

APOYO EN LA REVISIÓN TÉCNICA DE OBRAS PÚBLICAS, SECRETARIA  
DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN DE POT Y MALLA VIAL ALCADIA  
DE TUNJA BOYACÁ.

CARLOS EDUARDO PEREZ ALBARRACIN

APOYO EN LA REVISIÓN TÉCNICA DE OBRAS PÚBLICAS, SECRETARIA  
DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN DE POT Y MALLA VIAL ALCADIA  
DE TUNJA BOYACÁ.

CARLOS EDUARDO PEREZ ALBARRACIN

Proyecto de grado en la modalidad de pasantía para optar el título de  
Ingeniero Civil

DIRECTOR:  
ING. WILSON ENRIQUE AMAYA TEQUIA Msc

Nota de aceptación

---

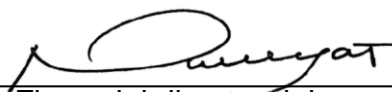
---

---

---

---

---



---

Firma del director del proyecto  
Ing. Wilson Enrique Amaya Tequia Msc

---

Firma del jurado 1

---

Firma del jurado 2

Tunja, 9 de junio de 2020

## **AGRADECIMIENTOS**

En primera instancia le quiero agradecer a mis padres, hermanos, hermana, hijos y familiares por cada oportunidad que me brindaron para salir adelante en mi carrera profesional, a todos mis amigos por todo el apoyo que me brindaron para poder cumplir el proceso de adquirir el título como ingeniero civil, por cada oportunidad brindada y apoyo incondicional que me ofrecieron a lo largo de mi proceso como estudiante y como persona, a todos ellos por el ejemplo que me brindaron día a día, por las fortalezas enseñadas para así poder ser un mejor profesional preparado hacia la exigencias del mundo.

Agradezco a la Universidad Santo Tomas de Aquino, a los ingenieros de la facultad de ingeniería civil y aquellas personas pertenecientes a la institución, por darme la oportunidad de adquirir conocimientos, de aprender de cada sugerencia, observación y corrección para mejorar y elaborar un excelente desempeño en mi vida competitiva y profesional.

Mis más agradecimientos a la alcaldía mayor de Tunja Boyacá, en especial a la dirección, departamento de secretaria de infraestructura en la dirección de POT y malla vial. Por haberme permitido realizar mi práctica profesional y poder adquirir saberes durante el transcurso, para el ingeniero Wilson Enrique Amaya Tequia por ser mi guía tutor para poder culminar unos de mis logros personales donde me llena de mucha alegría contar con grandes personas que me contribuyen a ser una mejor persona.

## **DEDICATORIA**

Doy infinitamente gracias a Dios por siempre estar a mi lado, por darme la fuerza y el valor para cruzar cada obstáculo en mi camino y poder culminar estos estudios como ingeniero civil. A mi papá, Pedro Antonio Pérez García, quien a pesar de las circunstancias nunca dejo de apoyarme y motivarme, a mi mamá Nancy Yolanda Albarracín Riaño que constantemente estuvo apoyándome en cada uno de los procesos y responsabilidades adquiridas.

A mis hermanos, Cristian Rodrigo Pérez Albarracín, Jhon David Pérez Albarracín, Dayana Andrea Pérez Albarracín, Mayer Yuliana Díaz Martínez que en todo momento me brindaron apoyo y estuvieron para brindarme su tiempo y disposición el cual fue muy importante para poder formarme como ser humano. A ti, Daylan Julián Pérez Vargas, Ian Andrey Pérez Díaz quien durante a lo largo de sus cortas vidas me han dado la fuerza necesaria para seguir adelante y poder brindarles lo mejor como padre y amigo, gracias a su infinito amor, por todo estos momentos que compartimos y me llenaron de fortaleza para seguir adelante y cumplir y ser parte de mis proyectos de vida.

## TABLA DE CONTENIDO

### Contenido

<u>0 INTRODUCCION</u> .....	1
<u>1 OBJETIVOS.</u> .....	2
<u>2 OBJETIVO GENERAL.</u> .....	2
<u>2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</u> .....	2
<u>3.0 CONTROL SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES Y/O MANTENIMIENTO DE MALLA VIAL TUNJA.</u> .....	5
<u>3.1 RESPONSABLES.</u> .....	6
<u>3.2 EQUIPO TÉCNICO PARA LA INSPECCIÓN DE OBRAS VIALES Y REVISIÓN DE OBRAS CIVILES.</u> .....	7
<u>4. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS.</u> .....	7
<u>4.1 ESTUDIO DE DOCUMENTACIÓN SUPERVISIÓN Y APOYO TÉCNICO.</u> .....	9
<u>4.2 TRABAJO DE EXPLORACIÓN, TRABAJO DE LABORATORIO.</u> .....	10
<u>4.3 PROPUESTA DE MEJORAMIENTO A LA NUEVA ESTRUCTURA.</u> .....	13
<u>4.4 PROCESOS Y ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN CAMPO.</u> .....	14
<u>5.0 REVISIÓN DE CONTRATO 1791.</u> .....	19
<u>5.1 REVISIÓN, CONTROL, SUPERVISIÓN DE CONTRATO 1791.</u> .....	20
<u>5.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y CREACIÓN DE APU.</u> .....	25
<u>6.0 REVISIÓN, SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS, DE SUELOS Y DISEÑOS DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE LA CIUDAD DE TUNJA.</u> .....	27
<u>6.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.</u> .....	27
<u>6.2 PARÁMETROS DE DISEÑO.</u> .....	27
<u>6.3 VELOCIDAD.</u> .....	27
<u>6.4 PARÁMETROS DE DISEÑOS A INTERVENIR.</u> .....	28
<u>7.0 ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS, DE SUELOS Y DISEÑO DE PAVIMENTO EN CALLE 16 ENTRE CARRERA 11 Y 12.</u> .....	32
<u>7.1 ALCANCE DE PROYECTO.</u> .....	32
<u>7.2 CARACTERÍSTICAS DE LA SUB-RASANTE.</u> .....	32
<u>7.3 PERIODO DE DISEÑO.</u> .....	33
<u>7.4 TRANSITO.</u> .....	33
<u>7.5 CALIDAD DE DRENAJE CD.</u> .....	34
<u>8.0 LABORATORIO A LA COMPRESIÓN PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD</u> .....	

<u>MÁXIMA DEL CONCRETO DE (28) MPA</u> .....	42
<u>8.1 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (NTC 396)</u> .....	46
<u>8.2 PROCEDIMIENTO</u> .....	47
<u>8.3 PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE CILINDROS EN CONCRETO</u> .....	48
<u>8.4 CONCLUSIONES</u> .....	50
<u>9.0 IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO</u> .....	52
<u>9.1 APORTES COGNITIVOS</u> .....	52
<u>10 APORTES A LA COMUNIDAD</u> .....	54
<u>11 APORTE AL ENTE MUNICIPAL</u> .....	55
<u>12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u> .....	56
<u>14 BITACORAS</u> .....	60
<u>14.1 APORTES</u> .....	60
<u>14.2 CONVENIO</u> .....	60

## TABLA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Organigrama alcaldía mayor Tunja. ....	4
Figura 2. Localización global del proyecto. ....	8
Figura 4. Estado de la vía.....	10
Figura 5. Proceso de exploración realizado en campo.....	11
Figura 6. Muestras de material extraído. ....	12
Figura 7. Resumen de muestras de cada apique .....	13
Figura 8. Categorización del CBR. ....	13
Figura 9. Requisitos de los agregados para los afirmados.....	13
Figura 10. Espesores de la estructura de pavimento flexible.....	14
Figura 11. Extracción de material saturado. ....	15
Figura 12 Prueba de densidad de base granular.....	15
Figura 13 Riego de agua base granular.....	16
Figura 14 Compactación de base granular. ....	16
Figura 15 Construcción de alcantarillado sanitario .....	17
Figura 16 Instalación de tapa de alcantarillado sanitario.....	17
Figura 17 Demarcación de anchos de sumideros de aguas pluviales.....	18
Figura 18 Verificación de ancho de carpeta asfáltica. ....	18
Figura 19 Compactación de carpeta asfáltica.....	19
Figura 20. Afirmado sub-base- base granular. ....	21
Figura 21. Afirmado sub-base- base granular. ....	21
Figura 22. Clasificación de material de afirmado según el número de tránsito. .....	22
Figura 23. Prueba cono y arena.....	23
Figura 24. Riego de emulsión asfáltica lenta. ....	23
Figura 25 Compactación de material asfáltico.....	24
Figura 26 Registro de cantidades de carpeta asfáltica.....	24
Figura 27. Obtención de datos. ....	25
Figura 28. Registro de datos obtenidos. ....	26
Figura 29. Parámetros de diseño.....	28
Figura 30. Diseño en perfil.....	29
Figura 31. Registro fotográfico vía el milagro. ....	30
Figura 32 Compactación base granular. ....	30
Figura 33 verificaciones de ancho de carpeta asfáltica.....	31
Figura 34 Compactación de carpeta asfáltica.....	31
Figura 35. Localización global del proyecto. ....	32
Figura 36. Características del CBR.....	33
Figura 37. Periodo de diseño para pavimento flexible y rígido. ....	33
Figura 38. Tránsito de diseño.....	34
Figura 39. Niveles de confiabilidad sugeridos para diferentes tipos de carreteras.....	34
Figura 40. Características de drenaje. ....	35
Figura 41. Coeficiente de drenaje. ....	35

Figura 42. Módulos dinámicos y de elasticidad .....	36
Figura 43. Formula de la aastho-93 para pavimento rígido.....	36
Figura 44. Transferencia de carga. ....	37
Figura 45. Módulo de reacción efectivo de la sub-rasante (K) ecuación AASHTO-93. ....	38
Figura 46. Módulo de reacción efectivo de la sub-rasante (K) ecuación AASHTO-93 .....	39
Figura 47. Espesores de la estructura rígida metodología AASTHO.....	40
Figura 48. Tipo de juntas para usar en el pavimento rígido. ....	40
Figura 49. Tipo de juntas para usar en el pavimento rígido. ....	41
Figura 50. Tipo de juntas para usar en el pavimento rígido. ....	41
Figura 51. Tipo de juntas para usar en el pavimento rígido. ....	42
Figura 52. Diseño de estructura de pavimento rígido.....	43
Figura 53. Refuerzo, parámetros, unidades y valor.....	43
Figura 54. Modelo estructural de pavimento rígido con ubicación de dovelas y barras de amarre.....	44
Figura 55. Camisas para la construcción de pruebas de concreto. ....	45
Figura 56. Martillo de cabeza de cuero o caucho de un peso aproximado de 0,6 Kg.....	45
Figura 57. Emberiza schoeniclus. ....	46
Figura 58. Cinta métrica o fluxómetro. ....	46
Figura 59. Juego de prueba para ensayo slump. ....	47
Figura 60. Concreto de 4000 Psi (28 Mpa).....	47
Figura 61. DOSIFICACION. ....	48
Figura 62. Cuchara para recoger el concreto. ....	48
Figura 63. Ensayo de slump.....	49
Figura 64. Material en estado óptimo.....	50
Figura 65. Realización de cilindros. ....	50
Figura 66. Protección de cilindros.....	51
Figura 67. Grafica de resistencia a la compresión .....	52
Figura 68. Grafica de resistencia a la compresión .....	53
Figura 69. Grafica de resistencia a la compresión comparación de datos obtenidos.....	54

## TABLA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Semana uno (CD).....	60
Anexo B. Semana dos (CD).....	60
Anexo C. Semana tres (CD).....	60
Anexo D. Semana cuatro (CD).....	60
Anexo E. Semana cinco (CD).....	60
Anexo F. Semana seis (CD).....	60
Anexo G. Semana siete (CD).....	60
Anexo H. Semana ocho (CD).....	60
Anexo I. Semana nueve (CD).....	60
Anexo J. Semana diez (CD).....	60
Anexo K. Semana once (CD).....	60
Anexo L. Semana doce (CD).....	63
Anexo M. Semana trece (CD).....	60
Anexo N. Semana catorce (CD).....	60
Anexo O. APU (CD).....	60
Anexo P. Laboratorio de concreto de 4000 psi (CD).....	60
Anexo Q. Informe de laboratorio (CD).....	60

## GLOSARIO

**ACTA:** es un documento el cual me permite verificar una condición legal de una persona o de alguna institución, en donde se lleva un registro de lo hablado en una reunión y cuáles fueron sus pactos finales.<sup>1</sup>

**AIU:** siglas que corresponden a administración, imprevistos y utilidad, estas siglas son utilizadas en contratos, especialmente en obras de ingeniería civil, estos son específicos en cada contrato.<sup>2</sup>

**ASFALTO:** Material cementante, de color marrón oscuro a negro, constituido principalmente por betunes de origen natural u obtenidos por refinación del petróleo. El asfalto se encuentra en proporciones variables en la mayoría del crudo de petróleo.<sup>3</sup>

**AUDITORIA:** es un examen que se realiza a una información establecida, dando a conocer las conclusiones resultantes, aplicando de manera adecuada los principios contables y el proceso de la investigación.<sup>4</sup>

**BASE:** Es la capa que se encuentra bajo la mezcla asfáltica de un pavimento. Debido a su proximidad con la superficie, posee alta resistencia a la deformación, para soportar las altas presiones que recibe. Se construye con materiales granulares procesados o estabilizados y, eventualmente, con algunos materiales marginales. Se utiliza para la conformación de las estructuras de pavimentos.<sup>5</sup>

**CAPACITACION:** es un conjunto de actividades que van dirigidas con el fin de emplear conocimientos, destrezas y aptitudes de las personas que trabajan en alguna entidad, para mejorar el desempeño durante alguna actividad establecida, básicamente se trata de un proceso educativo.<sup>6</sup>

**CARRIL:** Parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos.<sup>7</sup>

---

<sup>1</sup>Zablud, Peter. Acta [en línea] Australia: March 2005 disponible en [https://es.wikipedia.org/wiki/Acta\\_\(documento\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Acta_(documento)).

<sup>2</sup> Prada Gil, Liliana. AIU [en línea] Bogotá: gerencia.com 2019 disponible en <https://www.gerencie.com/aiu.html#:~:text=AIU%20corresponde%20a%20las%20siglas,y%20en%20general%20de%20construcci%C3%B3n>.

<sup>3</sup> Speight, James Asfalto [en línea] California Asphalt Materials Science and Technology 2015 disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Asfalto>.

<sup>4</sup> Pérez, Eduardo J. Auditoria [en línea] Nueva York *La Auditoría Administrativa*. Trillas. p. 34. 2001 disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Auditor%C3%ADa>.

<sup>5</sup> Mórolo, Sebastián R. [en línea] España proceso constructivo de base granular, Jorge silva, 2010 disponible en <https://es.slideshare.net/jorgesilva26/base-granular-proceso-constructivo>.

