

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA PARA MEJORAR LAS
CONDICIONES DE TRANSITABILIDAD URBANA EN EL BARRIO BUENA VISTA
DEL MUNICIPIO DE LA CALERA, CUNDINAMARCA**

**SEIDY SÁNCHEZ AGUAS
1103068**

**DIRECTOR:
LEONARDO AUGUSTO FONSECA BARRERA**



**UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C., SEPTIEMBRE DE 2021**

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICA PARA MEJORAR LAS
CONDICIONES DE TRANSITABILIDAD URBANA EN EL BARRIO BUENA VISTA DEL
MUNICIPIO DE LA CALERA, CUNDINAMARCA

SEIDY SÁNCHEZ AGUAS
1103068

DIRECTOR:
LEONARDO AUGUSTO FONSECA BARRERA



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C., SEPTIEMBRE DE 2021

Nota aceptación

Firma de tutor

Firma de jurado 1

Firma de jurado 2

Bogotá D. C., septiembre de 2021

DEDICATORIA

A mi madre, por depositar siempre toda su confianza en mí, darme siempre su apoyo incondicional y hacer esfuerzos más allá de lo posible para ayudarme a cumplir mis sueños, a mi padre, por mostrarme siempre lo orgulloso que se siente de mí y manifestarme siempre su apoyo y a los dos, por inculcar en mí el esfuerzo y la perseveración.

También a mi tía Marleny y mi prima Angelica, por todo su amor y cariño, por preocuparse siempre por mi e ofrecerme siempre su apoyo, dispuestas siempre a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Militar Nueva Granada, que me abrió sus puertas y me permitió realizar mi formación profesional, de igual manera, a todos los docentes que hicieron parte de mi proceso educativo y me regalaron un poco de sus conocimientos para crecer día a día como profesional, gracias a ustedes por su dedicación. También quiero expresar mi agradecimiento al Ingeniero Leonardo Fonseca por acompañarme en este proceso, y permitirme desarrollar este importante proyecto para culminar mi carrera profesional ofreciéndome su dirección y conocimientos

Gracias a mis amigos, que crecieron junto a mí y me ofrecieron su apoyo, gracias por compartir momentos significativos conmigo que llevare siempre en mi corazón y gracias por darme numerosas anécdotas que contar.

Y finalmente, gracias a todas personas con las que logre coincidir en esta maravillosa etapa y que aportaron de alguna forma para hoy lograr mis metas.

.

CONTENIDO

GLOSARIO	1
RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	3
1. PROBLEMA.....	4
1.1. IDENTIFICACIÓN.....	4
1.2. DESCRIPCIÓN.....	4
1.3. PLANTEAMIENTO	4
2. DELIMITACIÓN	5
2.1. CONCEPTUAL	5
2.2. GEOGRÁFICA	5
2.3. CRONOLÓGICA.....	6
3. OBJETIVOS	7
3.1. OBJETIVO GENERAL	7
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4. ANTECEDENTES	8
5. JUSTIFICACIÓN	10
6. MARCO REFERENCIAL.....	11
6.1. MARCO TEÓRICO.....	11
6.2. MARCO CONCEPTUAL.....	12
6.3. MARCO INSTITUCIONAL	13
6.4. MARCO LEGAL	14
6.5. MARCO HISTÓRICO.....	15
6.6. MARCO AMBIENTAL.....	15
7. METODOLOGÍA.....	17
8. DISEÑO DE PAVIMENTO.....	18
8.1. INFORMACIÓN PRIMARIA	18
8.1.1. Demografía	18
8.1.2. Clima.....	18
8.1.3. Relieve	19
8.2. CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	20
8.2.1. Descripción de la zona	20
8.2.2. Estado de obras existentes actualmente	21
8.2.3. Caracterización de la estructura	21

8.3.	ESTIMACIÓN DE TRANSITO	22
8.4.	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	25
8.4.1.	Espesor de la losa de concreto	25
8.4.2.	Análisis de sensibilidad según software	26
8.4.3.	Dimensiones de las losas de concreto	28
8.4.4.	Pasadores de losa y barras de anclaje	28
8.5.	CANTIDADES DEL PAVIMENTO	29
9.	PROPUESTA DE DRENAJE VIAL	31
9.1.	ANÁLISIS DE LLUVIA	31
9.1.1.	Precipitaciones	31
9.2.	ANÁLISIS DE CAUDALES	33
9.2.1.	Cuenca.....	33
9.2.2.	Morfometría general	34
9.2.3.	Caudal de diseño	34
9.3.	SUBDRENAJE	35
10.	CANTIDADES DE OBRA.....	37
11.	PRESUPUESTO DE OBRA.....	38
12.	VIABILIDAD	41
13.	CONCLUSIONES	42
14.	RECOMENDACIONES	44
	BIBLIOGRAFÍA	45

Lista de ilustraciones

Ilustración 1	Ubicación del proyecto	5
Ilustración 2	Localización del proyecto	6
Ilustración 3	Normativas correspondientes a proyecto tipo.....	14
Ilustración 4	Metodología de diseño.....	17
Ilustración 5	Temperatura anual	18
Ilustración 6	Perfil de la vía.....	19
Ilustración 7	Estado actual del tramo a intervenir	20
Ilustración 8	Resultados Software PCAcalcula	26
Ilustración 9	Módulo de reacción según Software PCAcalcula	26
Ilustración 10	Módulo de rotura según Software PCAcalcula	27
Ilustración 11	Espesor de losa según Software PCAcalcula	27
Ilustración 12	Dimensiones de placa de concreto.....	29
Ilustración 13	Histograma Estación Torca.....	32
Ilustración 14	Histograma Estación Santa Teresa	32
Ilustración 15	Objetivos de calidad Cuenca Rio Teusacá.....	33
Ilustración 16	Características morfométricas Cuenca Rio Teusacá.....	34
Ilustración 17	Curva de duración de caudales medios mensuales	35
Ilustración 18	Propuesta Geodren Tipo Frances	36

Lista de tablas

Tabla 1 Alcance de diferentes impactos ambientales	16
Tabla 2 Caracterización de la estructura	22
Tabla 3 Composición vehicular	22
Tabla 4 Composición de camiones	23
Tabla 5 Vehículos para cada carril de diseño	23
Tabla 6 Distribución por cada 1000 vehículos comerciales según día y carril de diseño	24
Tabla 7 Número esperado de ejes en el carril de diseño para 20 años.....	25
Tabla 8 Número esperado de ejes en el carril de diseño para 20 años.....	28
Tabla 9 Resumen de criterios del pavimento rígido	29
Tabla 10 Resumen de criterios de diseño	29
Tabla 11 Resumen cantidades de diseño en todo el pavimento.....	30
Tabla 12 Información general estaciones hidrometeorológicas CAR	31
Tabla 13 Cantidades de obra.....	37
Tabla 14 Presupuesto de obra	38

GLOSARIO

AIU: Administración, imprevistos y utilidades.

APU: Asignación de precios unitarios.

Dosificación: Determinar la combinación más práctica y económica de los agregados disponibles, cemento, agua y en ciertos casos aditivos, con el fin de producir una mezcla con el grado requerido de manejabilidad.

Interventoría: Seguimiento técnico a la ejecución de contratos de distintas tipologías

Método PCA: Método de diseño de pavimentos.

Pavimento: Capa lisa, dura y resistente de asfalto, cemento, madera, adoquines u otros materiales con que se recubre el suelo para que esté firme y llano.

Pavimento flexible: compuesto por una capa o carpeta asfáltica que utiliza una mezcla de agregado grueso o fino con material bituminoso obtenido del asfalto o petróleo.

Pavimento rígido: Es el conformado por una losa de concreto sobre una base o directamente sobre la subrasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada.

Señalización: Señal o conjunto de señales que en un lugar proporcionan una información determinada, especialmente las señales de tráfico que regulan la circulación.

TPDs: Transito Promedio Diario Semanal, es decir, vehículos que pasan por una sección de la vía durante una semana.

Vía: área comprendida dentro del derecho de vía, incluyendo el área adicional requerida para taludes y como especifique en los planos constructivos aprobados.

Vehículo: Aparato con o sin motor que se mueve sobre el suelo, en el agua o el aire y sirve para transportar cosas o personas, especialmente el de motor que circula por tierra.

RESUMEN

Para el desarrollo de un proyecto de ingeniería civil, como el diseño y construcción de una vía, es necesario realizar un análisis técnico y económico previo en el cual se identifique la viabilidad y la relación costo-beneficio de diferentes alternativas para dar paso a su ejecución, a esto se le conoce como estudio de prefactibilidad. En este caso, el proyecto se encamina en mejorar las condiciones de transitabilidad de una vía urbana ubicada en el municipio de La Calera, Cundinamarca sobre la calle 6 entre la transversal 6a y la carrera 11.

En este estudio, es necesario contemplar variables relacionadas con el clima, el tránsito, el suelo, a partir de la obtención de información primaria y secundaria; que permitan realizar un diseño óptimo del pavimento y garantizar las condiciones adecuadas de accesibilidad y movilidad durante determinado periodo de vida útil.

INTRODUCCIÓN

En el presente, las vías urbanas y rurales contribuyen significativamente al desarrollo de una región, por esta razón, la correcta planeación de proyectos viales garantiza y facilita la calidad de una red vial eficiente.

El propósito de este proyecto es realizar un estudio de prefactibilidad que permita establecer la viabilidad de realizar la pavimentación de una vía urbana en el barrio Buena Vista, del municipio de La Calera, a partir de la implementación de conceptos técnicos y económicos aprendidos en la academia.

Al realizar el estudio de prefactibilidad técnico-económico para mejorar las condiciones de transitabilidad urbana de la vía que se encuentra sobre la calle 6 entre la transversal 6a y la carrera 11, es necesario conocer diferentes características de la zona, como las condiciones actuales de la vía, el tránsito vehicular al que será sometido, las condiciones climatológicas y el periodo de diseño, además de contemplar los costos de diseño, construcción y mantenimiento para finalmente obtener recomendaciones y conclusiones sobre la viabilidad de la ejecución del proyecto.

1. PROBLEMA

1.1. IDENTIFICACIÓN

Los usuarios de esta vía, ubicada en el municipio de La Calera sobre la calle 6 entre la transversal 6a y la carrera 11, deben soportar la baja calidad del estado de esta vía, aumentando sus tiempos de viaje, causando la avería de los vehículos y por consiguiente, aumentando la contaminación del ambiente por la presencia de partículas volátiles, minimizando así la conectividad entre la zona y el resto del municipio, pues la vía presenta hundimientos y deterioro que disminuyen la calidad de vida de los habitantes de la zona y de aquellos que transitan por dicha ruta.

1.2. DESCRIPCIÓN

El proyecto consiste en adelantar el estudio de prefactibilidad técnico-económica para mejorar las condiciones de transitabilidad urbana en el barrio Buena Vista del municipio de La Calera, Cundinamarca planteando el diseño de una estructura de pavimento, en busca del beneficio y desarrollo de la comunidad. Teniendo en cuenta que la vía existente, que está destinada a la circulación de vehículos, presenta un notable deterioro y se encuentra sin pavimentar definiéndose como vía carretable.

1.3. PLANTEAMIENTO

Según los estudios técnicos que se realicen, ¿Es factible técnica y económicamente mejorar las condiciones de transitabilidad en la calle 6 entre la transversal 6a y la carrera 11 del municipio de La Calera, Cundinamarca?

2. DELIMITACIÓN

2.1. CONCEPTUAL

Realizar el estudio de prefactibilidad de la pavimentación de una vía urbana de la Calera, incluyendo el diseño del pavimento, el presupuesto de obra, resumen de cantidades, realizando además un estudio de tránsito y del suelo a partir de la recolección de información primaria y secundaria, apoyándose en documentos de la secretaria de Planeación del Municipio de La Calera y en la guía ofrecida por el DNP en el proyecto tipo “Construcción de pavimento rígido en vías urbanas de bajo tránsito”.

2.2. GEOGRÁFICA

El proyecto se desarrollará en el barrio Buena Vista del municipio de La Calera, Cundinamarca. La vía cuenta con una longitud total de 250m.



*Ilustración 1 Ubicación del proyecto
Fuente: Google Earth.*

La vía inicia sobre la calle 6 sobre la transversal 6a, la cual se identifica con las siguientes coordenadas geográficas CGS: 4.720807, -73.973006 y termina sobre la calle 6 con carrera 11, identificada con coordenadas geográficas CGS: 4.722758, -73.973700.



Ilustración 2 Localización del proyecto
Fuente: Google Earth.

Se establece que el municipio de La Calera está localizado en el departamento de Cundinamarca, dentro del valle sobre el río Teusacá, todo su territorio de sur a norte esta surcado en la Cordillera Oriental de Los Andes, el municipio cuenta con una población de 23.308 habitantes, una densidad poblacional de 68.6 hab/Km² y una superficie de 340 Km². El clima de este municipio es generalmente templado y fresco con temperaturas que varían entre 5°C a 17°C

2.3. CRONOLÓGICA

El proyecto se adecuará al año 2021, siguiendo el acuerdo municipal No. 4 en el que se adopta el plan de desarrollo del municipio “Juntos a reconstruir La Calera” dado por la alcaldía actual que trabajará durante el periodo gubernamental comprendido entre el año 2020 a 2023.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el estudio de prefactibilidad técnico-económica para mejorar las condiciones de transitabilidad urbana en el barrio Buena Vista del municipio de La Calera, Cundinamarca.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recolectar información primaria y secundaria para el proyecto.
- Realizar presupuesto de obra y estudios técnicos y de tránsito.
- Determinar parámetros técnicos basándose en diferentes normativas.
- Elaborar el diseño de la estructura de pavimento y de las obras afines que este requiera.

4. ANTECEDENTES

El desarrollo en infraestructura vial en zonas urbanas implica una movilidad eficiente mejorando el tránsito vehicular, siendo así una necesidad el diseño, construcción, rehabilitación y mantenimiento en las vías. Las condiciones del sistema vial urbano para la mayoría de las ciudades colombianas son muy similares. Debido al problema de la violencia desde hace más de cinco décadas y a otros factores de desarrollo e industrialización. Los procesos migratorios generaron tasas de crecimiento poblacional muy altas en las ciudades, acompañadas de un crecimiento desordenado, carente de planificación y diseño urbano y de servicios públicos apropiados (Arboleda, Rivas, & Solano, 2005).

Una de las variables más importante para tener en cuenta es el tipo de estructura de pavimentación, el cual puede ser rígido o flexible. El pavimento rígido se construye a partir de una mezcla de cemento hidráulico y agregado grueso y fino. Según el Departamento Nacional de Planeación (DNP) en las especificaciones para proyectos de construcción de pavimento rígido en vías urbanas de bajo tránsito menciona el rango de valores del espesor de la placa de concreto y la resistencia a la compresión que este debe tener y, además, los valores del espesor de la subbase granular, la pendiente de bombeo, y la magnitud de las juntas transversales y longitudinal en el centro de la calzada, las cuales tendrán dovelas y barras de anclaje.

El municipio de La Calera, cuenta con el acuerdo municipal No. 04 “Por el cual se adopta el plan de desarrollo del municipio de La Calera 2020- 2023 “JUNTOS A RECONSTRUIR LA CALERA”, el cual menciona que el municipio tiene alrededor de 22 km de vías urbanas, de las cuales el 2.76% es en pavimento flexible, el 53.82% en pavimento rígido, el 1.97% en pavimento articulado, el 2.67% en piedra y/o placa huella y el 38.78% se encuentra en recebo afirmado, además el plan de desarrollo en el artículo 6: Pacto por la vida describen como meta rehabilitar y

realizar el mantenimiento de 18 Km de vías urbanas y pavimentar un total de 8 Km de vías urbanas, con el fin de buscar el desarrollo y el bienestar de la comunidad. De esta forma, será necesario la realización de diferentes estudios técnicos con el objetivo de tomar decisiones adecuadas que beneficien al municipio y su ciudadanía.

5. JUSTIFICACIÓN

En cuanto a la infraestructura de pavimentación, es importante definir las características estructurales y geométricas, además de características del tránsito a futuro como, por ejemplo, el volumen de tránsito calculado por medio de proyecciones, estimaciones y métodos estadísticos para así realizar un correcto diseño y construcción, de igual forma será necesario seguir normativas vigentes del INVIAS y modelos de proyectos que presentan actividades estándar de alternativas de solución a problemáticas comunes, ofrecidos por los proyectos tipo desarrollados por el DNP. El correcto análisis y la información recolectada de estudios previos son de gran importancia para el desarrollo de este proyecto, pues es necesario obtener datos históricos de estudios de tránsito, ensayos de suelos y conocer diferentes rasgos de la vía, con el fin de mejorar el estado de la carretera, ofreciendo una imagen favorable del municipio y mejorando la calidad de vida de sus habitantes.

