



Apoyo en el planteamiento, diseño y ejecución de proyectos de vías terciarias en la empresa Consicor.

Alejandra Montoya Montaña

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Civil

Tutor

Asesor Interno: Juan Guillermo Jaramillo Gaviria, Magíster (MSc)

Asesor Externo: Jefry Zea Buritica. Especialista (Esp)

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil
Medellín, Antioquia, Colombia
2021

Cita	(Montoya Montaña, 2021)
Referencia	Montoya Montaña, A., (2021). <i>Apoyo en el planteamiento, diseño y ejecución de proyectos de vías terciarias en la empresa Consicor</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Elija un elemento.

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Claudia Helena Muñoz Hoyos.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVOS	8
MARCO TEÓRICO	9
5.1 Vías terciarias	9
5.2 Pavimento	9
5.2.1 Parámetros para seleccionar el tipo de pavimento	10
5.2.2 Pavimento rígido	10
5.2.3 Placa huella	13
5.3 Proyectos tipo	14
5.4 Diseño del pavimento	15
5.5 Ensayos de laboratorio	15
METODOLOGÍA	17
6.1 Diagnostico	17
6.1.1 Descripción e ilustración del problema que presentan la vía a intervenir	17
6.1.2 Antecedentes del problema	17
6.1.3 Justificación del problema	17
6.2 Formulación y estructuración del proyecto	17
6.2.1 Línea de investigación	18
6.2.2 Topografía	18
6.2.3 Plan de Adaptación de la Guía Ambiental – PAGA	18
6.2.4 Estudio de suelos	19
6.2.5 Estudio de tránsito	19
6.2.6 Informe geológico	19
6.2.7 Informe de geotecnia	19
6.2.8 Estudio de hidrología	20
6.2.9 Plan de Manejo de Transito- PMT	20
6.2.10 Diseño de la vía	20
6.2.11 Presupuesto de obra	21
6.2.12 Cronograma de actividades	21
6.3 Proceso constructivo	21
RESULTADOS Y ANÁLISIS	23
7.1 Localización del proyecto	23
7.2 Contrato de obra publica	24
7.3 Topografía:	24
7.4 Estudio de suelos	26
.....	27
7.5 Estudio de transito	28
7.6 Ensayo California Bearing Ratio- CBR	29
7.7 Diseño de pavimentos	30
7.8 Diseño geométrico	30
7.9 Proceso constructivo	33
7.10 Registro fotográfico	34
CONCLUSIONES	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXO 1	41
ANEXO 2	42

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Capas del pavimento rígido. Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto. INVIAS	11
Ilustración 2. Placa huella. Fuente: Cartilla de procedimiento constructivo en infraestructura vial para placa huella en concreto hidráulico para bajos volúmenes de tránsito - Liz, E.A & Rugeles, N.F.	14
Ilustración 3. Localización Damas. Fuente: informes de Consicor S.A.S.	23
Ilustración 4. Topografía de la vía ubicada en Damas (Nariño). Fuente: informes de Consicor S.A.S.	25
Ilustración 5. Curva granulométrica. Fuente: informes de Consicor S.A.S.	27
Ilustración 6. Volumen de vehículos por día. Fuente: informes de Consicor S.A.S.	29
Ilustración 7. Diseño geométrico en vías. Fuente: informes de Consicor S.A.S.	32

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos de los materiales de la sub-rasante. Fuente: Especificación técnica: rellenos para conformación de la subrasante – Alcaldía Mayor de Bogotá	12
Tabla 2. Requisitos de los agregados para sub bases granulares. Fuente: Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción para proyectos de infraestructura vial y espacio público en Bogotá D.C.- Alcaldía Mayor de Bogotá.....	13
Tabla 3. Algunos de los ensayos que se realizan por Consicor S.A.S en el proceso constructivo. Fuente: elaboración propia	15
Tabla 4. Información del contrato. Fuente: informes de Consicor S.A.S.	24
Tabla 5. Resultados humedad natural del suelo. Fuente: informes de Consicor S.A.S.	26
Tabla 6. Resultados de granulometría. Fuente: informes de Consicor S.A.S.....	26
Tabla 7. Clasificación USCS y límites. Fuente: informes de Consicor S.A.S.	27
Tabla 8. Transito semanal promedio en la vereda Damas. Fuente: informes de Consicor S.A.S.....	28
Tabla 9. CBR promedio en Damas. Fuente: informes de Consicor S.A.S.....	30
Tabla 10. Actividades que se realizaran en Damas. Fuente: informes de Consicor S.A.S.	33

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 001. Perforación, nivelación de terreno.....	35
Foto 002. Excavación a maquina.....	35
Foto 003. Base granular	35
Foto 004. Llenos con material de excavación	35
Foto 005. Acero corrugado.....	35
Foto 006. Construcción de obra.....	35
Foto 007. Concreto para pavimento MR4.....	36
Foto 008. Texturizado del concreto	36
Foto 009. STI Dovela lisa	36
Foto 010. STI Dovela lisa terminación con tapa	36
Foto 011. Refuerzo corrugado en losas y sobre anchos.....	36
Foto 012. Refuerzo corrugado en cunetas.....	36
Foto 013. Construcción cuneta.....	37
Foto 014. Via Damas	37
Foto 015. Construcción de dentellón	37

APOYO EN EL PLANTEAMIENTO, DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE VIAS TERCIARIAS EN LA EMPRESA CONSICOR.

RESUMEN

En el presente informe se describe el trabajo de práctica empresarial como estudiante de ingeniería civil desarrollado en la empresa Consicor S.A.S durante el periodo del 23 de mayo de 2021 al 23 de septiembre del 2021, en el cual se mostrará todo el procedimiento para formular, evaluar, programar y ejecutar un proyecto de vía terciaria, y en el cual prima como objetivo principal diseñar una vía segura, cómoda y que cumpla con las especificaciones técnicas pertinentes, además de garantizar durante el proceso la economía y funcionalidad.

Durante el tiempo de prácticas se ejecutaron varios proyectos con diferentes tipos de pavimento; placa huella y pavimento rígido, se realizaron los estudios pertinentes, el diseño de la vía proyectado, programación y acompañamiento en obra. De esta forma, se presentaron los proyectos para realizarlos con regalías y en aquellos donde Consicor S.A.S obtuvo el contrato se ejecutaron los proyectos. Actualmente, se tienen proyectos en varios municipios de Antioquia, algunos de ellos son: Sonsón, Nariño, Angelópolis, Argelia, Sopetrán. Algunos de los de los municipios tienen proyectos de vías terciarias urbanas, otros de vías terciarias rurales y otros tienen ambas.

Para la realización de estudios, diseños y construcción se sigue un lineamiento definido por la empresa, que a su vez se realiza con los procedimientos descritos en las normas técnicas del Instituto Nacional de Vías – INVIAS, con el fin de entregar al cliente un proyecto seguro, económico y funcional.

INTRODUCCIÓN

Las obras viales de ingeniería realizadas en los municipios son una parte vital para el progreso de una región, las cuales tienen como propósito facilitar las actividades humanas en el marco del desarrollo y evolución de las comunidades impactadas. El tejido vial terciario es de vital importancia para las comunidades pues permite la comunicación entre veredas o corregimientos, y las cabeceras municipales; facilitando el acceso, mejorando la economía y teniendo un gran impacto sobre las comunidades.

Estas vías se pueden realizar con diferentes modelos, ya sea pavimento rígido, placa huella o pavimento flexible, y como toda obra de ingeniería necesitan estudios que den el parte de seguridad y viabilidad técnica de su ejecución.

Para garantizar la correcta ejecución de la obra se debe realizar previamente un estudio detallado en diferentes áreas de la ingeniería; comenzando por la geología, geotecnia y estudio de suelos para identificar con claridad el comportamiento del suelo y sus propiedades, topografía para determinar el alineamiento de la vía, un estudio de tránsito que permita determinar las cargas a las que estará sometida la vía, un estudio de impacto ambiental y la hidrología presente en la zona. Con toda esta información junto con las especificaciones técnicas y las normativas vigentes (AASHTO e INVIAS) se realiza un correcto diseño vial. Para evaluar la viabilidad del proyecto ya con un diseño definitivo, se realiza un cronograma, presupuesto de obra y se elabora el plan de operaciones. Ya aprobada la parte técnica y determinada la viabilidad del proyecto se realiza el trabajo en campo donde se debe garantizar la implementación y correcta ejecución de toda la planificación del proyecto.

