



UNIMINUTO
Corporación Universitaria Minuto de Dios
Educación de calidad al alcance de todos
Logos Virtuales

FORMATO SOLICITUD FECHA DE SUSTENTACIÓN

Girardot, 19 de noviembre de 2019

Señores
COMITÉ EVALUADOR DE TRABAJOS DE GRADO
Programa de Ingeniería Civil
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
UNIMINUTO – Centro Regional Girardot

Referencia: SUSTENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO "Estudio Y Diseño De Pavimento Rígido Para La Vía Urbana De Bajo Tránsito En La Carrera 5 Entre Las Calles 1,2, Y 3 Del Municipio De Nilo Cundinamarca"

De acuerdo con el cronograma de actividades presentado en la propuesta y aprobado por el Comité, participo al Comité evaluador la finalización del proyecto de grado titulado: "Estudio Y Diseño De Pavimento Rígido Para La Vía Urbana De Bajo Tránsito En La Carrera 5 Entre Las Calles 1,2, Y 3 Del Municipio De Nilo Cundinamarca.", elaborado por los estudiantes Alejandro Vásquez Cárdenas ID 000290979, Mara Victoria Vásquez Ortiz ID 000536265 y Leidy Katherine Perdomo Ramírez ID 000533880, del cual me desempeñé como Director y asesor del Proyecto, con el propósito de que los autores puedan aspirar al título de ingeniero civil; de igual forma solicito se programe la fecha de sustentación de la misma, para lo cual se anexa una (1) copia al correo electrónico del Coordinador del programa del documento final.

Agradezco la atención prestada,

Faver Eliecer Vera Chila
Director Proyecto Grado

Alejandro Vasquez Cardenas
Estudiante 1

Mara Victoria Vasquez Ortiz
Estudiante 2

Leidy Katherine Perdomo Ramirez
Estudiante 3

www.uniminuto.edu

Personería jurídica Resolución 10345 del 1 de agosto de 1990 MEN

Estudio Y Diseño De Pavimento Rígido Para La Vía Urbana De Bajo Tránsito En La
Carrera 5 Entre Las Calles 1,2, Y 3 Del Municipio De Nilo Cundinamarca

Mara Victoria Vásquez Ortiz, Leidy Katherine Perdomo Ramírez y Alejandro Vásquez
Cárdenas

Corporación Universitaria Minuto De Dios Facultad De Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Programa de ingeniería Civil

Girardot- Cundinamarca

2019

Estudio Y Diseño De Pavimento Rígido Para La Vía Urbana De Bajo Tránsito En La
Carrera 5 Entre Las Calles 1,2, Y 3 Del Municipio De Nilo Cundinamarca

Mara Victoria Vásquez Ortiz, Leidy Katherine Perdomo Ramírez y Alejandro Vásquez
Cárdenas

Trabajo realizado para optar al título de ingeniero civil

Tutor:

Faver Eliecer Vera Chila

Ingeniero Civil

Corporación Universitaria Minuto De Dios Facultad De Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Programa de ingeniería Civil

Girardot- Cundinamarca

2019

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser quien nos da la fuerza de todos los días poner el empeño para desarrollar nuestros propósitos, A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

A mis hermanos por siempre estar para los buenos y malos momentos, ser ese apoyo incondicional, y a todos los familiares que siempre han estado apoyando y dando consejos para seguir día a día.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos

Alejandro Vásquez Cárdenas

Dedico esta tesis a DIOS, a Santo Tomás de Aquino, patrono de los estudiantes, y a la Virgen María, quienes inspiraron mi espíritu para la conclusión de esta tesis de ingeniería, con tema en Vías. A mis padres Verónica Ortiz Suarez y José Alejandro Vásquez Salazar quienes me dieron vida, educación, apoyo y consejos, a mi querido hermano Jorge Alejandro Vásquez Ortiz por dejar de hacer algunas cosas, por darme estudio profesional. A mis compañeros de estudio, a mis maestros y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis. A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma. Para todos ellos hago esta dedicatoria.

También dedico esta tesis a todos aquellos que no creyeron en mí, a aquellos que esperaban mi fracaso en cada paso que daba hacia la culminación de mis estudios, a

aquellos que nunca esperaban que lograra terminar la carrera, a todos aquellos que apostaban a que me rendiría a medio camino, a todos los que supusieron que no lo lograría, a todos ellos les dedico esta tesis.

Mara Victoria Vásquez Ortiz

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hija, son los mejores padres. A mi hermana por estar siempre presente, acompañándome y por el apoyo moral, que me brinda a lo largo de esta etapa de mi vida. A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Leidy Katherine Perdomo Ramírez

Agradecimientos

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Gracias a mis padres: Martha Cecilia Cárdenas y Luis Arturo Vásquez, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

A mis catedráticos: Por su dedicación y esfuerzo para compartir sus conocimientos y transmitir la pasión que sienten por la ingeniería, especialmente a los ingenieros: Faver Eliecer Vera Chilan, Juan Pablo Alvares Velandia y Leandro Velásquez Salguero.

Alejandro Vásquez Cárdenas

Dicen que una carrera de ingeniería sirve para aprender a calcular de todo. ¿Tiene sentido, ¿no? Pues es todo mentira. Una ingeniería no va de eso. Va de aprender a convivir con gente que no conoces. A encontrar puntos en común. A descubrir que la matemática hace milagros para unir a la gente. Sirve para aprender a formar parte de algo, convertir un simple plano en una estructura real, porque si es solo un plano no funciona igual. Es aprender a estar dispuesta a ayudar a los demás, tengas tiempo o no, y entender que a veces quien necesita que le ayuden eres tú. Es asumir que el concepto horario es una palabra difusa y sin sentido. Sirve para desarrollar la paciencia. Para aprender a hablar y a no hablar. Para descubrir lo mejor de ti e intentar empezar a eliminar lo malo. Para saber que a veces los pequeños logros te hacen sentir más feliz que los grandes. Sirve para desarrollar tu animal interior (ardilla...loca...) y querer enseñarle al mundo lo que ves en tu cabeza. Y yo siempre voy a querer mostrarles que

el ingenio son células cantando “Yo voy a ser el Rey León” hasta que saben que se van a morir y entonces orgullosas ellas cambian a “(I did it) My way” (la de Elvis, no Sinatra) mientras una imagen las engloba. Y cantan y cantan hasta que son devoradas. Y al final, sin saber cómo, cuándo, ni por qué, en algún momento de toda esa locura te da por sugerir algo en algún lab meeting que resulta que puede hasta tener sentido. Y ahí es cuando empiezas a hacer lo que todos pensaban que estabas haciendo desde el principio, Ingeniería.

Y como un barco no se puede gobernar solo, aquí toda la tripulación:

Ing. María C. Por obligarme a oír charlas y cursos que no quería, pero sí, pero no, pero quizás. Por hacerme feliz dejándome poner los tornillos en las estructuras. Por alegrarte conmigo todas las veces que he entrado a tu despacho dando saltitos porque algo había salido bien o tenía fotos bonitas para enseñarte. Por picarme un poco con el gusanillo de la repostería. Por aceptar a una ardilla loca en tu grupo. Por nunca dejar de darme todas las oportunidades del mundo. Gracias por confiar en mí.

¡Ay, *Jackson*, cuánto bien le haces al mundo! Gracias por todo lo que me has enseñado y ayudado y hablado conmigo. Por tu amabilidad, tu paciencia y todo lo que hemos pasado juntos. Por quedarte conmigo a ensayar mis charlas hasta que me saliesen perfectas con tus métodos raros (pero útiles) de teatro. Por ser el fundador de las tardes de juegos de mesa que tanto me divierten y que espero que sigamos haciendo por mucho tiempo. Te debo tanto.

Por todos los comentarios humorísticos que haces sin siquiera darte cuenta. Por siempre estar dispuesto a ayudarme en lo que sea. Eres muy grande.

Por tu gran humor. Por preocuparte y estar pendiente. Gracias por charlas de tres horas en días malos.

Por tu sensatez, tu criterio y tus buenas preguntas. Por tu “sí, por supuesto” casi instantáneo cada vez que alguien te pide ayuda. Por tener un humor desde el primer día como si llevaras años conmigo. Por amenizarme las tardes que tenía que montar cortes con tu música clásica que se oía desde el patio de al lado. Por dejarte convencer de que poner un piano en tu vida era una buena opción. Por siempre querer aprender a ser mejor ingeniero, jefe, persona, ente o lo que te echen.

Por tu amabilidad cada vez que nos encontramos por los pasillos. Por ayudarme siempre con cualquier cuestión o pregunta que te haya hecho. Por ser el único que acertó desde el principio lo que eran mis células.

Mayra y Aura. Por haber sido siempre tan generosas con su tiempo las veces que las he necesitado.

Por ser las testigos de mis primeros pasos en este mundillo y acogerme con los brazos abiertos. Por enseñarme la importancia de hacer que un grupo sea una construcción. Por apoyarme a extender las alas y buscar más allá.

A los catedráticos del área de ingeniería; *ingenieros Faver Vera, Leandro Velásquez, Juan Pablo Álvarez, Yamid Núñez.* Porque todas las veces que he necesitado cualquier cosa que no teníamos o que aún no nos había llegado o cada vez que he entrado en pánico por no saber usar cualquier máquina me han ayudado siempre con una sonrisa y toda la amabilidad del mundo.

Mario, Yeray. Nuestra nueva generación. Gracias por toda la frescura y ganas que traen.

Por tu sonrisa y espontaneidad eternas. Por todas las risas, por tu carácter, por ser tan auténticamente tú.

Por tu bondad, por los ratos en el café. Porque siempre te preocupas por cómo ha ido nuestro día y nos deseas una buena tarde. Porque parece que siempre miras todo y a todos con tus mejores ojos.

A *Steven Montgomery (pucheritos)*, por ser como eres, por ser como yo, por todo, y por nada; por compartir conmigo, por tener un pasado parecido al mío, porque llegaste a mi vida y espero que sigas en ella, porque a pesar de que seamos tan iguales y tan diferentes al mismo tiempo, estas para mí y yo para ti en cualquier momento, recuerda que tenemos una promesa, gracias por todo lo que has hecho por mí, por despertarme a la madrugada porque querías ser escuchado, porque querías ser entendido y/o sentirte refugiado y me agrada ser esa persona en la que confías tanto, para hacer esto, gracias por las madrugadas en vela que pasamos juntos hablando y hablando barrabasadas, que solo tú y yo entendemos.

A los *Street Brothers*, que ustedes no lo saben, pero siempre serán Mis Sucias:

Por traer más ruido, alegría y frescura a este lugar.

Sin duda eres el mejor descubrimiento que he hecho este año. Lo que me he reído contigo. Me encanta que compartamos muchos gustos, que seas tan sensata y loca a la vez. *Emiro* Siempre nos vamos acordar de cómo te movilizaste conmigo para Bogotá para conseguir tu nueva moto y que cuando nos devolvimos nos accidentamos en una curva, pero que fue tan divertido como si hubiésemos conseguido darla. Espero que eso también vaya en tu bitácora de anécdotas y que dentro de un tiempo las releamos y nos riamos de todas ellas.

Nicolas, gracias por ser una de las personitas que han estado hay para mí en casi todos los momentos de mi vida, nos unimos por Scouts, y ahora nos unimos y reunimos por la misma pasión por las motos, fue re genial reencontrarnos en el grupo Street Brothers, y volver a revivir momentos pasados, pero bien vividos.

Anderson, por todas las conversaciones de películas y anime. Por ser tan tiquismiquis con la ortografía y detalles random. Por todas las veces que hemos hablado de vainas, pero alubias, pero judías de no sé cuántos colores, pero no sé cómo aclaras llamándole a todo igual. Por la anécdota mítica de la cena de máster que siempre nos hace reír. Por siempre estar sonriente y de buen humor. Por ser tan extrovertido, con todas las cosas imaginarias que según mi cabeza eso conlleva. Siempre serás mi primer friki.

Miguel, por todas tus anécdotas y comentarios random. Por siempre hacernos un poquito más sabios al momento buscando respuestas a cualquier pregunta en el móvil. Por querer enseñarme música nueva, que, por cierto, con tus cascos todo suena mejor. Por ayudarme tanto con cualquier duda musical, informática o fotográfica que se me haya ocurrido en estos años. Por intentar constantemente organizar cenas de grupo para que estemos todos juntos.

Ay, *Jhon M.*, lo regular que empezamos tú y yo, y sin embargo míranos ahora. Pensé en personalizar este párrafo de agradecimientos metiéndolo en una caja de cartón o copiándolo en una celda de Excel...pero, claro, luego me di cuenta que nunca podrías abrir la primera o descifrar los sostenidos de la segunda, así que va a tener que ser algo más normal, *Jhon* Gracias por todo el humor y los buenos ratos que nos has dado. Por todas las veces que has venido a hablar conmigo cuando yo estaba aburrida de escribir.

Por santarita, el bar de los concursos y las noches de mímicas de películas. Espero que todo te vaya bien.

Manuel, Tienes la mente más bonita de todos nosotros, siempre llena de toda la serenidad que a veces nos falta. Gracias por tu tranquilidad, por ser un gran oyente y conversador. Espero que llegues a ser cualquier cosa que quieras ser.

Abuelita, Mami, Mayra, Aura, son las mujeres de mi tesis, mis cuatro pilares y guardianas y la razón por la que cada uno de los días que he pasado aquí ha merecido la pena:

Porque en el primer recuerdo de cada cosa que he aprendido aquí, estás tú enseñándome pacientemente. Porque fuiste quien me empujó al pelirrojismo y lo que no sabes es que fue el inicio de una cascada de muchos cambios buenos y necesarios. Por todas nuestras conversaciones en las que tan pronto solucionábamos todos los problemas de la ingeniería como de repente llegábamos a la conclusión de que pensar era malo. Por todos los fines de semana que nos tocaba trasnochar y tú traías pizza de Harrys para que desayunásemos los dos y los sábados se hiciesen más a menos. Por cuidarme siempre, ser mi Gandalf particular y nunca dejar que los monstruos crucen el puente. Por no conformarte con los caminos obvios y no tener miedo a explorar senderos que no sabes a dónde te van a llevar. Por ser un ejemplo.

Sólo contigo podría ponerme a cantar canciones de “el Resplandor” inventadas mientras profundimos. Sólo contigo podría compartir la satisfacción de ver un PowerPoint alineado. Por todas las tardes que sólo quedábamos nosotras juntas. Por disfrutar conmigo de todos los momentos del mundo, siempre serás la que me manda

los mejores vídeos de pandas rojos. Por aficionarme al té. Por todas tus frases míticas que pasarán a la historia de ese laboratorio directamente como refranes de la sabiduría popular de algunos filósofos. Porque es un placer trabajar contigo sabiendo que tú metes horas, yo meto horas y juntas sacamos adelante cualquier cosa, protocolo o lo que nos digan. Eso sí, después nos ganamos una tarta. Venga va, de las de limón que tanto te gustan. Por el león, en el centro y todos los golpes que me pegas siempre. Gracias por estar siempre a mi derecha para cualquier pregunta, carcajada, descanso o filosofadas varias. Espero que de aquí a unos años apenas te veamos el pelo porque estés con tus queridos lobos, elefantes o pandas en cualquier lugar del mundo viajando y siendo muy feliz. Manda alguna postal *Aura*.

Robinson M, gracias por entenderme en todo, gracias porque en todo momento en el poco tiempo que llevamos juntos fuiste un apoyo incondicional en mi vida, eres la felicidad encajada en una sola persona, eres mi todo reflejado en otra persona a la cual yo amo demasiado, y por la cual estoy dispuesta a enfrentar todo y en todo momento, gracias amor por todo lo que has hecho por mí, por cuidarme desde la distancia mientras estaba enferma, mientras estaba estresada, cuando quise dejar todo tirado y desistir en la realización de este proyecto, gracias por ser como eres, por la ayuda incondicional que me has brindado, gracias por las palabras tan sabias que me dices cuando estoy de mal humor, o inclusive cuando no se ni que hacer conmigo misma, gracias amor por la confianza que depositaste en mí, y siendo sincera realmente lo único que me queda por decirte es gracias mi vida por todo.

Nata, mi pequeña *Nata*. Por todos los cafés, paseos y cultivos que hemos hecho como excusa para charlar. Por hacer versiones más graciosas que los vídeos que ves. Por un

barquito de cáscara de nuez. Y por corre *Mara* que viene el fuego. Por sacarme del atascamiento en mis frases de tesis. Gracias por transmitir tanta felicidad y contagiárselo a toda la gente de tu alrededor. Por tu facilidad de hablar hasta con las paredes y hacer que se sientan bien. Por preocuparte y ser tan atenta con todo el mundo. Por cuidarme tanto en lo bueno y en lo malo. Por ser una pequeña lagartija feliz con un cascabelillo que suena cada vez que se mueve para anunciar que ya llega la alegría. No te preocupes, todo seguirá bien. Te quedas para ayudar a los que vendrán a sentirse parte de un grupo, igual que lo has hecho conmigo. Y tú y yo nos seguiremos viendo para cotillear colores, hacer yoga descalzas en la hierba, patinar, charlar o lo que tú quieras. Estoy muy orgullosa de ti y de todo lo que sé que vas a llegar a ser.

Querido Alejo. Contigo la palabra gracias se queda tan pequeña, que hasta casi me parece insultante escribirla. ¿Recuerdas la primera vez que nos vimos? Yo me mareé, tú me cuidaste con una Coca-Cola y una camiseta y luego te pudiste mofar de ello durante días. Si eso no es el inicio de una buena historia, entonces nada lo es. Y me has seguido cuidando tanto estos años. Eras el único que estaba seguro de que había algo más dentro de mí y nunca paraste hasta sacarlo. Gracias por haber aprendido a mi lado y por seguir a día de hoy viniendo a recitarme el protocolo de extracción sólo para estar seguro, aunque sabes que ya no te hace falta. Me alegra tanto haber aportado un poquito de mí a todo lo que sabes a día de hoy. Por todas las horas que metimos en el violín para aislar unas células por las que nadie daba un duro y mira, casi a la primera. Por todas las veces que vienes corriendo a enseñarme cosas porque crees que sólo yo puedo apreciarlas. Por abrir juntos el refrigerador a las 7 de la mañana y aprovechar para desayunar y charlar y charlar y charlar todavía más. Por tu risa escandalosa y exagerada

que me hace sentir bien porque implica que estás al otro lado del pasillo. Por guardarme siempre un trocito de lo que hayas cocinado. Por querer mostrarme siempre las cosas que te hacen ilusión. Por saber siempre dónde estoy si he tenido un mal día y quedarte conmigo. Por preocuparte hasta cuando estabas fuera. Por ser tan especial y hacer que el resto también se sientan especiales a tu lado. Por ser tan igual y distinto a mí. Por todo lo que hemos reído, llorado y por todas las maldades imaginarias que hemos maquinado, pero shh, que no se entere nadie *UIGI* Porque el primero de los dos que monte su pastelería-tetería llamará al otro. Me alegro tanto de tener el privilegio de llamarte *HERMANO*. No tengo muy claro qué pasará de aquí a un tiempo, si en algún momento ambos nos quedamos o nos vamos o uno se va y otro se queda. Pero sé que cuando pasen tantos años que ya casi me haya olvidado de todo, tú y tu risa serán el último recuerdo que quede en pie de este lugar. Gracias por todo y tanto.