<sup>6</sup> Pérez, Mariana. Definición de Capacitación. Bogotá, Pérez, Mariana. 2020 disponible en <https://conceptodefinicion.de/capacitacion/>.

<sup>7</sup> YOLANDA GÓMEZ Carril [en línea] Bogotá Marcela 2018 disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Carril>.

**CONCRETO:** El concreto u hormigón es una mezcla de cemento, agua, arena y grava que se endurece o fragua espontáneamente en contacto con el aire o por transformación química interna hasta lograr consistencia pétreo.<sup>8</sup>

**CONSTRUCTOR:** Es el oferente, persona natural o jurídica, adjudicatario del contrato para ejecutar los trabajos de construcción, que ha de cumplir lo establecido en el Pliego de Condiciones y en las especificaciones generales y particulares correspondientes.<sup>9</sup>

**CONTRATO:** Convenio escrito, suscrito por el Instituto Nacional de Vías y por el Constructor, que describe el alcance, el valor y la forma de pago de los trabajos de obra por realizar y que cubre el suministro de materiales, mano de obra, herramientas y equipos necesarios para la ejecución de cada obra en acuerdo con las especificaciones generales y las particulares y los demás documentos del proyecto según lo establezca el Pliego de Condiciones, así como la responsabilidad del Constructor sobre la estabilidad de los trabajos y todas las demás obligaciones que impone la ley a los contratos de obra pública.<sup>10</sup>

**CUCHARA MUESTREADORA:** es un instrumento utilizado en el ensayo SPT, para la extracción de muestras durante el procedimiento de perforación, el cual mide aproximadamente 50cm de largo y un diámetro de 35mm.<sup>11</sup>

**EFICACIA:** se puede definir como la obtención de objetivos, teniendo en cuenta la capacidad de lograr lo que se plantea.<sup>12</sup>

**EFICIENCIA:** es la relación existente entre los recursos que se utilizan y aquellos resultados o logros obtenidos con el mismo, una eficiencia óptima es aquella que se logra más objetivos con menos recursos.<sup>13</sup>

**ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:** Es cualquier equipo o dispositivo destinado para ser utilizado o sujetado por el trabajador, para protegerlo de uno o varios riesgos y aumentar su seguridad o su salud en el trabajo.<sup>14</sup>

---

<sup>8</sup> Heyman, Jacques *La ciencia de las estructuras*. [en línea] Madrid Juan de Herrera disponible en, <https://es.wikipedia.org/wiki/Concreto>.

<sup>9</sup> Larousse, Gran Diccionario de la Lengua Española. [en línea] Larousse 2016 disponible en <https://es.thefreedictionary.com/constructor>.

<sup>10</sup> *Ibíd.*

<sup>11</sup> Merck KGaA, Darmstadt, cuchara muestreadora [en línea] Alemania Merck 2020 disponible en [https://www.merckmillipore.com/CO/es/product/,PRODUCT\\_NOT\\_FOUND?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F](https://www.merckmillipore.com/CO/es/product/,PRODUCT_NOT_FOUND?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F)

<sup>12</sup> Mesa Rodríguez, Santiago, eficacia [en línea] España, Real Academia Española, 2014. Disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Eficiencia>.

<sup>13</sup> *Ibíd.*

<sup>14</sup> Juan Carlos, López, ARSEG artículos de seguridad [en línea] Bogotá. equipos protección antiácidas 2010, disponible en <http://josebritolozano.blogspot.com/2012/08/elementos-de-proteccion-personal.html>.

**ELEMENTOS VIALES:** Conjunto de componentes físicos de la vía, tales como superficie de rodadura, bermas, cunetas, obras de drenaje, elementos de seguridad vial.<sup>15</sup>

**ENSAYO SPT:** la denominación SPT corresponde a las siglas en inglés (Estándar Penetración Test) es una prueba de penetración dinámica realizada sobre el suelo, para realizar un reconocimiento geotécnico, es uno de los ensayos más utilizados para la realización de sondeos.<sup>16</sup>

**ENSAYOS DE LABORATORIO:** Son pruebas técnicas realizadas con la finalidad de determinar las características de un material, pueden ser ensayos básicos control de calidad o ensayos avanzados para evaluar los parámetros físicos, químicos o mecánicos.<sup>17</sup>

**ENTIDAD:** es una persona, corporación u organización, en especial que se dedica a alguna actividad laboral.<sup>18</sup>

**EQUIDAD:** termino que hace referencia a la igualdad, que busca valorar las desigualdades desde un punto de vista más justo.<sup>19</sup>

**ESTUDIOS GEOTECNICOS:** son aquellos estudios que buscan como fin establecer criterios que me permitan identificar las características de los suelos, detectar problemas geotécnicos del sitio, amenazas que se puedan presentar y parámetros para el diseño se la construcción.<sup>20</sup>

**FACTOR DESLIZAMIENTO:** Es el coeficiente entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real a que se verá sometido. Por este motivo es un número mayor que uno, que indica la capacidad en exceso que tiene el sistema por sobre sus requerimientos.<sup>21</sup>

---

<sup>15</sup> Zapata, Manuel Cadena, elementos de seguridad vial para trabajar. [en línea] Bogotá, 2020 disponible en. <https://www.signovial.pe/blog/elementos-de-seguridad-vial/>.

<sup>16</sup> Saavedra, Manuel Hernández, ensayo de penetración estándar. [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, [https://es.wikipedia.org/wiki/Ensayo\\_de\\_Penetraci%C3%B3n\\_Est%C3%A1ndar](https://es.wikipedia.org/wiki/Ensayo_de_Penetraci%C3%B3n_Est%C3%A1ndar).

<sup>17</sup> Ibíd.

<sup>18</sup> Ferrater Mora, José, entidad, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/wiki/Entidad>.

<sup>19</sup> Ibáñez Jimeno, Blasco. Equidad criterio auxiliar, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/wiki/Equidad>.

<sup>20</sup> Ricardo Sánchez, Yefer, Estudio geotécnico, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2018 disponible en, <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Especial:Buscar&search=estudio+geot%C3%A9cnico&fulltext=1&profile=default&ns0=1&ns100=1&ns104=1>.

<sup>21</sup> Jeison, Martínez, factor deslizamiento, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/w/index.php?search=factor+de+deslizamiento&title=Especial%3ABuscar&qo=lr&ns0=1&ns100=1&ns104=1>.

**FACTOR VOLCAMIENTO:** Se entiende por volcamiento, al giro y/o colapso de la estructura debido a una fuerza externa (Pa), que genera sollicitaciones de empuje (activo) sobre el muro, haciendo que esté gire sobre un punto (d).<sup>22</sup>

**FLUJOGRAMA:** también llamado diagrama de flujo, este consiste en tener una representación gráfica de un proceso, caracterizado principalmente por emplear formas que se representan diferentes tipos de acciones.<sup>23</sup>

**GRANULOMETRÍA:** Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas.<sup>24</sup>

**INFORME:** Es un documento con información específica con la finalidad de comunicar datos comprobados de actividades realizadas o a realizar de forma detallada y precisa.<sup>25</sup>

**INSPECCION:** detectar características físicas significativas, denunciando cuales de estas se encuentran en normalidad y cuales presentan errores, verificando que cumplan la ley o que sigan un procedimiento adecuado.<sup>26</sup>

**INTERSECCIÓN.** Dispositivos viales en los que dos o más carreteras se encuentran ya sea en un mismo nivel bien en distintos, produciéndose cruces y cambios de trayectorias de los vehículos que por ellos circulan.<sup>27</sup>

**INTERVENTOR:** Es el oferente, persona natural o jurídica, adjudicatario del contrato para efectuar, en representación del Instituto Nacional de Vías, el control y vigilancia de los trabajos realizados por el Constructor, que ha de cumplir lo establecido en los respectivos Términos de Referencia y en todas las disposiciones legales vigentes en relación con el ejercicio de su función, en especial el Manual de Interventoría, adoptado mediante la resolución 5282 de 2003, de la Dirección General del Instituto Nacional de Vías.<sup>28</sup>

**LEGALIDAD:** ante cualquier diligencia o acción que presente un entidad

---

<sup>22</sup> Daniel, Suarez, factor volcamiento, [en línea] Bogotá, steemit, 2020 disponible en, <https://steemit.com/spanish/@alexicip/factor-de-seguridad-por-volcamiento-temas-de-ingenieria-civil>.

<sup>23</sup> Suan, mora, flujo grama, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, [https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama\\_de\\_flujo](https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_flujo).

<sup>24</sup> José, mora, granulometría, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/wiki/Granulometr%C3%ADa#:~:text=La%20granulometr%C3%ADa%20es%20el%20estudio,elementos%20que%20componen%20una%20muestra>.

<sup>25</sup> Rafael, Estupiñan, informe, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/wiki/Informe>.

<sup>26</sup> Wilson, Díaz inspección, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/wiki/Inspecci%C3%B3n>.

<sup>27</sup> Briyi, Hernandez, intersección, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/wiki/Intersecci%C3%B3n>.

<sup>28</sup> Leidy, Blanco, interventor, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/w/index.php?search=interventor&title=Especial%3ABuscar&go=lr&ns0=1&ns100=1&ns104=1>.

pública o privada esta prevalezca rigiéndose por la ley, es decir es todo aquello que se rige dentro de una ley.<sup>29</sup>

**LICITACIÓN PÚBLICA:** Proceso de selección que se convoca para la contratación de obras y adquisición de bienes y suministros.<sup>30</sup>

**MANTENIMIENTO VIAL:** Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.<sup>31</sup>

**OBJETO:** es aquella palabra que me define cual es la obligación final creada en un contrato, este objeto tiene que ser real, lícito y posible, teniendo en cuenta que este pueda ser valorado económicamente.<sup>32</sup>

**OBRA:** Trabajos y suministros especificados, diseñados, mostrados o contemplados en el Contrato para la construcción de un proyecto, incluyendo todas las variaciones, correcciones o extensiones por adición o modificación del Contrato o por instrucciones escritas del Interventor, con la aprobación previa del Instituto Nacional de Vías.<sup>33</sup>

**PASANTIA:** es una actividad laboral bajo una remuneración baja o nula, la cual realizan algunos profesionales en entidades vinculadas a su programa de estudio, el objetivo principal es hacer que el estudiante se habitúe en el campo laboral y profesional durante un tiempo determinado.<sup>34</sup>

**PAVIMENTO FLEXIBLE:** Constituido con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos.<sup>35</sup>

**PAVIMENTO:** Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por

---

<sup>29</sup> Leidy, Blanco, legalidad, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, [https://es.wikipedia.org/wiki/Principio\\_de\\_legalidad](https://es.wikipedia.org/wiki/Principio_de_legalidad).

<sup>30</sup> Maira, Fernández, licitación, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/wiki/Licitaci%C3%B3n>.

<sup>31</sup> Nancy, Albarracín, mantenimiento vial, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/w/index.php?search=mantenimiento+vial&title=Especial%3ABuscar&go=Ir&ns0=1&ns100=1&ns104=1>.

<sup>32</sup> Pedro, Niño, objeto, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/wiki/Objeto>.

<sup>33</sup> Diego, mesa obra, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/wiki/Obra>.

<sup>34</sup> <sup>34</sup> Camila, Villareal, pasantía, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/wiki/Pasant%C3%ADa>.

<sup>35</sup> camilo, blanco, pavimento flexible, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/w/index.php?search=Pavimento+flexible&title=Especial%3ABuscar&go=Ir&ns0=1&ns100=1&ns104=1>.

las siguientes capas: sub-base, base y rodadura.<sup>36</sup>

**PROGRAMACION DE OBRA:** Son las actividades de un proyecto ordenadas de forma lógica y secuencial para el control de ejecución de las mismas.

**PROYECTO:** Es un plan detallado con una serie de actividades, presupuesto y periodo determinado de tiempo para el cumplimiento de un logro u objetivo específico.<sup>37</sup>

**RASANTE:** Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.<sup>38</sup>

**REHABILITACIÓN:** Ejecución de las obras necesarias para devolver a la infraestructura vial sus características originales y adecuarla a su nuevo periodo de servicio; las cuales están referidas principalmente a reparación y/o ejecución de pavimentos, puentes, túneles, obras de drenaje, de ser el caso movimiento de tierras en zonas puntuales y otros.<sup>39</sup>

**RIEGO DE IMPRIMACION:** Consiste en el suministro, transporte, eventual calentamiento y aplicación uniforme de una emulsión asfáltica o un asfalto líquido sobre una superficie granular terminada, previamente a la extensión de una capa asfáltica o un tratamiento bituminoso.<sup>40</sup>

**RIEGO DE LIGA:** Aplicación delgada y uniforme de material asfáltico sobre una superficie existente de asfalto o de concreto hidráulico, con la finalidad de asegurar la adherencia entre la capa de rodadura existente y la de cobertura.<sup>41</sup>

**SECOP:** es un sistema electrónico de contratación pública, es una plataforma que permite a compradores y proveedores realizar el proceso de contratación en línea. Este sistema es una herramienta de apoyo a la contratación pública, facilitando la información sobre los procesos y entregando a las entidades estatales materiales para optimizar las gestiones contractuales.<sup>42</sup>

---

<sup>36</sup> Rodrigo, Báez, pavimento, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/wiki/Pavimento>.

<sup>37</sup> Jaime, León, programación obra, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/w/index.php?search=programacion+de+obra&title=Especial%3ABuscar&go=lr&ns0=1&ns100=1&ns104=1>.

<sup>38</sup> Jean Paul, Mejía, rasante [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/w/index.php?search=rasante&title=Especial%3ABuscar&go=lr&ns0=1&ns100=1&ns104=1>.

<sup>39</sup> Jhon David, Guio, Rehabilitación [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/wiki/Rehabilitaci%C3%B3n>.

<sup>40</sup> Brayán, Coy, riego de imprimado [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/w/index.php?search=riego+de+imprimado&title=Especial%3ABuscar&go=lr&ns0=1&ns100=1&ns104=1>.

<sup>41</sup> Alexander, Puerto, riego de liga [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/w/index.php?search=riego+de+liga&title=Especial%3ABuscar&go=lr&ns0=1&ns100=1&ns104=1>.

<sup>42</sup> Rodrigo, Báez, Secop, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://www.colombiacompra.gov.co/secop-ii>.

SONDEOS: es una pequeña perforación que me permite reconocer, analizar y localizar las diferentes capas de un suelo, a su vez me permite extraer las muestras de este mismo.<sup>43</sup>

SUB-BASE GRANULAR: Se denomina sub base granular a la capa o capas granulares localizadas entre la subrasante y la base granular o estabilizada, en todo tipo de pavimento.<sup>44</sup>

SUBRASANTE: Es el suelo de cimentación del pavimento, pudiendo ser suelo natural, debidamente perfilado y compactado.<sup>45</sup>

SUPERVISOR: Persona natural, con matrícula profesional vigente de ingeniero civil o de ingeniero de vías y transportes en la República de Colombia, funcionario del Instituto Nacional de Vías, designado mediante acto administrativo expedido por superior competente, para actuar en el desarrollo del contrato, cumpliendo las funciones de control y vigilancia que le sean específicamente delegada.<sup>46</sup>

---

<sup>43</sup> Rafael, Núñez, sondeos [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, [https://es.wikipedia.org/wiki/Sondeo\\_geot%C3%A9cnico](https://es.wikipedia.org/wiki/Sondeo_geot%C3%A9cnico).