6. MARCO REFERENCIAL

Para realizar el estudio de prefactibilidad técnico-económica para mejorar las condiciones de transitabilidad urbana en el barrio Buena Vista del municipio de La Calera, se basará del documento del proyecto tipo “CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN VÍAS URBANAS DE BAJO TRÁNSITO”, el cual es un modelo que formula la construcción de este tipo de estructura bajo condiciones y características establecidas, ajustándose a la realidad propia de cada proyecto, incluyendo un procedimiento para su ejecución y un presupuesto estimado e indicando el mecanismo a emplear para su operación y mantenimiento y finalmente lograr un diseño final que tenga en cuenta todos los aspectos técnicos necesarios.

6.1. MARCO TEÓRICO

Dado que el trabajo de investigación se basa en la realización del diseño de pavimentos en una zona específica que ya se encuentra en uso se debe tener en cuenta factores geotécnicos, ambientales y el desarrollo urbanístico poniendo en práctica los criterios, especificaciones y conocimientos técnicos aplicables en este tramo vial. En este caso, la clasificación de la vía pertenece a un camino rural

La alternativa de construcción del pavimento será de tipo rígido, si se tiene en cuenta que más del 50% de las vías urbanas son construidas con este material, el cual consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyando directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de las ruedas, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante (Villarreal, 2008). Para la construcción de esta estructura, se deben tener en cuenta parámetros como las cargas a la que será sometida la vía a lo largo de su vida útil, el estudio de tránsito, las condiciones del suelo, la zona y los materiales a

utilizar, de esta forma asegurar el comportamiento satisfactorio, no solo de la capa asfáltica del pavimento, sino también la uniformidad de las características de la subrasante.

El método de diseño de pavimento que utiliza el proyecto tipo “CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN VÍAS URBANAS DE BAJO TRÁNSITO”, es el método de diseño de la *Portland Cement Association (PCA)*, el cual considera dos criterios de falla: El criterio de erosión de la subbase por debajo de las losas, el cual reconoce que el pavimento puede fallar por un excesivo bombeo y el criterio del esfuerzo de fatiga, el cual reconoce que el pavimento puede fallar debido a excesivas repeticiones de carga.

El diseño de espesores para el método PCA se realiza basándose en cinco factores principales: módulo de ruptura, soporte de subrasante, periodo de diseño, tipo de tráfico y factor de seguridad para las cargas

6.2. MARCO CONCEPTUAL

Algunos conceptos relacionados con el desarrollo del proyecto son:

Estudio de tránsito: El tránsito de una vía es uno de los parámetros más importantes, pues determinan las cargas a la que será sometido el pavimento durante su periodo de diseño. El Instituto Nacional de Vías (INVIAS) en su manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito clasifica el tránsito de diseño en dos niveles, en función del número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas previstos durante la vida útil del carril.

Estudios geotécnicos: Para obtener información básica de las propiedades del suelo, es necesario la ejecución de ensayos de campo que establezcan su distribución y características físicas a partir de la determinación del perfil y de una toma de muestra de diferentes capas del suelo, para posteriormente conocer la humedad natural, granulometría, límites de consistencia e indicadores como el CBR.

Ensayo CBR: Para determinar la resistencia de los suelos, se debe realizar la prueba de *CBR (California Bearing Ratio)* o valor relativo de soporte, desarrollado por la División de Carreteras de California. La prueba del CBR es un ensayo normalizado por la norma INV-E 148-13.

Pavimento rígido: Es un tipo de pavimento constituido por una losa de concreto de cemento hidráulico que se apoya sobre la base o una capa de subbase. Transmite directamente los esfuerzos al suelo de forma minimizada, el método PCA, es utilizado únicamente para el diseño de pavimentos de este tipo.

Funciones de las capas del pavimento rígido:

- **Subbase:** Monsalve, L. (2012) afirma que la función más importante es impedir la acción del bombeo en las juntas, grietas y extremos del pavimento. Se entiende por bombeo a la fluencia de materiales finos con agua fuera de la estructura del pavimento, debido a la infiltración de agua por las juntas de las losas. El agua que penetra a través de las juntas licua el suelo fino de la subrasante facilitando así su evacuación a la superficie bajo la presión ejercida por las cargas circulantes a través de las losas
- **Losa de concreto:** Sus funciones principales son otorgar resistencia, impermeabilidad y cumplir como superficie de rodadura que transmita y soporte los esfuerzos que se le apliquen.

6.3. MARCO INSTITUCIONAL

Alcaldía municipal La Calera, Cundinamarca:

Consejo Municipal de La Calera.

Departamento Nacional de Planeación.

6.4. MARCO LEGAL

Para el desarrollo de los proyectos de infraestructura vial, se deben seguir los lineamientos establecidos por el Ministerio de Transporte, más específicamente a su organismo adscrito El Instituto Nacional de Vías (INVIAS), el cual tiene como objetivo la ejecución de las políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de la infraestructura no concesionada de la Red Vial Nacional (DNP, 2016). El documento “CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN VÍAS URBANAS DE BAJO TRÁNSITO” presenta los siguientes lineamientos normativos:

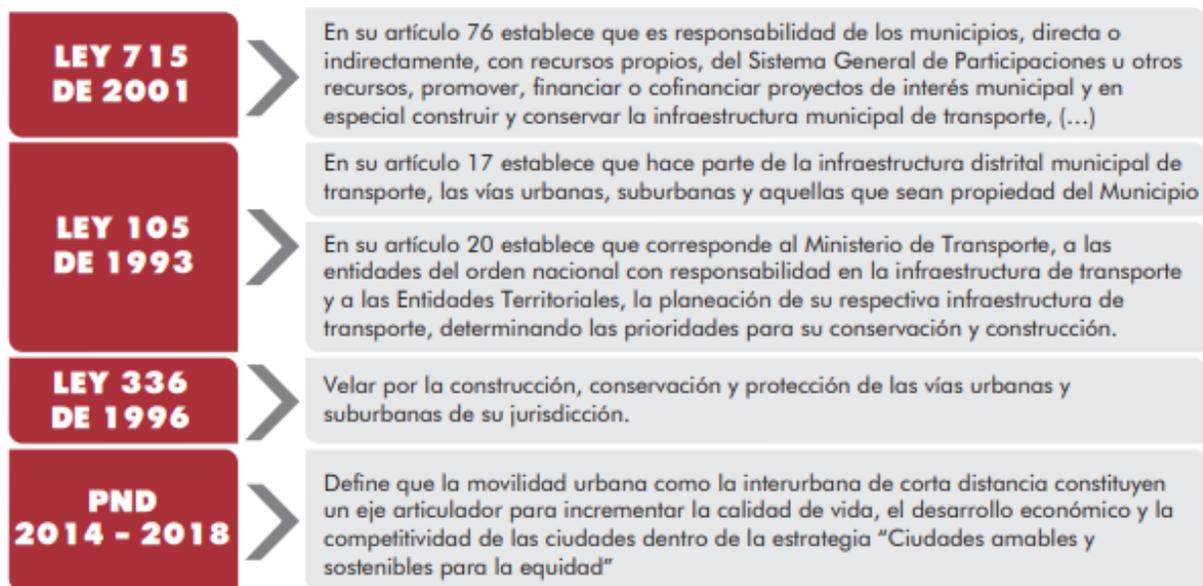


Ilustración 3 Normativas correspondientes a proyecto tipo (DNP, 2018)

Conjuntamente también será necesario tener en cuenta otros documentos del INVIAS como: Manual de Diseño de carreteras, Manual de drenaje de carreteras, Manual de mantenimiento de carreteras, Manual de señalización y entre otros. De igual manera, documentos de seguimiento de entidades como la ANI y el plan de desarrollo municipal 2020- 2023 “Juntos a reconstruir la calera” aprobado por el concejo municipal.

6.5. MARCO HISTÓRICO

El territorio que actualmente está ocupado por el municipio de La Calera, en la época precolombina no tenía indígenas radicados, fue hasta 1765 que don Pedro Tovar y Buendía apareció como dueño de la hacienda La Calera, nombre que se le dio por las minas de piedra caliza de la región y porque se le llama calera al lugar donde se extrae. Su fundador, don Pedro Tovar y Buendía, fue quien construyó la capilla y otras construcciones y que, con el tiempo, se construyó la población de La Calera, con fecha de fundación el 16 de diciembre de 1772.

6.6. MARCO AMBIENTAL

Según la guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura para el subsector vial elaborada por el INVIAS especifica que “El contratista de obra debe dar cumplimiento a todos los aspectos ambientales relacionados en el Artículo 106-07 de las especificaciones generales de construcción de carreteras y los demás artículos donde se establecen medidas de carácter ambiental.”

En el capítulo 5 de esta guía “descripción de los impactos ambientales” también se establecen posibles impactos que pueden generarse en el medio biótico, abiótico y social, al ejecutarse obras viales no sujetas a licenciamiento ambiental y que sirven para la elaboración de los programas de manejo ambiental. Algunos de los impactos ambientales que puede generar este proyecto en específico al realizar las actividades constructivas se presentan en la Tabla 1.

Otra normativa ambiental que es importante tener en cuenta Resolución 541 de 1194: Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación, dado que regula el uso de los materiales desde su uso hasta su disposición final.

Tabla 1 Alcance de diferentes impactos ambientales
(INVIAS, 2011)

Elemento ambiental	Impacto ambiental	Descripción del impacto
Geomorfológico	Alteración de la morfología	Se refiere a los cambios en la forma del terreno
Atmosférico	Cambios en los niveles de ruido	Se considera como ruido todo sonido con una intensidad alta que puede afectar la salud de las personas.
Suelo	Pérdida o ganancia de suelo	Se refiere al volumen de suelo que se extraiga o que se adicione en un determinado sitio por las actividades del proyecto.
Biótico	Incremento de demanda de recursos naturales	Necesidad del consumo de recursos naturales para la ejecución del proyecto. alterado.
Socioeconómico y cultural	Daños a la infraestructura de predios	Afectación a la infraestructura de las construcciones que se encuentran en vecindad a la obra ya sea de carácter privado o público.
	Afectación a la infraestructura de los servicios públicos.	Se refiere a los daños a las redes de servicios públicos de acueducto, energía o de gas natural porque las redes se encuentran en vecindad a la obra.
	Afectación a la infraestructura vial.	Se refiere a los daños que se pueden generar sobre los pavimentos, por la operación de la maquinaria y equipos.
	Afectación a la movilidad peatonal y vehicular	Hace referencia a la obstaculización temporal de la vía, al impedimento para el acceso al servicio de transporte público, a la movilidad peatonal, a la disminución del área de rodamiento mientras se realizan las obras, entre otros, alterando la dinámica propia de los usuarios del corredor vial.
	Generación de accidentes	Es la probabilidad de ocurrencia de un accidente, derivada de la curiosidad en niños y adultos.
	Afectación al acceso a los predios	Hace referencia al impedimento para el acceso a los predios, afectando el ingreso y salida a garajes, de las mercancías y clientes de las actividades económicas, agrícola o ingreso de estudiantes a sus instituciones educativas.
	Generación de empleo	Se refiere a la demanda del proyecto de mano de obra del Área de Influencia del proyecto.

7. METODOLOGÍA

Para llegar al objetivo deseado, en primer lugar será necesario realizar una búsqueda de información primaria y secundaria que pueda ofrecer la Alcaldía Municipal de La Calera y otras fuentes, para así conocer información sobre proyectos previamente realizados o que se tengan contemplados en el plan de desarrollo municipal, además de investigaciones en la zona de estudio para conocer el estado del suelo, y posteriormente será necesario un estudio de tránsito, evidenciar las condiciones de la vía y realizar las proyecciones de tránsito.

Con la información recolectada se procederá a realizar el respectivo diseño basándose en los parámetros dados por la normativa del INVIAS y tomando como guía los archivos ofrecidos por el DNP en el proyecto “CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN VÍAS URBANAS DE BAJO TRÁNSITO” y las normativas que este recomienda, de esta forma analizar y concluir sobre los resultados obtenidos en este proyecto.

Para realizar el diseño de pavimento, es importante conocer variables como se mencionaba anteriormente, y así calcular la capacidad de la subrasante y el tránsito en ejes equivalentes dimensionando la estructura correctamente para un periodo de tiempo establecido. En busca de resumir el proceso metodológico implementado, se observa la siguiente imagen



Ilustración 4 Metodología de diseño

8. DISEÑO DE PAVIMENTO

8.1. INFORMACIÓN PRIMARIA

8.1.1. Demografía

La calera cuenta con una población de 28.568 habitantes según el censo poblacional realizado por el DANE en 2018 de los cuales el 43.55% pertenecen al casco urbano, equivalentes a con una cantidad de 12.441 habitantes, con un promedio de personas por hogar del 3.1 y densidad poblacional de 84.02 Hab/Km²

8.1.2. Clima

Las temperaturas máximas diarias son alrededor de los 17°C, con un rango entre los 15°C y 19°C que rara vez se excede, en cuanto a las temperaturas mínimas diarias son alrededor de los 6°C, con un rango promedio entre los 1°C y 9°C.

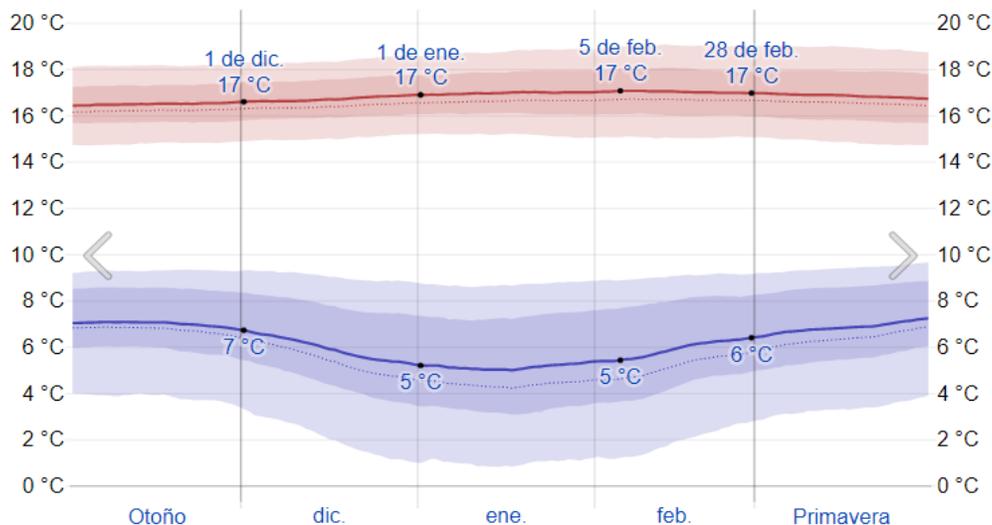


Ilustración 5 Temperatura anual

La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes. (Weatherspark, 2021)

Además, durante el 83% de la época de invierno se presenta nubosidad, principalmente en el mes de abril y en cuanto a las lluvias varían durante el año, en promedio de la acumulación mínima de 31 días es 40mm y un día lluvioso cuenta con por lo menos 1 mm de precipitaciones.

8.1.3. Relieve

La altitud media del municipio tiene un valor de 2.744 msnm aproximadamente, sin embargo, se presentan variaciones de máximo 540 metros en el radio de la zona urbana, la vía en la que se propone realizar el proyecto tiene una altitud mínima de 2.719 msnm y una altitud máxima de 2.728 msnm. El municipio al encontrar en el sector norte de la cuenca de Teusacá está rodeado por dos cerros con topografía principalmente escarpada de areniscas y plaeners y con algunos sectores ondulados de material arcilloso, la cabera municipal del municipio se encuentra ubicada sobre lomeríos arcillosos, extendiéndose en los últimos años sobre el estrecho valle aluvial de río Teusacá aguas abajo del embalse San Rafael.



Ilustración 6 Perfil de la vía
(Google Earth, 2021)

8.2. CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

8.2.1. Descripción de la zona



*Ilustración 7 Estado actual del tramo a intervenir
(Leonardo Fonseca, 2021)*

Al realizar la visualización y el diagnóstico del segmento vial ubicado en la calle 6 entre la transversal 6a y la carrera 11, en el barrio Buena Vista en el municipio de La Calera, el cual cuenta

con una longitud de 250 m y un ancho de 7 m, el cual se encuentra sin pavimentar con deterioro en diferentes zonas del tramo como se evidencia en las imágenes:

8.2.2. Estado de obras existentes actualmente

Realizando una observación técnica, se evidencia que la vía en su estado actual presenta diferentes patologías, que se lograron evidenciar realizando una inspección visual basándose en el Manual de Inspección Visual del INVIAS, de lo cual se obtuvo:

- Ausencia de sistema de drenaje, es decir no tiene infraestructura adecuada para evacuar aguas lluvias.
- Superficie pedregosa con presencia de agregados sueltos en la superficie.
- Presencia de erosión en diferentes tramos.
- Presencia de ahuellamiento y baches en varias zonas.