Lo que se busca con esta práctica académica, es reforzar los fundamentos teóricos, técnicos y prácticos en toda la ejecución de una vía que va desde su etapa inicial; el estudio de suelos hasta su ejecución en campo, de los proyectos que se realicen en la empresa Consicor. Acompañando y aportando en cada una de las áreas y etapas del proyecto, proponiendo mejoras en los procesos realizados que garanticen mayor eficacia y eficiencia en la ejecución de cada una de las actividades.

OBJETIVOS

Apoyar el proceso de diseño y ejecución de proyectos en el área de construcción de vías terciarias de la empresa Consicor S.A.S. Tomando como base todos los estudios pertinentes, especificaciones técnicas y la norma vigente tanto para los ensayos como para los diseños.

Objetivos específicos

- Realizar todos los informes pertinentes para la construcción de una vía, basándose en los resultados de laboratorios y estudios.
- Realizar diseños de estructuras de pavimento, que sean seguras, practicas, económicas y que cumplan con la normativa vigente.
- Estudiar y determinar la viabilidad de un proyecto.
- Acompañar en el proceso constructivo y de ejecución de una vía terciaria.

MARCO TEÓRICO

En la actualidad las condiciones viales de la mayoría de las vías terciarias dificulta la intercomunicación terrestre de la población rural con el casco urbano, debido a sus malas condiciones, con una superficie de rodadura insegura y en algunos casos inestables. Estas condiciones tienden a ser mucho más críticas en invierno.

El mejoramiento de condiciones viales presenta una alternativa de solución que contribuye a la calidad y servicio de la infraestructura vial, permitiendo un tránsito seguro y teniendo un gran impacto positivo en las comunidades; pues se facilita el transporte de pasajeros y además el transporte de alimentos, que en estas zonas suele ser la mayor fuente de ingresos.

5.1 Vías terciarias

Las vías se clasifican según la entidad territorial que las administra, las características propias y finalmente por su ancho. Las vías terciarias; Son las que dependen administrativamente de los municipios. Dependiendo de la importancia que tengan pueden estar pavimentadas o no, algunas pueden unir dos o más municipios sin llegar a ser departamentales. En principio con esta red se sirve a las veredas y a los caseríos. (Departamento nacional de planeación, 2018)

5.2 Pavimento

el pavimento es un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía y deben resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñada la estructura y el efecto degradante de los agentes climáticos. (INVIAS, 2013)

5.2.1 Parámetros para seleccionar el tipo de pavimento

La selección del tipo de pavimento está determinada por muchas variables entre las que están los criterios técnicos, los factores económicos del país o de la zona, de las fuentes de materiales, su idoneidad y distancia de acarreo, ahorros en energía, materiales y otros que en determinadas ocasiones pueden inclinar la decisión hacia un pavimento, como pueden ser las condiciones ambientales o la disponibilidad de equipos y de mano de obra. (INVIAS, 2008)

En la empresa Consicor S.A.S los dos tipos de pavimento más realizados son pavimento rígido y placa huella.

5.2.2 Pavimento rígido

Fundamentalmente está constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyado sobre la sub-rasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina sub-base del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la sub-rasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento. (Ministerio del Transporte, 2002)

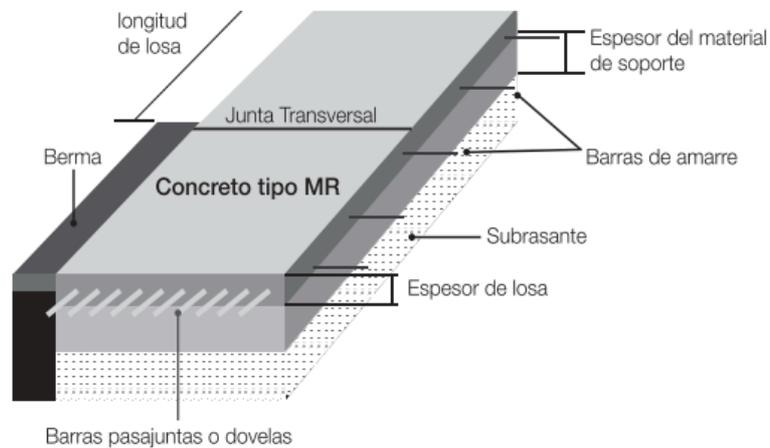


Ilustración 1. Capas del pavimento rígido. Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto. INVIAS

5.2.2.1 Sub-rasante

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño. (Universidad Nacional Autónoma de México, 2016).

Todos los materiales que se empleen en la construcción de rellenos para conformación de la sub-rasante deberán provenir de las excavaciones de la explanación, de préstamos laterales o de fuentes aprobadas; deberán estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica,

raíces y otros elementos perjudiciales. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011)

Tabla 1. Requisitos de los materiales de la sub-rasante. Fuente: Especificación técnica: rellenos para conformación de la subrasante – Alcaldía Mayor de Bogotá

Tipo de Material	Norma de Ensayo	Seleccionados	Adecuados	Tolerables
Tamaño máximo	INV-E-123-07	75 mm	100 mm	150 mm
Pasa tamiz de 75 μ m (No.200)	INV-E-123-07	\leq 25% en peso	\leq 35% en peso	\leq 35% en peso
Pasa tamiz de 2 mm (No 10)	INV-E-123-07	\leq 80% en peso	\leq 80% en peso	-
C.B.R. de laboratorio (1)	INV-E-148-07	\geq 10 %	\geq 5 %	\geq 3%
Expansión en prueba C.B.R.	INV-E-148-07	0%	< 2%	<2%
Contenido de materia orgánica	INV-E-121-07	0%	< 1%	<2%
Límite líquido	INV-E-125-07	< 30	<40	<40
Índice plástico	INV-E-126-07	<10	<15	-

5.2.2.2 Sub base

Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de sub-rasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la sub base. La sub base debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento. Se utiliza además como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares (Universidad Nacional Autónoma de México, 2016).

Los materiales utilizados para la sub base deben cumplir con los siguientes requerimientos.

Tabla 2. Requisitos de los agregados para sub bases granulares. Fuente: Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción para proyectos de infraestructura vial y espacio público en Bogotá D.C.- Alcaldía Mayor de Bogotá.

Ensayo		Norma de Ensayo	Clase de Subbase Granular			
			SBG_PEA	SBG_C	SBG_B	SBG_A
Dureza						
Desgaste Los Angeles	- En seco, 500 revoluciones, % máximo	INV E-218-07	50	45	40	40
Micro Deval, % máximo	- Agregado Grueso	INV E-238-07	NA	35	35	30
10% de finos	- Valor en seco, kN mínimo - Relación húmedo/seco, % mínimo	INV E-224-07	NA	40 65	50 70	60 75
Durabilidad						
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220-07	18	18	18	18
Limpieza						
Límite Líquido, % máximo		INV E-125-07	40	25	25	25
Índice de Plasticidad, % máximo		INV E-126-07	10	6	3	3
Equivalente de Arena, % mínimo (1)		INV E-133-07		18	18	20
Valor de Azul de Metileno, máximo		INV E-235-07		10	10	10
Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo		INV E-211-07		2	2	2
Geometría de las Partículas						
Partículas Fracturadas Mecánicamente, % mínimo	- 1 cara - 2 caras	INV E-227-07	NA NA	NA NA	NA NA	50 30
Índice de Aplanamiento, % máximo (2)		INV E-230-07	NA	NA	NA	NA
Índice de Alargamiento, % máximo (3)		INV E-230-07	NA	NA	NA	NA
Angularidad del Agregado Fino, % mínimo (RO)		INV E-239-07	NA	NA	NA	NA
Capacidad de Soporte						
CBR, % mínimo - Referido al 95 % de la densidad seca máxima, según el ensayo INV E-142 -07 (AASHTO T 180), método D, después de 4 días de inmersión.		INV E-148-07	20	30	40	60

5.2.2.3 Losa

Es la capa superior de la estructura de pavimento, construida con concreto hidráulico, por lo que, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, basan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la sub-rasante, dado que no usan capa de base (Universidad Nacional Autónoma de México, 2016).

5.2.3 Placa huella

La Placa-huella en concreto es un sistema de pavimentación para vías de bajos volúmenes de tránsito, en el cual se pavimentan únicamente las huellas por donde

circulan las ruedas de los vehículos, la separación entre las franjas de concreto se rellena con piedra pegada, un material con las características de concreto ciclópeo, rocas distribuidas adecuadamente y pegadas con concreto, dependiendo del ancho de la vía se construyen cunetas y bordillos en concreto para proveer la vía de un sistema de drenaje superficial, si se requiere la separación entre la parte exterior de cada placa-huella y la cuneta se rellena también con piedra pegada (Orobio, A & Orobio, J.C., 2016).

