en material común en seco	m <sup>3</sup>	40,00	\$ 18.408,00	\$ 736.320,00
Relleno para estructuras con recebo	m <sup>3</sup>	10,00	\$ 44.339,00	\$ 443.390,00
Concreto resistencia 21MPa (D) (Anden E = 0.10m)	m <sup>3</sup>	10,00	\$ 586.695,00	\$ 5.866.950,00
Bordillo de piezas prefabricadas de concreto; incluye la preparación superficie de apoyo (L =80cm - A=15cm - H=35cm (Incluye 1.5 cm Mortero de Emboquillamiento 1:4 y base de apoyo en concreto 2000PSI))	m	100,00	\$ 68.645,00	\$ 6.864.500,00
Baranda metálica tubo GALV 11/2 " H = 1.50m	m	5,00	\$ 131.974,00	\$ 659.870,00
				<b>\$ 14.571.030,00</b>
<b>CAPITULO IX - TRANSPORTE DE MATERIALES</b>				
Transporte de materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos para distancias mayores de mil metros (1.000 m) medido a partir de cien metros (100 m).	m <sup>3</sup> - Km	530,00	\$ 1.120,00	\$ 593.600,00
Transporte de material granular	m <sup>3</sup> - Km	2.040,00	\$ 1.120,00	\$ 2.284.800,00

INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO

Transporte de la mezcla asfáltica	m3- Km	4.057,00	\$ 1.135,00	\$ 4.604.695,00
				<b>\$ 7.483.095,00</b>
<b>SUBTOTAL OBRAS</b>				<b>\$ 45.261.334,00</b>
Plan de gestión integral en obra (ambiental y tránsito) 1%				\$ 343.251,00
AIU		32%		\$ 14.483.627,00
<b>VALOR TOTAL</b>				<b>\$ 60.088.212,00</b>

*Fuente: BALANCE vías 2 p CONSORCIO DJ ACTA*

### 13. CONCLUSIONES

- Una vez terminada la práctica universitaria, se logra evidenciar que las pasantías son un periodo necesario antes de iniciar la vida laboral, en donde se puede poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera, además de que se da un primer vistazo al ambiente laboral.
- Al estar inmerso en las diferentes obras de pavimentos se observa que siempre existen contratiempos que van desde los más pequeños: (los cuales se pueden resolver en el momento), hasta problemas más difíciles que involucran dinero y/o tiempo, por lo tanto, se debe ser previsor y apoyarse siempre en los planos y diseños de construcción.
- En cada obra se conoce que tipo de construcción se realiza y las actividades necesarias en su respectivo orden para poder conseguir el objetivo, sin embargo, existen actividades no previstas en las obras que surgen por cambios repentinos o descuidos en la obra, por ende, es necesario llevar un reporte escrito y fotográfico de todas las actividades que se realicen fuera y dentro del contrato, además de tener la aprobación del contratista cuando se presenten este tipo de situaciones.
- Se observa que en cada jornada de trabajo es importante contar con un personal de confianza para efectuar las diferentes actividades para evitar retrasos y problemas relacionados a horarios y salario, además de que se evidencia de que las personas que viven cerca de cada ejecución de obra suelen poseer conocimiento de la zona, por lo tanto, es buena idea contratar personal que sea de la comunidad en caso de ser posible.
- Es necesario tener control de la obra desde su inicio hasta su final, debido a esto se debe llevar reporte de cada paso en una bitácora de obra, la bitácora es de fácil interacción y lleva consigo muchas ventajas, tales como: control de las actividades, orden, paso a paso, eficiencia de la obra e incluso tener una bitácora completa nos permitirá hacer correctivos a la obra en relación a tiempos de ejecución y registro de los diferentes materiales de obra, con los cuales se puede identificar pérdidas económicas.
- Las actividades de obra y oficina son muy importantes para que una obra se ejecute correctamente, por lo tanto, si alguna de las 2 no se realiza de manera adecuada provoca graves problemas en el resultado final de la obra, debido a esto se reconoce la importancia de dichas actividades, además de que el hecho de poder trabajar en los 2 campos aumento la experiencia y conocimientos en el área, además de que se establecieron relaciones en el ambiente laboral que serán de gran ayuda en el futuro.