<sup>44</sup> Dylan, Smith, Sub-base granular [en línea] Bogotá, Cemex, 2020 disponible en, <https://www.cemexcolombia.com/productos/agregados/sub-base-granular>.

<sup>45</sup> Carlos Andrés, facundo, subrasante, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/w/index.php?search=subrasante&title=Especial%3ABuscar&go=lr&fulltext=1&ns0=1&ns100=1&ns104=1>.

<sup>46</sup> Eliecer, García, supervisor, [en línea] Bogotá, la enciclopedia libre, 2020 disponible en, <https://es.wikipedia.org/wiki/Jefe>.

## 0 INTRODUCCION

La ciudad de Tunja se ha caracterizado por ser una población llena de progreso, donde nos brinda la oportunidad de tener o poder adquirir estudios superiores permitiendo la evolución integral de los profesionales del mañana, con lo anterior mencionado podemos dar a conocer la importancia entre los practicantes de ingeniería civil de la universidad santo tomas, en el cual se realiza un vínculo entre la entidad y la alcaldía mayor de Tunja, con el fin de buscar el desarrollo del profesionalismo con los estudiantes que realizan una labor profesional.

Esto permite al estudiante realizar actividades de pasante, permitiendo poner en práctica conocimientos obtenidos durante su transcurso universitario, de esta manera se genera una interacción entre alumno y profesional lo cual admite que la persona desarrolle habilidades y competencias alrededor de su entorno laboral, por lo tanto el presente trabajo busca demostrar, exponer y evidenciar los conocimientos adquiridos a lo largo del proceso y desarrollo del estudiante, donde a su vez evidenciara características o habilidades que logren demostrar fortalezas, destrezas y habilidades en el campo laboral.

A su vez poder conocer e interactuar con las labores y responsabilidades que la entidad alcaldía mayor de Tunja nos otorga, con el fin de promover el progreso del profesional, entre otros darles una viabilidad y control a todas las actividades realizadas en el sitio, secretaria de infraestructura de Tunja Boyacá. La alcaldía mayor, con la contribución y/o control del área de secretaria de infraestructura de Tunja tiene como misión principal, ejercer Inspección Física de las Obras Civiles que realicen o contraten, donde se promoverá el desarrollo y mantenimiento de la malla vial.

Teniendo puesto que cumplir con las metas propuestas por la entidad, donde se pueda evidenciar un trabajo que verifica los estándares apropiados y exigidos en el transcurso de las diligencias realizadas por parte del estudiante en el tiempo estipulado, que le permita crecer y fortalecer tanto en el ámbito laboral como profesionalmente, tener un registro histórico más amplio, sólido que le apruebe estar preparado para fomentar el desarrollar actividades laborales y/o personales que contribuyan con la sociedad.

## 1 OBJETIVOS.

### 2 OBJETIVO GENERAL.

Apoyo en la revisión técnica y ejecución de los procesos de obras civiles y mantenimiento de la malla vial de Tunja, implementando el control general por parte de la secretaria de infraestructura.

#### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Apoyo en la revisión técnica de estudios en procesos de control y ejecución, durante el proceso de auditoría en la Secretaria General de Infraestructura.
- Revisión técnica de documentos en proceso, control y ejecución durante el transcurso de auditoría, manifestando las inquietudes que se presenten en la actividad de observación.
- Elaboración y creación de análisis de precios unitarios “APU” y verificación de estudios estructurales y vías según norma INVIAS.
- Realizar el laboratorio de resistencia a la compresión de cilindros, determinar la máxima resistencia de cada uno de estos cilindros frente a una carga axial aplicada en la maquina universal.
- Comparar los datos obtenidos de la resistencia, teniendo en cuenta los Materiales utilizados en la protección de los cilindros y la forma como se llevó a cabo el curado.

### 3.0 DESCRIPCIÓN DE DESARROLLO E INTERVENCIÓN DEL PROYECTO.

#### 3.1 ALCALDÍA MAYOR TUNJA.

Alcaldía mayor de Tunja Boyacá entidad que se enfoca en garantizar el bienestar general y el mejoramiento de la condición de vida de los habitantes, a través de la prestación de servicios de calidad, en cumplimiento de las competencias definidas en la Constitución Política y demás normas complementarias.

Donde se quiere tener como visión, una entidad pública que trabaja en equipo, dando prioridad al interés general y al desarrollo social, con base en el aprovechamiento de nuestras condiciones culturales y naturales, con alto aprecio por la diversidad y entendiendo el ambiente como nuestro espacio de vida.

Donde tiene a manera de objetivos y calidad mejorar la eficiencia, eficacia y efectividad en la prestación de los servicios que demanda la ciudadanía, entre otros optimizar la comunicación e interacción con la comunidad y al interior del gobierno municipal, en términos de calidad corregir las competencias, capacidades, seguridad y salud de los servidores públicos, para laborar en condiciones dignas y poder prestar mejores servicios, como la capacidad de monitoreo y evaluación con fines de mejoramiento continuo.

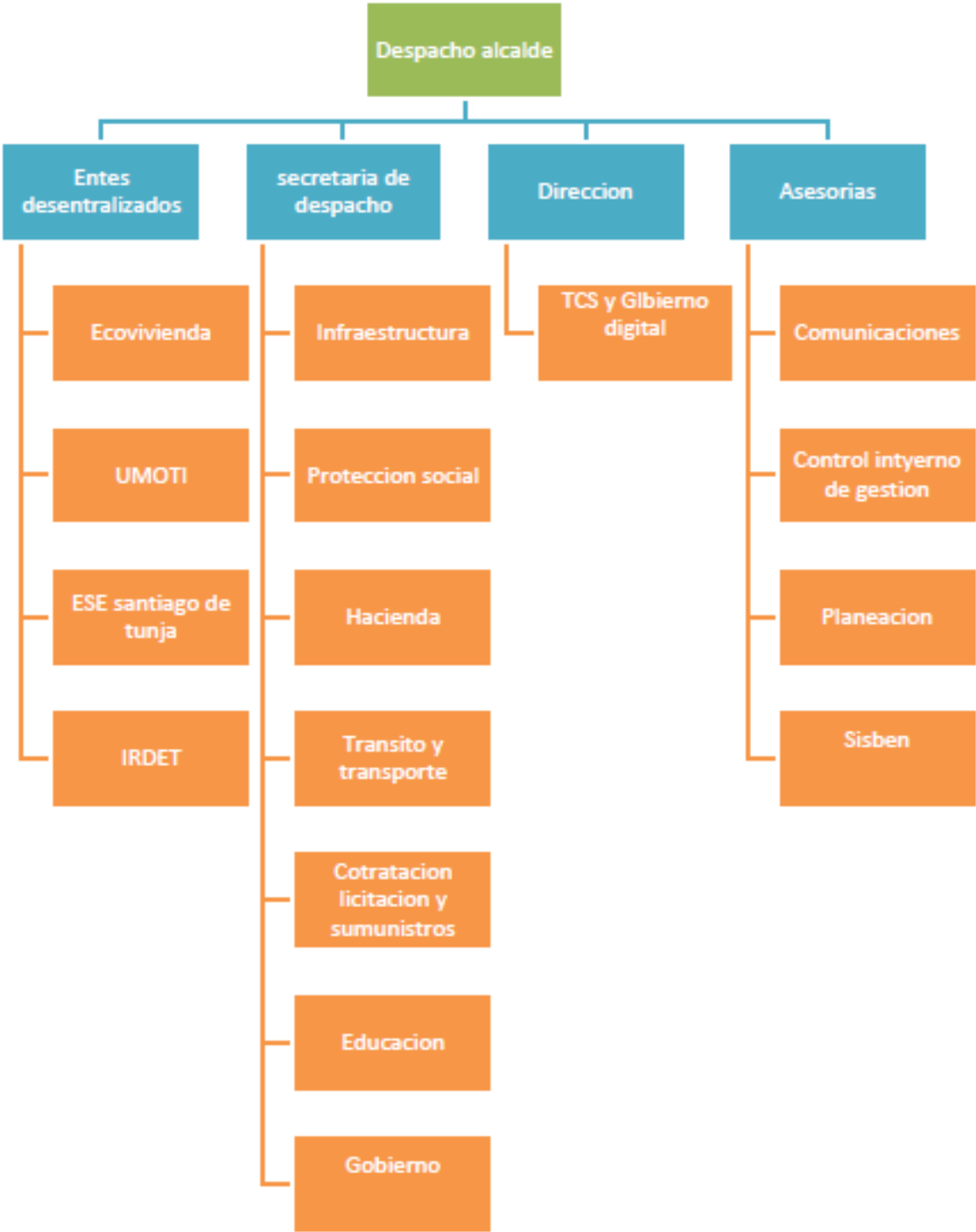
Donde el personal contratado y seleccionado para ejercer labores profesionales hasta domesticas se compromete en el marco de sus competencias a prestar los servicios que demanda la ciudadanía con efectividad, transparencia y capacidad constante de retroalimentación hacia el mejoramiento continuo.

Teniendo un alcance y sistema Integrado de gestión de la calidad de la Alcaldía Mayor de Tunja aplica a todos los métodos de la Administración, adoptando los lineamientos del Modelo Integrado de Planeación y Gestión- MIPG, la Norma técnica de Calidad ISO 9001:2015 y SG-SST, mediante la identificación, documentación, implementación y mejora continua de sus técnicas.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> ALCALDIA MAYOR TUNJA. Misión, visión Tunja. 2016, p1-2

Figura 1. Organigrama alcaldía mayor Tunja, lugar de trabajo (infraestructura)



(Pérez., 2020)

### 3.0 CONTROL SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES Y/O MANTENIMIENTO DE MALLA VIAL TUNJA.

Entre los objetivos a manera de pasante esta dirigida hacia la parte de la dirección, secretaria e infraestructura de Tunja Boyacá, lo cual permite asumir una interacción en el que nos certifica tener un control fiscal a mediano plazo, que se fundamenta en los lineamientos generales de la ley de 2003; en el artículo 5 de la norma que establece, para entidades territoriales donde la presentación periódica a título informativo como un anexo al proyecto anual de presupuesto ante el concejo municipal donde esto se comprende.

- El plan financiero, que de acuerdo con el artículo 4° de la ley 38 de 1989 puesto que instrumento de planificación y gestión financiera de mediano plazo del público, que tiene como base las operaciones efectivas de las entidades.
- Las metas de superávit primario, así como el nivel de deuda pública y un análisis de su sostenibilidad.
- Las acciones y medidas específicas en las que se sustentan el cumplimiento de las metas, con sus correspondientes cronogramas de ejecución.
- Un informe de los resultados fiscales de las exenciones tributarias existentes en la vigilancia anterior.
- Una relación de los pasivos exigibles y de los pasivos contingentes que pueden afectar la situación financiera de la entidad territorial. El costo fiscal de los proyectos de ordenanza o acuerdo sancionados en la vigilancia fiscal anterior.

A su vez, el análisis de las finanzas municipales y su proyección en el mediano plazo, implica el manejo detallado y estudio en lo que respecta a la norma vigente especialmente de endeudamiento ley 358 de 1997, racionalizando del gasto ley 617 de 2000.

El presupuesto para la vigencia fiscal 2017, tiene en cuenta una meta de inflación proyectada del 5% establecida por el banco de la república, tasa a la que se proyectaron de los rubros de los ingresos, con excepción de aquellos que registran una mayor dinámica.

El presupuesto proyectado guarda consistencia, con el crecimiento de la economía determinando por el DPN y con el propio presupuesto general de la nación, con la inflación proyectada para la vigencia 2017, con el marco fiscal de mediano plazo ajustado, en general, con las obligaciones derivadas de la ley 819 de 2003, la ley 617 de 2000 y la ley 358 de 1997, en materia de responsabilidades, límite de gasto, endeudamiento y demás compromisos legales.<sup>2</sup>

### 3.1 RESPONSABLES.

Dentro de la dirección operativa de control fiscal de obras civiles y valoración de la malla vial Tunja, se inicia las actividades en la secretaria de infraestructura, con el fin de cumplir con el programa específico de trabajo asignado por el jefe inmediato, Florelba Castro Moreno.

Donde se establecerá horarios, fechas donde permita cumplir con las actividades encargadas, en el cual el estudiante se compromete a realizar las diligencias bajo estricta responsabilidad, así mismo, se implica a no publicar o divulgar de cualquier modo información perteneciente a entidad pública.

Las actividades que se desarrolle en cumplimiento de la práctica profesional se hará de manera ad-honoren, el cual no genera vínculo laboral con esta entidad territorial.

Apoyo en el área técnica de la secretaria de infraestructura en lo que atañe al control de consultorías de estudios de suelos, proyectos de pavimentos y ejecución de diseños geométricos y trazado de vías.

---

Apoyo en la gestión y formulación de proyectos viales de Secretaria de Infraestructura Tunja.

<sup>2</sup> LUZ MARINA PINILLA TELLEZ. Marco fiscal de mediano plazo, 2017-2026, p 2-8.

Entre otras actividades asignadas por el secretario de infraestructura, con el fin de tener un desempeño eficaz para el desarrollo de los proyectos asignados.

### 3.2 EQUIPO TÉCNICO PARA LA INSPECCIÓN DE OBRAS VIALES Y REVISIÓN DE OBRAS CIVILES.

Entre los equipos más utilizados para poder cumplir con las responsabilidades se encuentra, que se dispone de monitor o computador con las herramientas a disposición, "Excel, AutoCAD, ArcGis, entre otras. Para poder efectuar la investigación pertinente de cada uno de los proyectos asignados, también podemos encontrar con la disposición de vehículos y herramienta menor como cinta métrica, martillo, aerosoles, tablas, que permite tener un desarrollo óptimo al momento de ejecutar las actividades requeridas.