A mis padres. Por dármelo todo.

Papi, gracias por ser el que me retaba para hacer las cosas el que apostaba lo contrario en algunos casos para que yo hiciera mejor las cosas, y creciera más en conocimiento, gracias por ser el hombre de mi vida.

Mami, el otro habitante de mi vida. Por los cafés no –cafés en las terrazas no-terrazas.

Por saber ignorarnos, pero siempre cerca. Por descubrir el mundo conmigo. Por transformar todos los “no creo que puedas” en “adelante, inténtalo”. Por ser raros en la misma dirección. Por la Sinergia.

A mi yo del pasado, gracias por haber aguantado tanto que lo único que me queda escribir a mí hoy son los agradecimientos; y a mi yo del futuro, mira qué libro de colores más bonito te he hecho, de nada *Mara*

Mara Victoria Vásquez Ortiz

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. Gracias a mis padres: Álvaro Perdomo y Sonia Ramírez, por ser los principales promotores de mi sueño, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado. Agradecemos a nuestros docentes de la facultad de ingeniería civil de la corporación universitaria Minuto de Dios, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al ingeniero Faver Vera Chila tutor del proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

Leidy Katherine Perdomo Ramírez

Resumen

Actualmente se presenta el bajo nivel en la movilidad y servicio de unas vías urbanas del municipio de Nilo-Cundinamarca; por ello se recurre a generar nuevas alternativas de diseño de las estructuras de los pavimentos rígidos de diseño, cuyo tema es de estudio e investigación.

Este trabajo realiza una evaluación de los métodos INVIAS y PCA con el fin de confrontar y comparar los conceptos técnicos, académicos y parámetros creados para los diferentes métodos de diseño determinando las diferencias en que ellos se derivan y que al ser aplicados puedan o no desarrollar resultados objetables e inadecuados con respecto a los comportamientos de la situación real de la estructura.

El área intervenir la carrera 5 entre las calles 1,2 y 3 con una longitud de 1250 metros la cual se intervendrá por el mal estado de la superficie de las misma encontrándose con puntos críticos con recepción de tránsito debido al alto deterioro de superficie de rodadura.

Palabras claves: pavimento rígido, estructura de pavimento, suelo, superficie de rodadura

Abstract

Currently the low level in mobility and service of urban roads in the municipality of Nilo-Cundinamarca is presented; therefore, new design alternatives for rigid design floor structures are generally used, the subject of study and research.

This work performs an evaluation of the INVIAS and PCA methods in order to confront and compare the technical, academic concepts and parameters created for the different design methods determining the differences in which they are derived and that when applied may or may not develop objectionable and inadequate results with respect to the behaviors of the actual situation of the structure.

The area intervene styling race 5 between streets 1.2 and 3 with a length of 1250 meters which will be intervened due to the poor condition of the surface of the same encountering critical points with traffic reception due to the high deterioration of rolling surface.

Keywords: rigid pavement, pavement structure, floor, rolling surface

Tabla de contenido

Dedicatoria	iv
Agradecimientos.....	vi
Resumen	xvi
Abstract	xvii
Tabla de ilustraciones.....	xxi
Tabla de Tablas	xxii
Tabla de gráficos	xxiii
Tabla de mapas.....	xxiii
Tabla de anexos.....	xxiii
1. Introducción	1
2. Planteamiento del problema.....	2
3. Justificación.....	3
4. Objetivos	4
4.1 Objetivo general	4
4.2 Objetivos específicos.....	4
5. Marco referencial	5
5.1 Marco conceptual	5
5.2 Estado del Arte	8
5.3 Marco Ambiental.....	12

5.4 Marco legal	14
6. Metodología	15
6.1 Diseño comprobatorio	16
6.1.1. Localización y descripción	16
6.1.2. Localización y descripción geológica	17
6.1.3. Topografía.....	20
6.2. Variables e indicadores.....	20
6.2.1. Enfoque.....	20
6.2.2. Tipo de investigación.....	21
6.3. Variable y Sub variables.....	21
6.4. Procesos y procedimientos	21
6.4.1. TPD	22
6.4.2. Factor camión.....	24
6.4.3. Cálculo del eje equivalente	24
6.4.4. Cálculo de la temperatura media anual ponderada	26
6.4.5. Conformación de la estructura del pavimento	27
7. Análisis de fallas existentes.....	28
7.1. Levantamiento patológico	32
7.2 Propuesta de intervención y recomendación	38
7.3. Actividad de obra nueva.....	39

8. Diseño propuesto para la vía nueva.....	40
8.1. Diseño de pavimento rígido INVIAS	42
8.2. Diseño del pavimento rígido mecanicista por el método PCA.....	46
8.2.1. Análisis PCA.....	52
CARRERA 5	52
CALLE 1	52
CALLE 2	52
8.2.3. Comparación entre el método empírico del invias con el método mecanicista pca-84.....	53
9. Análisis y discusiones de resultados	54
10. Bibliografía.....	56
11. Anexos.....	57
Anexo 1. Puntos de Trazo.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 2. Granulometría calle 1	71
Anexo 3. Granulometría calle 2.....	72
Anexo 4. Granulometría carrera 5	73
Anexo 5. Aforos vehiculares.....	74
Anexo 6. Transito promedio diario.....	88
Anexo 7. Fotos de campo	90

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. Localización del trazo de la vía.....	16
Ilustración 2. Clasificación de vehículos.....	22
Ilustración 3. Plano de perfiles y planta	40
Ilustración 4. Plano de secciones Transversales.....	41
Ilustración 5. Clasificación del suelo por el CBR INVIAS.....	42
Ilustración 6.Diseño de la carrera 5.....	46
Ilustración 7. Grafica de la carrera 5	47
Ilustración 8.Diseño de la calle 1	48
Ilustración 9.Grafica de la calle 1.....	49
Ilustración 10.Diseño de la calle 2	50
Ilustración 11.Grafica de la calle 2.....	51
Ilustración 12.Levantamiento topográfico	90
Ilustración 13.Levantamiento topográfico	90
Ilustración 14.Compactación de suelo	91
Ilustración 15.Esclerómetro de bolsillo.....	91
Ilustración 16.Delimitación para extraer muestra de suelo	92
Ilustración 17.Penetrometro Dinámico de Cono PDC	92
Ilustración 18.extracción de material de la vía (adoquinado)	93
Ilustración 19.Aplanacion de material después de extraer.....	93
Ilustración 20. Patologías	94

Tabla de Tablas

Tabla 1. Variable y sub variable.....	21
Tabla 2. Valores de TPD.....	23
Tabla 3. Distribución de vehículos comerciales.....	24
Tabla 4. Rango de transito contemplados en el método de diseño	25
Tabla 5. Precipitación y condiciones de humedad para el ensayo	26
Tabla 6. Entornos de la resistencia.....	27
Tabla 7. Drenajes de la carrera 5.....	28
Tabla 8. Drenaje de la calle 2.....	29
Tabla 9. Drenajes de la calle 3	30
Tabla 10. Metodología	31
Tabla 11. Datos Generales	31
Tabla 12. Patologías de la Carrera 5	32
Tabla 13. Patologías de la calle 3.....	34
Tabla 14. Patologías de calle 2.....	36
Tabla 15. Resistencia y durabilidad	43
Tabla 16. Espesor de losa.....	43
Tabla 17. Diseño del pavimento calle 1	44
Tabla 18. Diseño de pavimentos cra 5	44
Tabla 19. Diseño de pavimento calle 2	45

Tabla de gráficos

Gráfico 1. Gráfico de Porcentajes	23
Gráfico 2. Temperatura anual.....	26
Gráfico 3. Porcentajes de patologías	33
Gráfico 4. Porcentajes de Patologías.....	35
Gráfico 5. Porcentajes de Patologías.....	37

Tabla de mapas

Mapa 1. Mapa geológico plancha 5-14	18
Mapa 2. Mapa de estructuras geológicas 245	19

Tabla de anexos

Anexo A Puntos de Trazo	57
Anexo B. Granulometría calle 1.....	71
Anexo C. Granulometría calle 2.....	72
Anexo D. Granulometría carrera 5	73
Anexo E. Aforos vehiculares	74
Anexo F. Transito promedio diario.....	88
Anexo G. Fotos de campo	90

1. Introducción

Uno de los principales problemas del desarrollo vial de los municipios, es que sus vías fueron diseñadas hace bastante tiempo y para un tipo de tráfico diferente al que hoy en día se enfrentan, es el caso del municipio de Nilo -Cundinamarca que sus calles son en pavimento articulado y afirmado. Estas presentan un alto grado de deterioro como hundimientos, ahuellamientos, pérdida de adoquines y una falta de mantenimiento; es por eso que se requiere implementar un diseño de pavimento rígido.

En general los Pavimentos rígidos son estructuras complejas constituidas por una serie de capas superpuestas, que se diseñan y se construyen técnicamente con materiales seleccionados con características específicas y adecuadamente compactadas. La resistencia requerida para estas estructuras está dada por la capacidad que soportan a la compresión, es por tal razón que la función estructural de un pavimento es disminuir los esfuerzos generados por las cargas debido a la acción del tráfico.

Las características que identifican los pavimentos rígidos son: la disminución en la que se transfiere a la sub-rasante permitiendo la distribución de cargas, ofrecen una alta resistencia al desgaste, no sé a huella en ninguna dirección.

Es por eso que considerando los diferentes factores presentes en la calle se toma como mejor opción la implementación de un pavimento rígido, diseñado bajo la norma PCA e INVIAS, cumpliendo así con los parámetros de seguridad y de diseño.

2. Planteamiento del problema

Actualmente se presenta el bajo nivel en la movilidad y servicio de algunas vías urbanas del municipio de Nilo, esto por consecuencia del mal estado de la superficie de las mismas, encontrándose con puntos críticos con restricción de tránsito debido al alto deterioro de la superficie de rodadura, la deficiencia de drenajes superficiales, la construcción de vías sin consideraciones técnicas según la norma de INVIAS 2013 y la circulación de vehículos que exceden la carga permitida de 24.0 toneladas o 24000 kilogramos. Como resultado, esta situación genera daños constantes en los vehículos particulares y de transporte público, aumento en los tiempos de viaje, incremento en la congestión vial, un alza en los costos de movilización y operación de los vehículos, así como la dificultad para el acceso de productos y servicios médicos al sector; además, afecta particularmente el paisaje urbanístico de la zona, disminuyendo así la imagen favorable del municipio. Lo cual genera preguntas dentro de la propia investigación tales como ¿Cómo las condiciones geográficas facilitan las características de diseño en los métodos de PCA e INVIAS en la estructura del pavimento?

3. Justificación

Se requiere realizar estudio de pavimento rígido para la vía urbana de bajo tránsito en la carrera 5 entre las calles 1,2,Y 3 del municipio de Nilo-Cundinamarca, saber en qué condiciones se encuentra, aumentando la cobertura de la infraestructura vial y la prestación de servicios públicos que, a su vez, ayude y apoye a la comunidad en aspectos relacionados con el desarrollo integral, la convivencia ciudadana, la disminución de los costos de mantenimiento de vehículos, reducción de los tiempos de viajes, el acceso a servicios médicos y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del sector; Con el objetivo primordial de brindar un adecuado servicio a los habitantes del sector. Se requiere la renovación general de la vía, ya que sin esta se imposibilita la movilidad y El acceso de los vehículos que deben transitar a diario por este eje vial. Lo descrito anteriormente se basa en los estudios realizados previamente de la necesidad existente en el sector. Se considera que el mejoramiento de este tramo de la vía generará importantes beneficios en los ámbitos sociales, económicos y ambientales, garantizando así la contribución del desarrollo sostenible a través de una red vial segura, eficiente y cómoda.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Identificar las patologías presentes en el pavimento correspondiente a las vías: Cra 5, entre calles 1ra y 3ra; y la Cll. 2da entre la Cra 5ta y la entrada al cementerio del municipio de Nilo en el Departamento de Cundinamarca, Colombia, mediante un estudio geotécnico para generar alternativas de diseño de acuerdo con los hallazgos.

4.2 Objetivos específicos

- Realizar estudios o aforos de tránsito para determinar el tránsito promedio diario.
- Analizar las patologías presentes en las vías: Cra 5, entre calles 1ra y 3ra; y la Cll. 2da entre la Cra 5ta y la entrada al cementerio del municipio de Nilo en el Departamento de Cundinamarca, Colombia.
- Clasificar las áreas deterioradas.
- Evaluar la estructura del pavimento.

5. Marco referencial

5.1 Marco conceptual

- **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. (planeacion, 2017)
- **Vías Locales:** Corredor vial que permiten la accesibilidad a escala local en las diferentes zonas de la ciudad en articulación con las otras mallas viales. (planeacion, 2017)
- **Tránsito Promedio Diario:** Cantidad de vehículos que transitan a través de un corredor vial a lo largo de un día. (planeacion, 2017)
- **Periodo de Diseño:** Es el tiempo para el que se estima que la estructura de pavimento va a funcionar con un nivel de servicio adecuado, sin requerir actividades de rehabilitación. (planeacion, 2017)
- **Carril de Diseño:** Carril por el que se espera circulen el mayor volumen de vehículos pesados. (planeacion, 2017)
- **Subrasante:** Suelo natural o antrópico que soporta las cargas transmitidas a través de las capas superiores de la estructura de pavimento. (planeacion, 2017)
- **Sub - Base:** Capa principal de la estructura de pavimento ubicada entre la subrasante y la capa de rodadura. Tiene como propósito distribuir las fuerzas generadas por las cargas a través de la subrasante. (planeacion, 2017)

- **Módulo de Reacción de la Subrasante:** Reacción de los suelos de subrasante y las capas de las estructuras de pavimentos ante cargas estáticas no repetidas.
(planeacion, 2017)
- **Ensayo CBR:** Ensayo que permite la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado Relación de Soporte de California, conocido por su origen CBR (California Bearing Ratio). (planeacion, 2017)
- **Drenaje Superficial:** Estructura construida para transportar y evacuar las aguas que caen directamente sobre la capa de rodadura de la estructura de pavimento.
(planeacion, 2017)
- **Juntas:** Son parte importante de los pavimentos rígidos y se realizan con el fin de controlar los esfuerzos que se presentan en el Concreto como consecuencia de los movimientos de contracción y de dilatación de material y a los cambios de temperatura y humedad. (planeacion, 2017)
- **Sardinell:** Elemento de concreto, asfalto u otros materiales para delimitar la calzada de una vía. (planeacion, 2017)
- **Eje Simple:** Ensamble de dos o cuatro llantas unidas entre sí por una línea de rotación. (planeacion, 2017)
- **Eje Tándem:** Eje conformado por dos líneas de rotación, dotado de una suspensión que permita la compensación de cargas y cuya separación se encuentra entre 1.00 y 1.60 metros. (planeacion, 2017)
- **Eje Tridem:** Eje conformado por tres líneas de rotación dotado de una suspensión que permita la compensación de carga y cuya separación entre las

líneas de rotación extremas se encuentra entre 2.00 y 3.20 metros. (planeacion, 2017)

- **Estudio de tránsito:** Se debe realizar el estudio de tránsito el cual influye de manera directa en el diseño de las estructuras de pavimento. El número y el peso de los ejes que pasan en el período de diseño imponen el daño a la estructura. (planeacion, 2017)
- **Estudio de suelos:** El estudio de suelos debe realizarse en el área donde se va a desarrollar el proyecto. El documento debe contener la descripción general del proyecto (nombre, localización con dirección), el resumen de la investigación realizada, el análisis geotécnico, las recomendaciones para el diseño, las recomendaciones para la construcción, las tablas de resultado de los sondeos, el resumen de memorias de cálculo y registro fotográfico del procedimiento de toma de muestras. Se debe contar con la ubicación de los sondeos y caracterizaciones con perfiles estratigráficos en una copia del plano del levantamiento topográfico realizado, con el respectivo registro fotográfico de los muestreos realizados. Además, se requiere contar con copia de la matrícula profesional de acuerdo con el capítulo 2 de la Ley 400 de 1997 “por el Cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes”. (planeacion, 2017)
- **Diagnóstico de las redes de servicios públicos :** Es necesario determinar si las redes de servicios públicos de acueducto y alcantarillados existentes se encuentran en buen estado, con el fin que no sea necesario realizar su reposición en el corto plazo y se vea afectado el pavimento que se encuentra recientemente

construido. Se debe presentar la información de cotas clave y localización de redes en planos. (planeacion, 2017)

5.2 Estado del Arte

En este documento se realizará una breve recopilación de documentos que realizan énfasis en rehabilitación de pavimentos rígidos, optimización del desempeño de pavimentos rígidos mediante la utilización de soporte lateral, Diseño y construcción de pavimento rígido y construcción de pavimentos rígidos implementando llantas de vehículos para la estabilización de terrenos.

Con la invención de la rueda que hace referencia de su invención hace más de 3000 A.C. en Asia. El hombre tuvo la necesidad de crear caminos que facilitaran la movilidad, es así que se tienen datos de los primeros caminos de gran longitud de más 500 A.C. Vía de enlace entre Susa (Persia) y el mediterráneo, los Incas (quienes no desarrollaron la invención de la rueda) construyeron una avanzada red de carreteras que atravesaba los Andes, partiendo desde la actual Ecuador y recorriendo 3.680 km. hacia el sur. Sobre el tercer milenio A.C., Desde entonces a través de los siglos, se vienen desarrollando nuevas tecnologías que facilitaran la movilidad y la seguridad.

Desde los caminos hechos a fuerza de paso, hasta las grandes carreteras de concreto y asfalto, el hombre ha modificado su entorno de acuerdo con las necesidades de su tiempo. Es allí que por un momento y con un afán de construir caminos más fuertes y seguros, implementan por primera vez caminos de hormigón. 1879 Esconia primer pavimento de concreto de cemento, material de grandes posibilidades para el desarrollo de los caminos en el mundo.

En los últimos años en los avances de la tecnología y en las diferentes situaciones que se presentan, se busca la manera de mejorar aquellas invenciones conocidas como en el caso del pavimento rígido, donde Nova Moreno y José Danian, promueven una propuesta de rehabilitación del pavimento rígido en la calle 127d entre carreras 93f y carrera 96 barrio el rubí, de la localidad de suba-Bogotá, en el 2017, cuyo objetivo general es presentar técnicamente una alternativa de rehabilitación con las variables y parámetros que influyen en el diseño de una estructura del pavimento rígido, como principal propuesta de rehabilitación del pavimento rígido, encontrando variables módulos equivalentes, ejes equivalentes, intervención de rehabilitación.

Basados en método de recolección de información m. salgado torres, y. o. (2002).

Posibles factores que inciden en el valor de las mediciones de deflexión de un pavimento. Popayán: universidad del cauca. Higuera Sandoval, c. (2010).