El pavimento con Placa-huella constituye una solución para vías terciarias de carácter vereda que presentan un volumen de tránsito bajo con muy pocos buses y camiones al día siendo los automóviles, los camperos y las motocicletas el mayor componente del flujo vehicular. (INVIAS, 2017)

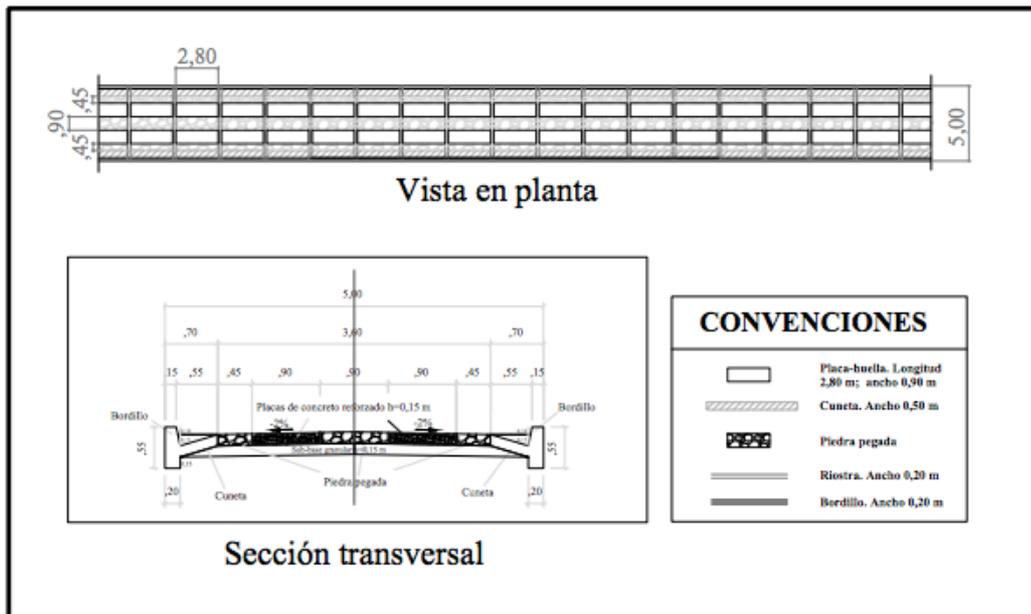


Ilustración 2. Placa huella. Fuente: Cartilla de procedimiento constructivo en infraestructura vial para placa huella en concreto hidráulico para bajos volúmenes de tránsito - Liz, E.A & Rugeles, N.F.

5.3 Proyectos tipo

Para el caso del sector transporte, el INVIAS ha desarrollado especificaciones generales de construcción de carreteras, adoptadas por el ministerio de transporte

que son de uso generalizado en la estructuración de proyectos de infraestructura vial y que son base para la elaboración de este proyecto tipo. Para su uso se requiere siempre la versión vigente publicada según las actualizaciones que realice el instituto y un análisis en que se verifique si las condiciones planteadas en la especificación general coinciden con las previstas para el proyecto (Departamento Nacional de Planeación, 2018).

5.4 Diseño del pavimento

En el diseño del pavimento es necesario tener en cuenta varios elementos, de los cuales los más importantes son la capacidad de soporte del suelo, el tránsito que circulará sobre la estructura durante todo su periodo de diseño, las condiciones climáticas y los materiales con que se construirá (INVIAS, 2008).

5.5 Ensayos de laboratorio

Para garantizar la calidad de las obras realizadas el constructor debe entregar los resultados de algunos ensayos de laboratorios, para demostrar y comprobar que se cumple con todas las especificaciones técnicas según la necesidad del proyecto. Algunos de los ensayos que se realizan por Consicor S.A.S en el proceso constructivo se relacionan en la tabla 3.

Tabla 3. Algunos de los ensayos que se realizan por Consicor S.A.S en el proceso constructivo. Fuente: elaboración propia

No	ENSAYO DE LABORATORIO	Especificaciones	NORMA
01	Resistencia a flexión del concreto	Para proyectos con baja producción diaria, se deben realizar 4 vigas para el ensayo por cada 100 m ³ de concreto instalado.	INV E 414
02	Ensayo de compresión con muestras cilíndricas	Se realizan muestras cilíndricas por lo menos cada 100 m ³ de concreto instalado, las cuales se fallan dos a siete días y dos a veintiocho días.	INV E-410

03	Ensayo de tracción indirecta	Se realizan muestras cilíndricas por lo menos cada 100 m ³ de concreto instalado, las cuales se fallan dos a siete días y dos a veintiocho días.	INV E-411
04	Ensayo de compactación de Proctor modificado	Se toma de la base granular, se debe indicar la humedad de la base para su compactación óptima.	INV E-142
05	Ensayo de densidad en campo de la base granular	Se debe controlar que cumplan con al menos el 95% de la compactación obtenida.	INV-161-13

METODOLOGÍA

Para el planteamiento, diseño y realización de vía se sigue una estructura básica, la cual se ajusta a las necesidades del proyecto, en la empresa Consicor S.A.S se busca brindar un servicio integral, donde la formulación del proyecto sea de la mejor calidad, optimo, económicamente viable y que cumpla con los plazos establecidos. Todos los proyectos formulados durante el proceso de prácticas se realizaron siguiendo la siguiente estructura:

6.1 Diagnóstico

En esta etapa de proyecto se describe e identifica la problemática, se realizan visitas en campo y se busca conocer las condiciones viales en la zona del proyecto.

6.1.1 Descripción e ilustración del problema que presentan la vía a intervenir

Se describe más a detalle el tramo de la vía que se va a intervenir y se muestran fotos del tramo. Se debe identificar la población afectada, el estado de la vía y su entorno.

6.1.2 Antecedentes del problema

Se hace un estudio del estado y deterioro de la vía en los últimos años, causas de la falta de inversión y conservación de las vías.

6.1.3 Justificación del problema

Se identifica con una visita en campo y recursos fotográficos su localización geográfica, superficie de rodadura, diseño geométrico, tránsito, geotecnia, hidrología, mantenimiento y otros aspectos que influyen en el deterioro de la vía, generando dificultad e inseguridad para las personas que transitan la vía.

6.2 Formulación y estructuración del proyecto

En esta etapa del proyecto se realizan los respectivos informes, se adaptan a los requerimientos del municipio, estos deben contener información detallada y un

análisis donde se den las recomendaciones pertinentes para la zona estudiada. Posteriormente se realiza un diseño geométrico y estructural del pavimento.

6.2.1 Línea de investigación

Consiste en la recopilación de información sobre las políticas y programas realizados en la región para el mantenimiento de las vías terciarias, también, se recopila información acerca de manuales existentes utilizados para la conservación de este tipo de vías, y por último se indaga sobre el estado actual de estas vías, con el fin de identificar las problemáticas en la conservación de la red vial terciaria.

6.2.2 Topografía

En Consicor S.A.S esta etapa del proyecto se realiza por subcontrato, la empresa contratada realiza un levantamiento topográfico donde se determina la superficie, área de la vía, ubicación geográfica y cualquier cambio en el terreno, la empresa entrega una cartera de puntos, un informe topográfico y un diseño topográfico en AutoCAD.

6.2.3 Plan de Adaptación de la Guía Ambiental – PAGA

Para los proyectos donde no se requiere licencia ambiental para ser ejecutados, como el mejoramiento, rehabilitación u operación de vías, entre otros proyectos, el instrumento que se utiliza en el área ambiental es el Plan de Adaptación de la Guía Ambiental – PAGA.

Para realizar el PAGA se tienen en cuenta los lineamientos definidos en la Guía Ambiental del INVIAS, y se adaptan a los objetivos y necesidades del proyecto. Se deben identificar condiciones del sitio antes de la intervención, obras a construir, ecosistemas afectar, población beneficiada y actividades constructivas a desarrollar. Una vez definidos todos estos parámetros se deben definir todos los permisos ambientales que se requieran, identificar y evaluar el impacto que se tendrá en la zona y plantear medidas de manejo ambiental

que contrarresten el impacto generado y por último estimar un presupuesto para poder llevar a cabo el PAGA durante la construcción de la obra.

6.2.4 Estudio de suelos

Para el desarrollo de este informe se presentan las condiciones encontradas durante los recorridos de campo y la campaña exploratoria que se realiza para el mejoramiento de una vía terciaria. El documento recopilado analiza y procesa información de las siguientes actividades: exploración de campo, ensayos de laboratorio, características geológicas y geomorfología disponible. Unos de los ensayos más realizados son el ensayo de penetración estándar-SPT y ensayo California Bearing Ratio-CBR, para clasificar el suelo, límites de consistencia, granulometría, humedad natural y resistencia.