8.2.3. Caracterización de la estructura

El ensayo del valor relativo de soporte (CBR), normalizado por la norma INV- E 148-13, el cual determina la resistencia del suelo. Teniendo en cuenta que para $CBR < 5$, se recomienda tratamientos especiales para la sustitución de materiales inadecuados en una remoción parcial o total del material. De esta forma, la guía del DNP en el proyecto tipo “Construcción de pavimento rígido en vías urbanas de bajo tránsito” manifiesta que se debe cumplir con los siguientes criterios.

$$CBR \text{ subrasante} = 5\%$$

$$\text{Módulo de reacción de la subrasante (Mr)} = 10 * CBR \quad (\text{Ec.1})$$

$$Mr = 10 * 5 \quad (\text{Ec.1})$$

$$Mr = 50 \text{ MPa/m} \quad (\text{Ec.1})$$

Además, especifica que el valor del módulo de rotura del concreto (M_{rc}) será de 4 MPa, el cual representa el valor de la resistencia a la flexión del concreto a los 28 días, obteniendo así un módulo de reacción del conjunto subrasante- subbase de 46 MPa/m.

Tabla 2 Caracterización de la estructura

Parámetro	Valor
CBR (%)	5
Mr (MPa/m)	50
Mrc (MPa)	4
Mr subrasante- subbase	46

8.3. ESTIMACIÓN DE TRANSITO

El transito será proyectado debido a la falta de información en diferentes fuentes dado que se trata de una vía urbana local de uso residencial y poco comercial, en la cual no circulan vehículos de ejes trídems, además no se cuenta con el tiempo y el personal necesario para realizar un estudio de volúmenes de tránsito, para realizar las proyecciones se realizó un aforo en un día típico asumiendo que el transito promedio diario (TPD) obtenido es el real.

El aforo (anexo 1) fue realizado el día 21 de agosto de 2021 en una jornada de 10 horas, desde las 8:00 am hasta las 18:00, diligenciando un formato en el cual se indican la cantidad de vehículos según su tipo que pasan en cada sentido (Este- oeste u oeste- este) por la calle 6 con transversal 6^a en periodos de media hora (30 minutos), encontrando los siguientes resultados:

Tabla 3 Composición vehicular

	Cantidad	Porcentaje (%)
Autos	173	75.5
Buses	21	9.2
Camiones	35	15.3
Total	229	100.0

Tabla 4 Composición de camiones

Tipo	Porcentaje (%)
C- 2P	74.29%
C- 2G	25.71%
C-3-4	0.00%
C5	0.00%
> C5	0.00%

Se asume que la distribución direccional es equivalente para cada carril, teniendo un valor de 0.5 y el factor de distribución será de 1.0, considerando que hay un carril por sentido. Entonces, $F_d = 0.5$ y $F_{ca} = 1.0$.

Tabla 5 Vehículos para cada carril de diseño

Tipo de vehículo	TPDo	Porcentaje vehículo	Numero de ejes comerciales por día por carril
Bus	229	9.2%	11
C-2P		11.4%	13
C-2G		3.9%	5
C3 - C4		0.0%	0
C5		0.0%	0
>C5		0.0%	0
Total			28

Según el Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito del INVIAS se manejan tasas del 3%, y así calcular el número de vehículos comerciales del carril de diseño durante el periodo de diseño (NVC).

$$Fp = \frac{(1 + r)^n - 1}{\ln(1 + r)} \quad (Ec. 2)$$

$$Fp = \frac{(1 + 3\%)^{20} - 1}{\ln(1 + 3\%)} \quad (Ec. 2)$$

$$Fp = 27.27 \quad (Ec. 2)$$

Donde:

n: Periodo de diseño = 20 años

r: Tasa de crecimiento anual del tránsito= 3%

$$NVC = 365 * TPD_o * \%V_c * F_d * F_{ca} * F_p \quad (Ec. 3)$$

$$NVC = 365 * 229 * 24.5\% * 0.5 * 1.0 * 27.27 \quad (Ec. 3)$$

$$NVC = 278714.16 \quad (Ec. 3)$$

Donde:

NVC: Número de vehículos comerciales del carril de diseño durante el periodo de diseño.

TPDo: Transito promedio diario = 229 veh

%Vc: Porcentaje de vehículos comerciales = 24.5%

Fd: Factor de distribución por sentido = 0.5

Fca: Factor de distribución por carril = 1.0

Fp: Factor de proyección = 27.27

Posteriormente, se determina la cantidad de cada tipo de vehículo para una muestra de 1000 vehículos comerciales.

Tabla 6 Distribución por cada 1000 vehículos comerciales según día y carril de diseño

Tipo de vehículo	Numero de ejes comerciales por día por carril	Numero de ejes comerciales por día por carril por cada 1000 VC
Bus	11	375
C-2P	13	464
C-2G	5	161
C3 - C4	0	0
C5	0	0
>C5	0	0
Total	28	1000

Finalmente, se determina el número de ejes esperados en el carril de diseño en el periodo de diseño de 20 años y se distribuyen los ejes por cada 1000 vehículos comerciales según la siguiente tabla:

Tabla 7 Número esperado de ejes en el carril de diseño para 20 años

Cargas		Ejes p/c 1000 vc	Numero de ejes en carril de diseño/periodo de diseño
Ton	KN		
Ejes simples			
9.1	89.3	161	44793
8.4	82.4	0	0
6	58.9	375	104518
5.2	51.0	464	129403
4.9	48.1	161	44793
4	39.5	375	104518
2.8	27.5	464	129403
Ejes tándem			
19.6	192.3	0	0
20	197.0	0	0
22	216.0	0	0
18.2	178.5	0	0
Ejes Trídem			
26	255.1	0	0

8.4. ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

8.4.1. Espesor de la losa de concreto

Teniendo en cuenta los parámetros calculados anteriormente, se estima un espesor de losa de 0.180 m y de la subbase de 0.120 m, por medio del software PCAcalcula de la Universidad del Valle, se obtienen los porcentajes de fatiga y erosión los cuales deben ser menores al 100%. Observando que los espesores definidos son adecuados al tránsito considera y la resistencia de la capa de apoyo. Además, realiza recomendaciones para el diseño de las barras de anclaje y de los pasadores, determinando anteriormente el diámetro de la barra y la resistencia del acero a utilizar como se muestra a continuación:

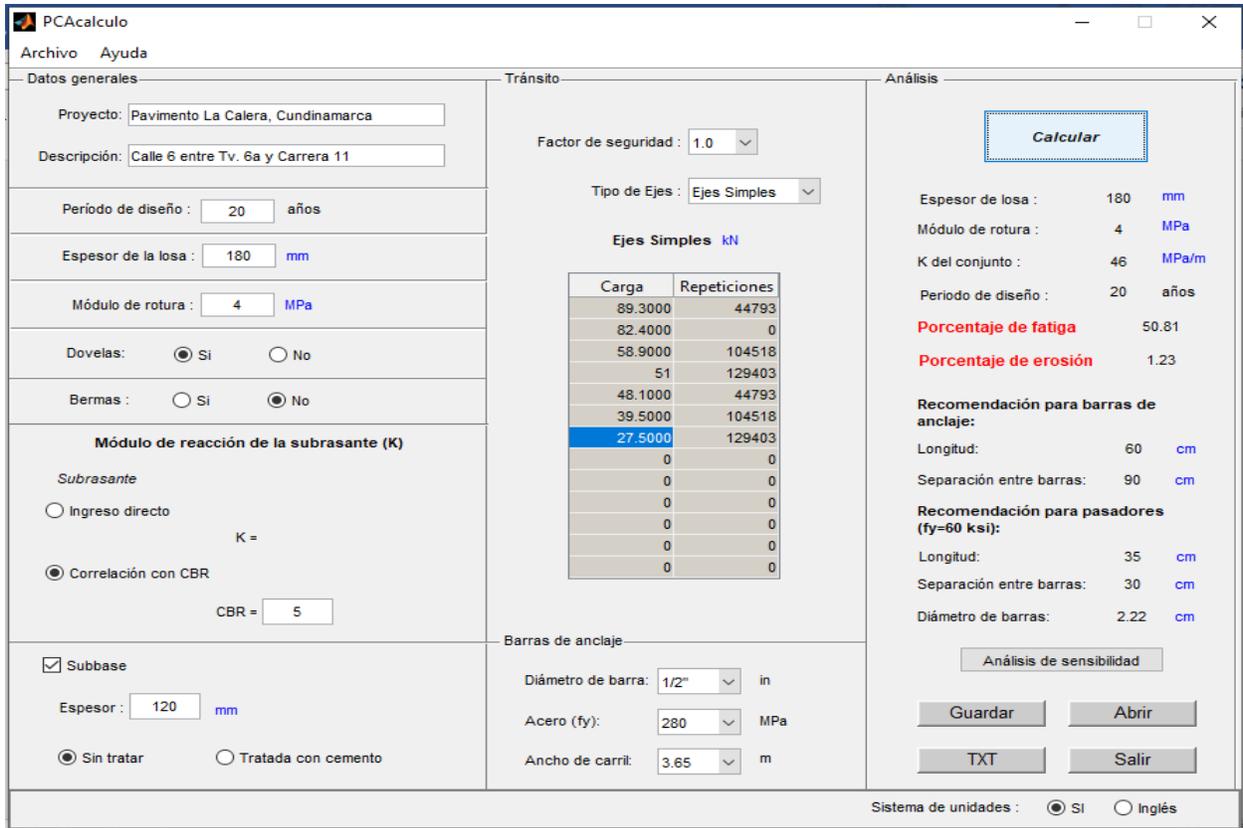


Ilustración 8 Resultados Software PCAcalculo (Universidad Del Valle, 2021)

8.4.2. Análisis de sensibilidad según software

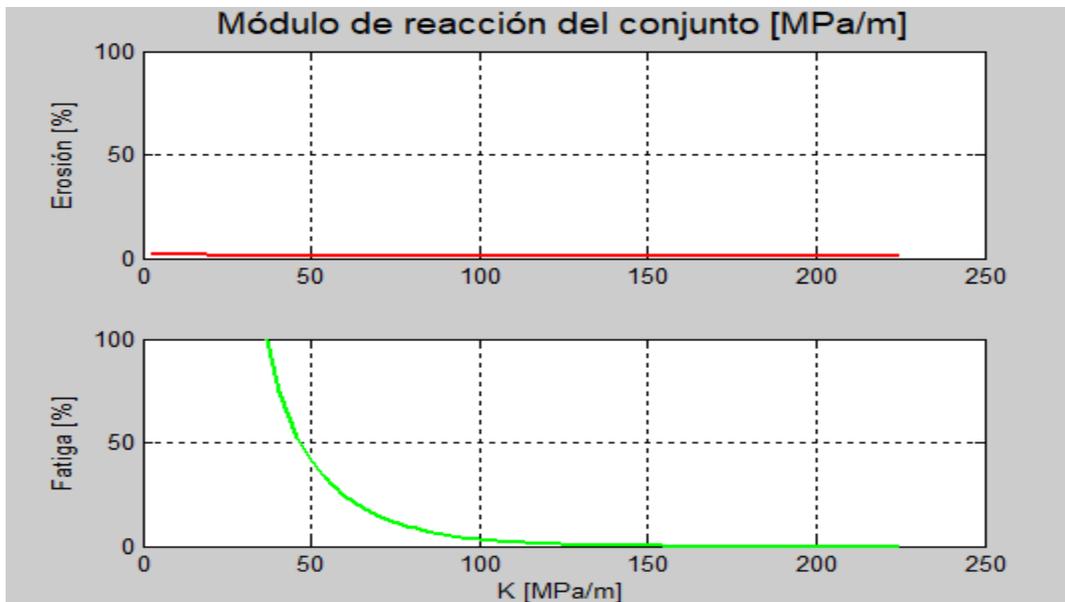


Ilustración 9 Módulo de reacción según Software PCAcalculo (Universidad Del Valle, 2021)

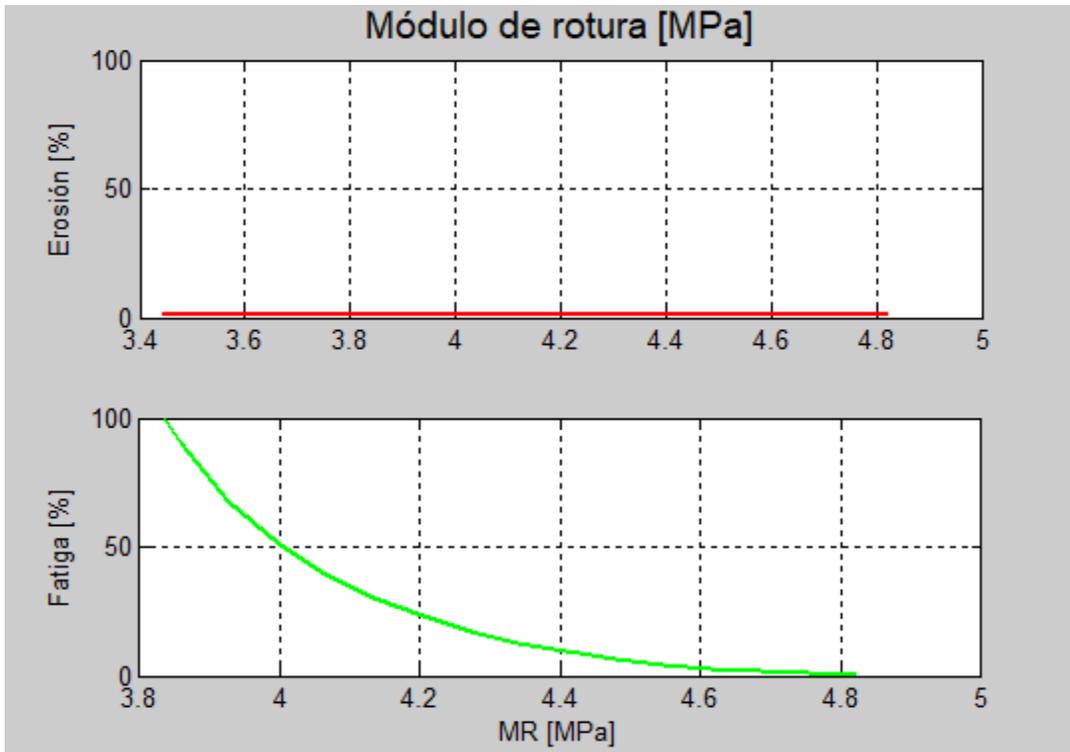


Ilustración 10 Módulo de rotura según Software PCAcalcula
(Universidad Del Valle, 2021)

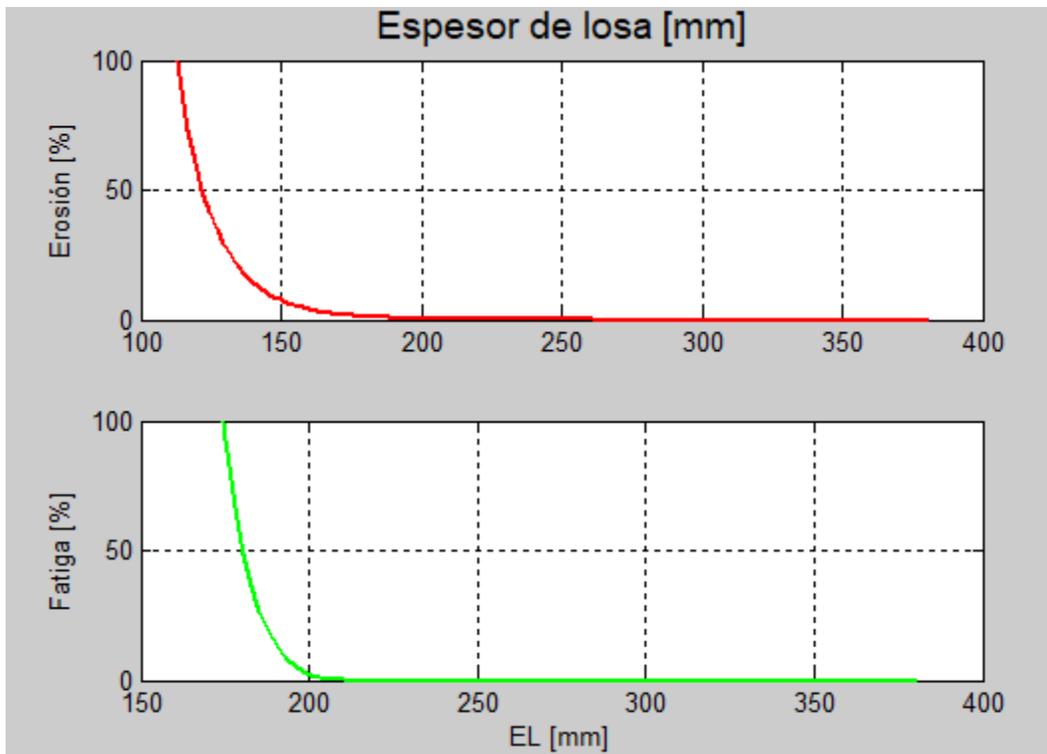


Ilustración 11 Espesor de losa según Software PCAcalcula
(Universidad Del Valle, 2021)

8.4.3. Dimensiones de las losas de concreto

Según la relación de esbeltez, se define la longitud de las losas rectangulares de concreto. La losa que cumple con este criterio es 4.3 m, por lo que las dimensiones serán de espesor de 0.18 m, largo de 4.3 m y ancho de 3.5 m

$$RE = \frac{Largo}{Ancho} < 1.25 \quad (Ec. 3)$$

$$RE = \frac{4.3 \text{ m}}{3.5 \text{ m}} < 1.25 \quad (Ec. 3)$$

$$RE = 1.23 < 1.25 \quad (Ec. 3)$$

8.4.4. Pasadores de losa y barras de anclaje

En el manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medio y altos volúmenes de tránsito (2008), se encuentra una tabla (Anexo 2) de recomendaciones para la selección de espesores según la losa; para una losa de espesor de 0.18 mm, se recomienda diámetro del pasador de 22 mm (7/8”), una longitud del pasador de 0.35 m y separación de centros de 0.3 m, obteniendo una cantidad de 11 pasadores por losa

En el manual descrito anteriormente, también podemos encontrar recomendaciones para las barras de anclaje (anexo 3), del cual se obtiene que la barra de anclaje tendrá un diámetro de 12.7 mm, longitud de la barra de 0.85 m y separación entre centros de 1.2 m, para un ancho de carril de 3.5 m y un acero de fy de 280 MPa como se había estipulado anteriormente, y finalmente obteniendo una cantidad de 3 barras de anclaje por losa.