Caracterización de la resistencia de la subrasante con la información del deflectómetro de impacto. Revista facultad de ingeniería, 74. Aashto, 9. (1993). guide for design of pavement structure. Washington d.c.: aashto 93. Umng. (2017). presentación cátedra rehabilitación y conservación de pavimentos rígidos. Bogotá: umng. Instituto nacional de vías. (2008). manual de diseño de pavimentos de concreto para vías de bajos, medios y altos volúmenes de tránsito. Bogotá: invias. Trabajo de campo. Realización ensayo (aashto 93, pca). Se realizó un análisis por fatiga y erosión.

Como resultado de su investigación encontraron Según los estudios se propone una rehabilitación en los tramos que lo requieren.

Los ingenieros Fernando José Szasdi Bardales, proponen una optimización del desempeño de pavimentos rígidos mediante la utilización de soporte lateral, en

Guatemala de la Asunción, de 2015. Como objetivo general tienen Realizar un análisis comparativo de pavimentos rígidos para determinar la forma en que la utilización de diferentes casos de soporte lateral afecta positiva o negativamente su desempeño y comportamiento estructural. Categorizando como optimización del desempeño, Soporte lateral de las cargas. Encontrando variables, esfuerzos máximos, deflexiones máximas y gradientes térmicos. Utilizando como método de recolección de información, American Concrete Pavement Association (2007). Design and Construction of Joints for Concrete Streets. Skokie, Estados Unidos. Applied Research Associates (2002). M-E PDG Design Guide, User's Guide. Estados Unidos, AASHTO (1993). Guide for Design of Pavement Structures. Washington, Estados Unidos. AASHTO (2008). Guía de Diseño Mecánico – Empírico de Pavimentos. Lima, Perú. Fondo editorial ICG. Bathe, K. (1996). Finite Element Procedures. New Jersey, Estados Unidos. Prentice-Hall. Bustos, M., de Solminihac, H., Darter, M., & Covarrubias, J. P. (2002). Modelación Incremental de Deterioros en Pavimentos de Hormigón: Una Aplicación al Escalonamiento. Revista Ingeniería de Construcción, 17(3), 151-160. Trabajo de campo. Se emplean modelos computarizados utilizando los softwares EverFE 2.25 y M-E PDG.

Como resultado de su investigación encontraron que la utilización de soporte lateral en losas de pavimentos rígidos disminuye los esfuerzos máximos debidos a la aplicación de cargas de tránsito en el borde.

Los ingenieros Andrés David Mora Cano y Camilo Alberto Argüelles Sáenz. Proponen Diseño y construcción de pavimento rígido para la urbanización caballero y Góngora, municipio de Honda – Tolima. En el 2015. Donde como por objetivo general tienen,

Definir una estructura de pavimento rígido la cual garantice la resistencia a la acción de cargas impuestas por el tránsito en las vías de la urbanización Caballero y Góngora del municipio de Honda – Tolima. Resaltando las categorías, pavimento rígido, resistencia y cargas impuestas. Teniendo en cuenta variables como: cargas admisibles, factor de erosión, método PCA, r módulos de rotura, análisis de fatiga. Basándose como instrumento de recolección de información, AASHTO. (1993). Guide for design pavement Structures. Washington D.C.: AASHTO. Braja, M. D. (2001). Fundamentos de Ingeniería geotécnica. México D.F.: Cengage Learning Latín Am.

INVIAS. (2013). Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras. Bogotá: INVIAS. Londoño Naranjo, C., & Álvarez

Pabón, J. A. (2008). Manual de diseño de pavimentos de concreto. Medellín: ICPC.

Montejo Fonseca, A. (2008). Ingeniería de pavimentos para carreteras. Bogotá:

Universidad Católica de Colombia. Trabajo de campo toma de muestras en campo para caracterización física y mecánica del suelo, Levantamiento topográfico, ensayos de laboratorio.

Como resultado de su investigación obtuvieron Propone la metodología PCA 84 garantiza un análisis más específico y conveniente para el espesor de losa de pavimento cumpliendo con los parámetros de fatiga y erosión, En el caso de presentarse fallos en el terreno natural se recomienda realizar la excavación y reemplazo de material defectuoso con el material de buenas características.

Esta información nos lleva a concluir que al pasar de los tiempos el ser humano siempre está poniendo a prueba sus invenciones. Como lo son los pavimentos rígidos, que cuando en el momento de ser diseñados muchos parámetros no se tuvieron en cuenta,

como lo pueden ser el uso de los agregados para el concreto, la implementación de las bases granulares, el cambio en el clima, los esfuerzos de carga, los módulos de resiliencia y hasta el mismo crecimiento del parque automotor que tiene una tendencia de crecimiento exponencial que en cuestión de algunos años supera fácilmente los parámetros de diseño de una vía, es allí donde la investigación de aquellas patologías nos demuestran cómo es la mejor manera de darle solución a los problemas que hoy en día se enfrentan las vías.

5.3 Marco Ambiental

Las leyes, normas y reglamentos de la legislación colombiana y condiciones de tratados ambientales para la protección de los recursos naturales de la flora, fauna y el paisaje de la nación, los cuales deben ir de la mano de un estudio adecuado de impacto ambiental del ejercicio académico.

“Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectar.

Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”. (Capítulo 3: De los derechos colectivos y del ambiente.) (Constitucion politica de Colombia, 1991)

“Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo,

cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.” (Capítulo 3: De los derechos colectivos y del ambiente.) (Constitucion politica de Colombia, 1991)

“**Artículo 95.** La calidad de colombiano enaltece a todos los miembros de la comunidad nacional. Todos están en el deber de engrandecerla y dignificarla. El ejercicio de los derechos y libertades reconocidos en esta Constitución implica responsabilidades. Toda persona está obligada a cumplir la Constitución y las leyes. Son deberes de la persona y del ciudadano:

Proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano;(Capítulo 5: De los deberes y obligaciones.) (Constitucion politica de Colombia, 1991)

Contribuir al financiamiento de los gastos e inversiones del Estado dentro de conceptos de justicia y equidad.”

“**Artículo 267.** El control fiscal es una función pública que ejercerá la Contraloría General de la república, la cual vigila la gestión fiscal de la administración y de los particulares o entidades que manejen fondos o bienes de la Nación.

La vigilancia de la gestión fiscal del Estado incluye el ejercicio de un control financiero, de gestión y de resultados, fundado en la eficiencia, la economía, la equidad y la valoración de los costos ambientales. En los casos excepcionales, previstos por la ley, la Contraloría podrá ejercer control posterior sobre cuentas de cualquier entidad territorial.” (Capítulo 1: De la Contraloría General de la República.) (Constitucion politica de Colombia, 1991)

“**Artículo 268.** El Contralor General de la República tendrá las siguientes atribuciones:

7) Presentar al Congreso de la República un informe anual sobre el estado de los recursos naturales y del ambiente.” (Capítulo 1: De la contraloría general de la república.) (Constitucion política de Colombia, 1991)

“**Artículo 313.** Corresponde a los concejos:

Dictar las normas necesarias para el control, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural del municipio.” (Capítulo 3: Del régimen municipal.) (Constitucion política de Colombia, 1991)

5.4 Marco legal

Ley 769 de 2002- Código Nacional de Tránsito Terrestre.

Ley 769 de 2002.Código Nacional de Tránsito, artículo 115, párrafo 2.

Resolución No. 4401 del 17 de octubre de 2017, “por la cual se adopta la Guía de diseño de pavimentos con placa huella.

Este proyecto será realizado bajo la normatividad establecida por el instituto nacional de vías (INVIAS) quien establece los criterios de diseño para estructuras de pavimentos, AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES 1993 y las especificaciones IDU- ET-2005

6. Metodología

El enfoque metodológico en el que se suscribe este trabajo es el cuantitativo y será de tipo exploratorio, descriptivo y cuasi-experimental. A la fase exploratoria corresponden todas las actividades que se desprenden del primer objetivo específico, es decir, estudio de las patologías, registro fotográfico de las patologías encontradas; La fase descriptiva comporta todas las actividades del segundo objetivo específico, a saber, informe detallado de la ubicación de las patologías encontradas. Finalmente, la parte cuasi-experimental tiene que ver con las pruebas de laboratorio y el análisis de los resultados, mismas que se detallarán en este capítulo.

La aplicación de conceptos imprescindibles como el desempeño básico de los pavimentos rígidos, el uso, como parte de las necesidades de la comunidad como base de la calidad de vida y las problemáticas presentes en el pavimento (fisuras, agrietamientos, ahuellamientos), cobra importancia en un diagnóstico de rehabilitación de vías. La metodología tiene como características principales las propiedades para diseñar el pavimento rígido, es así como estará basada mediante métodos tales como la PCA-84, adicionalmente se realizará una correlación mediante método racional software DEPAV para verificar los resultados de los espesores de la estructura y diagnosticar el espesor total de la estructura del pavimento.

Hacer un inventario de los deterioros encontrados en el tramo de intervención donde se consolidará el estado actual del tramo de vía a intervenir.

Adicionalmente Se realizará un estudio de CBR in-situ para poder determinar la capacidad portante de la subrasante, variable importante para establecer los espesores

admisibles que soporte las cargas dinámicas del TPD; tránsito promedio diario y el número de ejes equivalente.

Para determinar la resistencia de concreto y dosificación se realizará un diseño de mezclas, mediante; ensayo INVIAS 414-13 vigas resistencia del concreto, INVIAS 218-13 máquina de los ángeles desgaste, INVIAS 142-13 relación de humedad masa unitaria seca en los suelos (ensayo de modificación de compactación de los suelos).

Aporte innovador el diseño de pavimento rígido, contará con la realización de desagüe tipo V. con el fin de que su resistencia y duración sea mayor.

6.1 Diseño comprobatorio

6.1.1. Localización y descripción

El tramo de la vía cuenta, con 1250 metros de longitud, que se encuentra en el municipio de Nilo-Cundinamarca, cuyas coordenadas corresponden a (latitud: 4°18'18,18" N, longitud 74°37'12,38" O).



Ilustración A. Localización del trazo de la vía

Fuente: google Earth

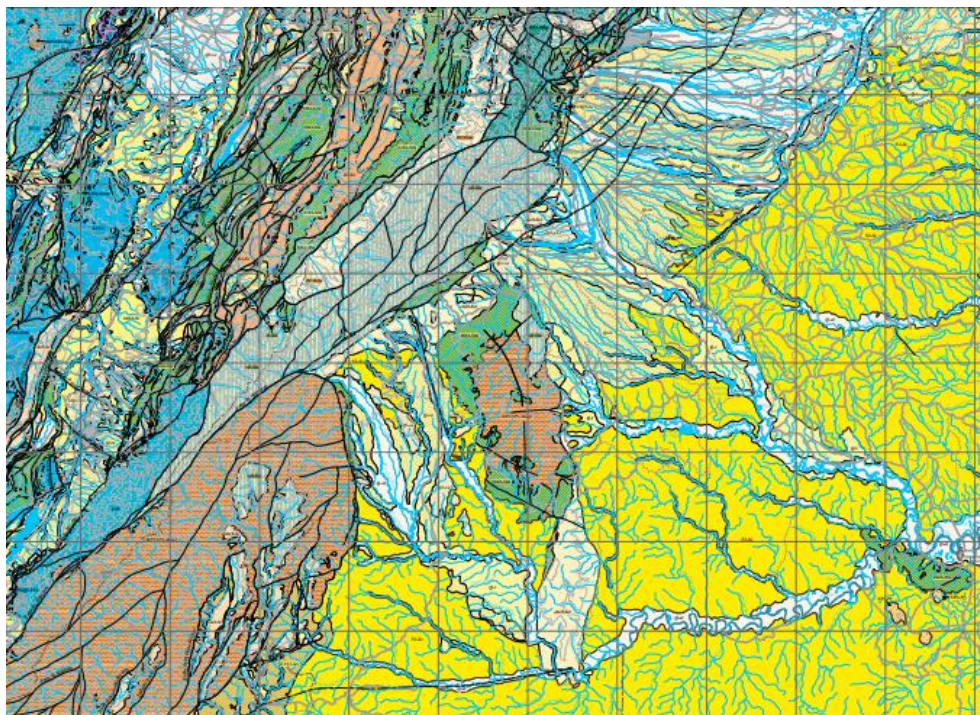
Dentro de la clasificación de la vía se determina, según la necesidad operacional de la carretera o de los intereses de la nación en sus diferentes niveles, la cual para el trazo de la vía a trabajar se clasifica como “Terciaria” debido Al acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas.

El terreno dominante cuenta pendientes transversales al eje de la vía menores de cinco grados (5°). Sus pendientes longitudinales son normalmente menores o iguales de tres por ciento (3%) lo cual lo clasifica como terreno plano.

6.1.2. Localización y descripción geológica

La estratigráfica del terreno corresponde a la “TCH” terrazas aluviales altas, se observan terrazas antiguas y recientes en las márgenes del río principal como el Pagüey. Son de extensión limitada, apenas cartografiables, con alturas entre 10 y 15 m respecto al nivel de aguas medias de dichos cauces. La mayoría reposan sobre rocas del Grupo Honda, y forman pequeñas mesetas sobre las partes altas de las rocas mencionadas; de la misma manera, protegen de la erosión a los afloramientos que las subyacen.

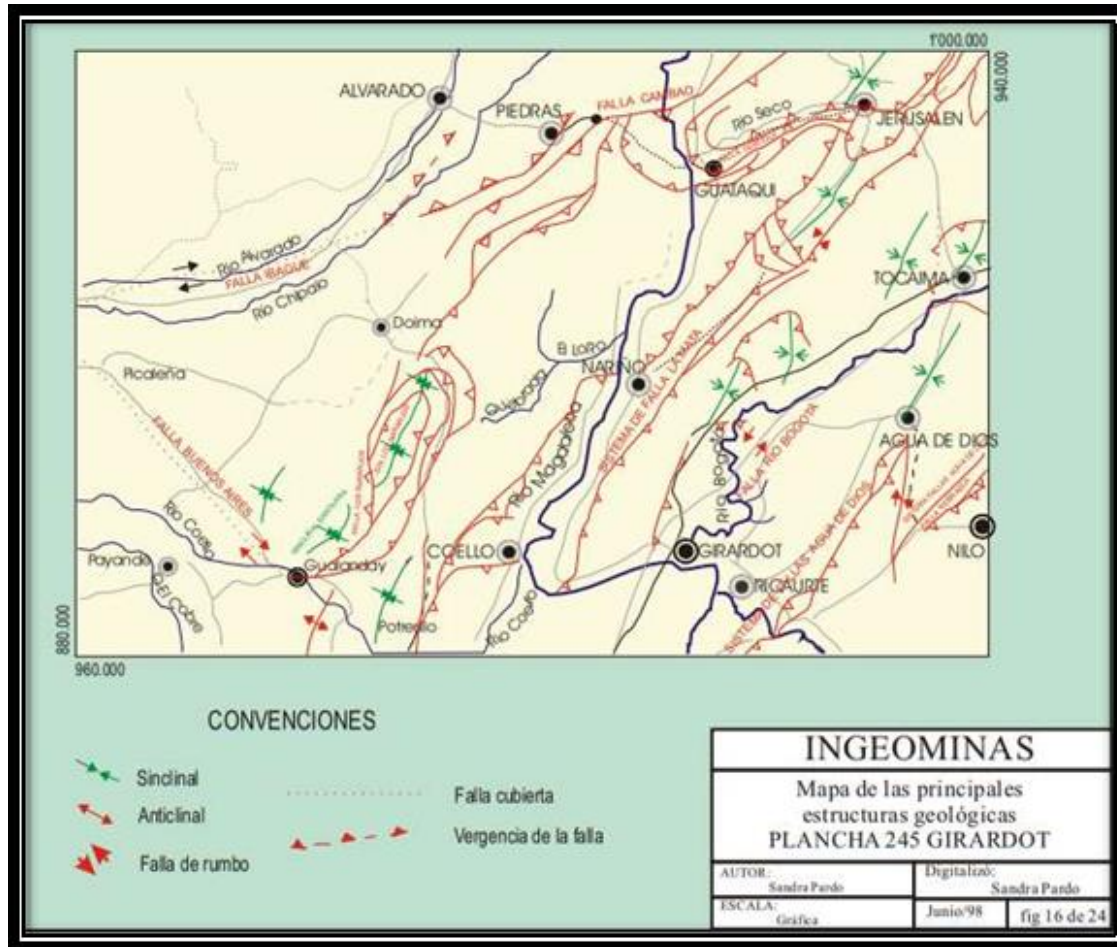
La descripción litológica se observa que son depósitos no consolidados constituidos por gravas y cantos, de tamaño heterométrico, subangulares a redondeados, en una matriz areno arcillosa de baja compactación. En las márgenes del río Pagüey, la composición es principalmente de arenitas.



Mapa 1. Mapa geológico plancha 5-14

Fuente 1. Instituto De Investigación E Información Geocientífica, Minero Ambiental Y Nuclear Ingeominas (2002) Plancha Geológica 5-14.

El tiempo geológico de depositario del área se encuentra en el periodo cuaternario el cual transcurre hace 2,59 millones de años, dentro del análisis se observa la presencia de una falla inversa o de cabalgamiento cubierta una rotura en la corteza de la Tierra a través de la cual se ha producido un desplazamiento relativo, en el que las rocas de posición estratigráfica inferior son empujadas hacia arriba, por encima de los estratos más recientes. Las fallas de cabalgamiento son el resultado de fuerzas de compresión en la zona.



Mapa 2. Mapa de estructuras geológicas 245

Fuente 1. Instituto De Investigación E Información Geocientífica, Minero-Ambiental Y Nuclear Ingeominas (2002) Plancha Geológica 245 Girardot, Bogotá D.C

Dentro de la comprensión de las fallas se obtienen datos que dentro del trazo vial la presencia de la falla inversa provoca que la estructura de las vías tenga que proceder al mejoramiento debido a la alteración de la estratigrafía en algunos puntos, como consecuencia de la falla las propiedades físicas y químicas se alternan en tramos largos y cortos.

6.1.3. Topografía

La topografía nos ayudó a determinar la ubicación y características que contiene el terreno en donde se desarrolla el proyecto. El levantamiento topográfico se llevó a cabo en el Municipio de Nilo-Cundinamarca, un recorrido de 1250 metros.

Algunos de los aspectos vitales desarrollados por la topografía encontramos:

- Curvas de nivel del terreno.
- Trazo de pendientes del terreno.
- Elaboración de sección transversal.
- Se define un eje tentativo del cual se abscisa cada 10 metros. y se sacan secciones transversales para tener una idea preliminar de las estructuras a diseñar.
- Manejo de volúmenes de terreno.
- Clasificación del terreno para el diseño geométrico de la vía.

6.2. Variables e indicadores

6.2.1. Enfoque.

El enfoque que presentará el proyecto será de tipo cuantitativo por parte de la recolección y análisis de los distintos datos de cada ensayo a los cuales ayudarán a identificar las características presentes en el terreno, con el fin correspondiente al desarrollo alternativo de diseño que mejor aplique al punto de la vía, de tipo cuantitativa se realiza el debido análisis que determinará el costo directo de los diseños planteados junto a los rendimientos que podrían arrojar los planteamiento de cada uno de los diseños.