6.2.5 Estudio de tránsito

Este informe se da en cuatro etapas; recolección y análisis de información, modelación de situación actual y con proyecto, pronóstico del tránsito y evaluación de alternativas. Su elaboración se da en base a lineamientos nacionales, regionales y distritales establecidos dentro de la normativa vigente y criterios técnicos dados por las entidades para este tipo de proyectos.

6.2.6 Informe geológico

Se identifican y caracterizan materiales u otros elementos geológicos en las zonas de interés; cartografiando unidades de roca, depósitos en el tramo de la vía y unidades geológicas. Por último, se localizan, caracterizan y describen procesos actuales de erosión que puedan disminuir la funcionalidad de la vía.

6.2.7 Informe de geotecnia

Se recopila información de varios estudios e informes existentes; laboratorio de suelos, caracterización geológica y geomorfológica, además se hace una exploración de campo, a partir de esto y rigiéndose por la norma vigente, se

realizan recomendaciones geotécnicas, bien sea de la conformación de la vía o obras necesarias para el desarrollo de proyecto.

6.2.8 Estudio de hidrología

En Consicor S.A.S. se subcontrata el estudio de hidrología, en el estudio se presentan parámetros necesarios para determinar caudales de diseño que se tienen en el tramo de la vía; se calcula la esorrentía, intensidad de la lluvia la cual se determina con ayuda de valores máximos de precipitación dados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM, se calculan caudales que la berma debe transporta y se realiza una verificación de capacidad hidráulica de las estructuras para compararlas con los caudales de diseño y ver que no sobre pasen su capacidad.

6.2.9 Plan de Manejo de Transito- PMT

El objetivo de este documento es mitigar el impacto generado por las obras durante la ejecución del proyecto, brindando un ambiente seguro para los conductores, peatones, ciclistas y personal de obra, cumpliendo las normas establecidas para la regulación del tránsito y evitando accidentes.

6.2.10 Diseño de la vía

Para realizar el diseño de pavimento de la vía se toman los datos y valores obtenidos en todos los informes anteriormente mencionados, y se determinan y calculan parámetros para unificarlos todos en un diseño que contemple y tenga en cuenta cada uno de los factores del entorno de la vía.

El diseño geométrico de la vía que se realiza con base a la topografía y geotecnia del lugar. En este se determinan características geométricas tales como; alineamiento vertical, alineamiento horizontal, secciones transversales y diagrama de peraltes.

6.2.11 Presupuesto de obra

Este se utiliza como insumo para la parte constructiva, el encargado de realizar el presupuesto lo hace con el método de precios unitarios, en este se cotizan todos los trabajos que deben ser realizados en la obra, en primera instancia se calculan las cantidades necesarias para cada actividad con el diseño de la vía, se hace un sub análisis de materiales que son compuestos, luego se pasa a un análisis de precios unitarios- APU por actividad que incluye los materiales con sus respectivas cantidades, mano de obra, transporte, herramienta menor y cualquier otro costo que genera la actividad.

Estos APU van con sus respectivos precios que en la mayoría de casos son sacados de páginas oficiales o almacenes, se recomienda averiguar los precios en la zona del proyecto pues los costos pueden variar y el presupuesto debe ser lo más cercano a la realidad posible.

6.2.12 Cronograma de actividades

Se utiliza como insumo para el proceso constructivo, en este se establecen tiempos para cada una de las actividades, esto haciendo un análisis de los procedimientos constructivos, se establece cantidad de trabajadores que se necesita para cada actividad, recursos necesarios, rendimiento de los trabajadores dependiendo de la actividad y se evalúa la sucesión de la actividad, haciendo un orden cronológico de estas y con sus respectivos tiempos calculamos la duración de proceso.

6.3 Proceso constructivo

En este ítem se describirán los procesos constructivos para llevar a cabo la ejecución de la vía, esta se realiza por fases, sucesivas o traslapadas en el tiempo. Las actividades se ajustan dependiendo de la zona y el proyecto como tal, sin embargo,

a nivel general primero se realiza un diagrama de proceso constructivo básico para el tipo de estructura que se tiene, en este caso vías, por lo que debe cumplir con las Especificaciones Generales de Carreteras del INVIAS 2012, donde se establecen estándares de calidad. Además, durante todo el proceso constructivo se deben estar realizando todos los ensayos de laboratorios mencionados en el marco teórico, pues son exigidos por la normativa legal vigente y garantizan la calidad del procedimiento.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Durante el proceso de practica se formularon varios proyectos, pero en uno de los proyectos en los que apoyé tanto la formulación, estructuración y el proceso constructivo es el de la construcción de una vía terciaria en pavimento rígido ubicada en el oriente Antioqueño. Este proyecto se trata de un mejoramiento vial, pues no hay apertura, se tiene una vía no pavimentada en mal estado que no cuenta con las condiciones óptimas para transitar, en el proyecto se construirán 200 metros pavimento rígido, esta obra incluye una obra transversal de alcantarillado, cunetas y losas de aproximación al inicio y al final de la construcción.

7.1 Localización del proyecto

El municipio de Nariño se localiza, en el suroriente del departamento de Antioquia, a los $5^{\circ} 36' 30''$ de latitud norte y a los $75^{\circ} 10' 35''$ de longitud al oeste del meridiano de Greenwich. Su extensión total es de 313 kilómetros cuadrados, de los cuales, 167 están en clima frio, 82 en clima medio, 57 en paramuno y 7 en clima cálido (Cornare,2011).

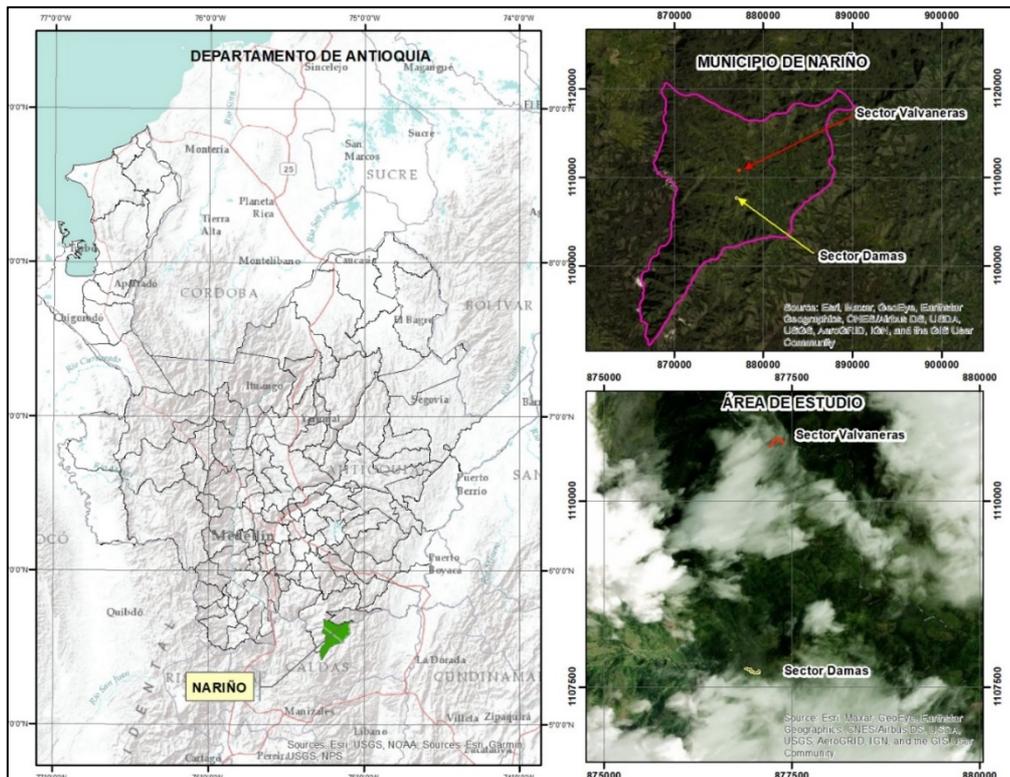


Ilustración 3. Localización Damas. Fuente: informes de Consicor S.A.S.

7.2 Contrato de obra publica

El contrato de obra pública mediante el cual se adjudica el proyecto que tiene como objeto mejorar la vía terciaria de los sectores Damas y Balvanera del municipio de Nariño, Antioquia se ilustra en la siguiente tabla.

Tabla 4. Información del contrato. Fuente: informes de Consicor S.A.S.