Tabla 8 Número esperado de ejes en el carril de diseño para 20 años

Pasadores		Barras de anclaje	
Diámetro (pulg)	7/8	Diámetro (pulg)	1/2
Longitud (mm)	350	Acero fy (MPa)	280
Separación de centros (mm)	300	Long (mm)	850
Cantidad	11	Separación entre barras (mm)	1200
		Cantidad	3

8.5. CANTIDADES DEL PAVIMENTO

A partir de las consideraciones anteriores, se determinan las cantidades de diseño para el total del tramo de la vía.

Tabla 9 Resumen de criterios del pavimento rígido

Parámetro	Valor
Long de la vía a intervenir (m)	250
Ancho de la vía (m)	7
Espesor losa (m)	0.18
Espesor subbase estructura (m)	0.12
Espesor subbase mejoramiento (m)	0.2
Espesor pedraplén (m)	0

Tabla 10 Resumen de criterios de diseño

Parámetro	Valor
Periodo de diseño (años)	20
CBR (5)	5
Zona	Urbana
Ancho de la vía (m)	7
Pendiente de bombeo (%)	2
Módulo de rotura concreto (MPa)	4
Dovelas	SI
Bermas	NO

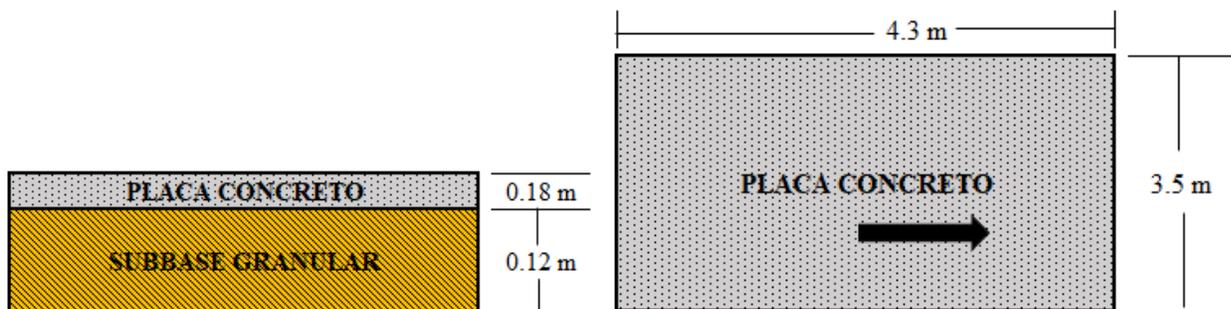


Ilustración 12 Dimensiones de placa de concreto

Tabla 11 Resumen cantidades de diseño en todo el pavimento

Parámetro	Valor
Concreto (m3)	315
Subbase (m3)	210
Pedraplén (m3)	0
No. Pasadores de 1"	1276
Masa pasadores (Kg)	1774.34
No. Barras de anclaje de 1/2"	174
Masa barras (Kg)	147.01
Bordillo (m)	200
Ancho de bordillo (m)	0.15
Espesor recebo bordillo (m)	0.05
Sellante (m)	663.98
Excavación mecánica (m3)	560.00

9. PROPUESTA DE DRENAJE VIAL

9.1. ANÁLISIS DE LLUVIA

Los datos fueron obtenidos mediante los registros realizados por las estaciones de la *Corporación Autónoma Regional (CAR)*, en las estaciones hidrometeorológicas Torca y Santa Teresa, ubicadas en un radio menor a los 20 kilómetros y que permiten obtener valores pluviométricos y pluviográficos respectivamente.

Tabla 12 Información general estaciones hidrometeorológicas CAR

Estación	Código	Año de inicio registros	Categoría
Torca	2120077	1970	PM
Santa Teresa	2120103	1971	PG

Teniendo en cuenta la información anterior, el periodo de retorno que se asumirá en este trabajo será de 30 años, es decir, se tomarán los datos registrados por las estaciones desde el año 1989 hasta el año 2019.

9.1.1. Precipitaciones

En necesario realizar el histograma de precipitaciones media mensuales, pues de esta forma se logra evidenciar las precipitaciones en intervalos regulares de tiempo, en este caso, se determina para cada mes del año desde enero hasta diciembre.

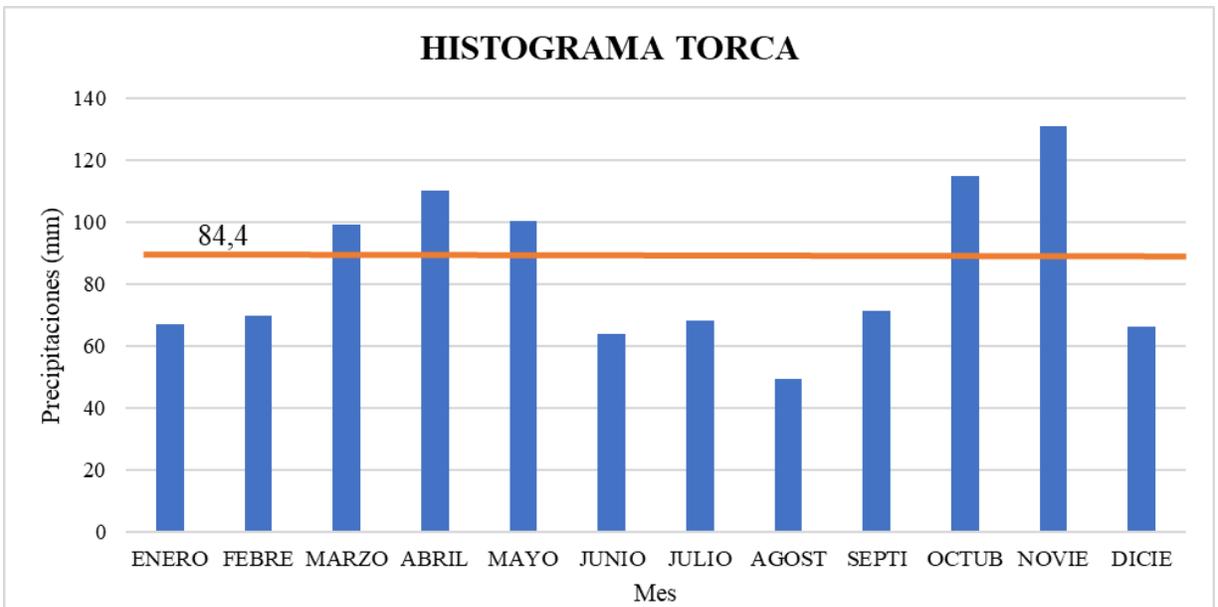


Ilustración 13 Histograma Estación Torca

A partir de la imagen anterior, se aprecia que el periodo de estiaje en el área de estudio donde se localiza la estación de Torca, se encuentra entre los meses de junio y septiembre. Mientras que el periodo de lluvias más alto se presenta en los meses de octubre y noviembre y la precipitación media anual tiene un valor de 84.4 mm.

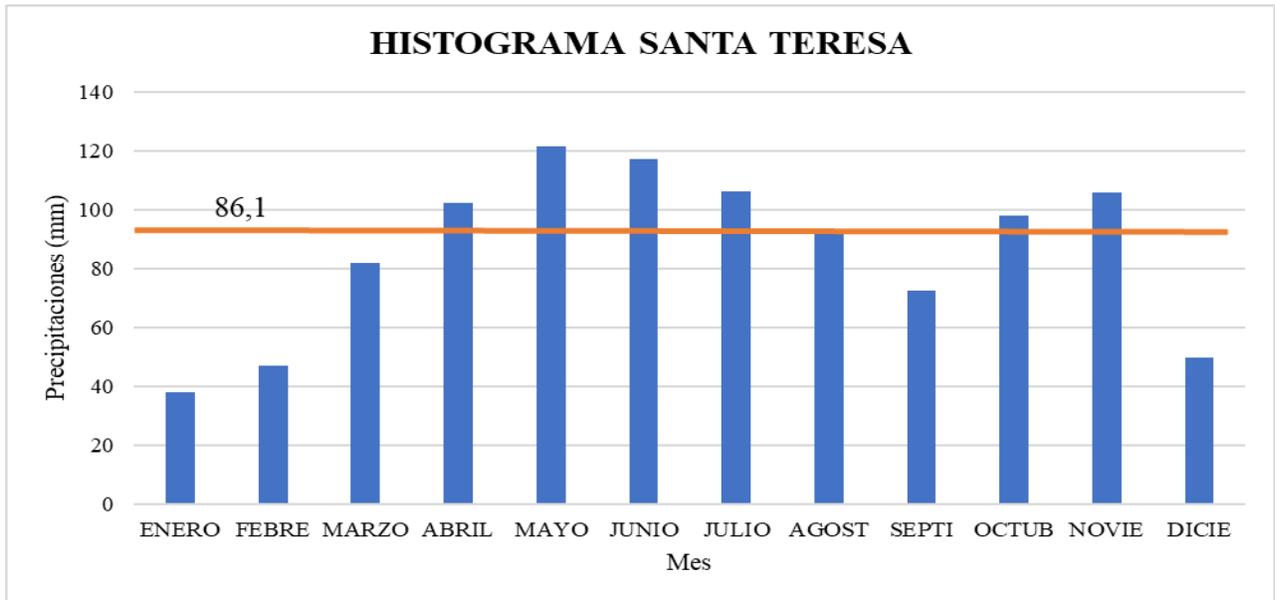


Ilustración 14 Histograma Estación Santa Teresa

En el histograma de la estación de Santa Teresa se muestra que el periodo de estiaje en el área de estudio está entre los meses de enero y marzo y el periodo de lluvias más alto se presenta en los meses de abril y mayo, con precipitación media anual tiene un valor de 86.1 mm.

9.2. ANÁLISIS DE CAUDALES

9.2.1. Cuenca

La cuenca hídrica que más relación tiene con la carretera es la cuenca del Teusacá, ubicada en el altiplano Cundiboyacense en la Provincia de la Sabana, la Provincia del Guavio y la Provincia del Oriente; La provincia de la Sabana Centro se encuentra el municipio de la calera, sus aguas nacen en los altos del Verjón y desemboca en el Río Bogotá con pendientes que predominan entre altas y valles estrechos.

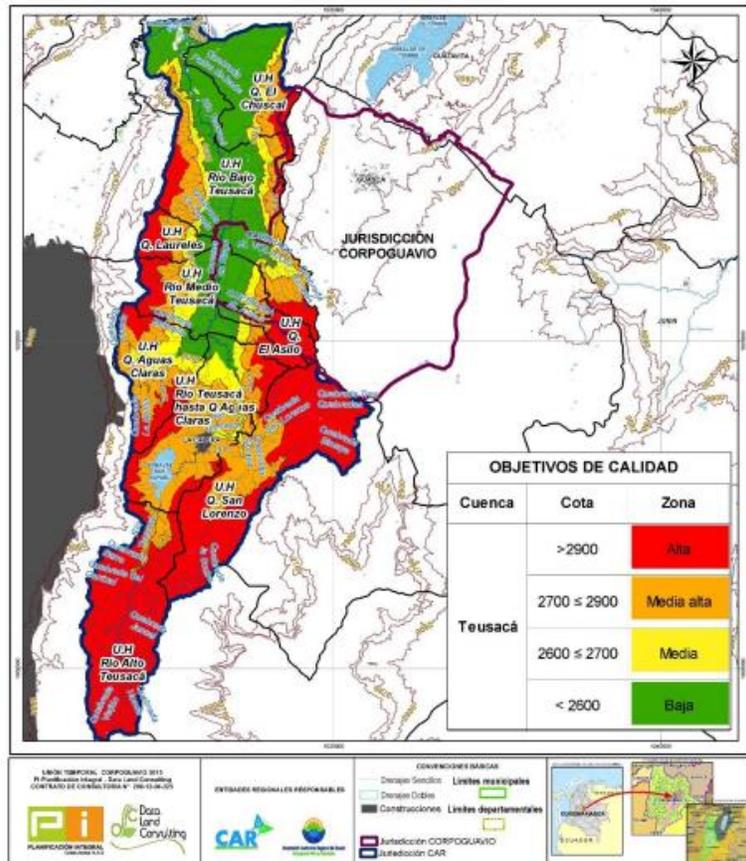


Ilustración 15 Objetivos de calidad Cuenca Río Teusacá
Fuente: Unión Temporal Corpoquavio (2015)

9.2.2. Morfometría general

CUENCA	PENDIENTE MEDIA			AREA (Km ²)	PERIMETRO (Km)	PATRON DE DRENAJE*	LONGITUD DE DRENAJES (Km)	DENSIDAD DE DRENAJE (m/Km ²)	LONGITUD CAUCE PRINCIPAL (Km)	PENDIENTE MEDIA CUENCA (m/Km)	ALTURA MEDIA CUENCA (m)	FORMA DE LA CUENCA			INDICE DE TORRENCIALIDAD	Tc (minutos)	Velocidad (m/s)
	COTA MAYOR (m)	COTA MENOR (m)	PENDIENTE MEDIA (m/m)									LONGITUD AXIAL CUENCA (m)	ANCHO CUENCA (m)	INDICE DE GRAVELIUS			
RIO TEUSACA	3.650	2.550	0,02	358	13	Sp	1.248	3.485	69	5,46	3.100	49.629	14.558	0,19	4,23	862	1,33

*Sp: Subparalelo

*Ilustración 16 Características morfométricas Cuenca Rio Teusacá
Fuente: CAR (2020)*

Según la información anterior otorgada por la CAR la cuenca es de tipo alargado, encontrándose sus cabeceras sobre la cota 3.650 msnm., y su cota más baja sobre los 2.550 msnm. La altura media está en los 3100 msnm, presentando un drenaje superficial rápido y de tipo sinuoso.

9.2.3. Caudal de diseño

Los datos fueron obtenidos a partir de los registros de la estación “La Calera” del IDEAM, presentando los valores máximos a mediados del año en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, siendo agosto el mes con los registros más altos, observándose un valor de 4.0 m³/s, seguido por los meses de julio y septiembre, con un registro de 3.0 m³/s. El período de estiaje se observa en los meses de enero, febrero y marzo, con un menor valor en el mes de marzo de 1.4 m³/s. En general, el segundo semestre del año presenta valores sensiblemente más altos que el primero. El valor promedio anual es de 2.2 m³/s.