6.2.2. Tipo de investigación.

Este proyecto se basará en carácter descriptivo y analítico, la recolección de datos determinará las descripciones de los criterios básicos de diseño de la vía, conociendo las características se proseguirá a clasificar los diseños que van desde la estructura que conformará la vía conocida del Municipio de Nilo-Cundinamarca.

6.3. Variable y Sub variables

Tabla 1. Variable y sub variable

Variables independientes	Diseño de la estructura del pavimento. Mejoramiento de la estructura vial.
Variable dependiente	Garantizar la movilidad de los vehículos como de peatones.
Sub variable independiente	Mejoramiento de infraestructura Beneficio a la población.
Sub variable dependiente	Movilidad vehicular

Fuente. Propia

6.4. Procesos y procedimientos

Parte vital para el inicio del diseño de la estructura del pavimento independientemente de los métodos de diseño que existen y de del tipo de pavimento por lo cual se procede a realizar los siguientes laboratorios para definir las características del terreno, alternando los espesores de las capas que compone la estructura de la vía.

Clasificación del suelo

- Análisis granulométrico INV E – 123 – 07
- Límites de consistencia INV E – 125 – 07

Determinación de la resistencia del suelo.

- CBR INV E – 169 – 07

6.4.1. TPD

El TPD es una medida de tránsito fundamental, está definida como el número total de vehículos que pasan por un punto determinado durante un periodo establecido.

Se procede a realizar aforos en diferentes en puntos estratégicos de la vía que cuentan con una desviación veredal, con el fin de calcular la cantidad de vehículos que transitan por el sector en un tiempo determinado de 12 horas en el presente caso, clasificando los vehículos según la tabla de instrucción facilitada por el INVIAS.

TIPO DE VEHÍCULO		ESQUEMA
AUTOS		
BUSSES	BUSSE FA	
	BUSSE	
	BUSSE MEDIO PULSADO	
OTR	CAMIÓN DE DOS EJES PEQUEÑOS	
OTR	CAMIÓN DE DOS EJES GRANDES	
OTR OT	CAMIÓN O3	
	CAMIÓN O2	
	TRACTOR CAMIÓN O3 E1	
	TRACTOR CAMIÓN O2 E2	
	TRACTOR CAMIÓN O3 E1	
OTR	TRACTOR CAMIÓN O3 E2	
OTR	TRACTOR CAMIÓN O3 E3	

FUENTE: Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito, INVIAS

Ilustración B. Clasificación de vehículos

Fuente (Manual de diseño de pavimento asfálticos para vías con bajo volumen de tránsito INVIAS)

Según el INV (instituto nacional de vías)

A: Vehículos livianos

B: Buses

C: Camiones

VC: Vehículos comerciales (B-C)

Los porcentajes obtenidos durante el aforo indica un TPD de 90 con porcentajes de A:

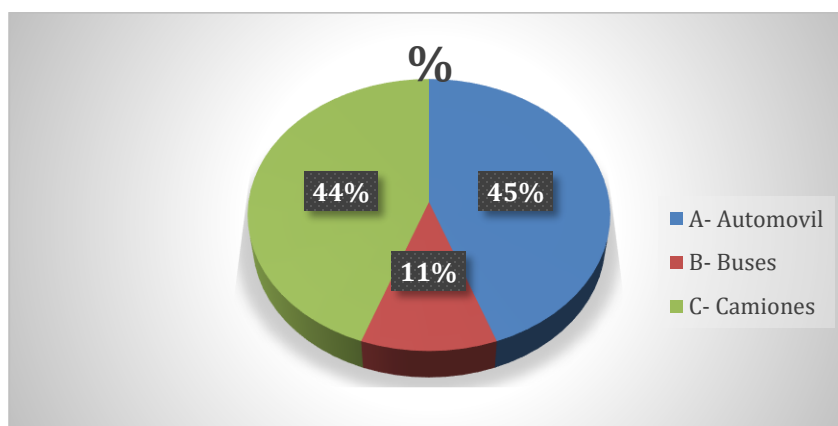
44.44 B: 11.11 C: 44.44 para un total del 100%.

Tabla 2. Valores de TPD

Factor	%
A	44.44
B	11.11
C	44.44

Fuente propia

Gráfico 1. Gráfico de Porcentajes



Fuente propia

VC (11.11%+44.44%=55.55%)

A: 90 x 0.4444: 39.99

B: 90 x 0.1111: 9.99

C: 90 x 0.4444: 39.99

Periodo de diseño 10 años para camiones rurales con transito medio, camiones estratégicos Distribución por carril Fca: 1,0

6.4.2. Factor camión

Tabla 3. Distribución de vehículos comerciales

TIPO DE CAMION	%	F. D	%FD
C2-P	18.88	1,14	0.215232
C2-G	17.77	3,44	0.611288
C3	7.77	3,74	0.290598
		FCC	1.117118

Fuente: autor propio

$$FC = \frac{(Fca * \%B) + (\%c * Fcc)}{\%VC}$$

$$FC = \frac{(1*11.11)+(44.44*1.11718)}{55.55} = 1.093$$

6.4.3. Cálculo del eje equivalente

Durante el periodo de diseño 3.5

Entre el diseño y la construcción 4.5

Taza de crecimiento r: 2%

Periodo de diseño 20 años

$$No = (Ni + Na + Ng) Fd * Fca + Nc$$

No= 206800.6998 ejes equivalentes/año base/en el carril de diseño

Ni: $TPDS * 365(1+0.045)^{3.5}$

Ni: $90 * 365(1+0.045)^{3.5} = 38321.49$ ejes simples

Ni: $F_c \times \% V_c * Ni_{Cal}$

Ni: $1.117 * 0.5555 * 38321.49 = 23778.2354$ ejes equivalentes/año

Transito atraído 10%

Transito generado 15%

Na: Numero de ejes atraídos

Na: $\% \text{transito atraído} * Ni$

Na: $0.1 * 23778.2354 = 2377.82354$ ejes/año

Ng: Numero de ejes generados Ng: $\% \text{transito generado} * Ni$

Ng: $0.15 * 23778.2354 = 3566.73531$ ejes/año

Tabla 4. Rango de transito contemplados en el método de diseño

Categoría	Tipo de Vía	TPDs	Ejes acumulados de 8.2 t
T ₀	(Vt) – (E)	0 a 200	< 1'000.000
T1	(Vs) – (M ó A) – (CC)	201 a 500	1'000.000 a 1'500.000
T2	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	501 a 1.000	1'500.000 a 5'000.000
T3	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	1.001 a 2.500	5'000.000 a 9'000.000
T4	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	2.501 a 5.000	9'000.000 a 17'000.000
T5	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	5.001 a 10.000	17'000.000 a 25'000.000
T6	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	Más de 10.001	25'000.000 a 100'000.000

Fuente: (Manual de diseño de pavimento INVIAS)

6.4.4. Cálculo de la temperatura media anual ponderada

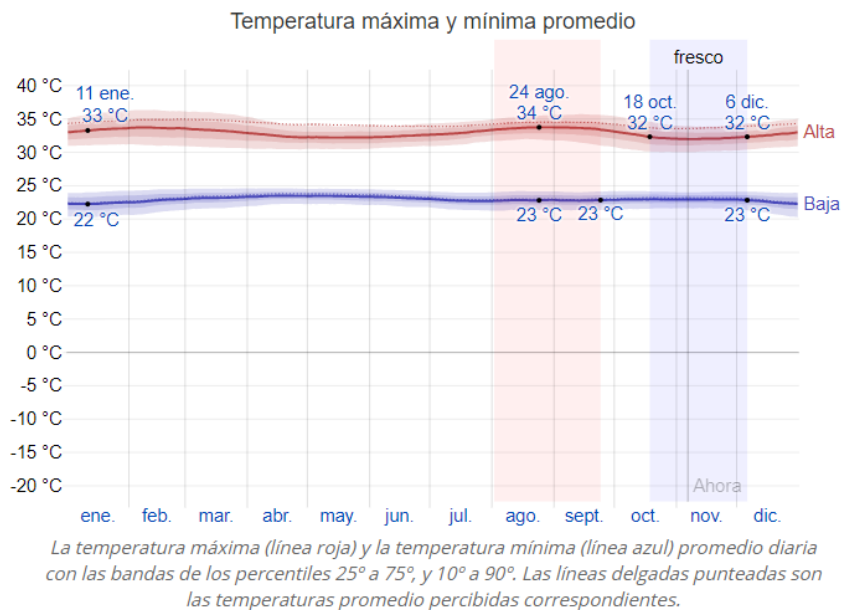


Gráfico 2. Temperatura anual

Fuente weatherspark

Temperatura media promedio 30° C.

No	Región	Temperatura TMAP (°C)	Precipitación media anual (mm)	Condiciones de humedad para el ensayo
R1	Fría seca	< 13	< 1000	Con humedad y densidad de equilibrio, Norma I.N.V. E-146
	Fría semihúmeda	< 13	1000 - 2000	Sumergido
R2	Templado seco	13 - 20	< 1000	Con humedad y densidad de equilibrio, Norma I.N.V. E-146
	Templado semihúmedo	13 - 20	1000 - 2000	Sumergido
R3	Cálido seco	20 - 30	< 1000	Con humedad y densidad de equilibrio, Norma I.N.V. E-146
	Cálido semihúmedo	20 - 30	1000 - 2000	Sumergido
R4	Templado húmedo	13 - 20	2000 - 4000	Sumergido
R5	Cálido húmedo	20 - 30	2000 - 4000	Sumergido
R6	Cálido muy húmedo	20°C - 30°C	> 4000	Sumergido

Tiempo de inmersión: 4 días para suelos limosos poco plásticos.
8 días para suelos arcillosos y limosos plásticos.

Tabla 5. Precipitación y condiciones de humedad para el ensayo

Fuente: (Manual de diseño de pavimento INVIAS)

R3 – Cálido semihúmedo

6.4.5. Conformación de la estructura del pavimento

Muestra 1

28,1

Muestra 2

34,1

Muestra 3

40,1

PROMEDIO TOTAL

34,1

Tabla 6. Entornos de la resistencia

Clase o Tipo	CBR (%)	Módulo resiliente (kg/cm ²)
S1	< 2	< 200
S2	2 - 5	200 – 500
S3	5 - 10	500 – 1.000
S4	20 - 10	1.000 – 2.000
S5	> 20	> 2.000

Fuente (Manual de diseño de pavimento INVIAS)

7. Análisis de fallas existentes

El análisis de las fallas se hará de forma visual con el fin de reconocer los tipos de fallas presentes en las vías, en el cual se determinará el porcentaje de daño que tiene en cada tramo vial y determinar el porcentaje final de daño, dentro del estudio se encontró las siguientes patologías bajo la siguiente metodología.

Tabla 7. Drenajes de la carrera 5		
		
		
		
<p>Descripción: dentro de la carrera 5 nos encontramos que la vía no tiene drenajes suficientes, se determina una pérdida en el adoquín debido a la acumulación del agua empozada, fallas que generan dificultad de movilidad en la zona.</p>		

Fuente propia

Tabla 8. Drenaje de la calle 2

		
		
		
<p>Descripción: dentro de la calle 2 nos encontramos que la vía no tiene drenajes suficientes, se determina una pérdida en el adoquín debido a la acumulación del agua empozada, fallas que generan dificultad de movilidad en la zona.</p>		

Fuente propia

Por el método observacional y basado en la carrera 5 y en la calle 2 encontramos que tiene un solo drenaje de 2 m de ancho por 3 m de largo lo cual podemos darnos cuenta que la tubería que tiene no es lo suficientemente grande para el desagüe correspondiente del agua y además de eso tiene un solo pozo de alcantarillado, se puede concluir que el área de afectación para cada una de las vías supera el 70 % de falla.

Tabla 9. Drenajes de la calle 3



Descripción: dentro de la calle 3 nos encontramos que la vía no tiene drenajes suficientes, se determina una pérdida en el adoquín debido a la acumulación del agua empozada, fallas que generan dificultad de movilidad en la zona.

Fuente propia

Tabla 10. Metodología

OBSERVACION
<ul style="list-style-type: none"> Se realizó seguimiento de la vía por medio de observación constante
TOMA DE DATOS
<ul style="list-style-type: none"> Facilitar comprender las afectaciones presentes en la vía
ANALISIS DEL PROCESO
<ul style="list-style-type: none"> Basado en los datos obtenidos. Lesiones encontradas

Fuente propia

Historia clínica del paciente, para efectos de la evaluación de los daños en la estructura del adoquín de la vía, se investigaron los siguientes datos: la temperatura promedio, humedad relativa, precipitación, sismicidad, topografía del terreno y factores de riesgo.

Tabla 11. Datos Generales

DATOS	VIA NILO CUNDINAMARCA
Temperatura promedio	30 C°
Humedad relativa	61%-82%
Precipitación	1447 mm anual
Sismicidad	Intermedia
Topografía del terreno	Terreno plano
Factor de riegos	Inundación

Fuente propia

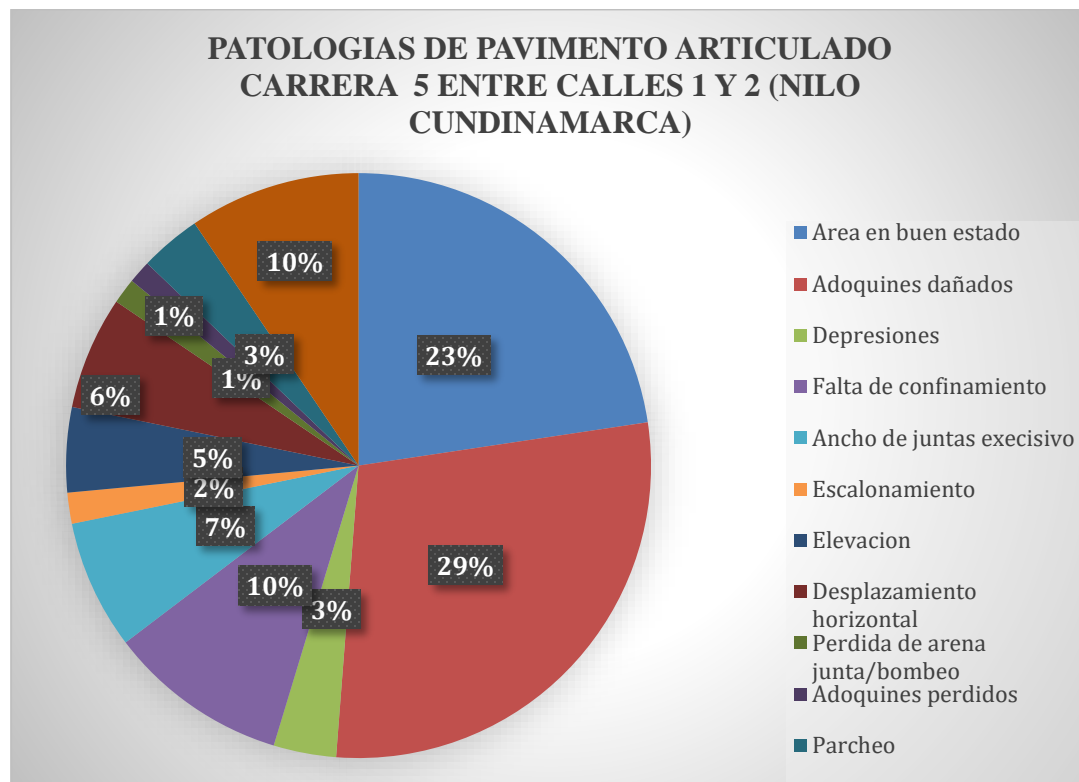
7.1. Levantamiento patológico

Tabla 12. Patologías de la Carrera 5

Patologías De Pavimento Articulado Carrera 5 Entre Calles 1 Y 2 (Nilo Cundinamarca)	
Área en buen estado	151,98
Adoquines dañados	192
Depresiones	23,25
Falta de confinamiento	67
Ancho de juntas excesivo	48
Escalonamiento	11,5
Elevación	31,5
Desplazamiento horizontal	42
Perdida de arena junta/bombeo	9,5
Adoquines perdidos	8,5
Parcheo	22,7
Ahuellamiento	63,6

Fuente propia

Gráfico 3. Porcentajes de patologías



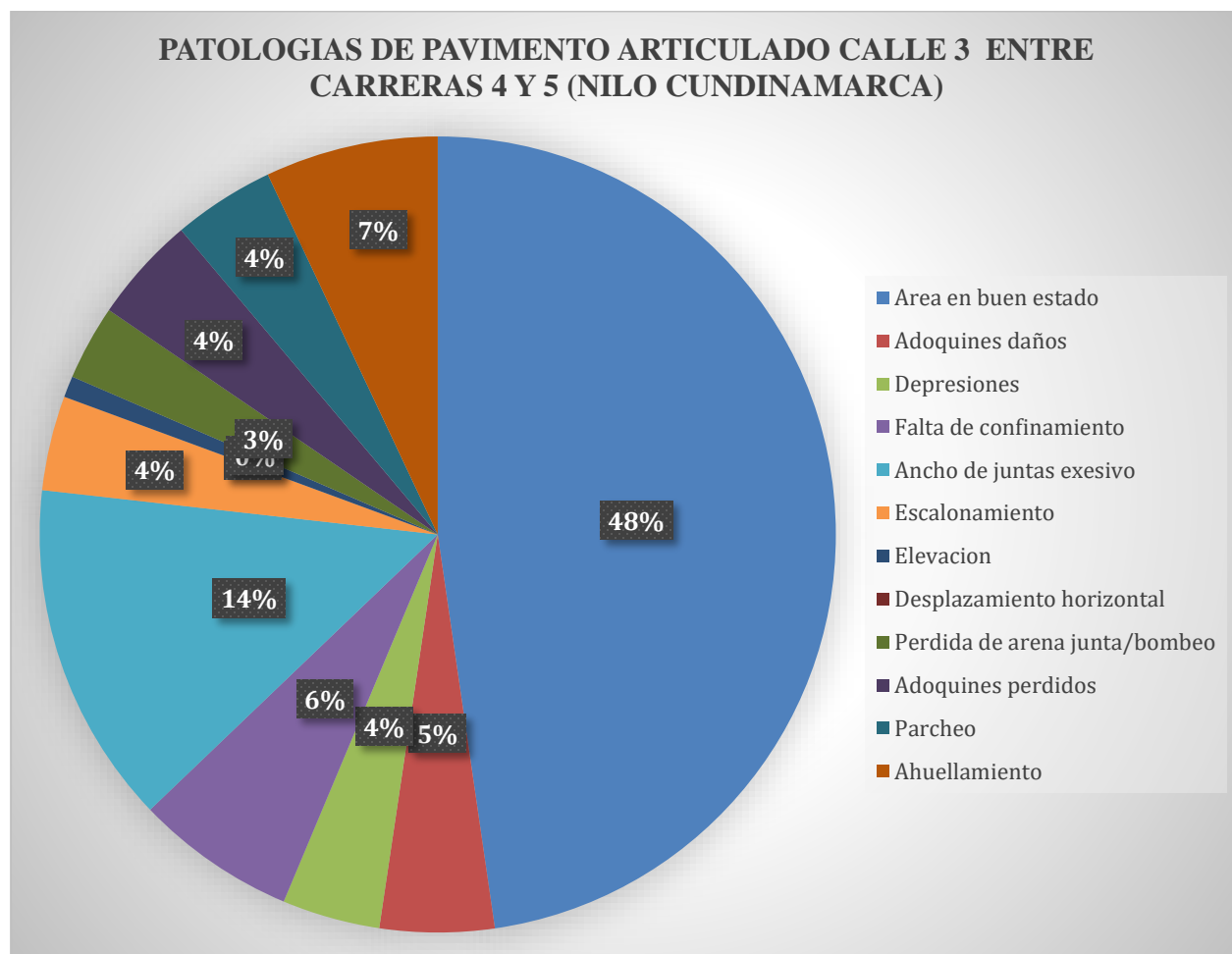
Fuente propia

Tabla 13. Patologías de la calle 3

Patologías De Pavimento Articulado Calle 3 Entre Carreras 4 Y 5 (Nilo Cundinamarca)	
Área en buen estado	220,859
Adoquines dañados	21,5
Depresiones	18,4
Falta de confinamiento	30,2
Ancho de juntas excesivo	64,5
Escalonamiento	17,8
Elevación	4
Desplazamiento horizontal	0
Perdida de arena junta/bombeo	14,1
Adoquines perdidos	20
Parcheo	19,1
Ahuellamiento	32,5