CONTRATO N°	2021.020
CONTRATISTA	CONSICOR S.A.S
NIT/CC:	900.559.654-1
CONTRATANTE	Municipio de Nariño
OBJETO DEL CONTRATO	“MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA DE LOS SECTORES DAMAS Y BALVANERA DEL MUNICIPIO DE NARIÑO ANTIOQUIA”

7.3 Topografía:

Se realizo un levantamiento topográfico donde se obtuvo la siguiente planta perfil del terreno y las secciones transversales que se pueden ver en el anexo 1.

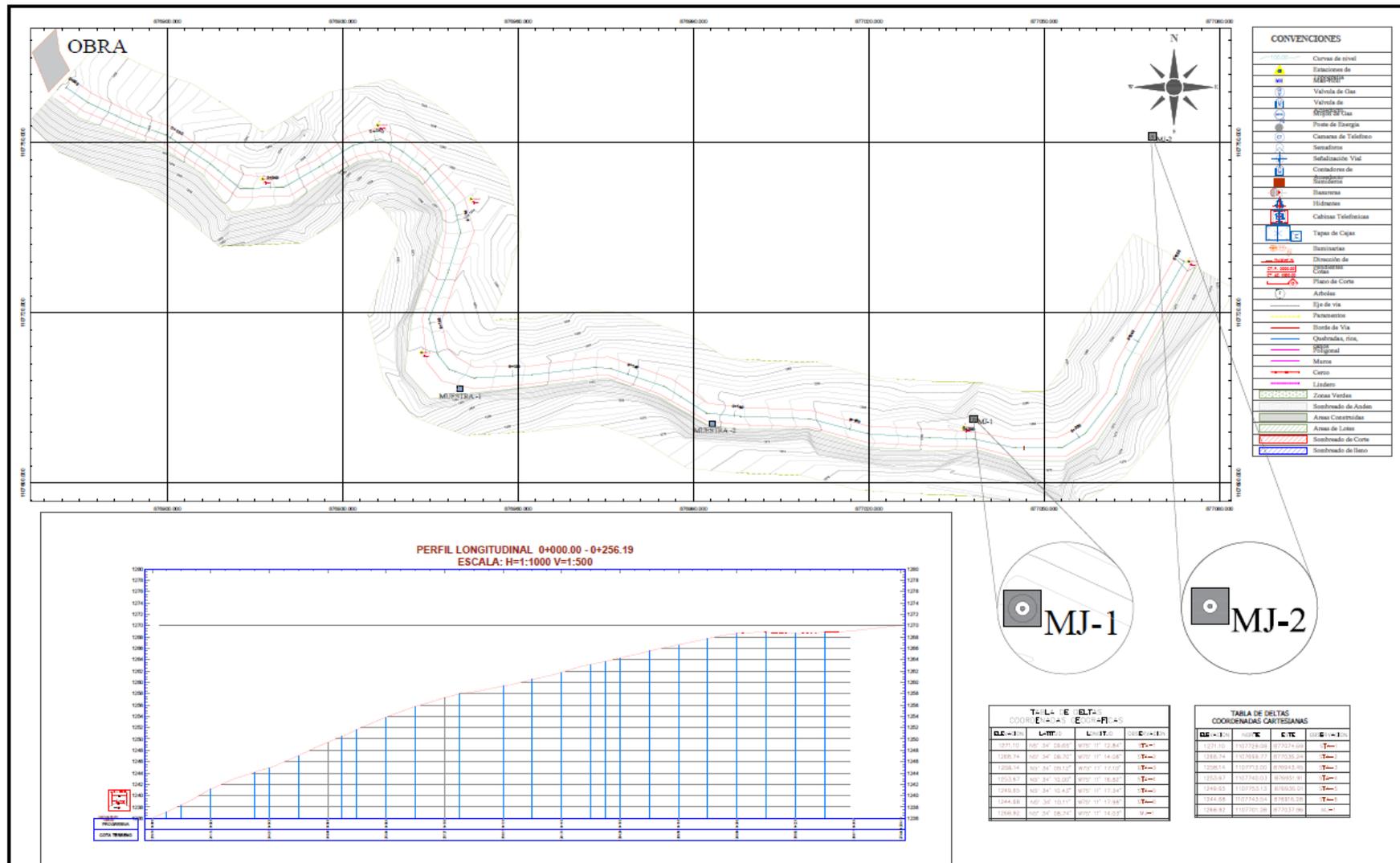


Ilustración 4. Topografía de la vía ubicada en Damas (Nariño). Fuente: informes de Consicor S.A.S.

Haciendo un análisis del levantamiento topográfico se pueden establecer que:

- La vía existente no cumple con el ancho mínimo por norma, aunque es variable tiene un ancho promedio de 3.41 metros.
- La vía tiene dos curvas que no cumplen con el radio mínimo de giro, lo que es bastante inseguro considerando que el lado derecho de la vía es un barranco.
- La vía carece de obras de drenaje.
- El terreno presenta altas pendientes, algunas de ellas superan los 30 grados.

7.4 Estudio de suelos

Tabla 5. Resultados humedad natural del suelo. Fuente: informes de Consicor S.A.S.

HUMEDAD NATURAL			
Tara No	67	84	96
Peso Tara (g)	4.13	4.08	4.07
Peso Suelo Húmedo más Tara (g)	8.70	9.42	11.33
Peso Suelo Seco más Tara (g)	8.11	8.74	10.34
% humedad	14.8	14.6	15.8
% humedad promedio	15.1		

Tabla 6. Resultados de granulometría. Fuente: informes de Consicor S.A.S.

TAMIZ	ABERTURA	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
	mm.	Wret (gr)	%	%Acum	%pasa
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100
1"	25,40	0	0	0	100
3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,52	23,22	7,08	7,08	92,92
No. 4	4,76	0,00	0,00	7,08	92,92
No. 10	2,00	1,54	0,47	7,55	92,45
No. 20	0,84	3,09	0,94	8,49	91,51
No. 40	0,42	10,15	3,09	11,58	88,42
No. 60	0,25	14,20	4,33	15,91	84,09
No. 140	0,11	19,53	5,95	21,86	78,14
No. 200	0,07	87,54	26,68	48,55	51,45
FONDO	--	26,68	8,13	56,68	43,32

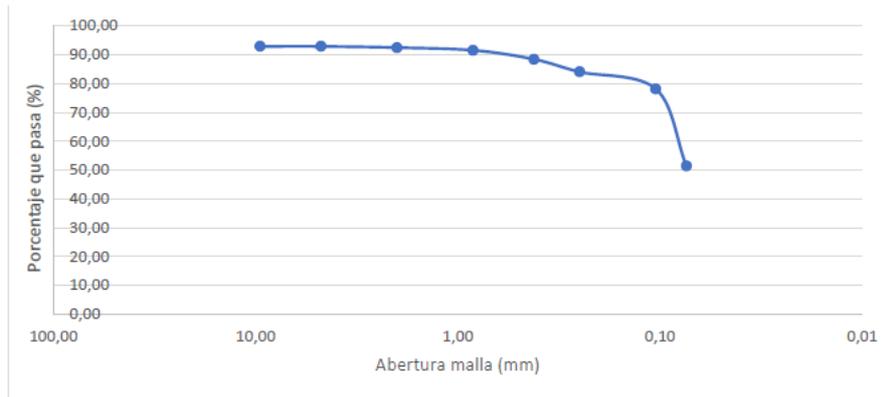


Ilustración 5. Curva granulométrica. Fuente: informes de Consicor S.A.S.

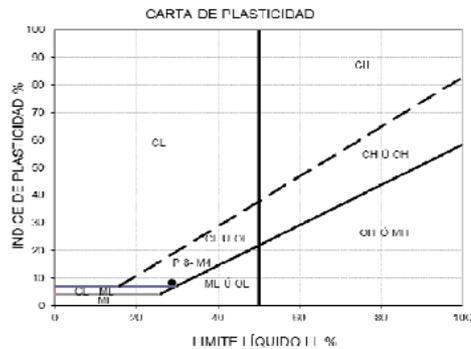
Tabla 7. Clasificación USCS y límites. Fuente: informes de Consicor S.A.S.