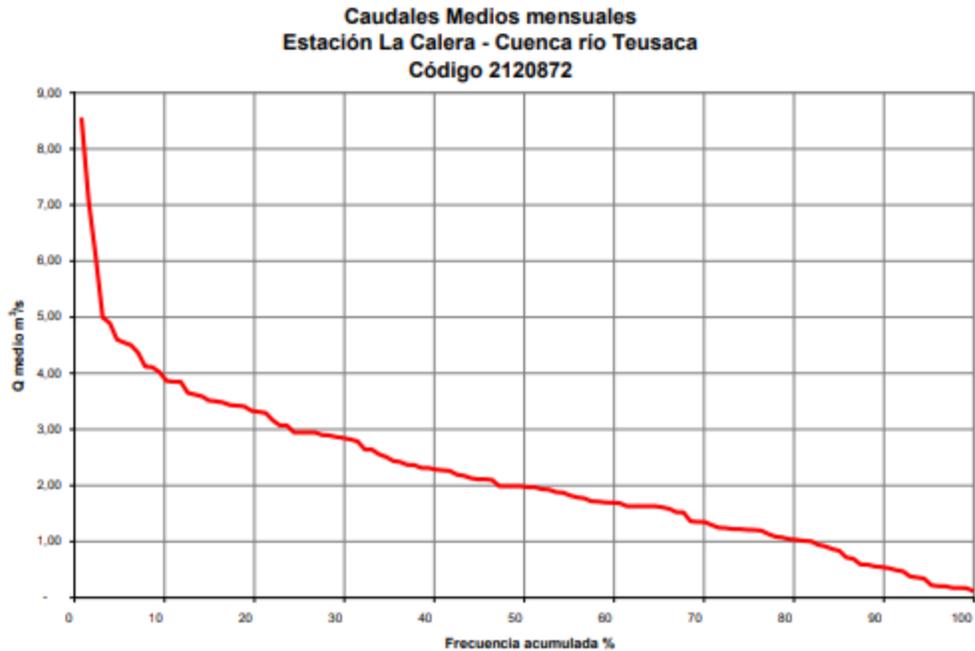


Ilustración 17 Curva de duración de caudales medios mensuales
Fuente: Consorcio Ecoforest Ltda.-Planeación Ecológica Ltda. (2006)

Los valores característicos de la subcuenca hasta el sitio de medición y para la subcuenca total, donde se puede observar que el valor máximo para esta última es de 39.78 m³ /s y el valor mínimo de 0.53 m³ /s.

9.3. SUBDRENAJE

Par controlar el nivel freático y no afecte la calidad de la vía, utilizando la herramienta Geosoft PAVCO se diseña la propuesta de un geodren tipo francés con las siguientes características:

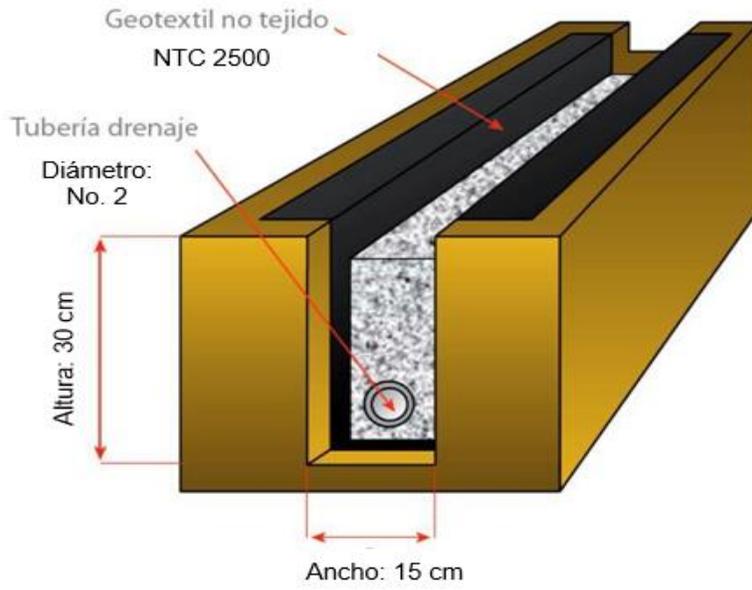


Ilustración 18 Propuesta Geodren Tipo Frances

10. CANTIDADES DE OBRA

Tabla 13 Cantidades de obra

CANTIDADES DE OBRA			
PAVIMENTO RIGIDO			
LA CALERA, CUNDINAMARCA			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
1.0	PRELIMINARES		
1.1.1	Localización y Replanteo Topográfico en vía urbana	m	250.00
1.1.2	Demolición pavimento rígido (Incluye transporte y disposición final)	m ³	1,500.00
1.1.3	Democicion estructura hidraulica	m ³	10.00
2.0	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
2.1	EXCAVACIONES		
2.1.1	Excavación mecánica de la explanación sin clasificar, incluye transporte	m ³	378.00
2.1.2	Conformación de calzada	m ²	100.000
2.2	RELLENOS		
2.2.1	Relleno en recebo común para bordillo y obras complementarias de redes	m ³	1.50
2.2.2	Suministro, extendida y compactación de material de subbase granular Clase C. (Estructura del pavimento, bordillo)	m ³	210.00
3.0	ESTRUCTURA PAVIMENTO		
3.1	Losa de concreto MR=41 (Suministro, Formateado, Colocación y Acabado)	m ³	315.00
3.2	Texturizado y curado	m ³	1,021.00
3.2	Corte y limpieza	m ³	1,021.00
3.4	Acero de refuerzo Fy=280Mpa para bordillo. Incluye suministro y figurado	kg	646.00
3.5	Construcción de bordillo en concreto 21 MPa 0.40x0.15 m	m	500.00
4.0	SEÑALIZACIÓN		
4.1	Flechas direccionales tipo a y b según norma INVIAS	m ²	30.00
4.2	Línea tipo I-6 según norma INVIAS	m ²	20.00
4.3	Suministro e instalación señal vial reglamentaria, diámetro 60 cm. según norma INVIAS	un	5.00
4.4	Suministro e instalación señal vial preventiva, tamaño 60*60 cm. según norma INVIAS	un	2.00
4.5	Demarcación horizontal de la calzada línea tipo I- 1 continua y discontinua de 12 cm. según norma INVIAS	m	250.00
5.0	RED DE DRENAJE Y ALCANTARILLADO**		
5.1	Retiro tubería de gress existente D=6"	m	250.00
5.2	Suministro e instalación tubería de alcantarillado sanitario d=8"	m	250.00
5.3	Suministro e instalación tubería de alcantarillado sanitario d=12"	m	250.00
5.4	Suministro e instalación tubería de alcantarillado sanitario d=14"	m	250.00
5.5	Construcción sumidero lateral (fundido en sitio, concreto hecho en obra, inc. suministro, form. ref y const, inc. reja)	m	250.00
5.6	Pozo de inspección D=1.7 M (INCL. SUMINISTRO E INSTALACION). Incluye cilindro pozo de inspección en mampostería, cono prefabricado, placa fondo.	un	1.00
5.7	Conexión domiciliaria red alcantarillado. Incluye tubería y accesorios de conexión a tubería	un	3.00

11. PRESUPUESTO DE OBRA

Tabla 14 Presupuesto de obra

PRESUPUESTO DE OBRA
PAVIMENTO RÍGIDO
LA CALERA, CUNDINAMARCA

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL POR CAPITULO
1.0	PRELIMINARES					\$ 23,578,320
1.1.1	Localización y Replanteo Topográfico en vía urbana	m	250.00	\$ 2,109.00	\$ 527,250.00	
1.1.2	Demolición pavimento rígido (Incluye transporte y disposición final)	m ³	1,500.00	\$ 12,130.00	\$ 18,195,000.00	
1.1.3	Demolición estructura hidráulica	m ³	10.00	\$ 485,607.00	\$ 4,856,070.00	
2.0	MOVIMIENTO DE TIERRAS					\$ 15,789,965
2.1	EXCAVACIONES					
2.1.1	Excavación mecánica de la explanación sin clasificar, incluye transporte	m ³	378.00	\$ 8,373.00	\$ 3,164,994.00	
2.1.2	Conformación de calzada	m ²	100.000	\$ 9,041.00	\$ 904,100.00	
2.2	RELLENOS					
2.2.1	Relleno en recebo común para bordillo y obras complementarias de redes	m ³	1.50	\$ 32,434.00	\$ 48,651.00	
2.2.2	Suministro, extendida y compactación de material de subbase granular Clase C. (Estructura del pavimento, bordillo)	m ³	210.00	\$ 55,582.00	\$ 11,672,220.00	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL POR CAPITULO
3.0	ESTRUCTURA PAVIMENTO					\$ 527,729,045
3.1	Losa de concreto MR=41 (Suministro, Formaleteado, Colocación y Acabado)	m ³	315.00	\$ 566,797.00	\$ 178,541,055.00	
3.2	Texturizado y curado	m ³	1,021.00	\$ 321,578.00	\$ 328,331,138.00	
3.2	Corte y limpieza	m ³	1,021.00	\$ 3,584.00	\$ 3,659,264.00	
3.4	Acero de refuerzo Fy=280Mpa para bordillo. Incluye suministro y figurado	kg	646.00	\$ 3,528.00	\$ 2,279,088.00	
3.5	Construcción de bordillo en concreto 21 MPa 0.40x0.15 m	m	500.00	\$ 29,837.00	\$ 14,918,500.00	
4.0	SEÑALIZACIÓN					\$ 8,355,773
4.1	Flechas direccionales tipo a y b según norma INVIAS	m ²	30.00	\$ 34,452.00	\$ 1,033,560.00	
4.2	Línea tipo l-6 según norma INVIAS	m ²	20.00	\$ 31,577.00	\$ 631,540.00	
4.3	Suministro e instalación señal vial reglamentaria, diámetro 60 cm. según norma INVIAS	un	5.00	\$ 272,239.00	\$ 1,361,195.00	
4.4	Suministro e instalación señal vial preventiva, tamaño 60*60 cm. según norma INVIAS	un	2.00	\$ 272,239.00	\$ 544,478.00	
4.5	Demarcación horizontal de la calzada línea tipo l- 1 continua y discontinua de 12 cm. según norma INVIAS	m	250.00	\$ 19,140.00	\$ 4,785,000.00	
5.0	RED DE DRENAJE Y ALCANTARILLADO**					\$ 411,875,003
5.1	Retiro tubería de gress existente D=6"	m	250.00	\$ 8,173.00	\$ 2,043,250.00	
5.2	Suministro e instalación tubería de alcantarillado sanitario d=8"	m	250.00	\$ 101,570.00	\$ 25,392,500.00	
5.3	Suministro e instalación tubería de alcantarillado sanitario d=12"	m	250.00	\$ 200,421.00	\$ 50,105,250.00	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL POR CAPITULO
5.4	Suministro e instalación tubería de alcantarillado sanitario d=14"	m	250.00	\$ 234,519.00	\$ 58,629,750.00	
5.5	Construcción sumidero lateral (fundido en sitio, concreto hecho en obra, inc. suministro, form, ref y const, inc. reja)	m	250.00	\$ 1,093,645.00	\$ 273,411,250.00	
5.6	Pozo de inspección D=1.7 M (INCL. SUMINISTRO E INSTALACIÓN). Incluye cilindro pozo de inspección en mampostería, cono prefabricado, placa fondo.	un	1.00	\$ 1,391,008.00	\$ 1,391,008.00	
5.7	Conexión domiciliaria red alcantarillado. Incluye tubería y accesorios de conexión a tubería	un	3.00	\$ 300,665.00	\$ 901,995.00	
**Las cantidades de obra de las actividades de este capítulo se diligencian según el diagnóstico de redes realizado por la entidad territorial sobre el tramo a intervenir.						
VALOR COSTOS DIRECTOS						\$ 575,453,103
A	ADMINISTRACIÓN		4.00%			\$ 23,018,124
I	IMPREVISTOS		2.00%			\$ 11,509,062
U	UTILIDAD		5.00%			\$ 28,772,655
VALOR TOTAL OBRA						\$ 638,752,944

12. VIABILIDAD

De acuerdo con la información suministrada anteriormente, se determina la viabilidad de la alternativa propuesta para este proyecto, donde se evalúa los costos y las externalidades que se pueden generar; en cuanto a las externalidades, se tiene en cuenta que pueden ser positivas y negativas.

En primer lugar, se mencionan las externalidades negativas como el daño ambiental que genera el proyecto, encauzamiento de la red hídrico, movimiento de material, cierre de la vía temporalmente durante la construcción y el ruido, accidentes y contaminación que se originará una vez se empiece hacer uso de la carretera. Lo fundamental es minimizar al máximo estas externalidades y así mismo, mejorar las condiciones de la vía teniendo en cuenta el bienestar de la población aledaña a la vía y quienes harán uso de esta, pues teniendo en cuenta que actualmente la vía no cuenta con una superficie de rodadura, los vehículos que transitan sobre esta se ven obligados a circular en primera o segunda marcha revolucionando el motor considerablemente para adquirir potencia y sobrellevar los tramos críticos de la carretera, generando emisiones de gases contaminantes para la atmosfera. De esta forma, surgen externalidades positivas al existir una vía con capa de rodadura adecuada, pues los vehículos que la transiten podrán mantener una velocidad constante conservando revoluciones mínimas, evitando exigencias en el motor y reduciendo la contaminación generada por los gases, mencionando, que al facilitar el tránsito el tiempo de permanencia en el tramo de la vía disminuirá considerablemente.

Otras externalidades positivas son el avalúo de los predios en la zona al mejorar las condiciones de acceso, la reducción en tiempo de viaje, reducción en mantenimiento de vehículos, valorización de predios, aumento producción y transporte agrícolas, aumento del turismo, reducción de riesgo de accidentes

13. CONCLUSIONES

- La estructura de pavimentos permite una comunicación terrestre, con accesibilidad y movilidad en la zona, trayendo beneficios para la comunidad mejorando el flujo de mercancías para su comercio, visitante y de igual forma, generando recursos económicos aumentando así, la calidad de vida de los habitantes.

- La estructura de diseño propuesta que cumple los criterios pertenece a un espesor de 180 mm de placa de concreto con longitudes de 3.5m x 4.3m con relación de esbeltez de 1.23 y soportada sobre un material granular tipo subbase de 120 mm que cumpla con las especificaciones del INVIAS.

- Para diseñar un pavimento que cumpla con los criterios de diseño, es necesario realizar previamente una caracterización de suelo y un estudio de tránsito que permita evidenciar las condiciones a las cuales será sometido el pavimento, de igual forma, implementando materiales de excelente calidad que permita darle al pavimento la vida útil que se desea.

- El correcto diseño del drenaje val es de gran importancia para una correcta evacuación del agua procedente de precipitaciones con mayor rapidez el agua y preservar la calidad del pavimento, evitando el deterioro de la estructura y minimizando la probabilidad de accidentabilidad de los usuarios.

- La información primaria y secundaria necesaria para el diseño del drenaje vial en cuanto a las precipitaciones de la zona y caudales de la cuenca de Teusacá otorgada por las estaciones de monitoreo de la Corporación Autónoma Regional (CAR), la primera autoridad ambiental de carácter público del departamento de Cundinamarca.

- El pavimento rígido es una opción técnica adecuada, pues es una estructura que absorbe y distribuye correctamente los esfuerzos a los que estaría sometida la estructural, principalmente la

capa asfáltica, además, este tipo de pavimento permite un menos mantenimiento requerido durante sus 20 años de vida útil.

- Al realizar la identificación de las externalidades, se muestra que son mayormente de carácter positivo dado que la vía actualmente se encuentra en mal estado al presentar problemáticas como baches, erosión, superficie pedregosa y ausencia de sistema de drenaje, por esta razón, realizar una adecuada pavimentación mejoraría las condiciones de acceso, reducción en tiempo de viaje, valorización de predios, aumento de turismo, reducción de riesgo de accidentes y del desgaste del motor del vehículo que a su vez, disminuye la contaminación generada por los gases.

- Según los resultados presentados y al realizar la viabilidad técnico-económica del proyecto, se evidencia que el pavimento rígido diseñado presenta condiciones óptimas de dimensionamiento para soportar las cargas que transitarían sobre la vía durante la vida útil de esta, además la relación costo- beneficio indica que es conveniente realizar el proyecto.

14. RECOMENDACIONES

Es importante antes de realizar el diseño de la estructura de pavimento, tener presente el estudio de tránsito con proyecciones adecuadas y las condiciones del suelo en el que se iniciaran labores, pues sin estos conocimientos previos, no se podría realizar un correcto diseño de la estructura vial.

El método PCA, para diseño de pavimentos rígidos, permite obtener resultados adecuados siempre y cuando se cumpla la condición de que el porcentaje de erosión y fatiga sean menores al 100%, para esto, una gran herramienta es el software de la Universidad del Valle PCAcalcula, pues indica el valor de estos parámetros y realiza recomendaciones de diseño, siendo una herramienta eficaz y necesaria para el desarrollo de este proyecto.

El adecuado dimensionamiento de las losas de concreto es de gran importancia para evitar que a futuro la estructura presente agrietamiento y otras patologías, pues se busca mejorar las condiciones de la zona durante todo el periodo de diseño estimado, realizando las correctas obras de mantenimiento necesarias.

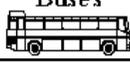
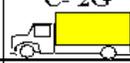
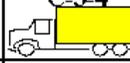
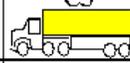
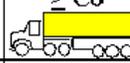
Y finalmente, realizar una correcta recopilación de documentación, datos de información que se encuentre vigente es importante un adecuado diseño.