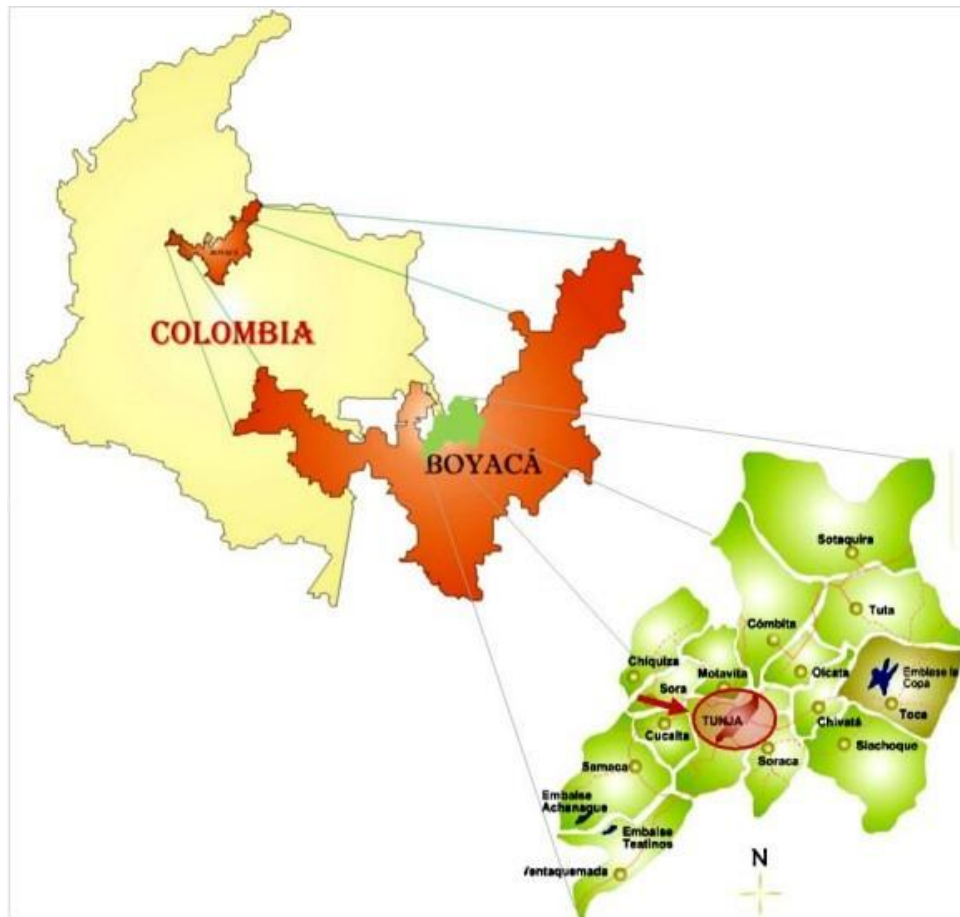
### 4. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS.

Entre el contexto de los procesos realizadas que se encuentran a cargo en la secretaria de infraestructura Tunja Boyacá, tenemos la realización de actividades de seguimiento y supervisión de contratos públicos o privados, de esta manera se logrará obtener una valoración y desarrollo de procedimientos tanto físicos como técnicos, donde se podrá determinar el cumplimiento de la parte legal y ejecución de obra y procesos que lo atañen.

Teniendo en cuenta las responsabilidades otorgadas se puede determinar que la labor de inspector, supervisor y control de diseños de contratos públicos o privados, con el propósito de mantener el progreso social, económico y ambiental. De esta manera, se realizará las siguientes actividades que permitan el libre desarrollo del trabajo profesional ejecutado.

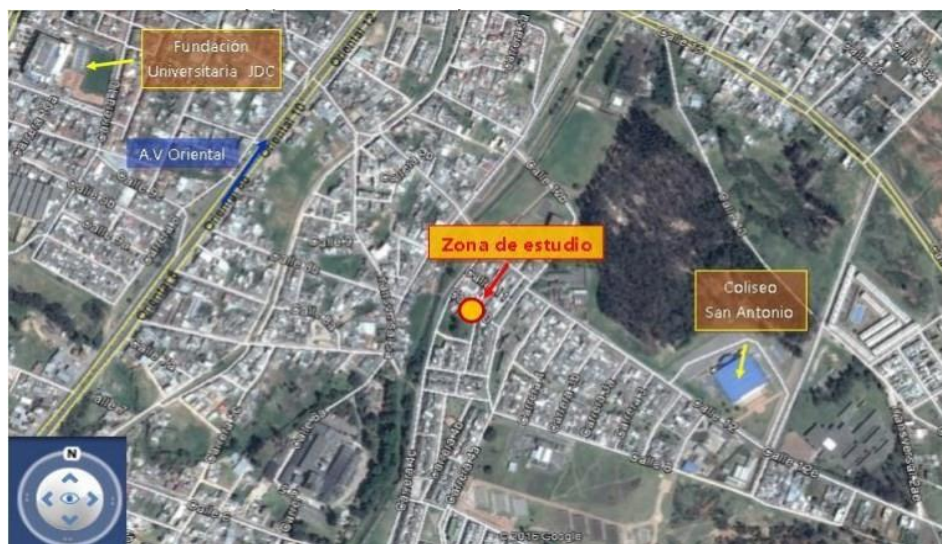
- Apoyo técnico.
- Estudio de documentación de contratos.
- Planeación y supervisión de contratos públicos.
- Verificación de diseños y estructuras de obras civiles.
- Control de consultorías.

Figura 2. Localización global del proyecto.



(Alvarez, APP, 2019)

Figura 3. Zona de localización de proyecto dentro del municipio.



(Earth, 2017)

#### 4.1 ESTUDIO DE DOCUMENTACIÓN SUPERVISIÓN Y APOYO TÉCNICO.

Según la información encontrada y suministrada por la alcaldía mayor Tunja, podemos encontrar que se realiza un proyecto de consultoría realizado por la unión temporal F&A, contrato N° 529 del 31 de marzo de 2017 cuyo objetivo es la elaboración de estudios de suelos y diseños de pavimentos en vías de la ciudad de Tunja, localizado en el barrio san Antonio calle 9 A entre carreras 4 c y carrera 4, elaborado por Leonardo Álvarez y revisado por ingeniero Fernando Rodríguez Numpaque.

Teniendo en cuenta la visitas previas y estudios realizados podemos determinar alcances de proyecto, donde consta la realización de exploración del suelo en campo, ensayos in-situ, registro de niveles freáticos, ensayos de laboratorios, caracterización de materiales, análisis de resultados, recomendaciones necesarias con el propósito de establecer el tipo de superficie y estratificación del subsuelo para evaluar y definir desde el punto de vista geotécnico, con el principal objetivo de diseñar una estructura de pavimento adecuada que garantice y soporte las solicitudes del tránsito y condiciones climáticas.<sup>3</sup>

La zona de estudio se caracteriza por presentar una topografía inclinada, cuya estructura presenta una configuración de losas de concreto y parcheo de asfalto, los cuales presentan daños severos como agrietamiento, fisuramiento y escalonamiento. Podemos observar que las viviendas o contricciones de uno o dos niveles en el sector se identifican por ser residencial.<sup>4</sup>

## 4.2 TRABAJO DE EXPLORACIÓN, TRABAJO DE LABORATORIO.

Figura 4. Estado de la vía.



(Alvarez, 2017)

El trabajo de campo se llevó a cabo el 15 de mayo de 2017; las condiciones climática la mayor parte del tiempo presentando una temperatura promedio de 14°C. Para determinar las características y propiedades geo-mecánicas de los materiales presentes en el suelo, se ejecutó 1 apique a cielo abierto, con profundidad hasta de 1.3 metros, que dependieron de las situaciones de cada sitio y fueron ubicados en la proyección de las vías distribuidos en los costados y en el centro.

Se empleó equipo manual por hincado para la obtención de muestras de suelos en donde se pudieron recuperar de la siguiente manera en cada apique realizado.

Muestra inalterada mediante el ensayo de CBR inalterado (california Bering Ratio; ensayo de relación de soporte de california). INV E 169-13.

Muestra alterada en mostrador tipo cuchara de cara partida (ss)  
Muestra alterada en bolsa debidamente sellada (BO).

Figura 5. Proceso de exploración realizado en campo.



(Alvarez, 2017)

En la siguiente ilustración se observa la forma como se realizó el muestreo en cada apique, el proceso de exploración realizado y visualizan las muestras recuperadas en el modelo de CBR, y las mediciones con PDC.

Figura 6. Muestras de material extraído.



(Alvarez, 2017)

De las pruebas de CBR inalterado tomada in situ, se obtiene valores de capacidad de soporte en etapa natural en promedio de 3.6% y en condiciones sumergidas un promedio de 2.2% lo que indica un suelo de capacidad de soporte pobre en condiciones natural y pobre al condicionamiento con agua según tabla de categorización de CBR.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> LEONARDO ALVAREZ. Contrato de consultoría N°529, marzo 31 2017, p 9-10

Figura 7. Resumen de muestras de cada apique.

No. APIQUE	DIRECCIÓN	PROFUNDIDADES DE MUESTREO (m)			COORDENADAS			FECHA EXPLORACIÓN
		BOLSA	CUCHARA	CBR	NORTE	ESTE	ELEV (m)	
1	BARRIO SAN ANTONIO CALLE 9 A ENTRE CARRERAS 4 C Y CARRERA 4	0.1 - 0.4	0.6 - 1.3	0.4 - 0.6	'5°31'17.53"	73°21'36.17"	2726	15/05/2017

(Alvarez, 2017)

Figura 8. Categorización del CBR.

INDICE DE GRUPO	CBR %	SUELO DE SUBRASANTE	USOS
> 9	0 - 3	Muy Pobre	Subrasante
4 - 9	3 - 7	Pobre	Subrasante
2 - 4	7 - 20	Regular	Subbase
1 - 2	20 - 50	Bueno	Subbase y Base
0 - 1	> 50	Excelente	Base

(Manuel, 1998)

### 4.3 PROPUESTA DE MEJORAMIENTO A LA NUEVA ESTRUCTURA.

Siguiendo las recomendaciones de INVIAS, cuando se obtenga valores con CBR inferiores al 3% se debe realizar un mejoramiento de la sub-rasante, por ello se establece la necesidad de instalar un material granular seleccionado tipo afirmado. Se plantea un espesor de mejora de 20 cm que cumpla con un valor de CBR mínimo de 15% como lo muestra la siguiente ilustración.

Figura 9. Requisitos de los agregados para los afirmados.

Resistencia del material (F)		
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación mínimo especificado (numeral 311.5.2.2.2); el CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.	E-148	≥ 15

(Manuel, 1998)

Una vez realizado el planteamiento, se establece el aumento del CBR de 2.2% a 4.39%.

Teniendo el mejoramiento de CBR determinado por los estudios previos se puede realizar la estructura de pavimento y poder determinar el espesor

adecuados para la estructura de pavimento según la norma INVIAS y norma AASTHO-93 para la determinación de espesores.<sup>6</sup>

Figura 10. Espesores de la estructura de pavimento flexible.

Capa	Coefficiente estructural, $a_i$	Espesor, $h_i$ (pulg)	Espesor, $h_i$ (cm)	Coefficiente de drenaje, $m_i$	SN $a_i * h_i * m_i$
Concreto Asfáltico	0.35	3.94	10		1.38
Base Granular	0.13	7.87	20	1	1.02
Subbase granular	0.11	13.78	35	0.9	1.36

SN tránsito	3.65
-------------	------

SN estructura	3.77
---------------	------

(Alvarez, 2017)

#### 4.4 PROCESOS Y ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN CAMPO.

Una vez se realiza un estudio previo y riguroso de la estructura de pavimento flexible, se observa en el trascurso de la construcción el cumplimiento de lo estipulado y pactado en el contrato de consultoría N° 529 del 31 de marzo de 2017 cuyo objetivo es “elaboración de estudios de suelos y diseños de pavimentos en vías de la ciudad de Tunja.

Donde se evidencia que la construcción, ejecución de obra realizada e intervenida se puede evidenciar con el cumplimiento de los diseños estipulados, que por medio de un registro fotográfico se obtiene información y verificación de procesos en conjunto para la reconstrucción de la estructura de pavimento flexible propuesta.

<sup>6</sup> LEONARDO ALVAREZ. Contrato de consultoría N°529, marzo 31 2017, p 17

Figura 11. Extracción de material saturado.



(Pérez C, 2019)

Figura 12 Prueba de densidad de sub-base granular.



(Pérez, 2019)

Figura 13 Riego de agua base granular.



(Pérez C, 2019)

Figura 14 Compactación de base granular.



(Pérez, 2019)

Figura 15 Construcción de alcantarillado sanitario.



(Pérez C. 2019)

Figura 16 Instalación de tapa de alcantarillado sanitario.



(Pérez, 2019)

Figura 17 Demarcación de anchos de sumideros de aguas pluviales.



(Pérez C, 2019)

Figura 18 Verificación de ancho de carpeta asfáltica.



(Pérez, 2019)

Figura 19 Compactación de carpeta asfáltica.



(Pérez, 2019)

#### 5.0 REVISIÓN DE CONTRATO 1791.

Tunja Boyacá, se puede encontrar que se celebra un contrato el 19 de noviembre 2019 con el fin de realizar un mantenimiento de la malla vial de la ciudad, con la modalidad de parcheo y sello asfáltico, etapa 6, ficha EBI No. 2017500100016.

Ubicación	N° Contrato	Fecha de inicio	Fecha de entrega	Valor del contrato
Tunja	1791	19/10/2019	31/12/2019	\$269.886.462

(Pérez, 2019)

Para la realización, construcción y determinación de sectores intervenidos se buscó darle contestación a derechos de petición de la ciudadanía, donde manifestaban el mal estado de las vías, teniendo en cuenta la necesidad de intervenir, adecuar la malla vial de Tunja. Donde, los barrios intervenidos por la empresa contratista ORBEING S.A.S NIT: 901.077.546.9 fueron.

<sup>7</sup> JAVIER ANTONIO ROJAS CRUZ. Mantenimiento de la malla vial de Tunja etapa 6. P1-3

- Uptc.
- Cámara de comercio.
- Av. colon.
- Av. Universitaria.
- Maldonado.
- Balcones de terranova.
- Calleja.
- Nogal.

### 5.1 REVISIÓN, CONTROL, SUPERVISIÓN DE CONTRATO 1791.

Teniendo en cuenta las zonas de intervención y realización de actividades que permitan el cumplimiento del contrato, se procede a la verificación de acciones realizadas en la cuales encontramos.

Conformación de la sub-base granular, en el que se requiere de una retroexcavadora un vibro compactador y mini cargador e herramienta menor que permita la realización de la actividad, donde consiste en extracción de material y reparación de sub-base granular.

Por lo cual los requisitos de calidad que se encuentran en el artículo 320 de las especificaciones generales de construcción de carreteras dadas por el instituto nacional de vías (INVIAS), donde se garantiza la homogeneidad del material que requiere de una distribución granulométrica semejante, en la cual se garantiza que se debe tener sin segregaciones.

El material extendido corresponderá de un espesor de capa compactada a cien milímetros (100 mm) y máximo (200 mm). Teniendo en cuenta, las especificaciones generales de construcción de carreteras, articulo 320.4.6 Bogotá D.C mayo 2013 donde especifica que si la capa de sub-base granular supera los (200 mm) se deberá realizar compactación de material en varias capas según lo requiera la zona de intervención.