LÍMITE LÍQUIDO

Tara No	31	50	32
Peso tara (g)	7.6	7.7	7.46
Peso tara + Sh (g)	17.54	16.43	11.84
Peso tara + Ss (g)	15.31	14.49	10.88
% humedad	28.9	28.6	28.1
% humedad promedio	28.5		
Golpes	16		

Tara No	54	45	40
Peso tara (g)	7.65	7.96	7.77
Peso tara + Sh (g)	16.29	18.74	10
Peso tara + Ss (g)	14.62	16.64	9.58
% humedad	24.0	24.2	23.2
% humedad promedio	23.8		
Golpes	35		

Tara No	41	60	53
Peso tara (g)	7.84	7.64	7.82
Peso tara + Sh (g)	10.64	20.59	15.9
Peso tara + Ss (g)	10.06	17.82	14.2
% humedad	26.1	27.2	26.6
% humedad promedio	26.66		
Golpes	24		



LÍMITE PLÁSTICO

Tara No	55	42	56
Peso tara (g)	7.98	7.81	7.53
Peso tara + Sh (g)	11.11	11.07	10.77
Peso tara + Ss (g)	10.6	10.54	10.3
% humedad	19.5	19.4	17.0
% humedad promedio	18.6		

Límite Líquido (%)	26
Límite Plástico (%)	19
Índice Plástico (%)	7

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (USCS) PARA LA MUESTRA M1: SC

De acuerdo a la curva granulométrica observada en la ilustración 5, se puede analizar que hace referencia a una zona horizontal, la cual carece de material intermedio y hace esta asociado a un suelo discontinuo, este tipo de material no es adecuado para ser utilizado como subbase; además el suelo presenta una humedad natural de 15.1%, según los resultados de humedad natural presentados en la tabla 5, también se observa que el

suelo tiene un alto contenido de material fino ya que el 51,45 % del material pasa el tamiz numero 200 evidenciado en la tabla 6 del presente estudio.

Por otro lado, según el sistema unificado de clasificación de suelos se tiene un suelo SC- arena arcilloso, este presenta un índice de plasticidad del 7% lo cual indica una plasticidad baja.

7.5 Estudio de tránsito

Para el estudio de tránsito se puso una estación de aforo en el tramo de la vía y de acuerdo a la información obtenida en campo se procedió a calcular el tránsito promedio semanal que es el total obtenido de vehículos que transitaron por la vía en el punto de la estación de aforo.

Tabla 8. Transito semanal promedio en la vereda Damas. Fuente: informes de Consicor S.A.S.

DIA	TIPO DE VEHICULO VEREDA DAMAS									
	A	B2	C	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	TOT AL
LUNES	17	3	8	5	3	0	0	0	0	28
MARTES	25	3	7	4	1	2	0	0	0	35
MIERCO LES	12	4	8	5	3	0	0	0	0	24
JUEVES	9	2	8	5	2	1	0	0	0	19
VIERNES	14	1	5	3	2	0	0	0	0	20
SÁBADO	18	4	9	4	3	2	0	0	0	31
DOMINGO	35	5	6	3	3	0	0	0	0	46
CANTIDAD TS	130	22	51	29	17	5	0	0	0	203
CANTIDAD TPDs	19.00	4.00	9.00	5.00	3.00	1.00	0	0	0	32
% COMPOSICI ON	59.38 %	12.50 %	28.13 %	15.63 %	9.38 %	3.13 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	100%

Donde: A: automóviles

B: buses

C2: Camión de dos ejes

C2P camión pequeño

C2G camión grande.

- C3: Camión de tres.
- C4: Camión de cuatro ejes.
- C5: Camión de cinco ejes
- >C5: Camión de más de cinco ejes

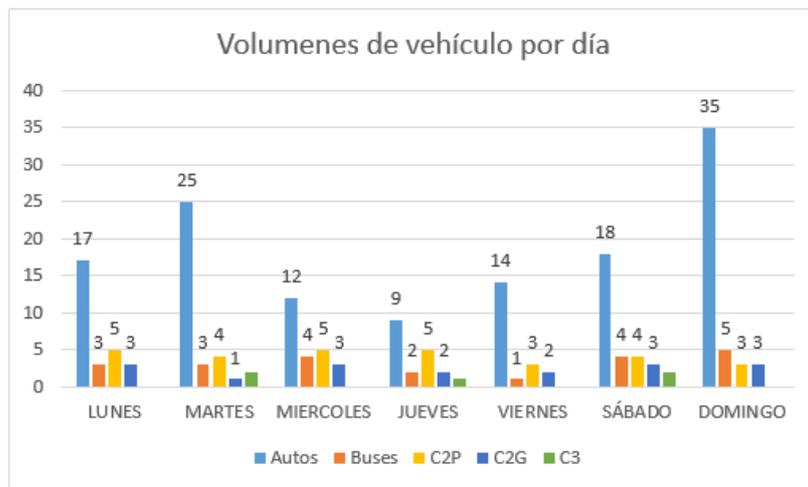


Ilustración 6. Volumen de vehículos por día. Fuente: informes de Consicor S.A.S.

El tránsito promedio Diario semanal obtenido es de muy bajo volumen, por lo que la vía presenta una categoría de To, el día en que se presenta mayor tránsito son los domingos esto puede ser debido a que en estas zonas, el domingo es el día de mercado y también se sacan los productos agrícolas para ser vendidos. Por la vía transitan C2P, C2G y C3, en su mayoría se utilizan para sacar madera o grandes cargas de panela.

7.6 Ensayo California Bearing Ratio- CBR

Se realizaron pruebas de penetración dinámica con el fin de conocer la dureza y consistencia del suelo. Los resultados obtenidos fueron:

Tabla 9. CBR promedio en Damas. Fuente: informes de Consicor S.A.S.

NUMERO ACUMULADO DE GOLPES	LECTURAS ACUMULADAS (mm)	PENETRACION ENTRE LECTURAS (mm)	PENETRACION POR GOLPE (mm)	FACTOR DEL MARTILLO	INDICE PDC mm/GOLPE	CBR (%)
0	40	0	0,00	1	0,00	
5	180	140	28,00	1	28,00	6,991
10	210	30	6,00	1	6,00	39,251
15	280	70	14,00	1	14,00	15,196
20	380	100	20,00	1	20,00	10,191
25	390	10	2,00	1	2,00	NA
30	395	5	1,00	1	1,00	NA

Los dos últimos resultados del ensayo CBR dieron mayor al 100 por ciento por lo que se descartan, el CBR promedio obtenido es de 17.9 por lo que el suelo se puede clasificar como regular, su capacidad portante no es muy alta, resultado que se encuentra dentro de lo esperado pues se tiene un suelo limo-arenoso.

7.7 Diseño de pavimentos

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el estudio de suelos, de tránsito, CBR y características de la subbase se calcula por medio de dos metodologías la AASHTO y el INVIAS el espesor de la losa, se escoge la alternativa de 15 cm de espesor de losa y un MR 4 de 45 MPa sobre una base granula de 15 cm y dovelas de transferencia lisas de 3/4" de diámetro de 35 cm de longitud espaciadas cada 30 cm; como barras de anclajes se usarán varillas de 1/2" de 85 cm de longitud espaciadas a 55 cm.

7.8 Diseño geométrico

Se realizó el diseño geométrico de la vía con ayuda del software topo3, luego fue exportado a AutoCAD y tomo como base el manual de diseño geométrico de INVIAS. En el diseño geométrico de la vía se disminuyó la pendiente aproximadamente un 2% y se realizaron dos sobreanchos, pues las curvas no cumplen con un radio mínimo. Con el diseño también se sacaron secciones transversales para poder determinar el volumen de material en llenos y cortes

necesarios para garantizar el ancho mínimo de la vía, que es de 5 metros (1.8m cada carril y 0.70m de cuneta). A continuación, se muestra la planta perfil del diseño, las secciones se pueden observar en el anexo 2.