BIBLIOGRAFÍA

- Arboleda, C., Rivas, N., & Solano, E. (2005). Modelo de análisis de sistemas de transporte público. VII Simposio de ingeniería de tránsito y transporte. Bogotá, D.C. Universidad del Cauca.
- Arguelles, C & Mora, A. (2015). Diseño de pavimento rígido para la urbanización Caballero y Góngora, Municipio de Honda- Tolima. Universidad Católica de Colombia. Bogotá.
- Bernal, D., Peñuela, F. & Ramírez, L. (2018). Diseño en estructura de pavimento rígido de la abscisa K0+101.6 hasta el K0+301.6 del barrio Villas del Nuevo Siglo- Municipio de la Mesa (Cundinamarca). Corporación Universitaria Minuto De Dios. Girardot.
- Concejo Municipal La Calera. (2020). Acuerdo municipal no. 04 de 2020- “Por el cual se adopta el plan de desarrollo del municipio de La Calera 2020- 2023 “juntos a reconstruir La Calera”
- Consorcio Ecoforest Ltda.-Planeación Ecológica Ltda. (2020). Elaboración del Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá Subcuenca del río Teusacá. Recuperado de: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac25d4c03bce.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2016). Proyecto tipo: Construcción de pavimento rígido en vías urbanas de bajo tránsito. Recuperado de: https://proyectostipo.dnp.gov.co/index.php?option=com_k2&view=item&id=156:construccion-de-pavimento-rigido-en-vias-urbanas-de-bajo-transito&Itemid=113
- Gaviria, M., Giraldo, L., & Monsalve, L. (2012). Diseño de pavimento flexible y rápido. Universidad del Quindío. Armenia.
- Instituto Nacional de Vías (INVIAS). (2006). Manual de inspección visual para pavimentos rígidos. Bogotá D.C.

- Instituto Nacional de Vías (INVIAS). (2011). Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura subsector vial. 2da edición. República de Colombia.
- Martínez, A. (2019). Diseño de pavimento rígido de la calle 7 entre carrera 7 y 5 del municipio de Puerto López, Meta. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá.
- Ospina, J. (2018). Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el municipio del Espinal - Departamento del Tolima. Universidad Cooperativa de Colombia. Ibagué.
- Resolución 541. (1994). Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación. Ministerio del Medio Ambiente. República de Colombia.
- Robles, R. (2018). Diseño de un pavimento rígido para el segmento vial de la carrera 2 entre la calle 41B sur y la calle 42A sur del barrio La Victoria de la localidad de San Cristóbal de la ciudad de Bogotá. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá.
- Rodríguez, R. (2020). Diseño en pavimento rígido de la calle 27ª entre carrera 11 y 10 del municipio de Chiquinquirá, Boyacá. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá.
- Rueda, S. (2017). Cálculo del índice de condición del pavimento articulado en un tramo de vía urbana del municipio de la Calera, Cundinamarca. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá.
- Botia, L.M. (2017). Diseño del pavimento rígido de la extensión troncal Américas desde Puente Aranda hasta la NQS. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá.
- Villareal, F.A. (2008). Rehabilitación de pavimentos rígidos. Bogotá.

ANEXOS 1. AFORO VEHICULAR

		Universidad Militar Nueva Granada CALLE 6 CON TV 6A (LA CALERA, CUNDINAMARCA) AFORO VEHICULAR Aforador: Seidy Sánchez Aguas Agosto 31 de 2021, desde: 8:00 hasta 18:00						
		Autos	Buses	C- 2P	C- 2G	C-3-4	C5	> C6
								
		Hora	Sentido					
8:00	Oriente	21						
	Occidente	7		7				
8:30	Oriente	12						
	Occidente	8	2	3	1			
9:00	Oriente	6						
	Occidente	3	1					
9:30	Oriente	4		1				
	Occidente	1			1			
10:00	Oriente	1		4				
	Occidente	1	1					
10:30	Oriente	2						
	Occidente	3	1	2	1			
11:00	Oriente	3	1					
	Occidente	4						
11:30	Oriente	2	1	3	2			
	Occidente	1	1					
12:00	Oriente	4	1					
	Occidente	1	1	2				
12:30	Oriente	1						
	Occidente	3			1			
13:00	Oriente	1		2				
	Occidente	3	1		1			
13:30	Oriente	5	1					
	Occidente	3	1	1	1			
14:00	Oriente	5						
	Occidente	3						
14:30	Oriente	5	1	1	1			
	Occidente	3	1					
15:00	Oriente	5						
	Occidente	1						
15:30	Oriente	4	1					
	Occidente	3						
16:00	Oriente	6	1					
	Occidente	5	1					
16:30	Oriente	2	1					
	Occidente	4						
17:00	Oriente	6	1					
	Occidente	2	1					
17:30	Oriente	3						
	Occidente	2						
18:00	Oriente	11						
	Occidente	3						
Total		173	21	26	9	0	0	0

ANEXOS 2. RECOMENDACIONES PARA PASADOR DE LOSA DE CONCRETO

ESPESOR DE LA LOSA, (mm)	DIÁMETRO DEL PASADOR		LONGITUD TOTAL, (mm)	SEPARACIÓN ENTRE CENTROS, (mm)
	mm	pulgadas		
0 - 100	13	½	250	300
110 - 130	16	5/8	300	300
140 - 150	19	¾	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 ¼	450	300
260 - 280	35	1 3/8	450	300
290 - 300	38	1 ½	500	300

ANEXOS 3. RECOMENDACIONES PARA BARRA DE ANCLAJE

ESPESOR DE LA LOSA, cm	BARRAS DE ϕ 9.5 mm (3/8")				BARRAS DE ϕ 12.7 mm (1/2")				BARRAS DE ϕ 15.9 mm (5/8")			
	Longitud, mm	Separación entre barras, m			Longitud, mm	Separación entre barras, m			Longitud, mm	Separación entre barras, m		
		Carril de 3.05 m	Carril de 3.35 m	Carril de 3.65 m		Carril de 3.05 m	Carril de 3.35 m	Carril de 3.65 m		Carril de 3.05 m	Carril de 3.35 m	Carril de 3.65 m
Acero de $f_y = 187.5$ MPa (40,000 lb/pulg ²)												
15.0	450	0.80	0.75	0.65	600	1.20	1.20	1.20	700	1.20	1.20	1.20
17.5		0.70	0.60	0.55		1.20	1.10	1.00		1.20	1.20	1.20
20.0		0.60	0.55	0.50		1.05	1.00	0.90		1.20	1.20	1.20
22.5		0.55	0.50	0.45		0.95	0.85	0.80		1.20	1.20	1.20
25.0		0.45	0.45	0.40		0.85	0.80	0.70		1.20	1.20	1.10
Acero de $f_y = 280$ MPa (60,000 lb/pulg ²)												
15.0	650	1.20	1.10	1.00	850	1.20	1.20	1.20	1000	1.20	1.20	1.20
17.5		1.05	0.95	0.85		1.20	1.20	1.20		1.20	1.20	1.20
20.0		0.90	0.80	0.75		1.20	1.20	1.20		1.20	1.20	1.20
22.5		0.80	0.75	0.65		1.20	1.20	1.20		1.20	1.20	1.20
25.0		0.70	0.65	0.60		1.20	1.15	1.10		1.20	1.20	1.20

**ANEXOS 4. DIMENSIONES NOMINALES DE LAS BARRAS DE
REFUERZO, CON DIÁMETROS BASADOS EN OCTAVOS DE
PULGADA**

Designación de la barra No	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			
		Diámetro mm	Area sección mm ²	Perímetro mm	Masa kg/m
2	1/4	6.4	32	20.0	0.250
3	3/8	9.5	71	30.0	0.560
4	1/2	12.7	129	40.0	0.994
5	5/8	15.9	199	50.0	1.552
6	3/4	19.1	284	60.0	2.235
7	7/8	22.2	387	70.0	3.042
8	1	25.4	510	80.0	3.973
9	1-1/8	28.7	645	90.0	5.060
10	1-1/4	32.3	819	101.3	6.404
11	1-3/8	35.8	1006	112.5	7.907
14	1-3/4	43.0	1452	135.1	11.380
18	2-1/4	57.3	2581	180.1	20.240

ANEXO 5. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
1.1.1	Localización y Replanteo Topográfico en vía urbana	m	1.00	Noviembre de 2021	
1. EQUIPO					
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
HERRAMIENTA MENOR (10%)		%	0.100	817.36	81.74
Equipo de topografía		H	0.050	15,000.00	750.00
SUBTOTAL					831.74
2. MATERIALES					
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Estacas, Pintura, Tachuelas, Hilo (localización y carreteras)		GL	0.100	4,600.00	460.00
SUBTOTAL					460.00
3. TRANSPORTES					
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
SUBTOTAL					
4. MANO DE OBRA					
Trabajador		U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr. Total
CADENERO (JR)		JR	0.002	93,868.00	159.58
CADENERO (JR)		JR	0.002	93,868.00	159.58
CADENERO (JR)		JR	0.002	93,868.00	159.58
TOPOGRAFO (JR)		JR	0.002	199,198.00	338.64
SUBTOTAL					817.36
TOTAL COSTO DIRECTO					2109.00

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha		
1.1.2	Demolición pavimento rígido (Incluye transporte y disposición final)	m3	1.00	Noviembre de 2021		
1. EQUIPO						
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
HERRAMIENTA MENOR (10%)		%	0.100	1,379.86	137.99	
Cargador Potencia en el volante 125 hp, Clasificación de RPM del motor 2300.		HR	0.050	130,000.00	6500.00	
Compresor 120 HP, con martillo.		HR	0.050	59,284.39	2964.22	
SUBTOTAL					9602.21	
2. MATERIALES						
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
SUBTOTAL						
3. TRANSPORTES						
Descripción		U.M.	DISTANCIA	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Transporte de material de demolición		M3-KM	1	0.260	1200.00	312.00
Derechos de explotación y/o disposición de materiales		M3	1	0.260	3216.69	836.34
SUBTOTAL					1148.34	
4. MANO DE OBRA						
Trabajador		U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr. Total	
CUADRILLA (OFICIAL + 2 AYUDANTES) (JR)		JR	0.0065	212,286.00	1379.86	
SUBTOTAL					1379.86	
TOTAL COSTO DIRECTO					12130.00	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha		
2.1.1	Excavación mecánica de la explanación sin clasificar, incluye transporte	m3	1.00	Noviembre de 2021		
1. EQUIPO						
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
HERRAMIENTA MENOR (10%)		%	0.100	3,061.60	306.16	
Retroexcavadora sobre oruga, potencia 138 HP, balde de 1,5 m3.		H	0.030	114,838.48	3445.15	
SUBTOTAL					3751.31	
2. MATERIALES						
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
SUBTOTAL						
3. TRANSPORTES						
Descripción		DISTANCIA	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Transporte de material de excavación		1	M3-KM	1.300	1,200.00	1560.00
SUBTOTAL					1560.00	
4. MANO DE OBRA						
Trabajador		U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr. Total	
CUADRILLA (OFICIAL + AYUDANTE) (JR)		JR	0.020	153,080.00	3061.60	
SUBTOTAL					3061.60	
TOTAL COSTO DIRECTO					8373.00	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
2.1.2	Conformación de calzada	m2	1.00	Noviembre de 2021	
1. EQUIPO					
	Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
	HERRAMIENTA MENOR (10%)	%	0.100	4,245.72	424.57
	Carrotanque de agua(1000 Galones)	H	0.055	45,000.00	2475.00
	Motoniveladora potencia 215 HP, ancho de cuchilla 4.27 m, peso 18 ton.	H	0.009	102,509.85	920.40
	Vibrocompactador, potencia 153 HP, peso 10 Ton.	H	0.009	90,000.00	808.08
				SUBTOTAL	4628.06
2. MATERIALES					
	Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
	agua	lt	4	41.89	167.54
				SUBTOTAL	167.54
3. TRANSPORTES					
	Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
				SUBTOTAL	0.00
4. MANO DE OBRA					
	Trabajador	U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr. Total
	CUADRILLA (OFICIAL + 2 AYUDANTES)(JR)	JR	0.0200	212,286.00	4245.72
				SUBTOTAL	4245.72
				TOTAL COSTO DIRECTO	9041.00

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha		
2.2.1	Relleno en receo común para bordillo y obras complementarias de redes	m3	1.00	Noviembre de 2021		
1. EQUIPO						
	Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
	HERRAMIENTA MENOR (10%)	%	0.100	3,061.60	306.16	
	Vibrocompactador, potencia 153 HP, peso 10 Ton.	H	0.023	90,000.00	2070.00	
				SUBTOTAL	2376.16	
2. MATERIALES						
	Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
	Material de Recebo Para Relleno	m3	1.300	19,566.37	25436.28	
				SUBTOTAL	25436.28	
3. TRANSPORTES						
	Descripción	U.M.	Distacia	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
	Transporte de material de subbase	M3-KM	1	1.300	1,200.00	1560.00
				SUBTOTAL	1560.00	
4. MANO DE OBRA						
	Trabajador	U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr. Total	
	CUADRILLA (OFICIAL + AYUDANTE)(JR)	JR	0.020	153,080.00	3061.60	
				SUBTOTAL	3061.60	
				TOTAL COSTO DIRECTO	32434.00	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha		
2.2.2	Suministro, extendida y compactación de material de subbase granular Clase C. (Estructura del pavimento, bordillo)	m3	1.00	Noviembre de 2021		
1. EQUIPO						
	Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
	HERRAMIENTA MENOR (10%)	%	0.100	4,245.72	424.57	
	Carrotanque de agua(1000 Galones)	H	0.023	45,000.00	1035.00	
	Motoniveladora potencia 215 HP, ancho de cuchilla 4.27 m, peso 18 ton.	H	0.023	102,509.85	2357.73	
	Vibrocompactador, potencia 153 HP, peso 10 Ton.	H	0.023	90,000.00	2070.00	
				SUBTOTAL	5887.30	
2. MATERIALES						
	Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
	Material de Sub Base CBR=40%	m3	1.300	33,600.00	43680.00	
	Agua	lt	5.000	41.89	209.43	
				SUBTOTAL	43889.43	
3. TRANSPORTES						
	Descripción	U.M.	Distacia	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
	Transporte de material de subbase	M3-KM	1	1.300	1,200.00	1560.00
				SUBTOTAL	1560.00	
4. MANO DE OBRA						
	Trabajador	U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr. Total	
	CUADRILLA (OFICIAL + 2 AYUDANTES)(JR)	JR	0.020	212,286.00	4245.72	
				SUBTOTAL	4245.72	
				TOTAL COSTO DIRECTO	55582.00	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha		
3.1	Losa de concreto MR=41 (Suministro, Formateado, Colocación y Acabado)	m3	1.00	Noviembre de 2021		
1. EQUIPO						
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
HERRAMIENTA MENOR (10%)		%	0.100	11,227.75	1122.78	
Formaleta metálica (concreto hidráulico)		H	0.160	3,083.52	493.36	
Cortadora de pavimento, Máxima profundidad de corte: 160 mm. Capacidad de disco: desde 12" hasta 18" de diámetro		H	0.260	30,000.00	7800.00	
Regla vibratoria, de longitud de 3 a 5 m, motor de 3600 rpm, potencia 6 HP		H	0.160	7,000.00	1120.00	
Vibrador de concreto, Motor de 3 hp a 18.000 rpm Mangueras de 4 mt.		H	0.160	5,000.00	800.00	
				SUBTOTAL	11336.14	
2. MATERIALES						
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
Cintilla De Poliuretano (Sikarod) (Pavimentos De Concreto Hidráulico)		m	1.120	3,337.91	3738.46	
Sello de silicona o sellador autonivelante		m	1.120	38,795.96	43451.48	
Antisol blanco (presentación 20 kg)		Kg	1.120	5,760.59	6451.86	
Concreto hidráulico para pavimento MR-41		m3	1.030	474,788.00	489031.64	
				SUBTOTAL	542673.44	
3. TRANSPORTES						
Descripción		U.M.	DISTANCIA	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Transporte de agregados pétreos		M3-KM	1	1.300	1,200.00	1560.00
				SUBTOTAL	1560.00	
4. MANO DE OBRA						
Trabajador		U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr Total	
CUADRILLA (OFICIAL + 6 AYUDANTES) (JR)		JR	0.025	449,110.00	11227.75	
				SUBTOTAL	11227.75	
					TOTAL COSTO DIRECTO	566797.00

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha		
3.4	Acero de refuerzo Fy=280Mpa para bordillo. Incluye suministro y figurado	kg	1.00	Noviembre de 2021		
1. EQUIPO						
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
HERRAMIENTA MENOR (10%)		%	0.100	742.55	74.26	
Cizalla manual de 90 cm.		H	0.040	961.34	38.45	
				SUBTOTAL	112.71	
2. MATERIALES						
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
Acero suministrado y figurado PDR 60		Kg	1.050	2,438.32	2560.24	
Alambre Negro Para Amarre		Kg	0.030	3,547.97	106.44	
				SUBTOTAL	2666.68	
3. TRANSPORTES						
Descripción		U.M.	DISTANCIA	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Transporte de acero		T-KM	1	1.050	5.48	5.75
				SUBTOTAL	5.75	
4. MANO DE OBRA						
Trabajador		U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr Total	
CUADRILLA (OFICIAL + AYUDANTE) (HR)		HR	0.050	14,851.00	742.55	
				SUBTOTAL	742.55	
					TOTAL COSTO DIRECTO	3528.00