Figura 20. Base granular, (Barrio balcones de terranova.)



(Pérez c, 2020)

Figura 21. Afirmado sub-base- base granular, (Av. universitaria)



(Pérez c, 2020)

Clasificación de base granular, teniendo en cuenta el proceso de sub-base, se puede complementar la estructura de re-parcheo, este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material de base granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados.

Según la norma INVIAS artículo 330-13 podemos encontrar clasificación de material granular que como el nivel de tránsito se implementa para cumplir con los requisitos mínimos exigidos por la medida INVIAS.

Figura 22. Clasificación de material de afirmado según el número de tránsito.

<b>CLASE DE BASE GRANULAR</b>	<b>NIVEL DE TRÁNSITO</b>
Clase C	NT1
Clase B	NT2
Clase A	NT3

(Bogotá, 2014)

Una vez que el material extendido de la base granular tenga la humedad apropiada, se conformará ajustándose a los alineamientos y secciones típicas del proyecto y se compactará con el equipo aprobado por el Interventor, hasta alcanzar la densidad seca especificada.

Aquellas zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en tal forma que la densidad seca que se alcance no sea inferior a la obtenida en el resto de la capa.

Compactación mezcla asfáltica, para el proceso de esta actividad se debe de tener aprobados los procesos anteriores, que determinan su conformidad por medio de ensayos de laboratorios que permita obtener datos de densidades de materiales compactado, (ensayo método cono y arena), en el cual el artículo 400 norma INVIAS donde se nombra los requisitos mínimos de calidad.

Figura 23. Prueba cono y arena.



(Pérez c, 2020)

Obteniendo verificando los requisitos mínimos exigidos por INVIAS artículo 400 en el apéndice 400.2.1.2.4 podemos establecer la calidad de los agregados gruesos o finos, esto nos permite determinar la temperatura mínima para realizar la compactación y conformación de carpeta asfáltica, donde encontramos que para el afirmado se deberá tener un promedio de 140°C.

Figura 24. Riego de emulsión asfáltica lenta.



(Pérez c. 2020)

Figura 25 Compactación de material asfáltico.



(Pérez c, 2020)

Figura 26 Registro de cantidades de carpeta asfáltica.



(Pérez c, 2020)

## 5.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y CREACIÓN DE APU.

Teniendo en cuenta y una vez realizado la observación y recolección de información en las actividades anterior mente, se procede a la creación de una tabla de análisis de cantidades de cada uno de los ÍTEM.

- Espesor afirmado.
- Espesor sub-base.
- Espesor base.
- Espesor carpeta.
- Aria superficial.
- Aria de barrido.
- Aria riego de liga.
- Longitud de corte.
- Volumen de apertura.
- Volumen afirmado.
- Volumen sub-base.
- Volumen base.
- Volumen MDC.

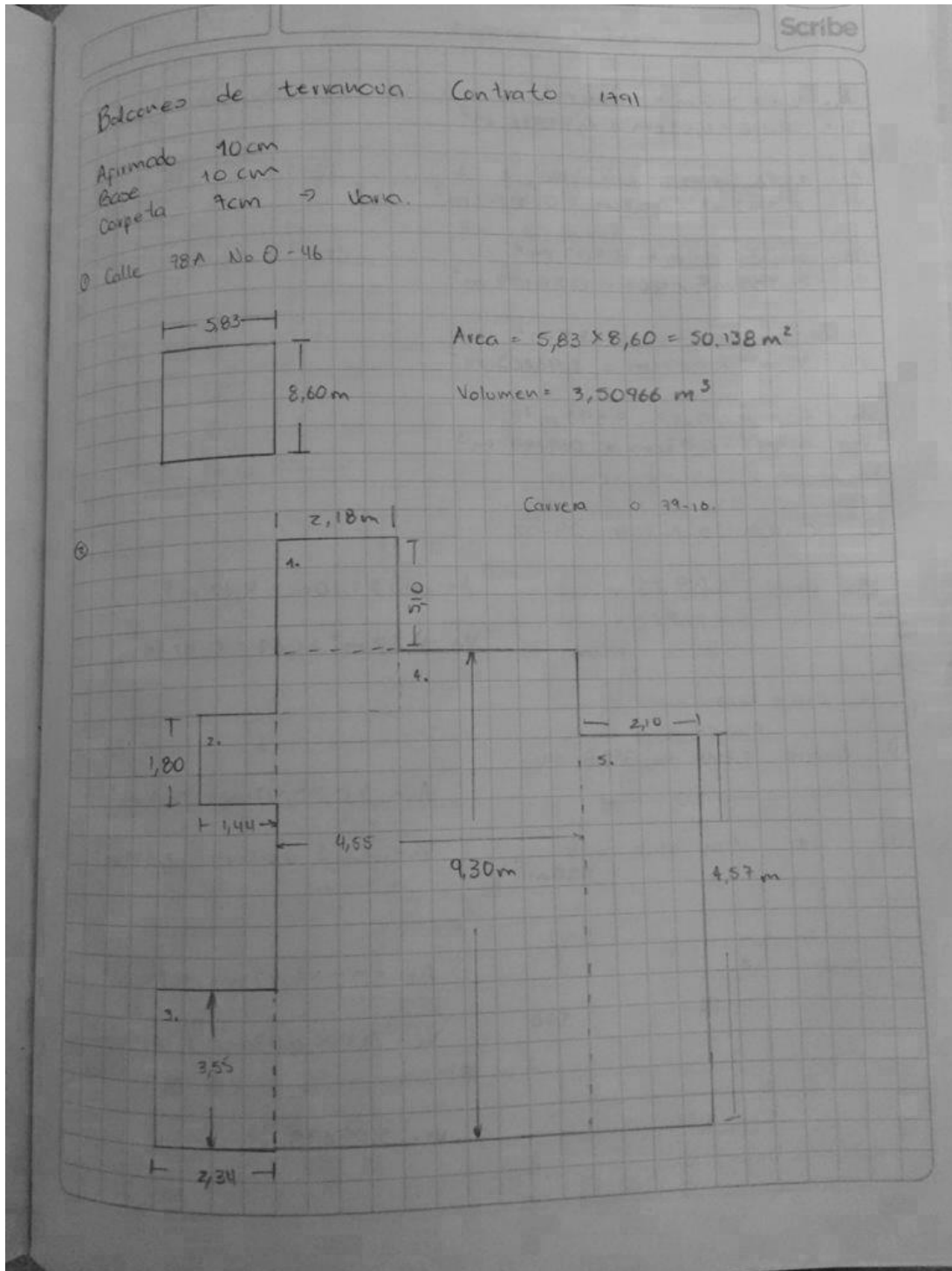
Con esto se quiere tener un registro de las cantidades utilizadas de cada uno de los materiales, por lo cual la entidad Alcaldía mayor Tunja, en calidad de supervisor, control y revisión de obras públicas, realiza la intervención y recopilación de información.

Figura 27. Obtención de datos.



(Pérez c, 2020)

Figura 28. Registro de datos obtenidos.



(Pérez c, 2020)

## 6.0 REVISIÓN, SUPERVISIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS, DE SUELOS Y DISEÑOS DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE LA CIUDAD DE TUNJA.

Labor que se realiza con el fin de verificar, supervisar y/o elaboración, construcción de una vía localizada entre carrera 19 y calles 19-20 barrio el Milagro, donde la entidad alcaldía mayor de Tunja como autor principal de solicitud para la elaboración de estudios técnicos, suelos y diseños de pavimentos en la ciudad de Tunja, otorga la responsabilidad por medio de la consultoría presentada por el ente A.P.P control ingeniería S.A.S.

Entre los documentos analizados y revisados podemos encontrar que se realiza una metodología plasmada, con el fin de explicar claramente los subprocesos que requiere un diseño geométrico.

### 6.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.

Donde la primera fase se trata de estudios y diseños geométricos, reconocimiento y localización, por lo tanto, se desarrolla llevando acabo la ubicación en terreno del proyecto, su reconocimiento e identificación cualitativa de características más relevantes, así como la caracterización del entorno por medio de visitas a la zona.

Después de superada la primera fase, durante la recopilación de información, se llevó a cabo la obtención del levantamiento topográfico del terreno, definido los principales parámetros del diseño.

### 6.2 PARÁMETROS DE DISEÑO.

Un aspecto importante a destacar, hacia el desarrollo del diseño vial, lo constituyen los criterios del proyecto que se tengan en cuenta para el análisis detallado de conlleva a la selección de parámetros tendientes a lograr finalmente un proyecto armónico que conserva la consistencia requerida entre los diseños, planos, condiciones físicas del tramo en estudio, de tal manera que se brinden al usuario las mejores circunstancias de seguridad y comodidad.

### 6.3 VELOCIDAD.

Considerando que la topografía, el tráfico y la velocidad de diseño son los aspectos relevantes que definen las características finales de la vía a construir y por ende sus condiciones de operación, merece especial atención la selección de la velocidad del diseño es el aspecto que incide directamente en la definición de los demás parámetros.

En la cual la topografía, con base esto se garantizó una velocidad de 30 K.P.H teniendo en cuenta que los tramos se localizan en la zona urbana.

#### 6.4 PARÁMETROS DE DISEÑOS A INTERVENIR.

A continuación, se describe las medidas establecidas para el diseño geométrico, las cuales son fijadas por documentos guías como el “manual de diseño geométrico de carreteras” de INVIAS.

Figura 29. Parámetros de diseño.

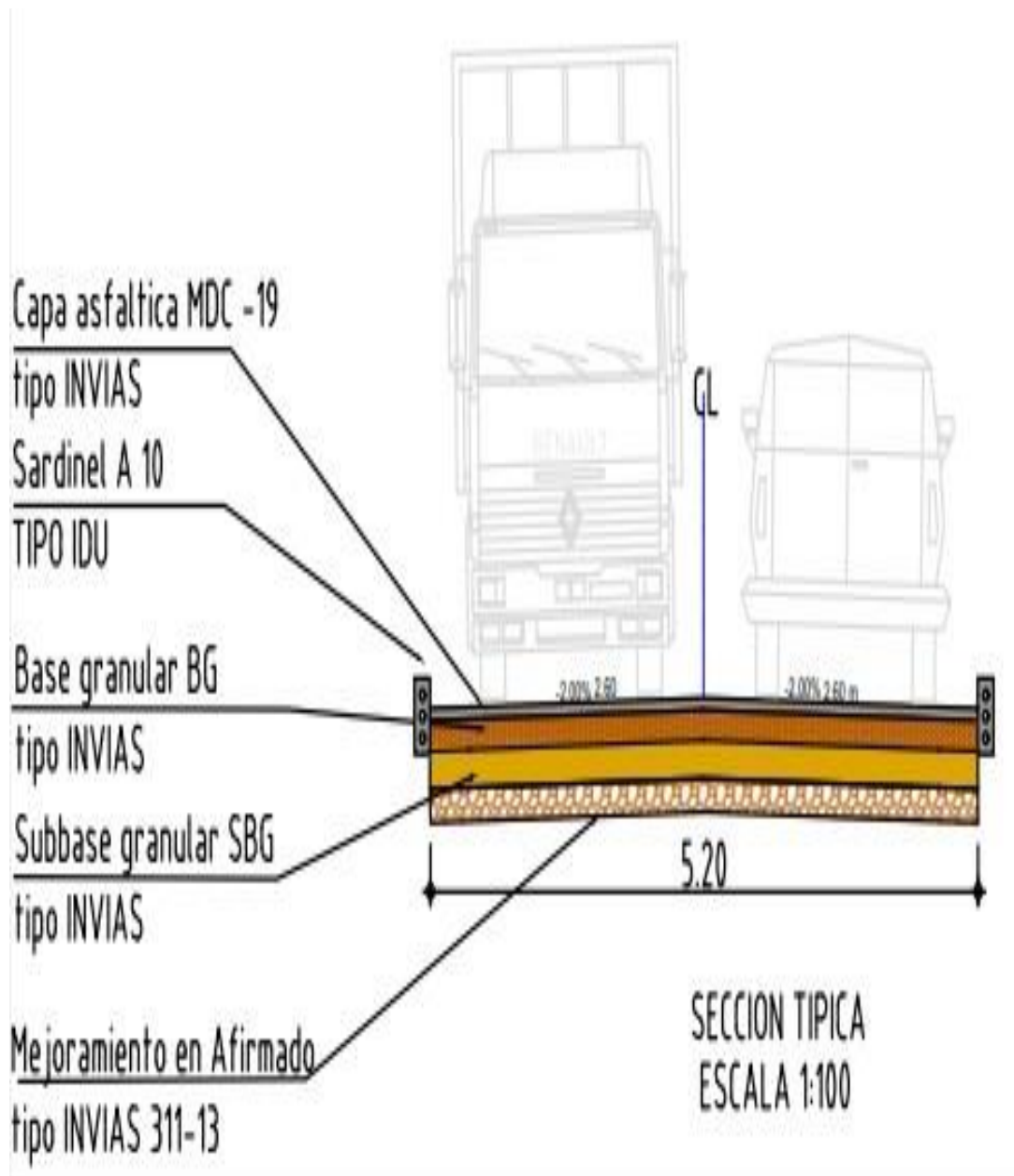
PARAMETROS DE DISEÑO – 30Km/h		
Tipo de Terreno	Montañoso	
Ancho de Calzada	5.20	m
Pendiente Long. Máxima	24.0	%
Pendiente Long. Mínima	0.30	%
Peralte Máximo	4.00	%
Radio Mínimo Calculado	22	m
Bombeo Normal	-2.00	%
LCV min (Curva concava)	20	m
LCV min (Curva convexa)	20	m

(Manuel, 1998)

#### 6.5 DISEÑO EN PLANTA.

Una vez reunida esta información se procedió a la elaboración del proyecto en planta. Dentro de la cual se tenía como limitante la conservación del corredor existente para evitar cualquier tipo de afectación predial y garantizar un drenaje adecuado, la calzada de diseño mantiene una pendiente transversal de 2.0% drenando hacia los dos costados de la vía conduciendo las aguas lluvias y de escorrentía a sumideros existentes a lo largo del tramo objetivo del diseño.

Figura 30. Diseño en perfil.



(Alvarez, APP, 2019)

Figura 31. Registro fotográfico vía el milagro.



(Pérez c, 2020)

Figura 32 Compactación base granular.



(Pérez c, 2020)

Figura 33 verificaciones de ancho de carpeta asfáltica.



(Pérez c, 2020)

Figura 34 Compactación de carpeta asfáltica.



(Pérez c, 2020)

## 7.0 ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS, DE SUELOS Y DISEÑO DE PAVIMENTO EN CALLE 16 ENTRE CARRERA 11 Y 12.