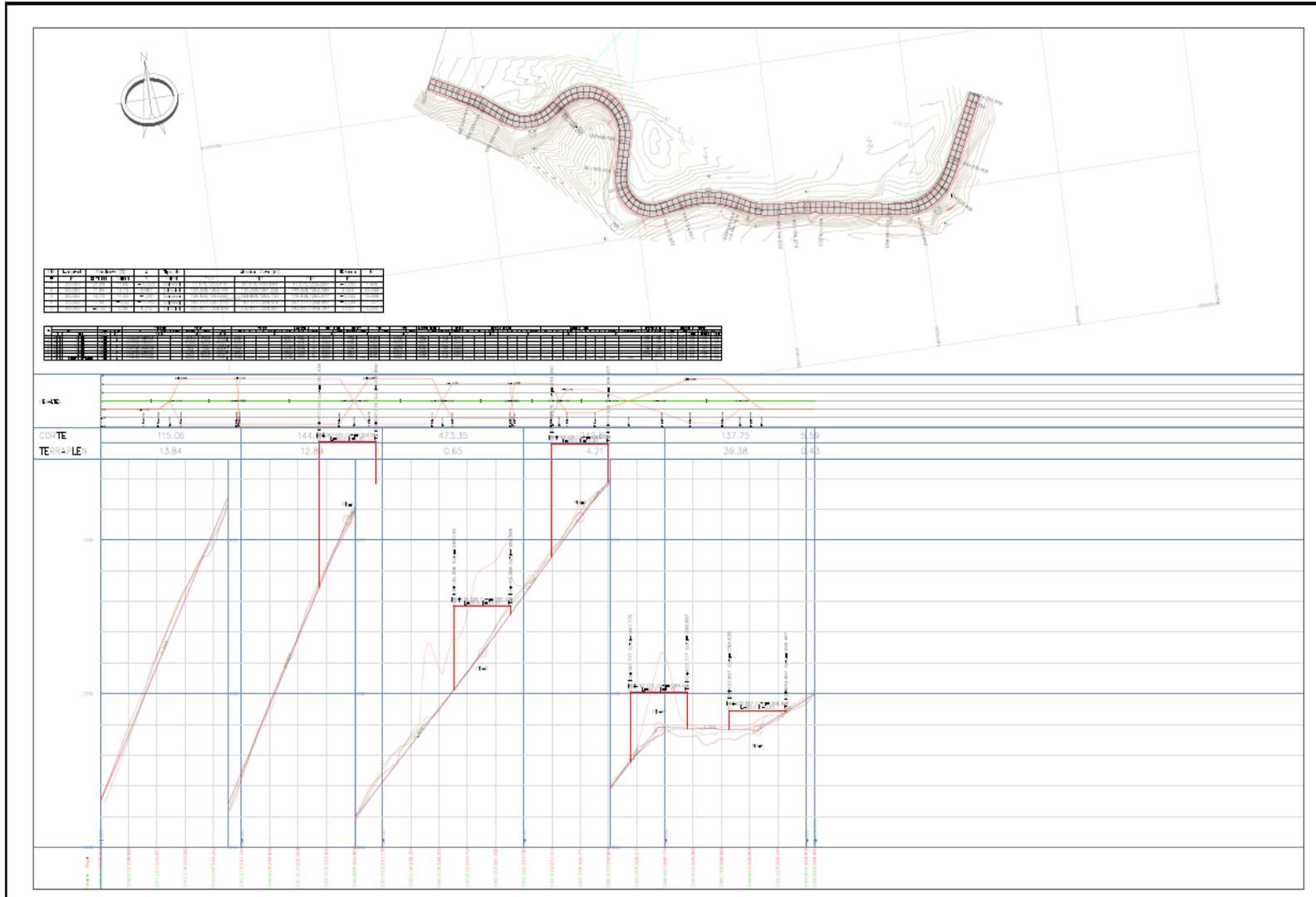


Ilustración 7. Diseño geométrico en vías. Fuente: informes de Consicor S.A.S.

7.9 Proceso constructivo

A continuación, se realizará una descripción de las actividades en las cuales hice acompañamiento para la ejecución del proyecto.

Tabla 10. Actividades que se realizarán en Damas. Fuente: informes de Consicor S.A.S.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Perfilación, nivelación y compactación de subrasante.
2	Excavación a máquina a cielo abierto. No incluye botada
3	Excavación manual en material heterogéneo bajo cualquier grado de humedad. Medido en sitio. No incluye botada de material
4	Suministro, transporte e instalación de base granular compactado al 95% del proctor modificado.
5	Llenos compactados con material de excavación al 95%
6	Suministro, transporte y colocación de concreto de resistencia a la flexión de 45 kg/cm ² (MR4) para pavimento de losas de 150 mm de espesor. Incluye corte de juntas, ensanche de juntas, sello autonivelante con sikaflex 4011 pavement o similar y cordón de respaldo de 3/8". no incluye refuerzo
7	Suministro, transporte e instalación de dovela en varilla lisa de 19 mm de diámetro y 350 mm de longitud espaciadas cada 300 mm. Incluye corte de varilla
8	Suministro, transporte e instalación de ACERO DE REFUERZO FIGURADO FY= 420 Mpa-60000 PSI, corrugado. Incluye transporte con descarga, transporte interno, alambre de amarre, certificados y todos los elementos necesarios para su correcta instalación, según diseño y recomendaciones estructurales.
9	Construcción de Cuneta tipo E en Concreto (210 Kg/cm ²), cuneta de 0.15m de espesor y ancho de 0.52 y el bordillo de 0.55 m de alto por 0.2 de ancho. No incluye conformación de la superficie de apoyo.
10	Suministro, transporte y colocación de concreto de resistencia a la flexión de 38 kg/cm ² (MR3.8).

11	Colocación de concreto de 14 Mpa para SOLADO, con un espesor DE 0.05 m. Incluye el suministro y el transporte del concreto y todos los demás elementos necesarios para su correcta construcción, incluye acarreo interno.
12	Construcción de MUROS en concreto de 21 MPa. Incluye suministro, transporte y colocación del concreto, impermeabilizante integral tipo plastocrete DM o equivalente, formaleta. Incluye suministro, transporte de los materiales, aristas biseladas, desmoldante, vibrado, protección y curado para estructuras y todos los demás elementos necesarios para su correcta construcción y funcionamiento, de acuerdo con las diferentes dimensiones establecidas en los planos. No incluye refuerzo. Según diseño.
13	Colocación de Concreto de 14Mpa en el fondo de la tubería de 36" de 15 cm de espesor. Incluye suministro, transporte y colocación del concreto, mano de obra, vibrado, protección, para estructuras de acuerdo con las diferentes dimensiones establecidas en los planos y diseños y todos los demás elementos necesarios para su correcto vaciado, incluye transporte interno.
14	Suministro, transporte e instalación de TUBERÍA PVC-NOVAFORT, con un DIÁMETRO DE 36". Incluye suministro y transporte de los materiales, bocas, accesorios, acondicionador de superficie y adhesivo Novafort y todos los elementos necesarios para su correcta instalación y funcionamiento. La excavación, encamado, atraques y los llenos se pagarán en su ítem respectivo.

7.10 Registro fotográfico

A continuación, se ilustra mediante registro fotográfico evidenciado en campo algunas de las actividades ejecutadas durante la construcción de la vía.