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha		
3.5	Construcción de bordillo en concreto 21 MPa 0.40x0.15 m	m	1.00	Noviembre de 2021		
1. EQUIPO						
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
HERRAMIENTA MENOR (10%)		%	0.100	2,970.20	297.02	
Formaleta metálica (concreto hidráulico)		H	3.000	3,083.52	9250.56	
				SUBTOTAL	9547.58	
2. MATERIALES						
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total	
Concreto Resistencia 21 (Mpa) (Hecho en obra)		m3	0.063	269,869.00	17001.75	
Arena de soporte (media)		m3	0.008	42,387.31	317.90	
				SUBTOTAL	17319.65	
3. TRANSPORTES						
Descripción		U.M.	DISTANCIA	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
				SUBTOTAL		
4. MANO DE OBRA						
Trabajador		U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr Total	
CUADRILLA (OFICIAL + AYUDANTE) (HR)		HR	0.20	14,851.00	2970.20	
				SUBTOTAL	2970.20	
					TOTAL COSTO DIRECTO	29837.00

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO				
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha
4.1	Flechas direccionales tipo a y b según norma INVIAS	m2	1.00	Noviembre de 2021
1. EQUIPO				
	Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario
				Vr Total
				SUBTOTAL
2. MATERIALES				
	Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario
				Vr Total
	Esferas reflectivas	Kg	0.500	0.03
	Pintura acrílica pura para tráfico	gal	0.250	31.247.56
				7811.89
				SUBTOTAL
				7811.90
3. TRANSPORTES				
	Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario
				Vr Total
				SUBTOTAL
4. MANO DE OBRA				
	Trabajador	U.M.	Rendimiento	Vr Unitario
				Vr Total
	CUADRILLA PINTURA (OFICIAL + 2 AYUDANTES) (HR)	HR	0.650	21.850.00
	CUADRILLA (OFICIAL + AYUDANTE) (HR)	HR	0.650	19.135.00
				12437.75
				SUBTOTAL
				26640.25
				TOTAL COSTO DIRECTO
				34452.00

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO				
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha
4.2	Línea tipo I-6 según norma INVIAS	m2	1.00	Noviembre de 2021
1. EQUIPO				
	Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario
				Vr Total
				SUBTOTAL
2. MATERIALES				
	Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario
				Vr Total
	Esferas reflectivas	Kg	0.060	0.03
	Pintura acrílica pura para tráfico	gal	0.150	31.247.56
	CINTA DE DEMARCAACION Cal. 3 (ROLLO 500mx0.10m)	un	0.006	41.654.99
				249.93
				SUBTOTAL
				4937.07
3. TRANSPORTES				
	Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario
				Vr Total
				SUBTOTAL
4. MANO DE OBRA				
	Trabajador	U.M.	Rendimiento	Vr Unitario
				Vr Total
	CUADRILLA PINTURA (OFICIAL + 2 AYUDANTES) (HR)	HR	0.650	21.850.00
	CUADRILLA (OFICIAL + AYUDANTE) (HR)	HR	0.650	19.135.00
				12437.75
				SUBTOTAL
				26640.25
				TOTAL COSTO DIRECTO
				31577.00

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO				
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha
4.3	Suministro e instalación señal vial reglamentaria, diámetro 60 cm. según norma INVIAS	un	1.00	Noviembre de 2021
1. EQUIPO				
	Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario
				Vr Total
	HERRAMIENTA MENOR (10%)	%	0.100	17.761.80
				1776.18
				SUBTOTAL
				1776.18
2. MATERIALES				
	Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario
				Vr Total
	SEÑAL REGLAMENTARIA	un	1.000	252700.53
	Incluye cemento			
				252700.53
				SUBTOTAL
				252700.53
3. TRANSPORTES				
	Descripción	U.M.	Cantidad	Vr Unitario
				Vr Total
				SUBTOTAL
4. MANO DE OBRA				
	Trabajador	U.M.	Rendimiento	Vr Unitario
				Vr Total
	AYUDANTE (JR)	JR	0.300	59.206.00
				17761.80
				SUBTOTAL
				17761.80
				TOTAL COSTO DIRECTO
				272239.00

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
4.4	Suministro e instalación señal vial preventiva, tamaño 60'60 cm. según norma INVIAS	un	1.00	Noviembre de 2021	
1. EQUIPO					
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
HERRAMIENTA MENOR (10%)		%	0.100	17.761.80	1776.18
				SUBTOTAL	1776.18
2. MATERIALES					
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
SEÑAL PREVENTIVA Incluye cemento		un	1.000	252700.53	252700.53
				SUBTOTAL	252700.53
3. TRANSPORTES					
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
				SUBTOTAL	
4. MANO DE OBRA					
Trabajador		U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr. Total
AYUDANTE (JR)		JR	0.300	59.206.00	17761.80
				SUBTOTAL	17761.80
				TOTAL COSTO DIRECTO	272239.00

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
4.5	Demarcación horizontal de la calzada línea tipo I- 1 continua y discontinua de 12 cm. según norma INVIAS	m	1.00	Noviembre de 2021	
1. EQUIPO					
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
				SUBTOTAL	
2. MATERIALES					
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
Pintura acrílica pura para tráfico		gal	0.150	31.247.56	4687.13
CINTA DE DEMARCACION Cal. 3 (ROLLO 500mx0.10m)		un	0.006	41.654.99	249.93
				SUBTOTAL	4937.06
3. TRANSPORTES					
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
				SUBTOTAL	
4. MANO DE OBRA					
Trabajador		U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr. Total
CUADRILLA PINTURA (OFICIAL + 2 AYUDANTES) (HR)		HR	0.650	21.850.00	14202.50
				SUBTOTAL	14202.50
				TOTAL COSTO DIRECTO	19140.00

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
Ítem	Descripción	U.M.	Cantidad	Fecha	
5.1	Retiro tubería de gress existente D=6"	m	1.00	Noviembre de 2021	
1. EQUIPO					
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
HERRAMIENTA MENOR (10%)		%	0.100	7.430.01	743.00
				SUBTOTAL	743.00
2. MATERIALES					
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
				SUBTOTAL	0.00
3. TRANSPORTES					
Descripción		U.M.	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
				SUBTOTAL	0.00
4. MANO DE OBRA					
Trabajador		U.M.	Rendimiento	Vr Unitario	Vr. Total
CUADRILLA (OFICIAL + 2 AYUDANTES) (JR)		JR	0.035	212286.00	7430.01
				SUBTOTAL	7430.01
				TOTAL COSTO DIRECTO	8173.00

ANEXO 6. ADMINISTRACIÓN, IMPREVISTOS Y UTILIDADES

CONCEPTO		V.M./BASE	FACT PREST.	Dedicación	Duración de la obra (Meses)	V.PARCIAL	%
ADMINISTRACION							
SALARIOS PERSONAL DE OBRA						\$ 10,480,000.00	4.82%
1	Director de obra	\$ 4,500,000.00	60%	0.500	1.00	\$ 3,600,000.00	
1	Ingeniero residente de obra	\$ 2,500,000.00	60%	1.000	1.00	\$ 4,000,000.00	
1	Comisión Topográfica	\$ 1,800,000.00	60%	1.000	1.00	\$ 2,880,000.00	
SALARIOS PERSONAL DE OFICINA						\$ 1,104,000.00	0.51%
1	Secretaria oficina principal	\$ 690,000.00	60%	1.000	1.00	\$ 1,104,000.00	
GASTOS OPERACIONALES						\$ 8,900,000.00	4.10%
1	Alquiler computadores, impresora	\$ 400,000.00		1.00	1.00	\$ 400,000.00	
1	Papelaria	\$ 500,000.00		1.00	1.00	\$ 500,000.00	
1	Seguridad industrial y dotación	\$ 1,500,000.00		1.00	1.00	\$ 1,500,000.00	
1	Transportes	\$ 500,000.00		1.00	1.00	\$ 500,000.00	
1	Almacenamiento	\$ 1,000,000.00		1.00	1.00	\$ 1,000,000.00	
1	Arriendo de oficina, administración	\$ 1,000,000.00		1.00	1.00	\$ 1,000,000.00	
1	Ensayos de control de calidad	\$ 2,000,000.00		1.00	1.00	\$ 2,000,000.00	
1	Señalización de obra	\$ 2,000,000.00		1.00	1.00	\$ 2,000,000.00	
GASTOS DE LEGALIZACIÓN						\$ 469,747.51	0.22%
	Póliza Anticipo	\$ 108,612,140.50	40%	1.00	0.09%	\$ 97,750.93	
	Póliza Cumplimiento	\$ 27,153,035.13	10%	1.00	0.07%	\$ 19,007.12	
	Póliza Prestaciones	\$ 27,153,035.13	10%	1.00	0.30%	\$ 81,459.11	
	Póliza Responsabilidad Civil	\$ 135,765,175.63	50%	1.00	0.12%	\$ 162,918.21	
	Póliza Estabilidad	\$ 135,765,175.63	50%	1.00	0.08%	\$ 108,612.14	
COSTOS FINANCIEROS							
A	ADMINISTRACION						10.00%
I	IMPREVISTOS						2.0%
U	UTILIDAD						5.0%
A.I.U.							17.00%

ANEXO 7. INTERVENTORÍA

PRESUPUESTO DE INTERVENTORÍA										
PLAZO (MESES)	1.5		CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES							
PERSONAL ESPECIALISTA, PROFESIONAL O DE APOYO, PARA OBRAS CIVILES	CANTIDAD DE PERSONAL POR ACTIVIDAD	Vr. H/MES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	TOTAL DEDICACIÓN HOMBRES ETAPA OBRA	COSTO (\$) TOTAL HOMBRES PROYECTO ETAPA OBRA
DIRECTOR										
Director de Interventoría	1.0	\$ 4,500,000.0	0.3	0.3					0.60	\$ 2,700,000.0
Residente de Interventoría	1.0	\$ 2,500,000.0	0.8	0.8					1.60	\$ 4,000,000.0
COMISION DE TOPOGRAFIA										
Topógrafo y 2 cadeneros	1.0	\$ 2,000,000.0	0.1	0.1					0.20	\$ 400,000.0
SUBTOTAL 1										\$ 7,100,000.0
SUBTOTAL 1 x Factor Multiplicador		2.35								\$ 16,685,000.0
COSTOS OPERACIONALES										
ALQUILER EQUIPO, SUMINISTROS Y OTROS ELEMENTOS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	CANTIDAD TOTAL PROYECTO ETAPA OBRA CIVIL	COSTO (\$) TOTAL PROYECTO ETAPA CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES
EQUIPO DE TOPOGRAFIA - Estudios (Equipo completo)	1.0	\$ 2,000,000.0	0.1	0.1					0.20	\$ 400,000.0
Ensayos de laboratorio para verificación de calidad de materiales	1.0	\$ 1,000,000.0	1.0	1.0					2.00	\$ 2,000,000.0
SUBTOTAL 2										\$ 2,400,000.0
										TOTAL ETAPA CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES
SUBTOTAL (1 + 2)										\$ 19,085,000.00
IVA 19%										\$ 3,626,150.00
TOTAL PERSONAL Y COSTOS OPERACIONALES INCLUYE I.V.A										\$ 22,711,150.00

ANEXO 8. SUPERVISIÓN

Presupuesto oficial para contrato para el apoyo a la Supervisión						VERSION: No. 001	
					PLAZO	1.5	MESES
PERSONAL	N°	SUELDO MENSUAL	MES	TIEMPO EFECTIVO	PRIMA	VR. PARCIAL	
PERSONAL PROFESIONAL							
Ingeniero Civil o de vías y/o transporte, experiencia	1	\$3,000,000.00	1.5	50%	0	\$ 2,250,000.00	
				\$	2,250,000.00		
3. COSTOS DE PERSONAL + COSTOS DIRECTOS					\$	2,250,000.00	
4. IVA 19%					\$	427,500.00	
5. COSTO FINAL (AJUSTADO AL PESO)					\$	2,677,500.00	

ANEXO 9. FACTOR MULTIPLICADOR INTERVENTORÍA

FACTOR MULTIPLICADOR INTERVENTORÍA			
1	SALARIOS		1.00
2	PRESTACIONES SOCIALES		0.62
2.01	Cesantía	8.3333%	
2.02	Intereses de cesantías	1.2100%	
2.03	Prima	8.3333%	
2.04	Vacaciones	4.1100%	
2.05	Seguridad Social (salud)	12.0000%	
2.06	Seguridad Social (pensión)	14.5000%	
2.07	Aseguradora de Riesgos Laborales	6.9600%	
2.08	Subsidio Familiar	4.0000%	
2.09	Subsidio de Transporte	0.4600%	
2.10	Dotación	2.0000%	
3	GASTOS GENERALES		0.49
3.01	Ariendo de oficina, administración y servicios públicos	3.4000%	
3.02	Servicios públicos	0.5000%	
3.03	Seguridad industrial de oficina del consultor	0.0130%	
3.04	Preparación de Propuesta	1.5000%	
3.05	Asesoría Contable Tributaria y Jurídica	15.0000%	
3.06	Equipos y mantenimiento Oficina (Aseo)	2.0000%	
3.07	Gastos de vehículo	1.0000%	
3.08	Seguros de robo e incendio	0.5000%	
3.09	Documentación Técnica	5.0000%	
3.10	Papelería y útiles de oficina	3.0000%	
3.11	Personal Administrativo no facturado	3.0000%	
3.12	Personal Profesional no facturado	3.0000%	
3.13	Depreciación de muebles y equipos	0.5000%	
3.14	Licenciamiento de software	5.0000%	
3.15	Correo y otros	1.0000%	
3.16	Capacitación de personal	2.0000%	
3.18	Gastos de Representación	2.5000%	
4	COSTOS DE PERFECCIONAMIENTO (PÓLIZAS)		0.01
4.01	Póliza de calidad	0.3500%	
4.02	Póliza de cumplimiento	0.3500%	
4.03	Póliza de salarios y prestaciones sociales	0.1200%	
4.04	Garantía Responsabilidad Civil Extracontractual	0.4400%	
5	IMPREVISTOS 1% DE (1+2+3+4)		0.02
6	HONORARIOS (UTILIDADES) 10% DE (1+2+3+4)		0.21
	TOTAL FACTOR MULTIPLICADOR		2.35

**ANEXO 11. FINANCIACIÓN COSTOS DE OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO**

Estructuración Financiera y Costos de Operación y Mantenimiento

Proyecto Tipo: CONSTRUCCIÓN DE VÍAS URBANAS DE BAJO TRÁNSITO CON PAVIMENTO RÍGIDO

Municipio:	Categoría:	NBI Mun:
Departamento:		NBI Depto:
Impacto:		Inversión: \$ 254,152,409

I. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

IPC (Marco Fiscal de Mediano Plazo) 3.50%

Ítem	Costo	Veces al Año	Costo Año 1	Costo Año 2	Costo Año 3
Mantenimiento preventivo *	800,000	2	1,600,000	1,656,000	1,713,960
Mantenimiento periódico **	380,000	1	380,000	393,300	407,066
Mantenimiento Correctivo ***	962,462	1	962,462	996,148	1,031,013
Total Mantenimiento	2,142,462		2,942,462	3,045,448	3,152,039

OBSERVACIONES (TENER EN CUENTA)

* El mantenimiento preventivo se realiza dos veces al año

** El mantenimiento periódico se realiza una vez al año

*** El mantenimiento correctivo se realiza eventualmente y contempla la reposición de los siguientes elementos:

- Suministro e instalación de base granular SGB-1
- Suministro y colocación de concreto hidráulico de 21 Mpa para mantenimiento de placa, riostras, cuneta, bordillos y caja de recolección y cabezal de descarga
- Tubería
- Acero de refuerzo de 6000 PSI

La zona de aplicación tendrá aspectos propios los cuales pueden no estar incluidos en el listado

ANEXO 12. MATERIALES

LISTADO GENERAL DE MATERIALES	UNID	VALOR
Acero PDR-60	KG	2440.48
Agregado para concreto hidráulico	m3	51788.19
Agua	lt	41.89
Alambre de púa calibre 12 (350 m)	m	464.45
Alambre Negro Para Amarre	KG	3547.97
Antisol blanco (presentación 20 kg)	KG	5760.59
Arena lavada	m3	46008.72
Bordillo Prefabricado En Concreto Ref.A80 Ntc-4109, 0,20 X 0,35 X 0.80 M	UN	58402.50
Cemento gris	KG	533.78
Concreto Resistencia 21 (Mpa) (Hecho en obra)	m3	269869.00
Concreto Resistencia 28 (Mpa) (Hecho en obra)	m3	306841.00
Derechos de explotación y/o disposición de materiales	m3	3216.69
Estacas, Pintura, Tachuelas, Hilo (localización de estructuras y carreteras)	GL	4600.00
Fonde de junta en espuma 10mm	m	603.00
Geomatrix, Tensar, Omnes U Otros)	m2	3900.00
Material de Sub Base CBR=40%	m3	33600.00
Piedra para Concreto Ciclópeo (Rajón o Canto Rodado)	m3	141085.27
Planchon para andamio	Dia	232.00
Poste de madera para cercas	UN	3364.84
Puntilla	lb	98600.00
Salida en PVC D=2''	UN	5005.36
Sellante elastomérico con base en poliuretano	gln	136880.00
Transporte de Tubería de Concreto Ref.	KG-KM	28.00
Triturado tamaño 1/2"	m3	787295.33
TUBERIA PVC DRENAJE D= 160MM	m	71879.00
Tubería Pvc Alcantarillado D= 36'' (B)	m	290083.00