Fuente propia

Gráfico 4. Porcentajes de Patologías



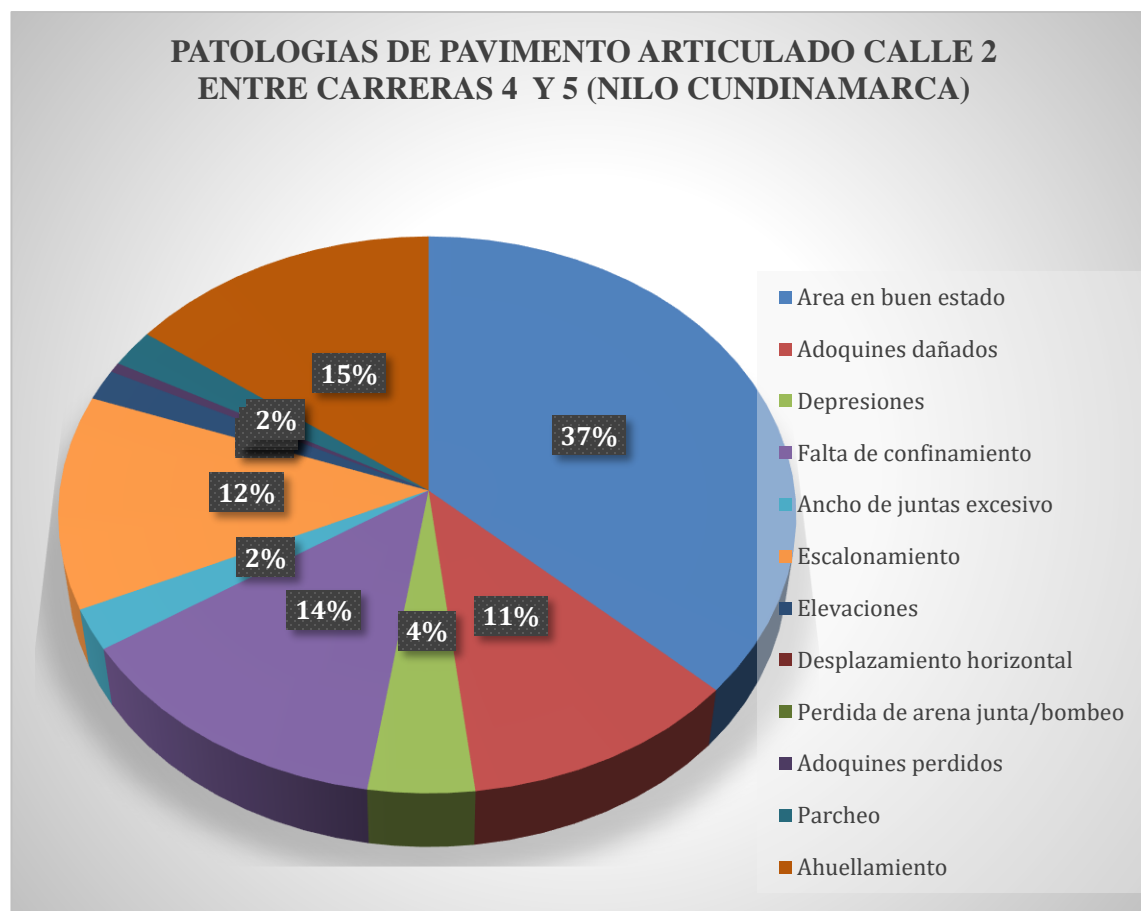
Fuente propia

Tabla 14. Patologías de calle 2

Patologías De Pavimento Articulado Calle 3 Entre Carreras 4 Y 5 (Nilo Cundinamarca)	
Área en buen estado	202,377
Adoquines dañados	62
Depresiones	23,5
Falta de confinamiento	73,5
Ancho de juntas excesivo	13,05
Escalonamiento	68
Elevación	9,85
Desplazamiento horizontal	0
Perdida de arena junta/bombeo	0
Adoquines perdidos	3,19
Parcheo	12
Ahuellamiento	81,6

Fuente propia

Gráfico 5. Porcentajes de Patologías



Fuente propia

Por el método observacional y basado en las patologías del anexo 3 de la norma invias (determinación del índice del índice de condición de un pavimento de adoquines de concreto) se puede concluir que el área de afectación para cada una de las áreas de estudio supera el 50 % de falla, presentando índices de afectación considerables. También considerando que la vía tiene más de 30 años de haberse diseñado y construido a superado su periodo de diseño. Por tal razón se determina que el pavimento articulado ha cumplido con su periodo de vida útil y debe ser remplazado.

Están son las patologías más observadas dentro de las vías donde se analizaron las lesiones del adoquín y se determinara un porcentaje de estas fallas que existen por medio de conteo decimal y conversión porcentual.

- Fractura de adoquines
- Bombeo
- Ahuellamiento de los adoquines
- Presencia de vegetación
- Depresiones
- Falta de confinamiento
- Ancho de juntas excesivos
- Escalonamiento
- Elevación
- Desplazamiento horizontal
- Adoquines perdidos
- Parcheo

7.2 Propuesta de intervención y recomendación

1. Alternativa 1 (Obra nueva) La alternativa 1 contempla obra nueva, diseño geométrico de la vía, diseño de la estructura del pavimento rígido y presupuesto de obra.

2. Diseño geométrico de la vía, Como aporte a la mejora del trazado de vía se mejoraron aspectos como: Bombeo a la vía con el fin de drenar la escorrentía superficial.

3. Diseño de pavimento rígido Para el diseño de la estructura del pavimento de concreto hidráulico se utilizó el MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS RIGIDOS EN VÍAS CON MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS.

7.3. Actividad de obra nueva

- Comisión de topografía (incluye estación, nivel, cadeneros, prismas, etc)
- Construcción de campamento (incluye celaduría de maquinaria y otros)
- Desmonte y limpieza en zona no boscosa
- Corte, excavación mecánica y retiro
- Suministro, extendida y compactación de nivelación con material afirmado subbase granular $e=0,30$ (suministro, extendida, nivelación, humedecimiento y compactación)
- Concreto

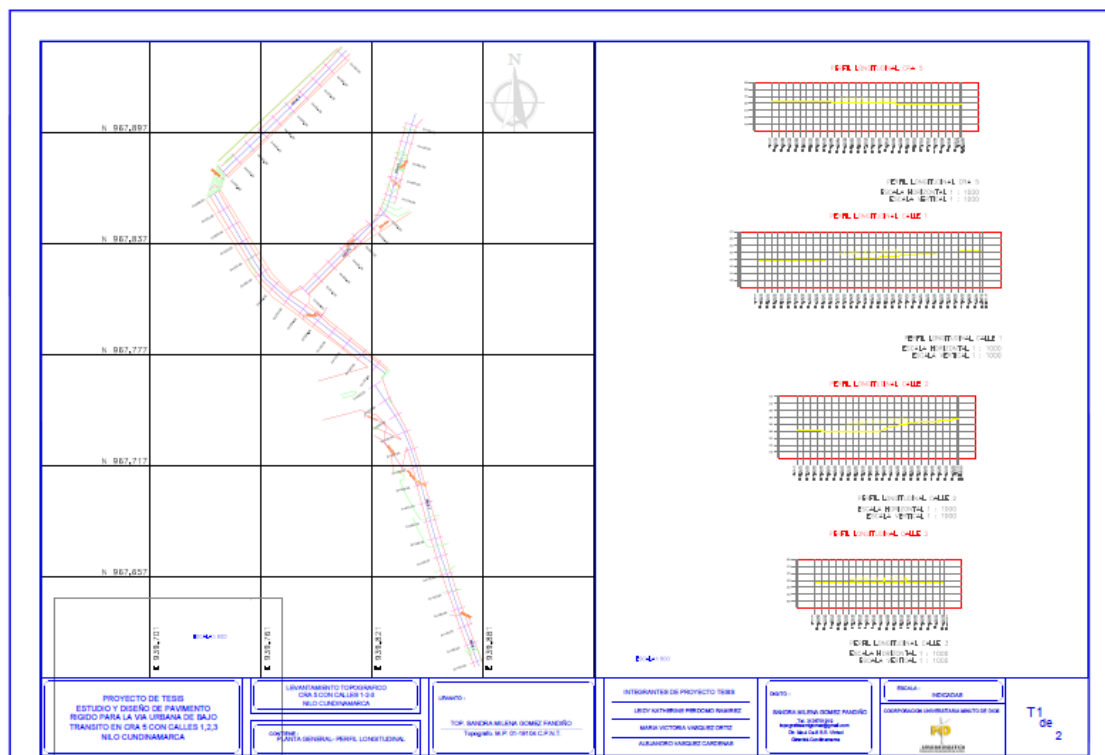
8. Diseño propuesto para la vía nueva

Bajo el diseño de la estructura determinada en los cálculos anteriores se procede por medio del programa PCA al diseño de una vía nueva, donde los resultados se encontrarán en los siguientes (Anexos)

En los cuales se obtuvieron resultados como:

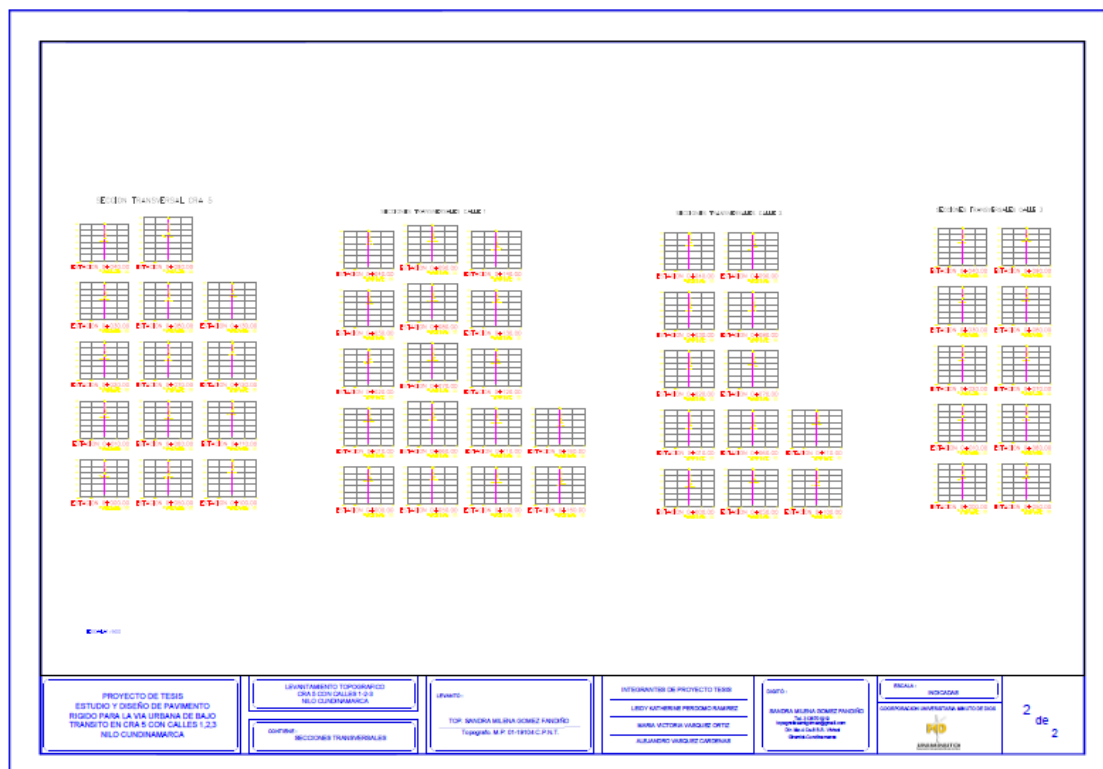
- Señalización en la vía
- Planos de las vías

Ilustración C. Plano de perfiles y planta



Fuente propia

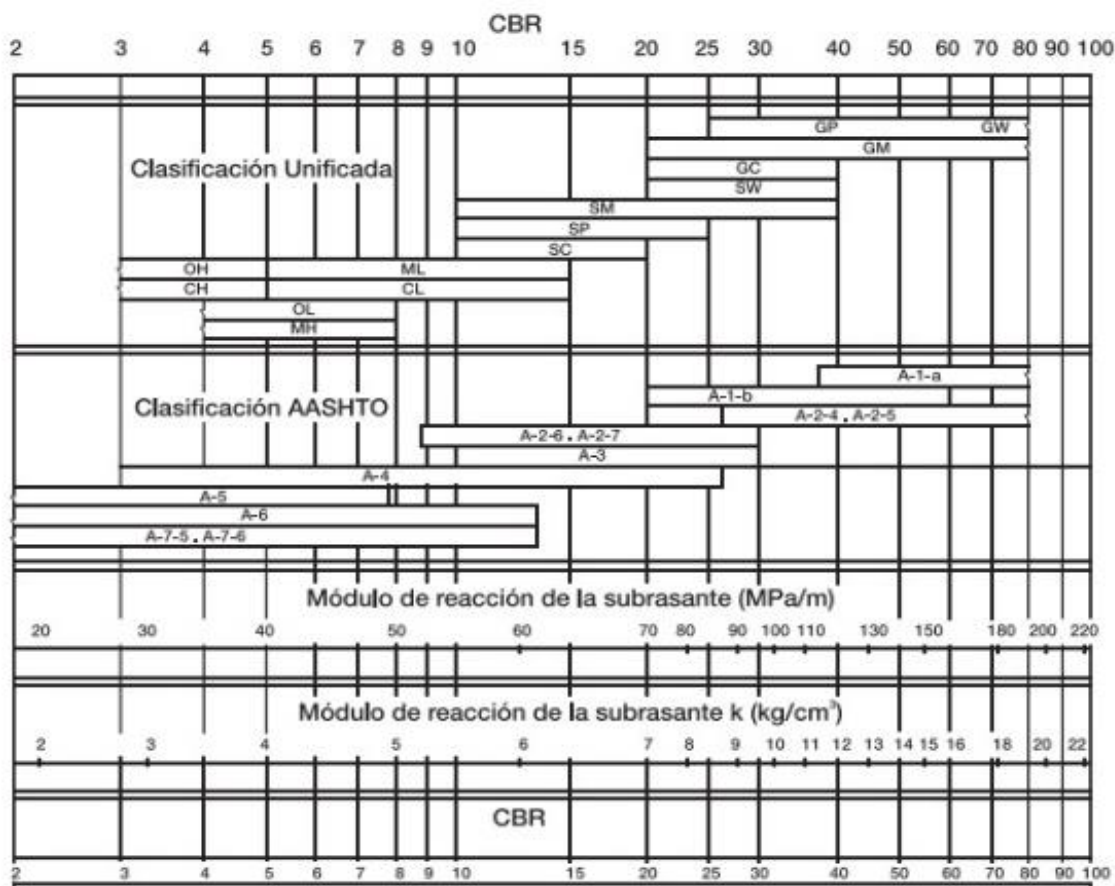
Ilustración D. Plano de secciones Transversales



Fuente propia

8.1. Diseño de pavimento rígido INVIAS

Ilustración E. Clasificación del suelo por el CBR INVIAS



- Suelo: arena bien gradada (SW)
- TPD: 3566
- Periodo de diseño: 20 años
- Taza de crecimiento: 2%
- Promedio del CBR%: 20%
- Según la ilustración 9 la clasificación es un S4
- FC: 1.093
- No de ejes equivalentes: 26800.69 que es un To

- Concretos de alta de resistencia y durabilidad: MR2

Tabla 15. Resistencia y durabilidad

Descripción	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)
MR1	38
MR2	40
MR3	42
MR4	45

Fuente INVIAS 2015

Tabla 16. Espesor de losa

ESPEORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES																								
		Tránsito T0																						
		S1				S2				S3				S4				S5						
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B			
SN	MR1		24	28		23	27	23	27		21	24	21	24		20	24	20	24		20	23	20	23
	MR2		23	27		22	26	22	26		20	24	20	24		20	23	20	23		19	22	19	22
	MR3		23	26		21	25	21	25		20	23	20	23		19	22	19	22		19	22	19	22
	MR4		21	24		20	24	20	24		19	22	19	22		18	21	18	21		18	21	18	21
BG	MR1		23	26		22	26	22	26		21	24	21	24		20	23	20	23		20	23	20	23
	MR2		22	25		21	25	21	25		20	23	20	23		19	22	19	22		19	22	19	22
	MR3		21	24		20	24	20	24		20	23	20	23		19	22	19	22		18	21	18	21
	MR4		20	23		19	23	19	23		20	23	20	23		18	21	18	21		17	20	18	20
BEC	MR1		20	23		19	22	19	22		18	21	18	21		18	20	18	20		17	20	17	20
	MR2		19	22		19	21	19	21		17	20	17	20		17	20	17	20		17	19	17	19
	MR3		18	21		18	21	18	21		17	19	17	19		16	19	17	19		16	19	17	19
	MR4		18	20		17	20	18	20		16	19	17	19		16	18	17	18		15	18	17	18

Fuente INVIAS 2015

Tabla 17. Diseño del pavimento calle 1

Alternativa	Soporte	Resistencia KG/CM2	Espesor de la losa en Cm	Barras de transferencia	Barras de amarre
1	SN	MR 40	20	Φ: 1" L:35 e: 30	Φ:1/2" l:85 e:1.20
2	BG	MR 40	19	Φ: 1" L:35 e: 30	Φ:1/2" l:85 e:1.20
3	BEC	MR 40	17	Φ: 1" L:35 e: 30	Φ:1/2" l:85 e:1.20