### 7.1 ALCANCE DE PROYECTO.

Teniendo en cuenta la ubicación donde se encuentra el proyecto y las características y la necesidad de intervenir la calle 16 entre Cra 11 y 12 ubicada en el casco urbano (centro), se realiza los estudios pertinentes para determinar la construcción de una vía compuesta por una estructura de pavimento rígido.

Donde sus ambientes climáticos, características de los suelos y los materiales encontrados con los estudios realizados tanto como el nivel de tránsito y las peculiaridades de los materiales definidos para cada una de las capas, podemos definir que las condiciones del CBR encontrado está en un estado óptimo el cual permite la construcción de la vía.

### 7.2 CARACTERÍSTICAS DE LA SUB-RASANTE.

De los estudios realizados por la entidad APP se determinó una unidad de diseño la cual presenta las siguientes propiedades, donde se encuentra que el CBR del terreno encontrado se establecido bajo condiciones naturales.

Figura 36. Características del CBR.

PARAMETRO	CBR (%)	
	NATURAL	SATURADO
CBR (%)	3.60	3.05
Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	360	305
Mr (lb/pulg <sup>2</sup> )	5400	4575
Mr (N/m <sup>2</sup> )	36000000	30500000
Mr (Mpa)	36	30.5
K (kg/cm <sup>3</sup> )	3.115	2.744
K (lb/pulg <sup>3</sup> )	112.29	98.93
K (Mpa/m)	31.15	27.44

(Alvares, 2019)

### 7.3 PERIODO DE DISEÑO.

Por lo tanto, se considera los siguientes periodos de diseño de acuerdo al tipo de pavimento elegido.

Figura 37. Periodo de diseño para pavimento flexible y rígido.

PAVIMENTO	PERIODO DE DISEÑOS (Años)
Flexible	10
Rígido	20

(Alvares, 2019)

### 7.4 TRANSITO.

De la proyección de transito estudiado hacia la vía en estudio, se determinaron los siguientes valores para el periodo de diseño, expresados en ejes equivalentes a 8,2 toneladas que circularan por el carril.

Figura 38. Tránsito de diseño.

PAVIMENTO	TRÁNSITO (ee 8.2 ton cd/pd)
Flexible	607896
Rígido	620627

(Alvares, 2019)

Teniendo en cuenta que el municipio cuenta con una temperatura promedio de 14°C y precipitación muestra un promedio de 553 mm, determinamos un valor de seguridad teniendo en cuenta la clasificación de la vía como una colectoras de tránsito, se recomienda implementar un nivel de confianza del 85% para pavimento flexible y 90% para pavimento rígido, por lo cual teniendo un periodo de diseño más óptimo se debe tener a consideración la mayor certeza.

Figura 39. Niveles de confiabilidad sugeridos para diferentes tipos de carreteras.

Clasificación	Nivel de confiabilidad recomendado	
	Urbana	Rural
Autopistas	85 - 99,9	80 - 99,9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras de tránsito	80 - 95	75 - 95
Carreteras locales	50 - 80	50 - 80

(Aashto 93)

## 7.5 CALIDAD DE DRENAJE CD.

De acuerdo con la calidad de drenaje y el tiempo de exposición de la estructura del pavimento a nivel de humedad próxima, se determinan los valores de m, para cada una de las capas de la estructura, teniendo en cuenta la clasificación dada por cada tipo.

Figura 40. Características de drenaje.

Características del drenaje	Pavimento flexible Cd				Pavimento Rígido Cd			
	Porcentaje del tiempo que el pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación				Porcentaje del tiempo que el pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	< 1%	1 - 5%	5 - 25%	> 25%	< 1%	1 - 5%	5 - 25%	> 25%
Excelente	1.4 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.0	1.00	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

(Aashto, 93)

Figura 41. Coeficiente de drenaje.

PAVIMENTO	Coeficiente de drenaje, Cd
Flexible	Base Granular 1.0
	Subbase Granular 0.9
Rígido	Base Granular 1.0
	Subbase Granular 0.8

(Alvarez, APP, 2019)

Por lo tanto, ya definido el ideal drenaje para el concreto, se define otro parámetro muy importante donde se analiza los módulos dinámicos y de elasticidad del concreto ya que es el prototipo de estructura implementada.

Figura 42. Módulos dinámicos y de elasticidad

PAVIMENTO	CAPA	Módulos dinámicos Kg/cm <sup>2</sup>	Módulos dinámicos (lb/pulg <sup>2</sup> )
Flexible	Capa asfáltica MDC-19	20394	290000
	Base granular CBR 80%	1954	27911
	Subbase granular CBR 30%	1061	15157
Rígido	Concreto **	199613	2851613
	Subbase granular CBR 30%	1061	15157

(Alvarez, APP, 2019)

Para definir el espesor de pavimento rígido (losa de concreto) se tiene en cuenta los parámetros anteriores y las características del concreto.

Por lo cual se implementó la fórmula de la AASTHO-93 para pavimentos rígidos, obtenemos los siguientes espesores requeridos.

Figura 43. Formula de la aastho-93 para pavimento rígido.

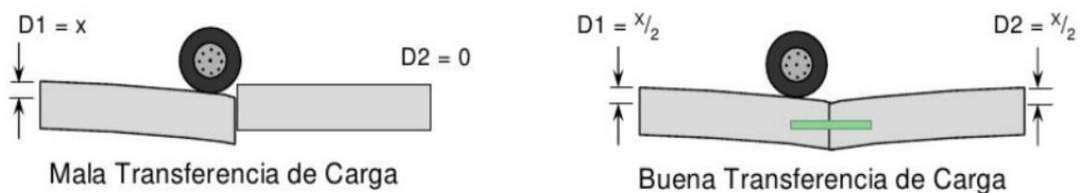
$$\text{Log}N_{80\text{KN}} = Z_r S_o + 7.35 \text{Log}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log} \left[ \frac{\Delta \text{IPS}}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \text{Log} \left[ \frac{S_c C_d (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 J \left( 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{\left( \frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right)} \right]$$

<b>Donde:</b>	
<b>N<sub>80KN</sub></b>	Número de ejes equivalentes de 80 KN
<b>Z<sub>r</sub></b>	Desviación normal estándar
<b>S<sub>o</sub></b>	Error combinado
<b>D</b>	Espesor del pavimento de concreto, mm
<b>ΔIPS</b>	Pérdida de serviciabilidad
<b>P<sub>t</sub></b>	Serviciabilidad final
<b>S<sub>c</sub></b>	Módulo de rotura del concreto, MPa
<b>C<sub>d</sub></b>	Coefficiente de drenaje
<b>J</b>	Coefficiente de transferencia de carga
<b>E<sub>c</sub></b>	Módulo de elasticidad del concreto, MPa
<b>K</b>	Módulo del conjunto de soporte, MPa/m

(Alvarez, APP, 2019)

Para el estudio de transferencia de carga en cada una de las losas de concreto se tiene en cuenta el nivel de tránsito (8,2 Toneladas) el cual permite tener una investigación de cómo será el comportamiento de cada losa en las juntas y el debido procedimiento hacia evitar asentamientos diferenciales de los extremos de las placas.

Figura 44. Transferencia de carga.



(Alvarez, APP, 2019)

Factor de pérdida de soporte.

Con el tipo de material de sub-base granular se tiene un valor de  $L_s = 1.5$ .

Coefficiente de transferencia de carga:

$J = 2.8$  para las losas con transferencia de carga.

Teniendo en cuenta las variables de los numerales anteriores en la ecuación básica de diseño se obtiene un espesor de losa de concreto el cual se toma para el tránsito de diseño, las características del concreto, y los coeficientes de drenaje.

Figura 45. Módulo de reacción efectivo de la sub-rasante (K) ecuación AASHTO-93.

Módulo de Reacción Efectivo de la Subrasante... - □ X

Archivo Resultados Ayuda

**MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE  
METODO AASHTO 1993**

Unidades:  
 U.S.     S.I.

Módulo Resiliente de la Subrasante, Mr:  lb/pulg<sup>2</sup>

Módulo de Reaccion de la Subrasante, Ks:  lb/pulg<sup>2</sup> ¿Ks?

Espesor de la Subbase Granular, Dsb:  pulgadas

Módulo de la Subbase Granular, Esb:  lb/pulg<sup>2</sup>

Estrato Rocoso

Espesor Estimado Losa de Concreto, D:  pulgadas

Pérdida de Soporte, Ls:  ¿Ls?

---

Módulo de Reacción Compuesto, Kc:  lb/pulg<sup>2</sup>

Valores de K (lb/pulg <sup>2</sup> )		Daño Relativo Ur
Ks	117.0	46.2
Kc	286.1	31.6

Daño Relativo Promedio,  $\bar{U}_r$ :

Módulo de Reacción Promedio,  $\bar{K}_c$ :  lb/pulg<sup>2</sup>

**Módulo Efectivo de Reacción, Kef:**  lb/pulg<sup>2</sup>

(Alvarez, APP, 2019)

Figura 46. Módulo de reacción efectivo de la sub-rasante (K) ecuación AASHTO-93

(Alvarez, APP, 2019)

Con este método se pudo determinar el espesor de losa de concreto 7,4 pulg=18.8 cm ~ 19 cm.

Por lo tanto, el espesor tanto de sub-granular y el espesor de losa de concreto se determina como se muestra en la gráfica.

Figura 47. Espesores de la estructura rígida metodología AASTHO.

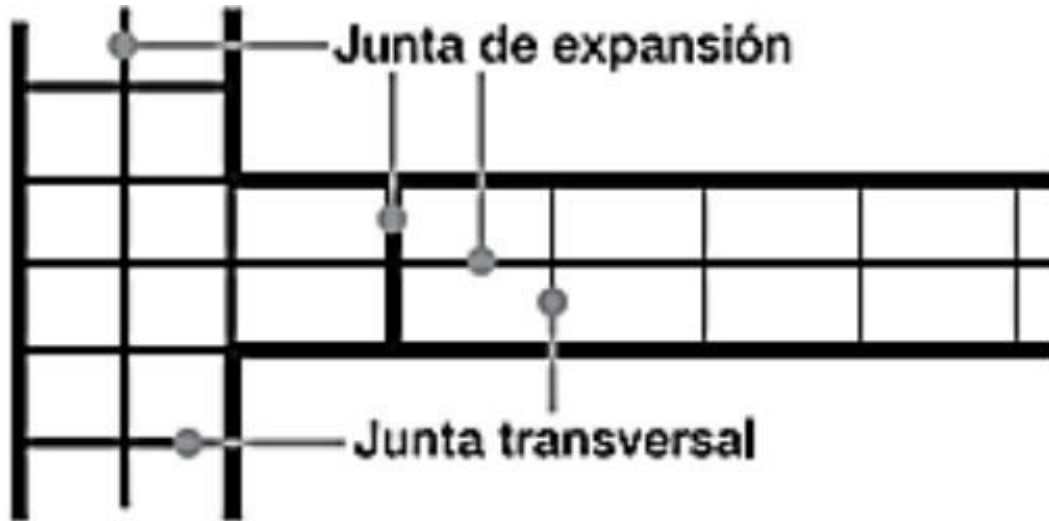
SÍMBOLO	CÓDIGO	MATERIAL	ESPESOR (cm)
	Losa de concreto	Concreto hidráulico INV 500-13 MR 4,0 MPa	19
	SBG-50	Sub Base Granular SBG- 50 INV 320-13 CBR > 30%	20

(Álvarez, APP, 2019)

Para el diseño y construcción de juntas del pavimento rígido, donde tiene una parte fundamental el método de construcción para evitar el agrietamiento, como también de mantener la capacidad estructural del pavimento y su calidad de servicio en los más altos niveles al menor costo anual. Las juntas cumplen funciones como; control de agrietamiento transversal y longitudinal, dividir el pavimento en incrementos prácticos para la construcción, absorber los

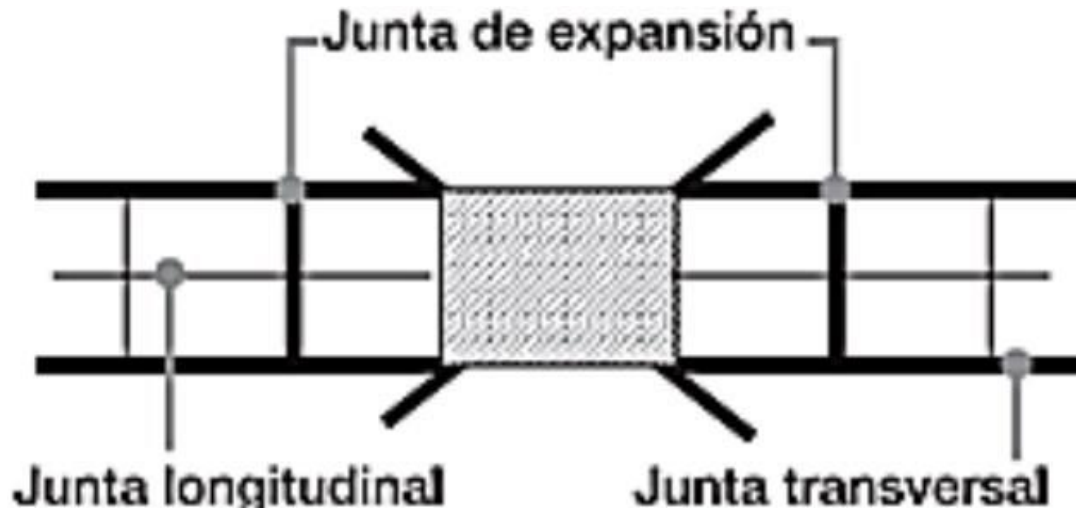
esfuerzos provocados por los movimientos de las losas, promover una adecuada transferencia de carga, darle forma al depósito para el sellado de juntas.

Figura 48. Tipo de juntas para usar en el pavimento rígido.



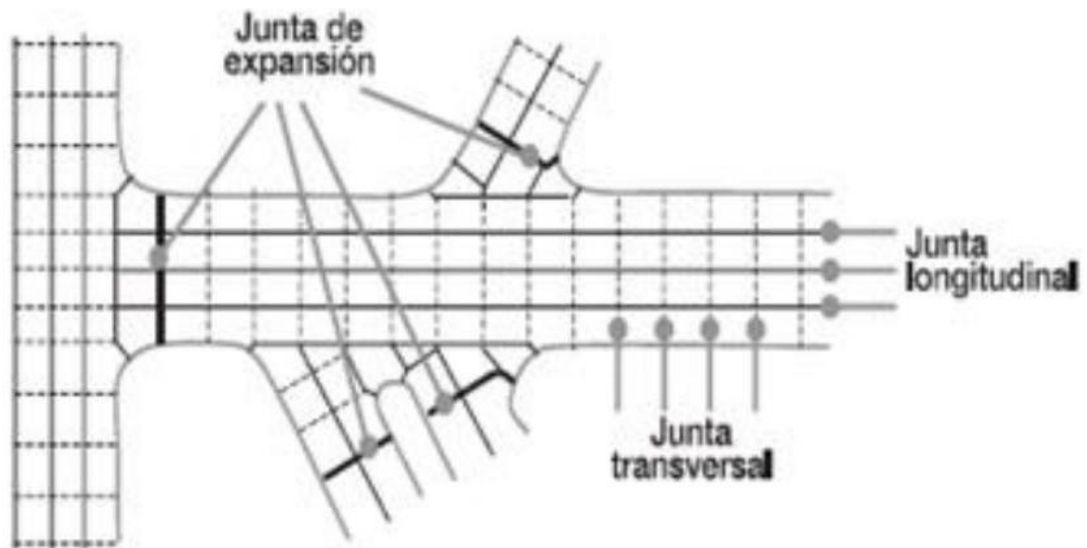
(Manuel, 1998)

Figura 49. Tipo de juntas para usar en el pavimento rígido.