ANEXO 13. EQUIPOS

LISTADO GENERAL DE EQUIPOS	UNID	VALOR
Andamio Tubular de 1.5m (6 secciones)	Dia	5143.00
Aspersor manual	H	1734.77
Buldozer, Potencia al volante de 140 HP, motor de 2200 RPM, longitud de hoja 4,80m.	H	108544.90
Carrotanque de agua(1000 Galones)	H	45000.00
Cizalla manual de 90 cm.	H	961.34
Compresor (barrido y soplado)	H	45053.68
Formaleta metálica (concreto hidráulico)	H	3083.52
Mezcladora de concreto 1 bulto	H	6000.00
Motoniveladora potencia 215 HP, ancho de cuchilla 4,27 m, peso 18 ton.	H	102509.85
Retroexcavadora A25C	H	114263.00
Retroexcavadora sobre oruga, potencia 138 HP, balde de 1,5 m3.	H	114838.48
Vibrador de concreto (incluye operario)	H	6150.49
Vibrador de concreto, Motor de 3 hp a 18.000 rpm Mangueras de 4 mt	H	5000.00
Vibrocompactador, potencia 153 HP, peso 10 Ton.	H	90000.00

ANEXO 14. TRANSPORTE

LISTADO GENERAL - TARIFAS DE TRANSPORTE	UNID	VALOR
Transporte de acero	T-KM	5.48
Transporte de agregado pétreo	M3-KM	1200.00
Transporte de Arena	M3-KM	1200.00
Transporte de Concreto	M3-KM	1100.00
Transporte de material de excavación	M3-KM	1200.00
Transporte de Material de Solado y Atraque Tubería de Concreto Reforzado	M3-KM	1200.00
Transporte de material de subbase	M3-KM	1200.00
Transporte de material triturado	M3-KM	775.93
Transporte de materiales	m3t	1300.00
Transporte de materiales prefabricados	UN	870.47
Transporte de piedra para Ciclópeo	M3-KM	1300.00
Transporte de tubería	M3-T	787.05

ANEXO 15. PERSONAL

LIQUIDACION 2016			
GRUPO	NOMBRE	UNIDAD	PRECIO
SUELDOS Y JORNALES	AYUDANTE (HR)	HR	\$7,401.00
SUELDOS Y JORNALES	AYUDANTE (JR)	JR	\$59,206.00
SUELDOS Y JORNALES	CADENERO (JR)	JR	\$93,868.00
SUELDOS Y JORNALES	CADENERO (HR)	HR	\$11,733.00
SUELDOS Y JORNALES	PALETERO	JR	\$59,206.00
SUELDOS Y JORNALES	AYUDANTE PINTURA	HR	\$5,058.00
SUELDOS Y JORNALES	OFICIAL (HR)	HR	\$11,734.00
SUELDOS Y JORNALES	OFICIAL (JR)	JR	\$93,874.00
SUELDOS Y JORNALES	TÉCNICO ELÉCTRICO (HR)	HR	\$9,793.00
SUELDOS Y JORNALES	TÉCNICO ELÉCTRICO (JR)	JR	\$78,337.00
SUELDOS Y JORNALES	TECNICO (SODADOR 1 A) (HR)	HR	\$9,793.00
SUELDOS Y JORNALES	TECNICO (SODADOR 1 A) (JR)	JR	\$78,337.00
SUELDOS Y JORNALES	PLOMERO (HR)	HR	\$9,793.00
SUELDOS Y JORNALES	PLOMERO (JR)	JR	\$78,337.00
SUELDOS Y JORNALES	TOPOGRAFO (JR)	JR	\$199,198.00
SUELDOS Y JORNALES	TOPOGRAFO (HR)	HR	\$24,900.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (2 AYUDANTES) (JR)	JR	\$118,412.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (2 AYUDANTES) (HR)	HR	\$14,802.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (3 OFICIALES + 6 AYUDANTES) (JR)	JR	\$636,858.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (3 OFICIALES + 6 AYUDANTES) (HR)	HR	\$79,608.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (OFICIAL + 2 AYUDANTES) (JR)	JR	\$212,286.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (OFICIAL + 2 AYUDANTES) (HR)	HR	\$26,536.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (OFICIAL + 3 AYUDANTES) (HR)	HR	\$33,937.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (OFICIAL + 3 AYUDANTES) (JR)	JR	\$271,492.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (OFICIAL + 4 AYUDANTES) (HR)	HR	\$41,338.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (OFICIAL + 4 AYUDANTES) (JR)	JR	\$330,698.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (OFICIAL + 6 AYUDANTES) (HR)	HR	\$56,140.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (OFICIAL + 6 AYUDANTES) (JR)	JR	\$449,110.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (OFICIAL + AYUDANTE) (JR)	JR	\$153,080.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (OFICIAL + AYUDANTE) (HR)	HR	\$19,135.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (TECNICO ELECTRICO + 2 AYUDANTES) (JR)	JR	\$24,595.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (TECNICO ELECTRICO + AYUDANTE) (JR)	JR	\$137,543.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (TECNICO ELECTRICO + AYUDANTE) (HR)	HR	\$17,194.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (TUBERO + 2 AYUDANTES) (JR)	JR	\$196,749.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (TUBERO + 2 AYUDANTES) (HR)	HR	\$24,595.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (TUBERO + AYUDANTE) (JR)	JR	\$137,543.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA (TUBERO + AYUDANTE) (HR)	HR	\$17,194.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA PINTURA (2 AYUDANTES) (HR)	HR	\$10,116.00
ANALISIS AUXILIARES	CUADRILLA PINTURA (OFICIAL + 2 AYUDANTES) (HR)	HR	\$21,850.00

ANEXO 15. DATOS ESTACIONES CAR

CAR - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA

SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)

ESTACIÓN : 2120103 STA TERESA

Latitud	4° 44' 44,4" N	X=N=10163730	Departamento	CUNDINAMARCA	Corriente	R. TEUSACÁ	Categoría	PG
Longitud	75° 55' 52,5"	Y=E=1016230	Municipio	LA CALERA	Cuenca	R. TEUSACÁ	Fecha Instalación	9/01/1970
Elevación	3002 m.s.n.m		Oficina Provincial	1 BOGOTÁ - LA CALERA			Fecha Suspensión	

AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	ANUAL	PROM ANUAL
1989	20,6	44,4	151,9	26,3	126,0	99,2	70,5	69,2	152,8	123,3	134,5	69,9	1088,6	90,7
1991	123,0	40,0	113,8	125,5	161,6	187,8	206,9	352,5	264,6	161,7	262,1	51,4	2050,9	170,9
1992	29,6	25,6	25,8	53,7	66,6	61,1	133,2	83,2	49,9	54,3	153,7	43,1	779,8	65,0
1993	45,9	38,6	63,1	73,1	201,8	77,7	138,6	32,7	25,4	41,6	70,5	2,5	811,5	67,6
1994	46,3	93,9	82,0	68,5	130,8	104,5	139,9	144,6	62,2	153,4	76,4	31,9	1134,4	94,5
1995	19,7	21,6	37,6	119,6	92,6	130,9	56,1	138,7	45,1	86,1	53,2	111,6	912,8	76,1
1996	61,5	89,8	122,6	74,1	162,1	95,5	139,7	76,8	52,9	83,9	97,8	61,0	1117,7	93,1
1997	59,1	37,8	27,8	39,0	85,6	49,4	96,6	76,0	31,1	57,1	42,0	18,7	620,2	51,7
1998	0,0	49,5	29,2	39,8	177,0	115,0	74,9	7,8	44,8	65,2	46,8	107,2	757,2	63,1
1999	35,8	27,5	51,5	84,6	0,8	73,1	75,7	82,1	89,5	129,8	91,7	72,4	814,5	67,9
2000	107,8	84,1	62,0	38,3	124,1	88,4	96,6	94,5	111,2	71,6	86,8	83,4	1048,8	87,4
2001	0,0	69,5	83,4	51,0	98,8	119,1	18,7	58,4	82,7	111,6	81,2	46,9	821,3	68,4
2002	25,7	13,8	61,4	111,8	151,6	164,1	67,5	79,8	56,8	26,2	57,2	33,2	849,1	70,8
2003	3,8	34,9	81,1	121,0	94,8	117,4	49,7	60,7	72,4	95,0	85,0	39,0	854,8	71,2
2004	30,2	67,3	92,1	92,7	144,3	203,3	151,5	116,2	72,0	137,3	105,8	49,9	1262,6	105,2
2005	38,2	21,2	31,0	138,2	149,1	71,9	87,7	80,0	100,6	155,8	134,8	24,5	1033,0	86,1
2006	58,1	42,3	130,3	83,4	125,2	170,2	100,9	12,5	72,3	144,6	124,1	63,3	1127,2	93,9
2007	0,0	89,4	164,4	164,0	115,3	194,9	73,8	152,0	72,6	175,5	86,6	56,1	1344,6	112,1
2008	36,3	17,8	86,8	59,3	121,2	125,6	163,9	125,1	79,3	100,1	126,6	66,6	1108,6	92,4
2009	68,5	73,7	95,3	72,0	83,6	108,4	96,5	75,8	39,4	87,4	46,9	2,4	849,9	70,8
2010	4,0	20,1	34,6	170,6	141,7	104,5	161,0	75,3	75,2	105,2	161,6	62,4	1116,2	93,0
2011	45,7	124,3	135,6	250,7	150,6	74,7	82,3	36,2	65,0	176,7	208,5	73,7	1424,0	118,7
2012	59,4	51,7	99,1	227,8	67,1	81,3	130,3	69,7	56,1	92,8	57,8	45,1	1038,2	86,5
2013	4,2	59,1	42,3	105,2	142,5	57,6	75,6	55,4	29,4	75,0	133,8	55,1	835,2	69,6
2014	14,4	22,3	82,3	48,0	60,1	132,7	103,1	68,8	40,9	65,6	77,3	25,3	740,8	61,7
2015	10,8	28,2	28,5	102,5	59,4	172,5	102,6	135,3	46,4	24,7	90,6	25,2	826,7	68,9
2016	48,7	9,4	97,9	136,1	118,8	98,5	105,8	117,2	98,4	91,2	146,4	61,5	1129,9	94,2
2017	88,7	71,7	162,1	63,9	170,2	172,9	142,0	84,6	59,8	61,0	97,8	60,5	1235,2	102,9
2018	38,9	32,5	111,4	173,2	173,9	153,4	139,4	110,4	53,2	86,2	130,8	3,2	1206,5	100,5
2019	20,4	15,4	73,4	160,6	147,6	117,4	106,2	92,1	72,5	97,9	105,8	49,9	1059,3	88,3
PROM MENSUAL	38,2	47,2	82,0	102,5	121,5	117,4	106,2	92,1	72,5	97,9	105,8	49,9	PROM	86,1

CAR - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA

SICLICA - Sistema de Información Climatológica e Hidrológica

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)

ESTACIÓN: 2120077 TORCA

Latitud	4° 47' 27" N	X=N=1021330	Departamento	BOGOTÁ	Córdoba	R. BOGOTÁ	Categoría	PM
Longitud	74° 1' 41" W	Y=E=1003480	Municipio	SANTAFÉ DE BOGOTÁ	Cuenca	R. BOGOTÁ	Fecha Instalación	2011/09/00
Elevación	2396 m.s.n.m		Oficina Provincial	1 BOGOTÁ - LA CALERA			Fecha Suspensión	

AÑO	EYERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	ANUAL	PROM ANUAL
1989	28,4	41,9	176,1	22,0	71,0	38,1	77,8	24,0	76,9	73,7	147,1	65,5	842,5	70,2
1990	102,4	53,5	52,0	128,0	141,0	60,6	78,9	37,8	44,1	131,2	133,0	88,6	1051,1	87,6
1991	93,4	26,5	105,3	54,5	70,6	29,7	106,5	40,4	49,6	51,8	151,7	165,0	945,0	78,8
1992	31,2	36,0	48,5	83,4	50,7	28,6	43,6	33,5	101,7	32,6	131,2	173,7	794,7	66,2
1993	110,6	38,3	55,8	104,6	145,2	48,3	74,5	30,0	49,7	53,0	112,7	3,0	825,7	68,8
1994	113,7	100,9	70,4	52,6	89,0	63,9	47,0	32,7	16,4	81,6	93,6	15,6	777,4	64,8
1995	26,3	81,9	153,2	150,5	40,7	41,2	52,7	84,4	7,8	34,3	35,0	66,6	774,6	64,6
1996	39,7	92,9	179,3	119,1	85,5	37,8	52,0	40,4	36,1	112,0	53,2	49,0	897,0	74,8
1997	215,6	58,0	49,5	50,4	61,8	67,1	44,4	27,5	38,6	74,2	50,0	21,0	758,1	63,2
1998	23,8	20,4	95,4	55,7	125,3	59,8	306,0	44,0	315,1	116,7	122,1	84,7	1369,0	114,1
1999	70,7	76,7	136,9	116,0	89,9	130,0	18,1	40,2	128,2	128,6	85,3	29,7	1050,3	87,5
2000	46,4	121,6	89,3	76,5	65,2	51,1	61,3	52,5	102,4	128,9	37,9	22,3	855,4	71,3
2001	20,4	53,9	30,7	45,1	58,2	44,1	26,4	57,0	75,9	47,0	80,6	34,0	573,3	47,8
2002	41,0	20,0	54,1	127,5	127,7	132,7	56,6	41,5	71,3	134,9	131,1	43,9	962,3	80,2
2003	43,9	86,7	69,7	208,0	50,6	91,4	27,5	46,5	118,5	330,0	195,1	40,7	1308,6	109,1
2004	26,8	75,1	50,8	157,9	78,1	78,8	68,4	49,6	71,3	134,9	131,1	66,2	969,1	80,8
2005	67,2	70,0	99,4	110,4	100,5	64,0	68,4	49,6	71,3	134,9	131,1	0,0	946,9	78,9
2006	162,0	124,6	128,1	139,9	131,9	44,2	9,7	24,7	34,2	154,5	131,1	82,7	1167,6	97,3
2007	25,0	22,2	15,6	38,2	51,6	21,6	34,5	94,5	70,5	222,6	151,5	191,4	939,2	78,3
2008	52,7	66,0	112,5	102,4	219,7	110,0	134,4	97,4	66,0	123,0	131,1	66,2	1267,4	105,6
2009	59,5	87,1	110,5	90,1	71,7	82,7	46,7	17,4	8,0	281,8	68,2	30,0	953,7	79,5
2010	1,2	30,6	26,6	234,9	210,2	125,1	161,6	66,2	124,9	168,4	192,4	96,7	1438,8	119,9
2011	118,5	161,5	185,4	184,0	175,0	59,8	33,9	40,8	134,3	193,9	473,5	143,5	1904,1	158,7
2012	204,8	68,8	133,1	242,1	82,8	85,8	116,9	68,5	43,6	171,6	110,0	101,7	1429,7	119,1
2013	13,2	165,0	78,2	147,7	133,8	20,3	46,4	53,2	20,2	107,8	205,9	75,5	1067,2	88,9
2014	101,2	62,2	115,1	39,6	53,9	48,2	31,6	31,7	83,3	76,5	135,5	102,9	881,7	73,5
2015	66,3	76,5	50,7	37,7	61,0	97,4	68,3	52,0	32,9	21,3	31,8	4,9	600,8	50,1
2016	33,3	31,8	165,2	90,9	168,4	30,1	71,6	75,5	73,6	91,8	154,2	64,8	1051,2	87,6
2017	47,2	33,4	205,0	75,6	58,6	38,7	12,1	61,8	30,7	56,9	187,0	51,6	850,6	71,6
2018	88,2	83,0	137,4	87,8	144,0	88,6	93,9	74,0	43,0	35,4	139,0	5,7	1020,0	85,0
2019	9,6	102,8	102,8	244,6	100,5	64,0	62,4	49,6	71,3	134,9	131,1	66,2	1125,8	93,8
PROM MENSUAL	67,2	70,0	99,4	110,4	100,5	64,0	68,4	49,6	71,3	114,9	131,1	66,2	FROM	84,4