Fuente propia

Ancho de carril: 2.1m

Losas: 37

36: 4.5m

1: 1.95m

N° Aceros lisos: 518 barras

N° Acero corrugado: 145 barras

Tabla 18. Diseño de pavimentos cra 5

Alternativa	Soporte	Resistencia KG/CM2	Espesor de la losa en Cm	Barras de transferencia	Barras de amarre
1	SN	MR 40	20	Φ: 1" L:35 e: 30	Φ:1/2" l:85 e:1.20
2	BG	MR 40	19	Φ: 1" L:35 e: 30	Φ:1/2" l:85 e:1.20
3	BEC	MR 40	17	Φ: 1" L:35 e: 30	Φ:1/2" l:85 e:1.20

Fuente propia

Ancho de carril: 3.215m

Losas: 30

29: 4.5m

1: 4.31m

N° Aceros lisos: 660 barras

N° Acero corrugado: 119 barras

Tabla 19. Diseño de pavimento calle 2

Alternativa	Soporte	Resistencia KG/CM2	Espesor de la losa en Cm	Barras de transferencia	Barras de amarre
1	SN	MR 40	20	Φ: 1" L:35 e: 30	Φ:1/2" l:85 e:1.20
2	BG	MR 40	19	Φ: 1" L:35 e: 30	Φ:1/2" l:85 e:1.20
3	BEC	MR 40	17	Φ: 1" L:35 e: 30	Φ:1/2" l:85 e:1.20

Fuente propia

Ancho de carril: 2.26m

Losas: 37

36: 4.5m

1: 1.95m

N° Aceros lisos: 518 barras

N° Acero corrugado: 145 barras

8.2. Diseño del pavimento rígido mecanicista por el método PCA

Ilustración F. Diseño de la carrera 5

PCAcálculo

Archivo Ayuda

Datos generales

Proyecto: Crra. 5

Descripción: Nilo- Cundinamarca

Periodo de diseño : 25 años

Espesor de la losa : 8.5 in

Módulo de rotura : 650 psi

Dovelas : Si No

Bermas : Si No

Módulo de reacción de la subrasante (K)

Subrasante

Ingreso directo

Correlación con CBR

K =

CBR = 40.1

Subbase

Espesor : 5.6 in

Sin tratar Tratada con cemento

Tránsito

Factor de seguridad : 1.0

Tipo de Ejes : Ejes Simples

Ejes Simples kips

Carga	Repeticiones
30	6310
28	14690
26	30140
24	64410
22	106900
20	235800
18	307200
16	422500
14	586900
12	1837000
0	0
0	0
0	0

Barras de anclaje

Diámetro de barra: 1/2" in

Acero (fy): 280 MPa

Ancho de carril: 3.05 m

Análisis

Calcular

Espesor de losa : 8.5 in

Módulo de rotura : 650 psi

K del conjunto : 629 pci

Periodo de diseño : 25 años

Porcentaje de fatiga : 0.00

Porcentaje de erosión : 0.04

Recomendación para barras de anclaje:

Longitud: 24 in

Separación entre barras: 37 in

Recomendación para pasadores (fy=60 ksi):

Longitud: 16 in

Separación entre barras: 12 in

Diámetro de barras: 1.13 in

Análisis de sensibilidad

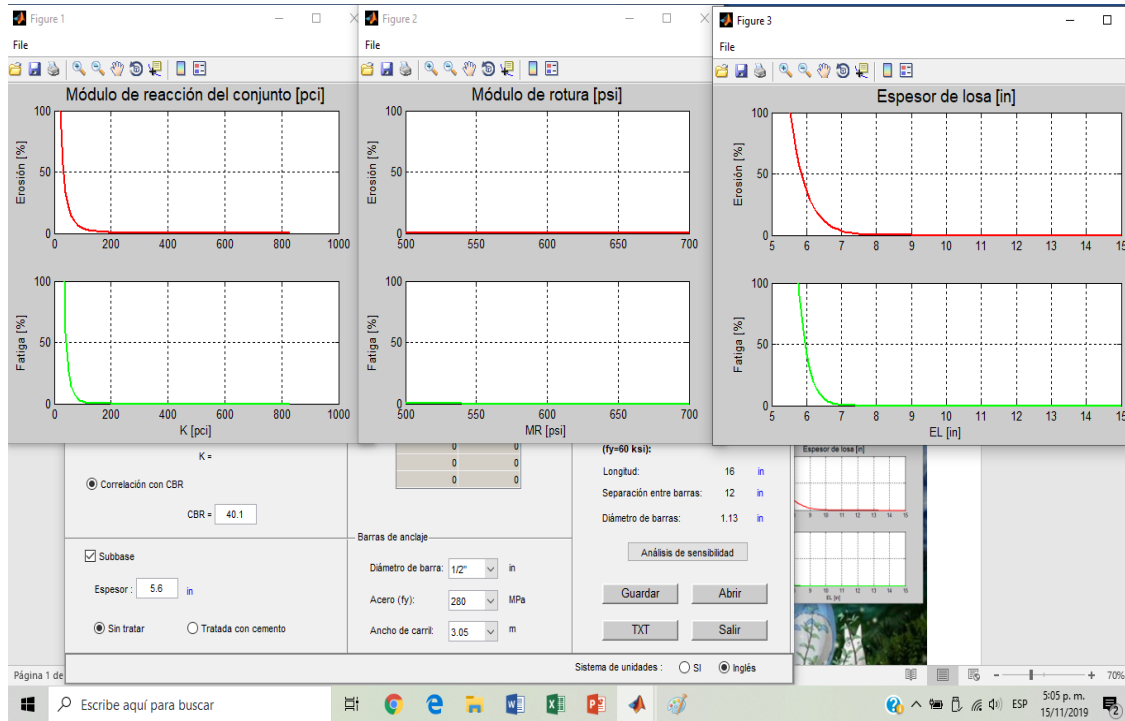
Guardar Abrir

TXT Salir

Sistema de unidades : SI Inglés

Fuente propia

Ilustración G. Grafica de la carrera 5



Fuente propia

Ilustración H. Diseño de la calle 1

PCAcálculo

Archivo Ayuda

Datos generales

Proyecto: Calle 1

Descripción: Nilo- Cundinamarca

Período de diseño : 25 años

Espesor de la losa : 8.5 in

Módulo de rotura : 650 psi

Dovelas: Si No

Bermas : Si No

Módulo de reacción de la subrasante (K)

Subrasante

Ingreso directo

Correlación con CBR

K =

CBR = 28.1

Subbase

Espesor : 5.6 in

Sin tratar Tratada con cemento

Tránsito

Factor de seguridad : 1.0

Tipo de Ejes : Ejes Simples

Ejes Simples kips

Carga	Repeticiones
30	6310
28	14690
26	30140
24	64410
22	106900
20	235800
18	307200
16	422500
14	586900
12	1837000
0	0
0	0
0	0

Barras de anclaje

Diámetro de barra: 1/2" in

Acero (fy): 280 MPa

Ancho de carril: 3.05 m

Análisis

Calcular

Espesor de losa : 8.5 in

Módulo de rotura : 650 psi

K del conjunto : 373 pci

Período de diseño : 25 años

Porcentaje de fatiga 0.00

Porcentaje de erosión 0.12

Recomendación para barras de anclaje:

Longitud: 24 in

Separación entre barras: 37 in

Recomendación para pasadores (fy=60 ksi):

Longitud: 16 in

Separación entre barras: 12 in

Diámetro de barras: 1.13 in

Análisis de sensibilidad

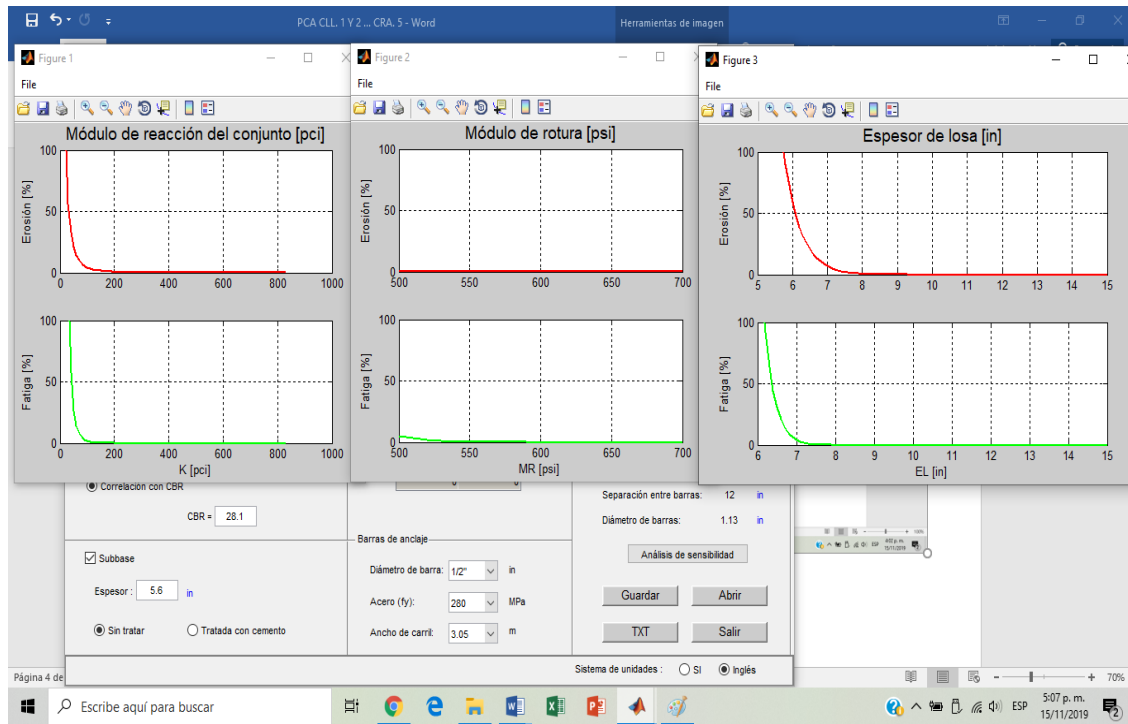
Guardar Abrir

TXT Salir

Sistema de unidades : SI Inglés

Fuente propia

Ilustración I.Grafica de la calle 1



Fuente propia

Ilustración J. Diseño de la calle 2

PCCalculo

Archivo Ayuda

Datos generales

Proyecto: Calle 2

Descripción: Nilo- Cundinamarca

Periodo de diseño : 25 años

Espesor de la losa : 8.5 in

Módulo de rotura : 650 psi

Dovelas: Si No

Bermas : Si No

Módulo de reacción de la subrasante (K)

Subrasante

Ingreso directo

Correlación con CBR

K =

CBR = 34.1

Subbase

Espesor : 5.6 in

Sin tratar Tratada con cemento

Tránsito

Factor de seguridad : 1.0

Tipo de Ejes : Ejes Simples

Ejes Simples kips

Carga	Repeticiones
30	6310
28	14690
26	30140
24	64410
22	106900
20	235800
18	307200
16	422500
14	586900
12	1837000
0	0
0	0
0	0

Barras de anclaje

Diámetro de barra: 1/2" in

Acero (fy): 280 MPa

Ancho de carril: 3.05 m

Análisis

Calcular

Espesor de losa : 8.5 in

Módulo de rotura : 650 psi

K del conjunto : 475 pci

Periodo de diseño : 25 años

Porcentaje de fatiga 0.00

Porcentaje de erosión 0.07

Recomendación para barras de anclaje:

Longitud: 24 in

Separación entre barras: 37 in

Recomendación para pasadores (fy=60 ksi):

Longitud: 16 in

Separación entre barras: 12 in

Diámetro de barras: 1.13 in

Análisis de sensibilidad

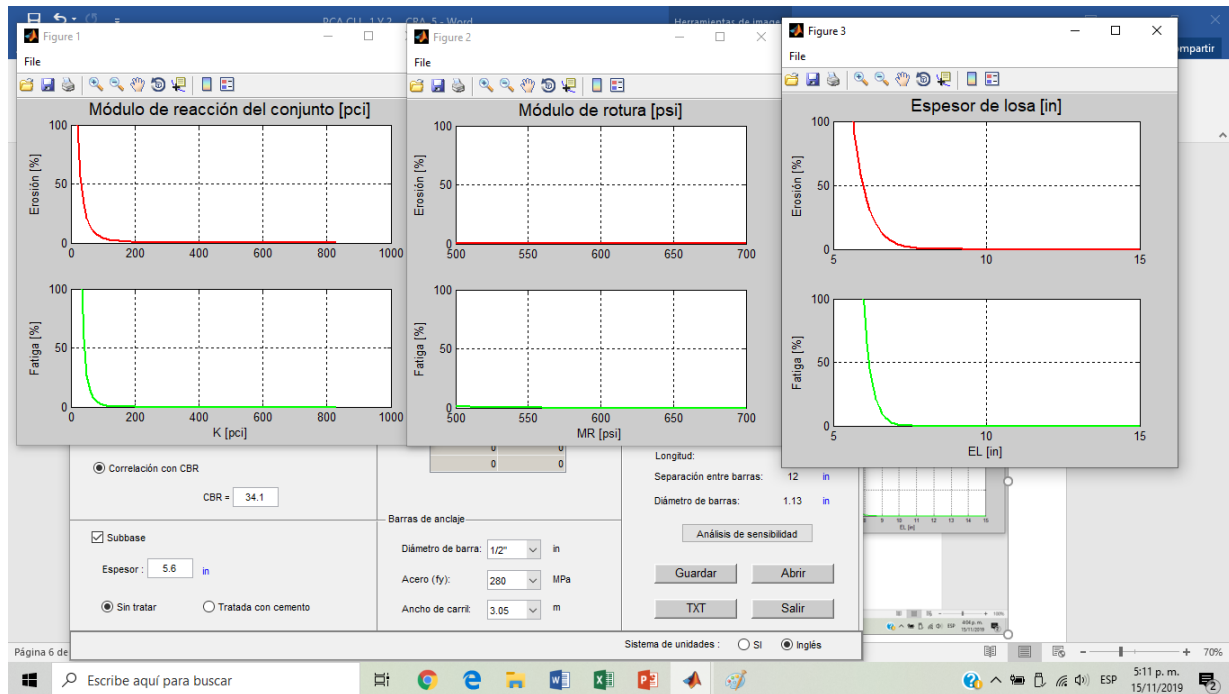
Guardar Abrir

TXT Salir

Sistema de unidades : SI Inglés

Fuente propia

Ilustración K. Grafica de la calle 2



Fuente propia

INVIAS

Teniendo en cuenta los datos de nuestros resultados de aforos, y CBR por medio de este método empírico podemos determinar el espesor de la losa que se “necesita” para cada una de las vías. En este caso nos dice que para la Crr. 5, cll.1 y cll. 2 el espesor nos da de 20cm (7.87 in)

8.2.1. Análisis PCA

CARRERA 5

En las tablas podemos observar que las fatigas nos van a dar en 0.00 pero la erosión no nos va variar; Con un espesor de loza de 8.5 in (21,25cm), un módulo de rotura de 650psi (4.48 Mpa), y con el módulo de reacción de la subrasante correlacionado con el CBR (40,1) obtenemos una Erosión de 0.04 y de fatiga de 0.00 esto nos quiere decir que es el espesor adecuado para la esta vía.

CALLE 1

En las tablas podemos observar que las fatigas nos van a dar en el rango de 0.00 pero la erosión no nos va variar; Con un espesor de loza de 8.5 in (21,25cm), un módulo de rotura de 650psi (4.48 Mpa), y con el módulo de reacción de la subrasante correlacionado con el CBR (28,1) obtenemos una Erosión de 0.12 y de fatiga de 0.00 esto nos quiere decir que es el espesor adecuado para la esta vía.

CALLE 2

En las tablas podemos observar que las fatigas nos van a dar en el rango de 0.00 pero la erosión no nos va variar; Con un espesor de loza de 8.5 in (21,25cm), un módulo de rotura de 650psi (4.48 Mpa), y con el módulo de reacción de la subrasante correlacionado con el CBR (34,1) obtenemos una Erosión de 0.07 y de fatiga de 0.00 esto nos quiere decir que es el espesor adecuado para la esta vía.

8.2.3. Comparación entre el método empírico del invias con el método mecanicista pca-84

Al comparar los resultados de estos dos podemos determinar que el método PCA es más asertivo con el espesor de la loza ya que con este método nos da un espesor de 8.5in (21.25cm) y el método INVIAS nos da un espesor de 7.87in (20cm).

También podemos decir por el método PCA trabajamos con un diseño que contiene solo Dovelas, y por el método INVIAS trabajamos uno que contiene Dovelas y Bermas, y el espesor de la loza hace que cambien nuestro porcentaje de fatiga (ya que con un espesor de loza de 8.5 el porcentaje de fatiga se mantiene en un rango de 0.00, 0.00 y 0.00) si ponemos en el Software el espesor de la loza que nos indica el método INVIAS nos arrojaría datos como: (0.04, 0.02 y 0.00). Lo mismo ocurriría para el porcentaje de erosión con el método PCA los datos de erosión son en unos rangos de (0.04, 0.12 y 0.07) y con los datos del INVIAS el software nos arrojaría los siguientes datos (0.34, 0.85 y 0.54).

Lo que nos quiere decir que el espesor óptimo para la realización de la loza de concreto para las vías (Cra.5, CII.1 y CII.2) es de 8.5in.

9. Análisis y discusiones de resultados

El manejo de la fluidez del agua en la vía es obsoleto esto podría suponer problemas para conformar la estructura nueva debido a la sobresaturación que se puede presentar al conformar la estructura nueva, el trayecto de las vías del Municipio de Nilo-Cundinamarca requiere de un diseño en la estructura del adoquín, para esto se realiza una alternativa como propuesta de intervención, allí se debe incluir obras de arte, señalización informativa y preventiva (horizontal y vertical) manejo de velocidades, laboratorios actualizados de la zona para poder determinar una mejora al diseño geométrico en el tramo de vial.

La optimización de la vía se encuentra dentro del conjunto de variables las cuales son rehabilitación y construcción de obra nueva, ante los resultados de laboratorio junto a la referencia de lesiones en el tramo vial , este último como alternativa favorable conservar la movilidad confortable para todos todo esto en mayor parte al alto porcentaje de lesiones que existen en el tramo vial , lo cual si se realiza un presupuesto básico de intervención de obra y un análisis socio económica dictara como punto favorable de un presupuesta la reconstrucción del tramo vial.

Se determina con ayuda de la identificación de fallas en la vía que comunica el municipio de Nilo-Cundinamarca, se comprueban los deterioros superficiales y estructurales del trazo vial que son notables, los cuales han generado un nivel de conformidad demasiado baja, una inseguridad para todo tipo de transeúnte lo cual se puede traducir en un aumento de nivel de accidentabilidad, y el factor de baja movilidad en la zona también tiene un impacto negativo para los habitantes de la zona. Este ejercicio académico mostró que dentro de las vías cada una tiene el porcentaje de

lesiones no se reducen del 50% tanto en desgaste superficial como en falla de la estructura. Lo cual el factor común de las lesiones está centrado en la estructura del adoquín, se concluye que la falta de la estructura ideal de pavimento que se encargara de recibir y transmitir los esfuerzos emitidos por cargas de los vehículos a la estructura completa, la presencia de agua en las lesiones también ayuda a la deformación de la base y subbase por la sobresaturación en esos puntos.