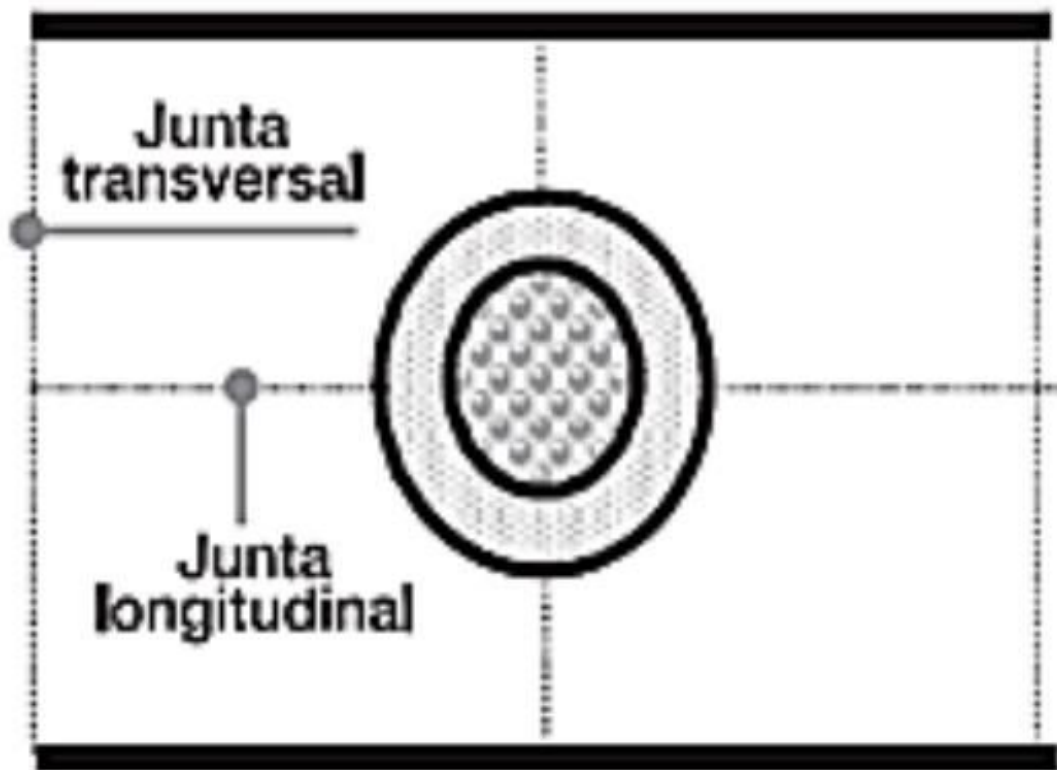
(Manuel, 1998)

Figura 50. Tipo de juntas para usar en el pavimento rígido.



(Manuel, 1998)

Figura 51. Tipo de juntas para usar en el pavimento rígido.

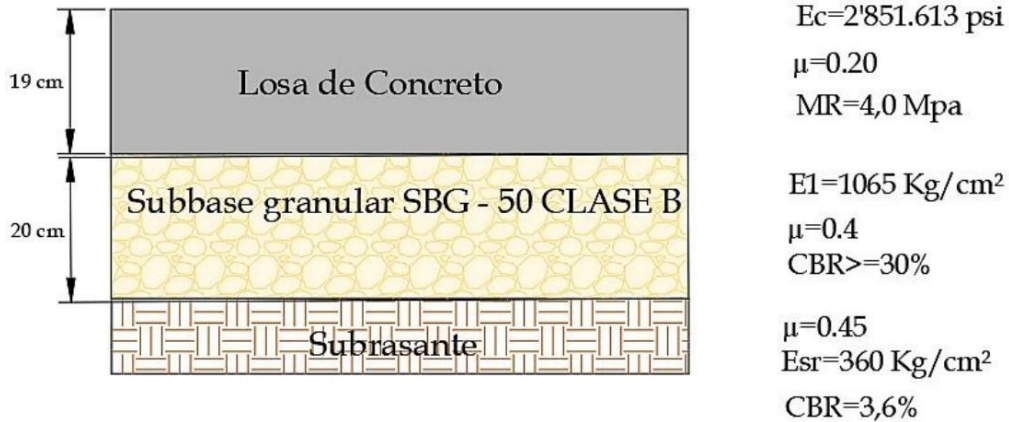


(Manuel, 1998)

Teniendo en cuenta los anteriores parámetros definidos y verificados con la norma INVIAS hacia el diseño de construcción de pavimentos rígidos, se establece la estructura de pavimento con el fin de garantizar el periodo de diseño establecido anteriormente mencionado (20 años) cumpliendo con los

estándares pertinentes para mantener la garantía que la empresa diseñadora como la contratante y encargada de ejecutar el proyecto garantice los requisitos pactados entre el empresario como en el licitador.

Figura 52. Diseño de estructura de pavimento rígido.



(Alvarez, APP, 2019)

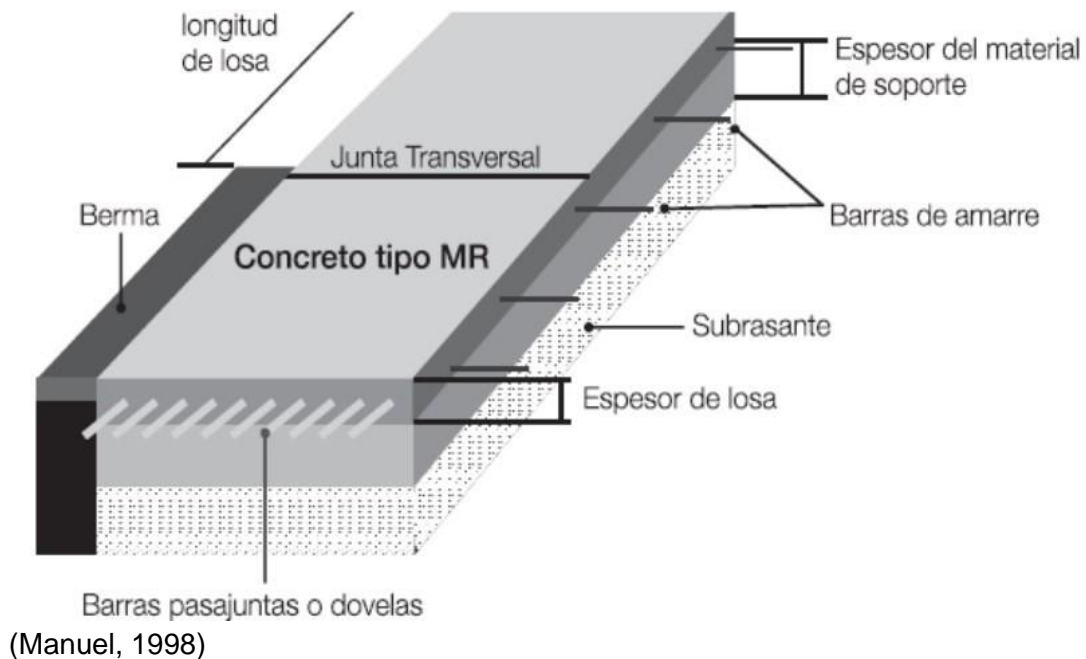
A continuación, mostrare las especificaciones y los parámetros establecidos para la construcción del pavimento rígido.

Figura 53. Refuerzo, parámetros, unidades y valor.

Refuerzo Dimensiones	Parámetro	Unidad	Valor
Pasadores	Diámetro del pasador liso	pulg	1
	Longitud del pasador	mm	350
Barras de amarre	Separación entre centros	mm	300
	Diámetro de la barra	pulg	1/2
	Acero de f'y	psi	60 000
	Longitud de la barra	mm	850
	Separación entre centros	m	1,2
Placa	Largo	m	4,5
	Ancho	m	3,6

(Alvarez, APP, 2019)

Figura 54. Modelo estructural de pavimento rígido con ubicación de dovelas y barras de amarre.



## 8.0 LABORATORIO A LA COMPRESIÓN PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD MÁXIMA DEL CONCRETO DE (28) MPA.

Trabajo que se realiza con el fin de establecer la resistencia a la compresión del concreto, suministrado por la empresa col-concretos en la cual se certifica resistencia de 28 Mpa, donde cada uno de estos cilindros se someterá a una carga axial en una maquina universal para determinar la tenacidad de cada uno de los casos.

Por otro lado, se la practicara pruebas in-situ permitiendo desarrollar ensayos de slump para verificar el asentamiento o revenimiento del concreto, determinando las pruebas que se le practicara a cada uno de los cilindros de concretos, donde por requisito de la norma INVIAS se tiene especificaciones, que permitirá tener un rango mayor en cada uno de los casos a analizar.

Por lo tanto, se procede a verificación de información y material necesario para realizar las pruebas pertinentes de los cilindros.

Cilindros o camisas para toma de muestras.

- 15 Cm de diámetro.
- 30 Cm de altura.

Figura 55. Camisas para la construcción de pruebas de concreto.



(Pérez c, 2020)

Materiales necesarios Para la prueba de asentamiento o revenimiento del concreto se necesita los siguientes materiales.

Figura 56. Martillo de cabeza de cuero o caucho de un peso aproximado de 0,6 Kg



(Ebay, 2020)

Figura 57. Emberiza schoeniclus.



(NEOFERR, 2020)

Figura 58. Cinta métrica o fluxómetro.



(Diaz., 2020)

Figura 59. Juego de prueba para ensayo slump.



(Matest, 2020)

Figura 60. Concreto de 4000 Psi (28 Mpa).



(Pérez c, 2020)

Figura 61. DOSIFICACION.

Cantidad es (cmt- ar-gr)	Resistencia			Cement o (cmt)	Arena mt3 (ar)	Grava mte (gr)	Agua lts (promedio )
	Kg/cm2	psi	Mpa				
1 2 2	280	4000	27	420	0.67	0.67	190

(Contruyendo.co, 2020)

### 8.1 MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (NTC 396)

Es necesario poseer un molde en forma de tronco de cono, con un diámetro en la base mayor de 102 mm - 305 mm de altura; teniendo agarraderas y dispositivos para apoyarlo con los pies en su interior debe estar libre de abolladuras y protuberancias.

Varilla de acero lisa de aproximadamente 16 mm de diámetro, 600 mm de longitud el extremo de compactación debe ser hemisférico con el mismo diámetro de la varilla.

Figura 62. Cuchara para recoger el concreto.



(Pérez c, 2020)

## 8.2 PROCEDIMIENTO

Para realizar la prueba o ensayo del slump se determinan el asentamiento del concreto, nos disponemos a humedecer el molde y ponerlo sobre una superficie rígida nivelada, para tener un mejor procedimiento se deberá sujetar el molde de tal manera que no se separe de la superficie.

Por lo tanto, proseguimos a llenar el molde, en el cual se debe realizar el llenado en tres capas diferentes que corresponde  $\frac{1}{3}$  del volumen del molde, en donde ya teniendo nuestra primera capa se deberá utilizar la herramienta anteriormente mencionada, realizando 25 impactos al concreto con la varilla compactadora.

Para este procedimiento tendremos como un máximo de cinco minutos para la toma de muestra donde la mezcla deberá estar homogéneamente, en el cual el tiempo máximo para la elaboración del ensayo es de 2,5 minutos y un lapso límite de alzado del molde de 5 segundos.

Figura 63. Ensayo de slump.



(Pérez c, 2020)

### 8.3 PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE CILINDROS EN CONCRETO.

Me dispuse a limpiar camisa o moldes, donde se le aplicara una capa de ACPM con el fin de garantizar y evitar adherencia al molde con la mezcla.

Figura 64. Material en estado óptimo.



(Pérez c, 2020)

Tenido listo todos los implementos nos disponemos a efectuar el llenado de los cilindros o camisas en 1/3, por lo cual se realiza los 25 golpes con la varilla compactadora al concreto, donde se debe darle alrededor de 10 a 15 golpes con el martillo de caucho al exterior de la camisa o cilindro, esto permitirá garantizar la forma correcta de realizar un cilindro.

Figura 65. Realización de cilindros.



(Pérez c, 2020)

Una vez realizamos el desencofrado de los cilindros, cubrimos con los materiales escogidos para realizar un experimento de resistencia del material implementado (concreto 4000 PSI), donde nos permite identificar la mejor opción hacia el recubrimiento del concreto en el proceso de exudación y curado.

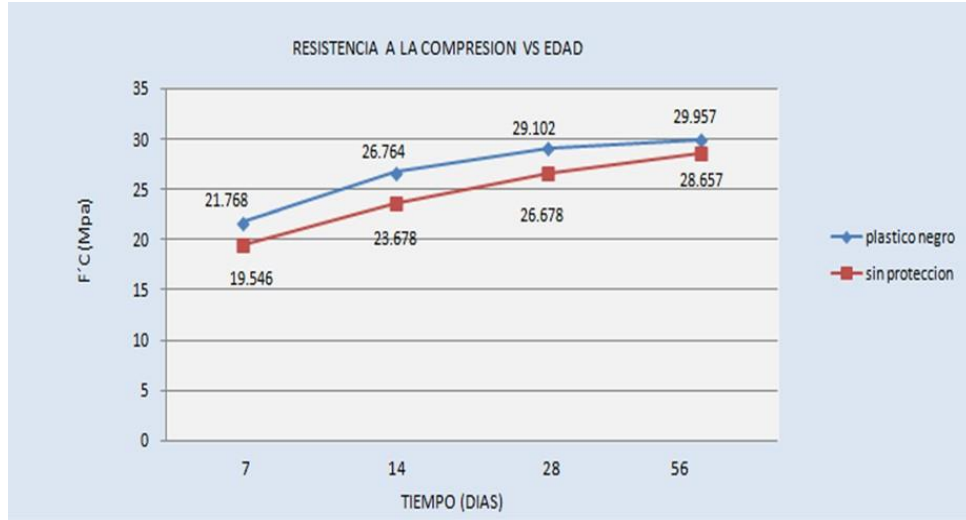
Figura 66. Protección de cilindros.