- El estudio de suelos es muy importante, para este caso en particular fue necesario conocer las características del suelo en el momento de realizar los cortes y excavaciones, porque en caso de haber encontrado roca los costos se incrementarían bastante, sin embargo, este no fue el caso.
- En las obras pequeñas como en los andenes, no se realizaron ensayos de resistencia, en lugar de ello se utilizó la experiencia del maestro de obra para las proporciones y resistencia del material durante la obra, en donde se prosiguió con la actividad por la aprobación del supervisor.

## 14. ANEXOS

- Anteproyecto de trabajo de grado

[https://drive.google.com/file/d/1Eu4Ppppb0eylWY7r\\_8KOXF3xJqqIhuhF/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1Eu4Ppppb0eylWY7r_8KOXF3xJqqIhuhF/view?usp=sharing)

- Carta de Presentación por parte de la Universidad del Cauca.

[https://drive.google.com/file/d/1\\_6meFYQDKtP01prVw0f1i\\_7-OLWMwDy/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1_6meFYQDKtP01prVw0f1i_7-OLWMwDy/view?usp=sharing)

- Carta de aceptación por parte de la empresa Consorcio pavimentos DJ.

<https://drive.google.com/file/d/1vHzTLN6MzrgSrfuhmKFI9D4cBZkWEIqr/view?usp=sharing>

- Certificado de Afiliación a la ARL SURA.

[https://drive.google.com/file/d/1-LBfkk-IsRqAcaLAK\\_W4U\\_4b\\_PZoc20g/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1-LBfkk-IsRqAcaLAK_W4U_4b_PZoc20g/view?usp=sharing)

- Carta de Exoneración de Responsabilidades por parte del estudiante.

<https://drive.google.com/file/d/12fr152OxZsoldbHw8ENocPngTLtEhvZ5/view?usp=sharing>

- Minuta del Convenio entre la Universidad del Cauca y la empresa Consorcio pavimentos DJ.

<https://drive.google.com/file/d/1KBS8Xoxnl6rgmVftC75xIN-ReJydIC6u/view?usp=sharing>

- Protocolo de Bioseguridad de la Empresa Consorcio pavimentos DJ.

<https://drive.google.com/file/d/11CmQdiosJBVzdiKkiPEoggGpvKeKsCO9/view?usp=sharing>

- Resolución trabajo de grado

<https://drive.google.com/file/d/1mJvDDXukZBjUC1fpL-1gSobKJG3Or3Mu/view?usp=sharing>

- ANEXO 1. Cantidades de obra CONSORCIO PAVIMENTOS DJ

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1CEsnkJDjCuuvbmmypbG1JqEpOPv9Dj-L/edit?usp=sharing&ouid=111155917118242118530&rtpof=true&sd=true>

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- Instituto Universitario de Tecnología “Antonio José de Sucre”. (2009). GUIA PARA LA ELABORACION DEL INFORME DE PASANTIAS. Maracaibo, Venezuela.
- INVIAS. (2008). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Colombia.
- Ordoñez, J. (2020). PARTICIPACIÓN COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA CIVIL EN LA ADMINISTRACIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES EN EL MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO. Colombia.
- Campo, C. (2022). AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LOS PROYECTOS DE CONSULTORIA DESARROLLADOS POR LA EMPRESA DHELTA INGENIERÍA CIVIL S.A.S. Colombia.
- Córdoba, D. (2020). AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURA EN EL ÁREA DE VÍAS EN LA CORPORACIÓN NASA KIWE. Colombia.
- Garnica, P. (2001). INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE COMPACTACION EN LAS DEFORMACIONES PERMANENTES DE SUELOS COHESIVOS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS. Sanfandila, México.
- Argos, C. (2020). Cemento Argos. Obtenidos de cementos Argos: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/ensayo-de-asentamiento-del-concreto/>.
- MARTÍ, J.V.; YEPES, V.; GONZÁLEZ, F. (2004). *Temas de procedimientos de construcción. Cimbras, andamios y encofrados*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. Ref. 2004.441. Valencia, 50 pp.



- JOFRE, C.; KRAEMER, C. (dir.) (2008). Manual de estabilización de suelos con cemento o cal. Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA), 217 pp.
- YEPES, V. (2021). Procedimientos de construcción para la compactación y mejora del terreno. Colección Manual de Referencia, 1ª edición. Editorial Universitat Politècnica de València, 426 pp. Ref. 428. ISBN: 978-84-9048-603-0.