10. Bibliografía

Alcides Jimenez, P. A. (2016). *INFORME LABORATORIO DE PLASTICIDAD*.

Sogamoso.

Constitucion politica de Colombia. (1991). Bogota.

INVIAS. (2013). *Determinacion del potencial de cambio volumetrico de un suelo empleando el aparato de lambe* .

planeacion, D. d. (2017). *Construccion de pavimento rigido en vias urbanas de bajo transito*. Bogota.

11. Anexos

Anexo A Puntos de Trazo

1	967.845.903	939.823.471	349.54	D2
2	967.865.572	939.739.663	351.81	PARAM
3	967865.22	939.738.523	351.746	VIA
4	967.863.837	939.736.186	351.772	VIA
5	967.862.484	939.734.014	351.775	VIA
6	967.862.491	939.734.009	351.775	VIA
7	967.860.785	939.731.614	351.967	PARAM
8	967.854.082	939.736.044	351.834	ARBOLES
9	967.854.074	939.736.034	351.835	PARAM
10	967.855.622	939.738.044	351.596	VIA
11	967.856.917	939.740.324	351.655	VIA
12	967.858.099	939.742.469	351.684	VIA
13	967.858.856	939.743.808	351.741	PARA
14	967.851.635	939.739.537	351.773	ARBO
15	967.850.106	939.747.121	351.576	VIA
16	967.847.627	939.742.759	351.545	VIA
17	967848.79	939.745.036	351.568	VIA
18	967.849.043	939.748.741	351.606	POST
19	967.845.881	939.741.029	351.583	PARAM
20	967.842.402	939.751.756	351.332	VIA
21	967.841.093	939.749.603	351.377	VIA

22	967.839.762	939.747.573	351.363	VIA
23	967.838.239	939.745.833	351.323	PARAM
24	967.843.279	939.753.358	351.179	PARAM
25	967.830.972	939.750.269	351.217	PARAM
26	967.835.577	939.758.052	351.224	PARAM
27	967.834.687	939.756.285	351.119	VIA
28	967.833.276	939.754.173	351.122	VIA
29	967.832.192	939.752.219	351.132	VIA
30	967.835.367	939749.79	351.241	PALMA
31	967826.92	939.760.969	350.863	VIA
32	967.825.532	939758.89	350.868	VIA
33	967.824.183	939.756.866	350.917	VIA
34	967.823.177	939.755.094	351.231	PARAM
35	967.824.191	939.759.789	350.854	PZ
36	967.816.408	939.762.702	350.664	VIA
37	967.818.867	939.766.054	350.553	VIA
38	967.817.545	939.764.128	350.643	VIA
39	967.815.029	939.761.047	350.791	PARAM
40	967.819.863	939.767.916	350.726	PARAM
41	967.817.517	939.768.666	350.642	POST
42	967.809.852	939.769.701	350.447	VIA
43	967.813.075	939772.45	350.451	VIA

44	967.811.391	939.770.962	350.469	VIA
45	967.807.933	939767.77	350.833	PAPA
46	967.814.338	939.773.401	350.685	PAPA
47	967.809.922	939.777.848	350.621	PARA
48	967.845.897	939.823.463	349.541	D2_1
49	967.809.882	939.777.986	350.611	PARAMEN
50	967.805.722	939.774.316	350.292	VIA
51	967.809.163	939777.22	350.352	VIA
52	967.807.404	939.775.697	350.349	VIA
53	967.809.334	939.777.826	350.498	P_T
54	967.804.028	939.773.036	350.216	PARAM
55	967.805.704	939.776.793	350.311	PZ
56	967800.31	939.781.254	350.099	VIA
57	967.802.422	939.782.926	350.158	VIA
58	967.809.666	939.787.518	350.416	PARAMEN
59	967.803.864	939.787.789	350.243	PARAMEN
60	967.798.574	939.780.874	350.203	PARAMEN
61	967.794.472	939.788.457	349.844	VIA
62	967.796.488	939.790.492	349.936	VIA
63	967798.81	939792.25	349.941	VIA
64	967799.63	939.793.012	350.084	PARAMEN
65	967.792.798	939.793.309	349.792	PZ

66	967.792.689	939787.91	349.746	PARAMEN
67	967.793.592	939.800.068	349.743	PARAMEN
68	967.790.602	939797.89	349.664	VIA
69	967.792.275	939.799.084	349.703	VIA
70	967.788.395	939796.17	349.638	VIA
71	967.787.396	939.795.565	349.546	PARAMEN
72	967.782.367	939803.86	349.429	VIA
73	967786.39	939.806.851	349.519	VIA
74	967.784.923	939.805.322	349.476	VIA
75	967.781.716	939.803.327	349.383	PARAMEN
76	967.788.614	939.806.425	349.589	PARAMEN
77	967.776.234	939.811.441	349.317	VIA
78	967.780.481	939.814.409	349.246	VIA
79	967.778.703	939.813.214	349.294	VIA
80	967.775.713	939.810.614	349.232	PARAMEN
81	967.781.436	939.815.292	349.286	PARAMEN
82	967.770.155	939.819.189	349.291	VIA
83	967.774.548	939.822.051	349.092	VIA
84	967.772.676	939.820.834	349.132	VIA
85	967.764.316	939.826.833	348.992	VIA
86	967.768.464	939.829.401	348.998	VIA
87	967.766.711	939.828.561	348.991	VIA

88	967.769.188	939.830.328	349.03	PARAMEN
89	967.768.111	939.830.932	348.994	P_T
90	967.759.039	939.833.134	349.139	DEL3
91	967.812.766	939.783.867	350.388	P_T
92	967.812.765	939.783.866	350.388	VIA
93	967811.08	939.785.478	350.374	VIA
94	967.813.897	939.782.852	350.434	PARA
95	967.809.583	939.787.126	350.348	VIA
96	967.818.944	939.790.033	350.393	VIA
97	967.817.412	939.791.728	350.394	VIA
98	967.815.852	939.793.345	350.375	VIA
99	967.819.707	939.789.256	350.474	PARA
100	967.823.621	939.798.002	350.358	VIA
101	967.825.237	939.796.349	350.342	VIA
102	967.822.092	939.799.601	350.31	VIA
103	967.829.665	939.803.956	350.248	VIA
104	967.828.099	939.805.575	350.249	VIA
105	967.831.235	939.802.311	350.223	VIA
106	967.830.197	939.801.007	350.279	POST
107	967.836.012	939.810.131	350.024	VIA
108	967.830.792	939.808.261	350.171	VIA
109	967.837.328	939.808.323	350.011	VIA

110	967832.35	939809.93	350.125	PARA
111	967.837.807	939.807.908	350.034	PARA
112	967.834.304	939.806.925	350.112	PZ
113	967.842.307	939.816.149	349.736	PZ
114	967.842.314	939.816.156	349.735	VIA
115	967.843.639	939814.56	349.736	VIA
116	967.840.399	939.817.946	349.735	VIA
117	967844.11	939.814.106	349.729	PARAM
118	967.849.004	939.822.576	349.471	VIA
119	967.847.088	939.824.605	349.499	VIA
120	967.850.712	939.820.602	349.501	PARAM
121	967.808.932	939.780.468	361.773	D1_1
122	967.841.802	939.823.488	361.295	PARAM
123	967.845.374	939.829.298	361.158	PARAM
124	967849.56	939.836.016	361.096	PARAM
125	967.853.782	939.842.761	361.094	PARAM
126	967.854.704	939.829.001	360.846	PZ
127	967.858.633	939.833.826	360.715	VIA
128	967856.68	939.826.655	360.808	VIA
129	967.859.842	939.830.755	360.758	VIA
130	967860.59	939.828.283	360.751	VIA
131	967.868.072	939.833.199	360.804	VIA

132	967.860.978	939.826.277	360.741	PARA
133	967.867.131	939836.03	360.816	VIA
134	967.868.635	939.830.644	360.788	VIA
135	967.869.184	939.828.616	360.925	VIA
136	967.875.298	939.838.278	360.93	VIA
137	967.876.056	939835.54	360.948	VIA
138	967.876.755	939.832.831	360.891	VIA
139	967.877.241	939.830.964	361.043	PARA
140	967.877.743	939.839.362	360.999	POS
141	967884.87	939.838.154	361.108	VIA
142	967.884.123	939840.75	361.083	VIA
143	967.885.505	939.835.315	361.083	VIA
144	967885.94	939.833.618	361.289	PARA
145	967.892.332	939843.15	361.226	VIA
146	967893.01	939.840.529	361.252	VIA
147	967.893.578	939.837.709	361.283	VIA
148	967.900.233	939.845.328	361.452	VIA
149	967.893.908	939.836.097	361.591	PARA
150	967.904.137	939.848.849	361.569	VIA
151	967.900.761	939842.84	361.5	VIA
152	967.907.265	939.845.142	361.742	VIA
153	967.901.579	939839.78	361.549	VIA

154	967901.99	939.838.335	361.819	PARA
155	967.906.595	939.839.559	362.05	PARA
156	967.913.641	939.845.672	361.898	DEL4
157	967.850.115	939828.38	360.978	D2_2
158	967.942.601	939.805.979	363.879	DEL5
159	967.913.632	939.845.685	361.887	DEL4_1
160	967.939.456	939.809.477	363.775	VIA
161	967.941.155	939.807.567	363.814	VIA
162	967.943.359	939.805.064	363.886	VIA
163	967943.26	939.804.622	364.077	POS
164	967.936.624	939.809.446	363.882	PARA
165	967.942.516	939.802.858	364.167	PARA
166	967.942.516	939.802.857	364.168	PARA
167	967934.33	939.800.969	363.573	VIA
168	967.932.682	939.802.755	363.537	VIA
169	967.935.874	939.798.904	363.556	VIA
170	967.926.538	939796.89	363.359	VIA
171	967.928.246	939.795.098	363.392	VIA
172	967.929.992	939.793.415	363.397	VIA
173	967.920.148	939.790.623	363.232	VIA
174	967.921.798	939.788.752	363.212	VIA
175	967.923.501	939.787.048	363.214	VIA

176	967.914.249	939.784.996	363.061	VIA
177	967.916.006	939.783.066	363.098	VIA
178	967.917.604	939.781.317	363.069	VIA
179	967.908.105	939.778.719	363.052	VIA
180	967.910.068	939.776.877	363.057	VIA
181	967.911.986	939.775.064	363.059	VIA
182	967.903.834	939.770.406	363.119	VIA
183	967.901.858	939.772.233	363.105	VIA
184	967.905.768	939.768.574	363.108	VIA
185	967895.87	939.765.976	363.126	VIA
186	967.897.783	939.764.131	363.166	VIA
187	967.899.796	939.762.333	363.081	VIA
188	967.890.091	939760.05	363.17	VIA
189	967.892.127	939758.21	363.201	VIA
190	967894.02	939.756.316	363.162	VIA
191	967.884.211	939.753.837	363.245	VIA
192	967.886.155	939.752.017	363.27	VIA
193	967.888.115	939.750.423	363.253	VIA
194	967.878.506	939.747.887	363.308	VIA
195	967880.52	939.746.095	363.346	VIA
196	967.873.336	939.742.531	363.363	VIA
197	967.882.364	939.744.288	362.693	VIA

198	967.882.358	939.744.298	363.205	VIA
199	967.875.656	939.741.016	363.36	VIA
200	967.878.674	939.740.089	363.259	VIA
201	967.881.321	939.738.402	364.012	PARA
202	967.886.101	939.755.784	363.213	SUMI
203	967.886.375	939.755.555	363.213	SUMI
204	967.887.387	939.756.594	363.211	SUMI
205	967.887.122	939.756.834	363.198	SUMI
206	967.890.176	939.752.828	363.21	SUMI
207	967.890.375	939.752.573	363.209	SUMI
208	967.891.197	939.753.848	363.196	SUMI
209	967.891.438	939.753.645	363.196	SUMI
210	967.906.428	939.776.977	363.068	SUMI
211	967.906.703	939776.71	363.068	SUMI
212	967.907.692	939.777.732	363.065	SUMI
213	967.907.455	939.777.978	363.064	SUMI
214	967.910.382	939.773.918	363.055	SUMI
215	967910.62	939.773.698	363.054	SUMI
216	967.911.679	939.774.823	363.066	SUMI
217	967.911.488	939.775.075	363.067	SUMI
218	967.907.859	939.776.235	363.076	PZ
219	967.909.844	939.775.671	363.087	PZ

220	967.906.512	939.777.243	363.207	POS
221	967.921.822	939.784.378	363.204	POS
222	967.804.707	939.775.547	350.332	D1_2
223	967.764.883	939.825.555	349.214	VIA
224	967.760.292	939.823.018	349.163	VIA
225	967.755.634	939.820.396	349.37	VIA
226	967.746.707	939.815.283	349.636	VIA
227	967.757.026	939.811.985	349.678	VIA
228	967.756.261	939.813.091	349.645	VIA
229	967.755.102	939.812.244	349.688	VIA
230	967.748.167	939826.02	349.256	VIA
231	967.744.127	939.823.963	349.35	VIA
232	967752.13	939.831.362	348.98	VIA
233	967.741.677	939.831.203	349.193	VIA
234	967.744.599	939.835.768	349.089	VIA
235	967.743.736	939.834.057	349.149	VIA
236	967736.95	939.839.839	349.252	VIA
237	967.735.566	939836.84	349.298	VIA
238	967.736.319	939.838.338	349.278	VIA
239	967.726.834	939.840.251	349.335	VIA
240	967.727.912	939.843.636	349.281	VIA
241	967.727.289	939.842.095	349.323	VIA

242	967.719.607	939.846.409	349.453	VIA
243	967.719.074	939.844.711	349.452	VIA
244	967.718.634	939.842.804	349.455	VIA
245	967.711.347	939.848.742	349.769	VIA
246	967.710.801	939.847.051	349.812	VIA
247	967.710.447	939.844.854	349.805	VIA
248	967.702.895	939.851.027	350.218	VIA
249	967.702.351	939.849.075	350.253	VIA
250	967.701.868	939.846.742	350.196	VIA
251	967.692.939	939.849.289	350.7	VIA
252	967.693.523	939.851.468	350.74	VIA
253	967.694.181	939.853.709	350.74	VIA
254	967.684.505	939.853.766	351.264	VIA
255	967.685.123	939.856.198	351.265	VIA
256	967.683.96	939.851.43	351.236	VIA
257	967.677.21	939.858.589	351.758	VIA
258	967.675.841	939.853.831	351.773	VIA
259	967.676.625	939.855.896	351.827	VIA
260	967.669.325	939.861.036	352.301	VIA
261	967.668.398	939.858.408	352.399	VIA
262	967.660.636	939.863.484	353.001	VIA
263	967.667.914	939.856.184	352.354	VIA

264	967.660.223	939.861.362	353.034	VIA
265	967.659.272	939.858.825	353.052	VIA
266	967.651.576	939.863.994	353.786	VIA
267	967.650.647	939.861.733	353.835	VIA
268	967.652.128	939.866.124	353.702	VIA
269	967.641.753	939.864.975	354.552	VIA
270	967.642.268	939.867.044	354.541	VIA
271	967.642.942	939.868.974	354.463	VIA
272	967633.22	939869.99	355.25	VIA
273	967.633.992	939.872.337	355.167	VIA
274	967.632.579	939.867.871	355.2	VIA
275	967.625.602	939.875.231	355.694	VIA
276	967623.95	939.871.089	355.717	VIA
277	967.623.959	939.871.087	355.716	VIA
278	967.617.412	939.878.491	356.002	VIA
279	967.624.829	939.873.313	355.74	VIA
280	967.616.542	939.876.289	356.035	VIA
281	967.615.627	939.874.165	355.971	VIA
282	967608.56	939.879.195	356.138	VIA
283	967.607.816	939.877.052	356.081	VIA
284	967.609.373	939.881.494	356.107	VIA
285	967.620.618	939.869.519	355.97	POS

286	967.639.837	939.862.042	354.784	POS
287	967.650.488	939.869.725	353.979	POS
288	967.658.548	939855.85	353.043	POS
289	967.677.133	939.849.782	351.662	POS
290	967.675.248	939.862.762	351.985	POS
291	967.697.038	939844.87	350.379	POS
292	967.696.317	939856.03	350.565	POS
293	967716.77	939.840.534	349.38	POS
294	967.730.756	939.837.241	349.504	VIA
295	967.728.194	939.829.259	349.875	VIA
296	967.737.343	939.830.351	349.773	VIA
297	967.723.463	939.831.942	350.122	VIA
298	967.730.662	939.826.812	350.135	VIA
299	967.712.449	939.836.989	351.196	VIA
300	967.712.573	939.833.168	351.153	VIA
301	967.732.893	939.822.893	350.881	VIA
302	967.737.243	939.823.634	351.052	VIA
303	967.758.087	939.831.618	349.081	POS

Anexo B. Granulometría calle 1

				CLASIFICACIÓN SUELOS NORMAS I.N.V. E-123, E-125, E-126; NORMAS NTC 77/78/4630/1776		VERSION	1						
						FECHA	4-oct-19						
						CODIGO							
LOCALIZACION: CARRERA 5, CALLE 1,2 Y 3				PROFUNDIDAD: 0,0 A 0,33 mts (RECEBO COMUN)									
PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO				MUESTRA: 1,0									
MUNICIPIO: NILO - CUNDINAMARCA				FECHA T: _____									
MATERIAL: SUBRASANTE CALICATA N°1 CALLE 1				FECHA E: _____									
RETENIDO No 10		PASA No 10		LIMITE LIQUIDO									
PESO INICIAL =		2138,0		INICIAL									
PESO FINAL =		1441,4		FINAL		1100,2							
TAMIZ		PESO. RETENIDO INDIVIDUAL	% RETENIDO INDIVIDUAL.	% QUE PASA	ENSAYO N°								
Pulg	mm				1	2	3						
3"	76,20	0,0	0,0	100,0	TARA N°	6	7	8					
2-1/2"	63,50	0,0	0,0	100,0	N° DE GOLPES	30	24	18					
2"	50,80	0,0	0,0	100,0	PESO SUELO+TARA HUMEDO	22,6	18,5	17,1					
1-1/2"	38,10	0,0	0,0	100,0	PESO SUELO+TARA SECO	19,9	15,7	14,2					
1"	25,40	0,0	0,0	100,0	PESO TARA	12,6	8,5	7,1					
3/4"	19,05	31,7	1,5	98,5	% DE HUMEDAD	37,0	38,9	40,8					
1/2"	12,70	77,3	3,6	94,9	LIMITE PLASTICO								
3/8"	9,52	107,9	5,0	89,9	ENSAYO N°			1	2	3			
N°4	4,76	78,8	3,7	86,2	TARA N°								
N°10	2,00	45,5	2,1	84,0	PESO SUELO+TARA HUMEDO								
N°40	0,430	189,0	8,8	75,2	PESO SUELO+TARA SECO								
N°50	0,250	210,8	9,9	65,3	PESO TARA								
N°80	0,180	394,7	18,5	46,9	% DE HUMEDAD								
N°100	0,150	106,7	5,0	41,9	LIMITELIQUIDO								
No 200	0,074	199,0	9,3	32,6									
F		696,6											
CLASIFICACION													
LIMITE LIQUIDO		38								AASHTO		A-1-b	
LIMITE PLASTICO		0								U.S.C		SM	
INDICE DE PLASTICIDAD		10		INDICE DE GRUPO		-9							
OBSERVACIONES:													
Humedad natural:				8,3									
GRAVAS:		%		13,8									
ARENAS:		%		53,6									
FINOS:		%		32,6									
GRAFICA DE LA GRADACION ART.													