Foto 001. Perforación y nivelación de terreno



Foto 002. Excavación a maquina



Foto 003. Base granular



Foto 004. Llenos con material de excavación



Foto 005. Acero corrugado

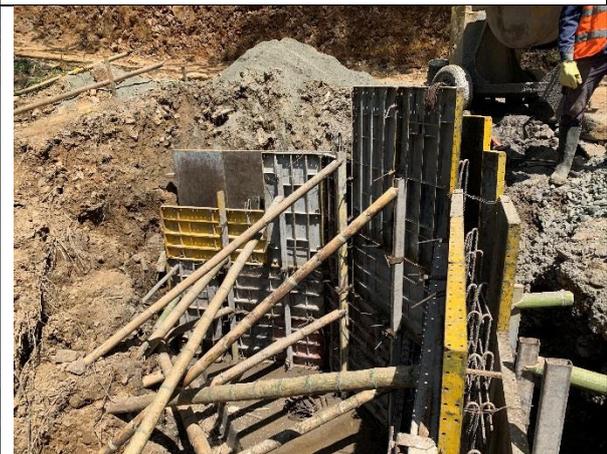


Foto 006. Construcción de obra



Foto 007. Concreto para pavimento MR4



Foto 008. Texturizado del concreto



Foto 009. STI Dovela lisa



Foto 010. STI Dovela lisa terminación con tapa



Foto 011. Refuerzo corrugado en losas y sobre anchos

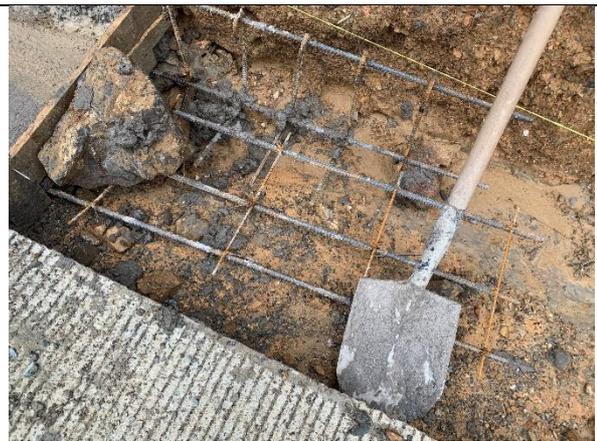


Foto 012. Refuerzo corrugado en cunetas



Foto 013. Construcción cuneta



Foto 014. Via Damas



Foto 015. Construcción de dentellón

CONCLUSIONES

- Se siguió todo el lineamiento de formulación de proyectos de la empresa Consicor S.A.S, lo que hizo posible satisfacer todos los requerimientos de los proyectos, garantizando un uso preciso de los recursos y cumpliendo con tiempo establecidos, prestando así un servicio eficiente y optimo a los clientes.
- Durante el proceso de prácticas se realizó la formulación de diferentes proyectos de los cuales se puede concluir que el diseño estructural de una vía depende fundamentalmente del estudio de suelos y el estudio de tránsito, aunque se tienen en cuenta muchos otros parámetros del entorno estos son los principales. Mientras que en el diseño geométrico las variables determinantes son la topografía y la hidrología, si se tiene presencia de algún cuerpo de agua considerable.
- La viabilidad de un proyecto dependerá de su economía vs su funcionalidad, la parte económica puede ser controlada desde el diseño y los tiempos de ejecución.
- Es de vital importancia tanto para el presupuesto como para proceso constructivo identificar las actividades de obra, sus tiempos y costos, pues el correcto planteamiento de estos parámetros dará como resultado una ejecución satisfactoria del proyecto.
- Durante el proceso de prácticas adquirí conocimientos sobre el área de vías, desde la formulación del proyecto, diseño de la vía hasta la construcción, poder estar en campo fue una de las experiencias más enriquecedoras pues me permitió ver como se materializa la teoría, procesos, diseños y todos esos conceptos aprendidos en la universidad y en la parte inicial de la práctica. De igual manera poder estar en toda la ejecución de uno de los proyectos, me mostro la importancia de cada una de las etapas y todas las áreas que puede involucrar la construcción de una vía; pues es un trabajo conjunto de varias ramas de la ingeniería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2011). Especificación técnica: rellenos para conformación de la subrasante Obtenido de: <https://www.idu.gov.co/web/content/7603/320-11.pdf>

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2005). Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción para proyectos de infraestructura vial y espacio público en Bogotá D.C. Obtenido de: <https://www.idu.gov.co/web/content/7570/ET-Cap4.pdf>

Cornare (2011). Evaluación y zonificación de riesgos por avenida torrencial, inundación y movimiento en masa y dimensionamiento de procesos erosivos en el municipio de Nariño. Obtenido de: <https://cornare.gov.co/GestionRiesgo/NARINO/NARINO.pdf>

Departamento Nacional de Planeación. (2018). Proyectos TIPO soluciones para nuestro país. Obtenido de: <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/pavimento/PTpavimento.pdf>

Instituto Nacional de Vías, INVIAS. (2013). Glosario de Manual de diseño geométrico de carreteras. Obtenido de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/glosarios/1017-glosario-manual-diseno-geometrico-carretera/file>

Instituto Nacional de Vías, INVIAS. (2017). Guía de diseño de Pavimentos con Placa-huella del Instituto Nacional de Vías. Obtenido de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/6644-guia-de-disenoo-de-pavimentos-con-placa-huella/file>

Liz, E.A & Rugeles, N.F. (2018). Cartilla de procedimiento constructivo en infraestructura vial para placa huella en concreto hidráulico para bajos volúmenes de tránsito. Obtenido de: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5721/CARTILLA%20PLACA%20HUELLA.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Londoño naranjo, C., & Álvarez Pabón, J. A. (2008). Manual de diseño de pavimentos de concreto: para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito. Obtenido de: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3807->

manual-de-diseno-de-pavimentos-de-concreto-para-vias-con-bajos-medios-y-altos-
volumenes-de-transito/file

Ministerio del Transporte. (2002). Manual para el Mantenimiento de la red vial secundaria (pavimentada y en afirmado). Obtenido de: https://www.academia.edu/6388436/MANUAL_PARA_EL_MANTENIMIENTO_DE_LA_RED_VIAL_SECUNDARIA_PAVIMENTADA_Y_EN_AFIRMADO_EQUIPO_DE_TRABAJO

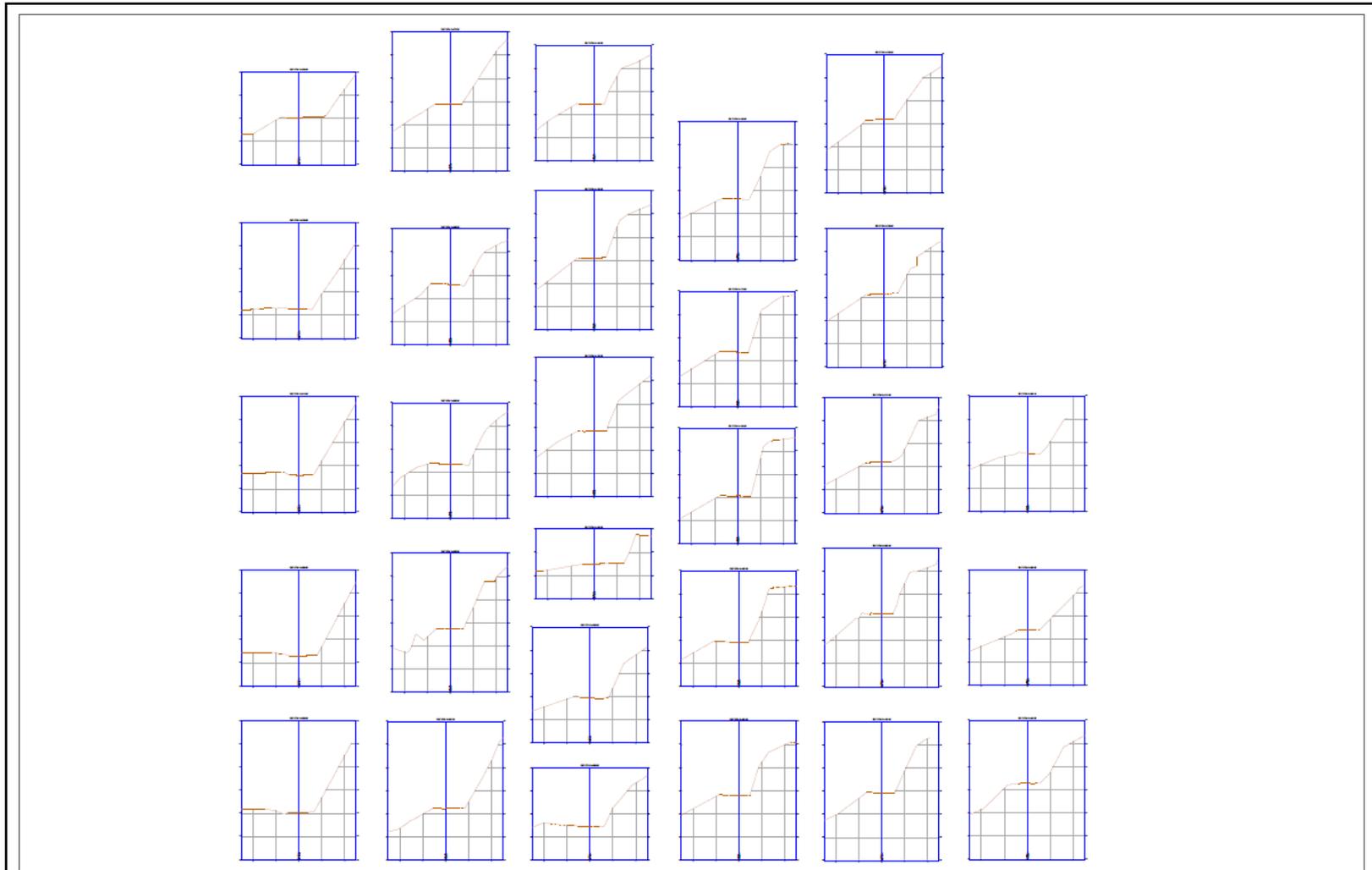
Ospina Camacho, J.P. (2018). Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el municipio del Espinal – departamento del Tolima. Obtenido de: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/7482/1/2019_dise%C3%B1o_estructural_pavimento_r%C3%ADgido.pdf

Orobio, A & Orobio, J.C. (2016). Pavimentos con placa-huella de concreto simple: Análisis con elementos finitos 3D. Obtenido de: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/55350/63407>

Universidad Nacional Autónoma de México. (2016). Diseño y Conservación de Pavimentos Rígidos. Obtenido de: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/504/A6%20Dise%C3%B1o%20de%20Pavimentos%20R%C3%ADgidos.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
https://administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx/publicaciones/2003/4_2003.pdf

Vilchis Salazar, R. (2003). Control presupuestal costos directos de obra. Obtenido de: https://administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx/publicaciones/2003/4_2003.pdf

ANEXO 1



ANEXO 2