Anexo C. Granulometría calle 2

CLASIFICACIÓN SUELOS NORMAS I.N.V. E-123, E-125, E-126; NORMAS NTC 77/78/4630/1776				VERSION	1
				FECHA	
				CODIGO	
LOCALIZACIÓN: CARRERA 5, CALLE 12 Y 3			PROFUNDIDAD: 0,24 A 0,44 mts		
PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO			MUESTRA: 2,0		
MUNICIPIO: GIRADOT - CUNDINAMARCA			FECHA T:		
MATERIAL: SUBRASANTE CALICATA N°2 CALLE 2			FECHA E:		

RETENIDO No 10		PASA No 10		
PESO INICIAL =		1641,2	INICIAL	
PESO FINAL =		1711,4	FINAL	980,4
TAMIZ		PESO.	%	% QUE PASA
Pulg	mm	RETENIDO INDIVIDU	RETENIDO INDIVIDU	
3"	76,20	0,0	0,0	100,0
2-1/2"	63,50	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,0	0,0	100,0
1-1/2"	38,10	0,0	0,0	100,0
1"	25,40	65,9	4,0	96,0
3/4"	19,05	101,0	6,2	89,8
1/2"	12,70	185,5	11,3	78,5
3/8"	9,52	143,5	8,7	69,8
N°4	4,76	167,2	10,2	59,6
N°10	2,00	67,9	4,1	55,5
N°40	0,430	146,5	8,9	46,5
N°60	0,250	189,2	11,5	35,0
N°80	0,180	420,9	25,6	9,4
N°100	0,150	64,3	3,9	5,4
No 200	0,074	159,5	9,7	-4,3
F		-70,2		

LIMITE LIQUIDO			
ENSAYO N°	1	2	3
TARA N°	6	7	8
N° DE GOLPES	30	24	18
PESO SUELO+TARA HUMEDO	22,6	18,5	17,1
PESO SUELO+TARA SECO	19,9	15,7	14,2
PESO TARA	12,6	8,5	7,1
% DE HUMEDAD	37,0	38,9	40,8

LIMITE PLASTICO			
ENSAYO N°	1	2	3
TARA N°			
PESO SUELO+TARA HUMEDO			
PESO SUELO+TARA SECO			
PESO TARA			
% DE HUMEDAD			

CLASIFICACION		
LIMITE LIQUIDO	38	AASHTO
LIMITE PLASTICO	0	A-1-b
INDICE DE PLASTICIDAD	10	U.S.C
INDICE DE GRUPO	-9	SM

OBSERVACIONES:

Humedad natural: 5,7

GRAVAS:	%	40,4
ARENAS:	%	63,9
FINOS:	%	-4,3

LIMITELIQUIDO

Nº GOLPES	% HUMEDAD
30	37,0
24	38,9
18	40,8

GRAFICA DE LA GRADACION ART. 320 I.N.V. 1996

Diámetro Partícula (mm)	% PASA
1000,0	100,0
750,0	100,0
600,0	100,0
425,0	100,0
300,0	100,0
250,0	100,0
200,0	100,0
150,0	100,0
100,0	100,0
75,0	100,0
60,0	100,0
42,5	100,0
30,0	100,0
25,0	96,0
20,0	89,8
15,0	78,5
10,0	69,8
7,5	59,6
6,0	55,5
4,75	46,5
3,0	35,0
2,5	25,6
2,0	9,4
1,5	5,4
1,0	5,4
0,75	5,4
0,6	5,4
0,425	5,4
0,3	5,4
0,25	5,4
0,2	5,4
0,15	5,4
0,10	5,4
0,075	-4,3

Diámetro Partícula (mm)

Anexo D. Granulometría carrera 5

				CLASIFICACIÓN SUELOS NORMAS I.N.V. E-123, E-125, E-126; NORMAS NTC 77/78/4630/1776				VERSION	
								1	
								FECHA	
						14-jun-17			
						CODIGO			
LOCALIZACIÓN: CARRERA 5, CALLE 1,2 Y 3				PROFUNDIDAD: 0,44 A 0,80 mts					
PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO				MUESTRA: 3,0					
MUNICIPIO: NILO - CUNDINAMARCA				FECHA T: _____					
MATERIAL: SUBRASANTE CALICATA N°3 CARRERA 5				FECHA E: _____					
RETENIDO No 10		PASA No 10		LIMITE LIQUIDO					
PESO INICIAL = 1807,0		INICIAL							
PESO FINAL = 1747,0		FINAL							
		965,8							
TAMIZ		PESO. %		ENSAYO N°					
				1					
				2					
				3					
Pulg	mm	RETENIDO INDIVIDU	RETENIDO INDIVIDU						
			% QUE PASA						
3"	76,20	0,0	0,0	TARA N°	6	7	8		
2-1/2"	63,50	0,0	0,0	N° DE GOLPES	30	24	18		
2"	50,80	0,0	0,0	PESO SUELO+TARA HUMEDO	22,6	18,5	17,1		
1-1/2"	38,10	0,0	0,0	PESO SUELO+TARA SECO	19,9	15,7	14,2		
1"	25,40	109,8	6,1	PESO TARA	12,6	8,5	7,1		
3/4"	19,05	77,6	4,3	% DE HUMEDAD	37,0	38,9	40,8		
1/2"	12,70	213,1	11,8	LIMITE PLASTICO					
3/8"	9,52	152,8	8,5	ENSAYO N°					
N°4	4,76	159,5	8,8	1					
N°10	2,00	68,4	3,8	2					
N°40	0,430	150,1	8,3	3					
N°60	0,250	215,5	11,9	TARA N°					
N°80	0,180	409,3	22,7	PESO SUELO+TARA HUMEDO					
N°100	0,150	61,7	3,4	PESO SUELO+TARA SECO					
No 200	0,074	129,2	7,1	PESO TARA					
F		60,0		% DE HUMEDAD					
CLASIFICACION									
LIMITE LIQUIDO		38	AASHTO						
LIMITE PLASTICO		0	A-4						
INDICE DE PLASTICIDAD		38	U.S.C						
INDICE DE GRUPO		-9	CL						
OBSERVACIONES:									
Humedad natural:				15,0					
GRAVAS:		%	39,4						
ARENAS:		%	57,2						
FINOS:		%	3,3						
GRAFICA DE LA GRADACION ART. 320 I.N.V. 1996									

Anexo E. Aforos vehiculares

ESTUDIO Y DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA VÍA URBANA DE BAJO TRÁNSITO EN LA CARRERA 5 ENTRE LAS CALLES 1,2, Y 3 DEL MUNICIPIO DE NILO CUNDINAMARCA						
FORMATO NUMERO 1: CONTEO MANUAL DE TRANSITO VEHICULAR						
TABLA DE CONVENCIONES			A: NILO CUNDINAMARCA			
TIPO DE VEHICULO	AUTOMOVIL, CAMPERO, CAMIONETA, MICROBUS	MICROBUS, BUSETA	C2 -CAMION PEQUEÑO	C2- CAMION GRANDE	C3- CAMION	TOTAL
SENTIDO	A	A	A	A	A	
HORA	LUNES 12 DE AGOSTO DEL 2019					
6:00-7:00 Am	3	1		4		12
7:00-8:00 Am	5	1	1			2
8:00-9:00 Am	2	1			1	9
9:00-10:00 Am	2	1	3	3		8
10:00-11:00 Am	7		1	1		3
11:00-12:00 Pm	3	1	1	2		10
12:00-1:00 Pm	2	1	1	2		11
1:00-2:00 Pm	2	1	3	2	1	7
2:00-3:00 Pm	6	1	1			6
3:00-4:00 Pm	1			2	1	5
4:00-5:00 Pm	4	1	4	1		6

5:00-6:00 Pm	2		1			3
6:00-7:00 Pm	1	1		4		7
TOTAL	40	10	16	21	3	90

ESTUDIO Y DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA VÍA URBANA DE BAJO TRÁNSITO
EN LA CARRERA 5 ENTRE LAS CALLES 1,2, Y 3 DEL MUNICIPIO DE NILO
CUNDINAMARCA

FORMATO NUMERO 1: CONTEO MANUAL DE TRANSITO VEHICULAR

TABLA DE CONVENCIONES			A: NILO CUNDINAMARCA			
TIPO DE VEHICULO	AUTOMOVIL, CAMPERO, CAMIONETA, MICROBUS	MICROBUS, BUSETA	C2 - CAMION PEQUEÑO	C2- CAMION GRANDE	C3- CAMION	TOTAL
SENTIDO	A	A	A	A	A	
HORA	MARTES 13 DE AGOSTO DEL 2019					
6:00-7:00 Am	4	1		4		12
7:00-8:00 Am	4	1	1			2
8:00-9:00 Am	3	1	2	1	1	9
9:00-10:00 Am	2	1	1	3		8
10:00-11:00 Am	4	1	1	1		3
11:00-12:00 Pm	3	2	1	2		10
12:00-1:00 Pm	5	1	1	2	1	11
1:00-2:00 Pm	2	1	1	1	1	7
2:00-3:00 Pm	2	1	1	2		6
3:00-4:00 Pm	3				1	5
4:00-5:00 Pm	4	1	4	1		6

5:00-6:00 Pm	3		4	1	1	3
6:00-7:00 Pm	4			1		7
TOTAL	43	11	17	19	5	95

ESTUDIO Y DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA VÍA URBANA DE BAJO TRÁNSITO
EN LA CARRERA 5 ENTRE LAS CALLES 1,2, Y 3 DEL MUNICIPIO DE NILO
CUNDINAMARCA

FORMATO NUMERO 1: CONTEO MANUAL DE TRANSITO VEHICULAR

TABLA DE CONVENCIONES			A: NILO CUNDINAMARCA			
TIPO DE VEHICULO	AUTOMOVIL, CAMPERO, CAMIONETA, MICROBUS	MICROBUS, BUSETA	C2 - CAMION PEQUEÑO	C2- CAMION GRANDE	C3- CAMION	TOTAL
SENTIDO	A	A	A	A	A	
HORA	MIERCOLES 14 DE AGOSTO DEL 2019					
6:00-7:00 Am	3	1	2	2		12
7:00-8:00 Am	5	1	4	1		2
8:00-9:00 Am	4	1	2	1	1	9
9:00-10:00 Am	2	1	2	1		8
10:00-11:00 Am	2		1	1		3
11:00-12:00 Pm	3	1	1	1		10
12:00-1:00 Pm	3	1	1	2		11
1:00-2:00 Pm	2	1	3	1	1	7
2:00-3:00 Pm	4	1	3	1		6
3:00-4:00 Pm	3			2		5
4:00-5:00 Pm	5	1	2	3		6

5:00-6:00 Pm	3	1	1	1		3
6:00-7:00 Pm	2	1		1		7
TOTAL	41	11	22	18	2	94

ESTUDIO Y DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA VÍA URBANA DE BAJO TRÁNSITO EN LA CARRERA 5 ENTRE LAS CALLES 1,2, Y 3 DEL MUNICIPIO DE NILO CUNDINAMARCA						
FORMATO NUMERO 1: CONTEO MANUAL DE TRANSITO VEHICULAR						
TABLA DE CONVENCIONES			A: NILO CUNDINAMARCA			
TIPO DE VEHICULO	AUTOMOVIL, CAMPERO, CAMIONETA, MICROBUS	MICROBUS, BUSETA	C2 - CAMION PEQUEÑO	C2- CAMION GRANDE	C3- CAMION	TOTAL
SENTIDO	A	A	A	A	A	
HORA	JUEVES 15 DE AGOSTO DEL 2019					
6:00-7:00 Am	2	1	1		1	12
7:00-8:00 Am	4	1	1	1		2
8:00-9:00 Am	4		1	1		9
9:00-10:00 Am	6	1	2	1		8
10:00-11:00 Am	2			1		3
11:00-12:00 Pm	3	1	1	1		10
12:00-1:00 Pm	4	1	1	2		11
1:00-2:00 Pm	2	1	1	1		7
2:00-3:00 Pm	1	1	1	1		6
3:00-4:00 Pm	1		1			5
4:00-5:00 Pm	2	1	1	1		6
5:00-6:00 Pm	3	1	1	1	1	3

6:00-7:00 Pm	4	1	1	1		7
TOTAL	38	10	13	12	2	75

ESTUDIO Y DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA VÍA URBANA DE BAJO TRÁNSITO EN
LA CARRERA 5 ENTRE LAS CALLES 1,2, Y 3 DEL MUNICIPIO DE NILO CUNDINAMARCA

FORMATO NUMERO 1 : CONTEO MANUAL DE TRANSITO VEHICULAR

TABLA DE CONVENCIONES			A: NILO CUNDINAMARCA			
TIPO DE VEHICULO	AUTOMOVIL, CAMPERO, CAMIONETA, MICROBUS	MICROBUS, BUSETA	C2 - CAMION PEQUEÑO	C2- CAMION GRANDE	C3- CAMION	TOTAL
SENTIDO	A	A	A	A	A	
HORA	VIERNES 16 DE AGOSTO DEL 2019					
6:00-7:00 Am	2	1	1			12
7:00-8:00 Am	3		1	1		2
8:00-9:00 Am	4	1	1	2		9
9:00-10:00 Am	4	1	3	1	1	8
10:00-11:00 Am	2	1				3
11:00-12:00 Pm	2	1	1	1		10
12:00-1:00 Pm	4	1		2		11
1:00-2:00 Pm	9	1	2		2	7
2:00-3:00 Pm	3	1	3	1		6
3:00-4:00 Pm	3	1	3	2	1	5
4:00-5:00 Pm	2	1	6	1		6

5:00-6:00 Pm	2	2	1	1		3
6:00-7:00 Pm	4	1	1	1		7
TOTAL	44	13	23	13	4	97

ESTUDIO Y DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA VÍA URBANA DE BAJO TRÁNSITO EN
LA CARRERA 5 ENTRE LAS CALLES 1,2, Y 3 DEL MUNICIPIO DE NILO CUNDINAMARCA

FORMATO NUMERO 1: CONTEO MANUAL DE TRANSITO VEHICULAR

TABLA DE CONVENCIONES			A: NILO CUNDINAMARCA			
TIPO DE VEHICULO	AUTOMOVIL, CAMPERO, CAMIONETA, MICROBUS	MICROBUS, BUSETA	C2 - CAMION PEQUEÑO	C2- CAMION GRANDE	C3- CAMION	TOTAL
SENTIDO	A	A	A	A	A	
HORA	SABADO 17 DE AGOSTO DEL 2019					
6:00-7:00 Am	5	1	1	2		12
7:00-8:00 Am	2		3	4	1	2
8:00-9:00 Am	1		1	2		9
9:00-10:00 Am	4	1	1	2		8
10:00-11:00 Am	1	1		1		3
11:00-12:00 Pm	2		1	2		10
12:00-1:00 Pm	4	1	2	2		11
1:00-2:00 Pm	3	1	2	1		7
2:00-3:00 Pm	3	1	3	1		6
3:00-4:00 Pm	5	1	1	1	1	5
4:00-5:00 Pm	3		2	1	1	6
5:00-6:00 Pm	2	1	2	2		3

6:00-7:00 Pm	4	1	1	2		7
TOTAL	39	9	20	23	3	94

ESTUDIO Y DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA VÍA URBANA DE BAJO TRÁNSITO EN LA
CARRERA 5 ENTRE LAS CALLES 1,2, Y 3 DEL MUNICIPIO DE NILO CUNDINAMARCA

FORMATO NUMERO 1 : CONTEO MANUAL DE TRANSITO VEHICULAR

TABLA DE CONVENCIONES

A: NILO CUNDINAMARCA

TIPO DE VEHICULO	AUTOMOVIL, CAMPERO, CAMIONETA, MICROBUS	MICROBUS, BUSETA	C2 -CAMION PEQUEÑO	C2-CAMION GRANDE	C3- CAMION	TOTAL
SENTIDO	A	A	A	A	A	
HORA	DOMINGO 18 DE AGOSTO DEL 2019					
6:00-7:00 Am			3	2		12
7:00-8:00 Am			3	4		2
8:00-9:00 Am	1	1	1	1		9
9:00-10:00 Am	1	1	1	2		8
10:00-11:00 Am	4	1		2	1	3
11:00-12:00 Pm	2	1	2	2		10
12:00-1:00 Pm	4	1	2	1		11
1:00-2:00 Pm	3	2	2	1	1	7
2:00-3:00 Pm	3	1	1	1		6
3:00-4:00 Pm	4	1	3	1		5
4:00-5:00 Pm	2	3	2	1		6

5:00-6:00 Pm	3	1	2	2		3
6:00-7:00 Pm	1	1	1	2		7
TOTAL	28	14	23	22	2	89

Anexo F. Transito promedio diario

TRANSITO PROMEDIO DIARIO						
TIPO DE VEHICULO	AUTOMOVIL, CAMPERO, CAMIONETA, MICROBUS	MICROBUS, BUSETA	C2 - CAMION PEQUEÑO	C2- CAMION GRANDE	C3- CAMION	TOTAL, NETO
SENTIDO	A	A	A	A	A	
TOTAL, SEMANA	273	78	134	128	21	
%	44,44	11,11	18,88	17,77	7,8	

TPD	
LUNES 12 DE AGOSTO DEL 2019	90
MARTES 13 DE AGOSTO DEL 2019	95
MIERCOLES 14 DE AGOSTO DEL 2019	94
JUEVES 15 DE AGOSTO DEL 2019	75
VIERNES 16 DE AGOSTO DEL 2019	97

SABADO 17 DE AGOSTO DEL 2019	94
DOMINGO 18 DE AGOSTO DEL 2019	89
TOTAL	634
TPD	90,57142857

Anexo G. Fotos de campo

Ilustración L. Levantamiento topográfico



Ilustración M. Levantamiento topográfico



Ilustración N. Compactación de suelo



Ilustración O. Esclerómetro de bolsillo



Ilustración P. Delimitación para extraer muestra de suelo



Ilustración Q. Penetrometro Dinámico de Cono PDC



Ilustración R. extracción de material de la vía (adoquinado)



Ilustración S. Aplanacion de material después de extraer



Ilustración T. Patologías