(Pérez c, 2020)

## 8.4 CONCLUSIONES.

Figura 67. Grafica de resistencia a la compresión.

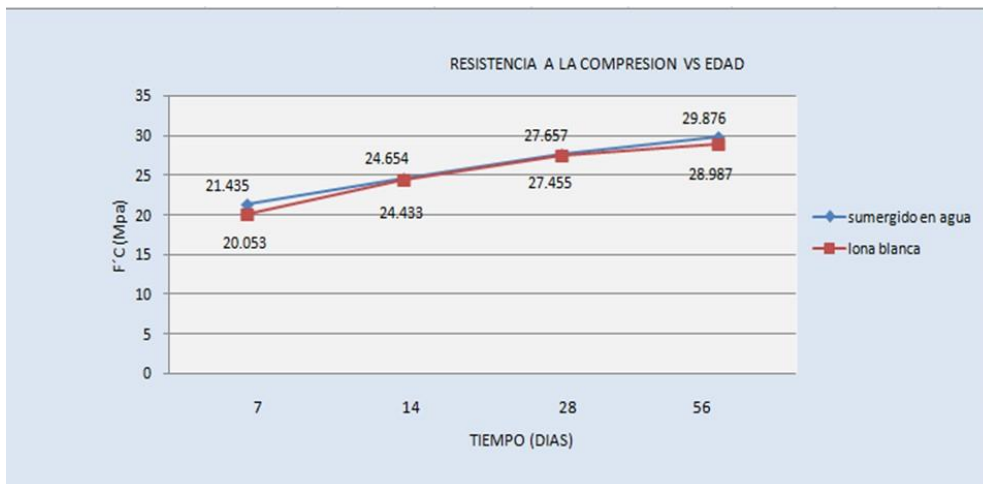


(Pérez, 2020)

En la gráfica mostrada se observa dos casos estudiados y analizados previamente, en el caso de fallar cilindros de concretos de 4000 Psi en el cual se sometieron a diferentes tratamientos para obtener información que me permita evidenciar.

Que al ser trato con plástico negro se determinan una ganancia de resistencia al ensayo de compresión, con respecto al no tratado de ninguna manera se observó que el proceso de exudación es más lento ya que los rayos del sol no entran directamente.

Figura 68. Grafica de resistencia a la compresión.

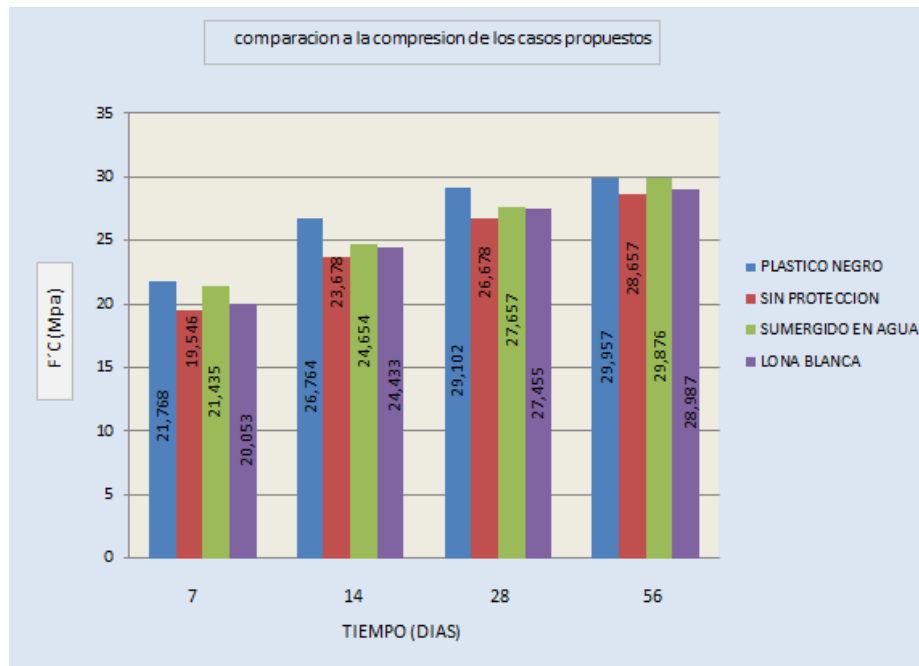


(Pérez, 2020)

En estos dos casos analizados por la gráfica podemos denotar que la prueba realizada a compresión del cilindro, se obtuvo en el caso de sumergido en agua una diferencia con respecto al de lona blanca.

Dado que el tipo de protección que se le implemento son los mismos pero el tipo de curado distinto y esto permite evidenciar que el sumergido en agua tiene más resistencia a la compresión con respecto al de lona blanca.

Figura 69. Grafica de resistencia a la compresión comparación de datos obtenidos.



(Pérez, 2020)

Podemos observar los cuatro casos estudiados, en el cual se observa que al no tener ningún tipo de protección el esfuerzo que presenta al ser sometido al ensayo a la compresión, es menor con respecto a los demás casos ya que no tiene ningún tipo de aislamiento de los rayos solares.

El siguiente caso en escala de resistencia a la compresión, es el de lona blanca presentando una diferencia mínima con el que se encuarta tratado en agua (totalmente sumergido), por lo cual podemos decir que estos dos casos presentan una tendencia similar, pero deja como claro que el esfuerzo a la compresión es mayor que al no tratado.

Por último, evidenciamos con la gráfica que por cuestiones climáticas ya que la zona donde se realizó el ensayo a compresión, presenta una característica favorable en el caso de plástico negro ya que permite evidenciar que es la mejor manera de tratar debido a que no deja entrar los rayos solares fácilmente y el proceso de exudación y curado se hace forma óptima presentando la mayor resistencia al ensayo a compresión.

## **9.0 IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO**

### **9.1 APORTES COGNITIVOS**

Se pudo obtener un registro histórico en el transcurso del desarrollo de los proyectos ejecutados, adquiriendo información de un conjunto de procesos que conforman un todo, en el cual se evidencia una serie de acciones que permite entender y planear labores, esto permite dimensionar, delimitar alcances diarios teniendo en cuenta el personal empleado, obteniendo así un gran aporte cognitivo en las actividades desarrolladas.

Por lo consiguiente se puede observar la ejecución de diferentes proyectos en la ciudad de Tunja, donde principal mente se establece una responsabilidad por parte de la entidad, con el municipio y funcionarios que tienen un compromiso de mantener, preservar y promover el mejoramiento del sistema vial de.

Por lo tanto, como compromiso y responsabilidad adquirida como supervisor y veedor por los recursos tanto económicos como socio cultural del municipio se realiza visitas de cada uno de los proyectos en ejecución, donde se pudo realizar observaciones con control interno para dar un conocimiento de los avances de cada una de las vías en construcción.

Donde para la intervención realizada de la obra en ejecución del barrio san Antonio CR 4C-4 se pudo socializar la información en la oficina de secretaria de infraestructura en acompañamiento con el jefe inmediato Florelba Castro, Cesar David López Arenas, la cual se manifestó que los diseños propuestos por la empresa BENITEZ se ejecutaron con algunos inconvenientes.

Donde se informa de fallos en la base granular de la vía, también se pudo realizar comprobación de cada uno de los materiales y verificación de mejoramiento de la sub-rasante, socializando el cumplimiento de lo pactado en el proyecto radicado en la secretaria de infraestructura.

Con el transcurso de las actividades se revisó el contrato 1791 en la modalidad de re-parcheó, el cual fue observado, ejecutando así una tabla de datos que permitiera la verificación de los reportes de la empresa ORBEING S.A.S, por los cual se intervino en cada uno de los sitios de ejecución de obra, realizando análisis de cantidades y dejando a consideración del jefe inmediato la información creada y entregada de forma digital (APU).

Entre las actividades en conjunto con la interventora APP en el barrio el milagro, donde se ejecutó la construcción de la obra de una vía en pavimento flexible, se pudo socializar las mejoras propuestas por la empresa BENITEZ

Con la construcción de un sumidero francés, teniendo una socialización y aprobación por parte del secretario de infraestructura donde se realiza las visitas en compañía de control interno permitiendo encontrar la mejor solución con respecto a las fallencias encontradas en la zona de intervención, por otro lado, se pudo chequear procesos en cada una de la estructura de pavimento flexible.

En el cual se encuentra el mejoramiento de la estructura de pavimento ya que, en el proyecto radicado en el departamento de infraestructura, se obtenida una capa de carpeta asfáltica de 8 CM y se realiza la mejora a 10 Cm de carpeta asfáltica, donde se pone en consideración del jefe inmediato, que debido a que en la base granular se le disminuyo al espesor en 5 Cm la empresa Benítez determino realizar este tipo de mejoramiento en la carpeta asfáltica.

Continuando con las actividades encargadas y desarrolladas en el municipio se puede contribuir con el desarrollo del proyecto del re-parqueo para la carrera ciclística (tour 2.1 Colombia) el cual se realiza con el fin de promover el deporte en el departamento ya que cuanta con uno de los deportistas más destacados a nivel mundial.

En el cual se trató de tener las vías en el mejor estado posible para el evento, permitiendo el recorrido de cada uno de estos circuitos para realizar las reparaciones pertinentes y requeridas por la federación colombiana de ciclismo, donde se dispuso del personal de transporte para observar y manifestar el estado de las vías requeridas.

Permitiendo realizar la socialización con el secretario de infraestructura Germán Ricardo Camacho Barrera y jefe inmediato floreiba castro moreno, donde se trataron temas como la reparación de las vías (carrera 11 y 12) de Tunja, con lo cual en compañía con el director de la federación colombiana de ciclismo se determinó el levantamiento de los reductores y resaltos entre la vía AV universitaria, entrada muiscas vía UPTC y carrera 9-a.

Por otro lado, se obtiene la responsabilidad de observar la construcción de la vía calle 11 entre carreas 11 y 12 en la modalidad de pavimento rígido, donde se informa de que presentan fallas en la estructura escogida ya que el material presenta saturación de agua ya que por cuestiones climáticas en las cuales se ve afectado la estructura se plantea el cambio de base granular.

El cual permitió garantizar el cambio de la capa afectada y así poder continuar con la construcción de la vía, donde se observó un retraso significativo de la obra el cual se planteó la estrategia de disponer de la maquinaria municipal para promover y recuperar el tiempo perdido por cuestiones climáticas.

## 10 APORTES A LA COMUNIDAD.

Ya que la alcaldía mayor Tunja Boyacá, en compañía del departamento de secretaria de infraestructura se logra tener como objetivo principal promover el desarrollo de la ciudad. Esto permite dar confianza a la comunidad mediante mecanismos que permiten interactuar y evaluar los diferentes procesos que se ejecutan en la ciudad.

Donde permite dar cumplimiento y veracidad de las obras públicas y/o privadas, la función, calidad, costos y cantidades de estas mismas, se realiza un seguimiento, presentando una observación que me permita identificar las falencias en cada uno de los sectores.

Es así que se pretende dar un visto positivo a aquellas obras que durante el proceso de aprendizaje se evidencia el cumplimiento establecido, haciendo énfasis en la eficiencia y eficacia de los proyectos.

No solamente se busca revisar las obras, sino como profesionales generar conciencia sobre el cumplimiento de la normatividad y la veracidad con la que se deben ejecutar las obras tanto privadas como públicas.

Se toma como ejemplo la revisión realizada en el barrio san Antonio ubicado y localizado al sur-oriente de la ciudad de Tunja, donde el objetivo es la construcción de una vía, donde gracias a la comunidad y visitas previas desarrolladas por la entidad se puede determinar el presupuesto adecuado.

Por lo cual podemos observar que la vía construida, para tráfico de hasta 8.2 toneladas presenta las cualidades perfectas, para el tránsito del servicio público que le permite a la comunidad del sector trasladarse y realizar de manera más eficiente actividades.

En el cual las actividades desarrolladas se puede observar que con el mejoramiento del sistema de la malla vial de Tunja se incrementó la movilidad de manera eficiente para cada uno de los sectores de la ciudad.

Para el día del evento se practicó la carrera ciclística, beneficiado el sector de industria y comercio, donde se da un incremento en la economía permitiendo impulsar a la comunidad al desarrollo por el departamento y en específicamente el municipio.

En la parte automotriz se puede observar que los dueños de estos carros se ven beneficiados ya que los costos de arreglo de sus vehículos se les disminuyen por tener unas vías en perfecto estado, teniendo unas ganancias mayores para aquellos que tienen a disposición los vehículos como transporte público.

## 11 APOORTE AL ENTE MUNICIPAL.

Con respecto a la investigación y análisis encontrados en los estudios realizados e intervenciones, se puede suministrar información que permita la verificación, control y desarrollo de las actividades propuestas por el secretario de infraestructura.

Donde de manera respetuosa formal, adecuada se socializa los aportes o actividades realizadas en el transcurso de la práctica, con el fin de contribuir al desarrollo con el ente municipal.

De tal manera que se suministra registros fotográficos que permita evidenciar las actividades, por otro lado, se puede dejar aportes en informes semanales de los procesos ejecutados que dejo como evidencia para la verificación y cumplimiento de cada uno de los proyectos realizados.

Donde en calidad de supervisor género y entrego información de los procesos ejecutados en cada uno de los proyectos, verificando el cumplimiento de cada uno de ellos que permitirá garantizar que los recursos económicos destinados para cada uno de estas zonas del municipio se ejecutaron de forma óptima, eficaz y eficiente.

Entre las actividades desarrolladas se puede entregar informe de laboratorio de concreto (4000 PSI) con el fin de garantizar los acuerdos pactados del proyecto, donde se informa la resistencia a la compresión de cada una de las pruebas realizadas, con el fin de obtener los resultados de cada laboratorio realizado, para verificar el cumplimiento de los proyectos radicados.

Entre las actividades, se pudo obtener información de la visita realizada para comprobar que se cumpliera con los plazos establecidos en cada uno de los proyectos, permitiendo la creación de APU para el control de los recursos económicos en modalidad de re-parcheo de las vías de la ciudad de Tunja.

Por lo tanto, esta actividad desarrollada en el trascurso de la pasantía se puede evidenciar que los aportes al ente administrativo fueron sociales, culturales económicos, ambientales, teniendo un impacto a nivel municipal que tendrá como registro histórico el desarrollo de ella.

Que permitieron el desarrollo del plan de gobierno propuesto por el señor alcalde, gobernación de Boyacá, el cual hace énfasis al desarrollo tanto rural como urbano de la sociedad, garantizando un impacto positivo al ente municipal permitiendo cumplir y verificar el plan de desarrollo de la ciudad de Tunja.

## 12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Una vez realizado la intervención de los contratos públicos se contribuyó a la secretaria de infraestructura, la valoración del avance del proceso cada uno de los proyectos ejecutados durante el tiempo desempeñado permitiendo el descubrimiento de las falencias que presentan algunos contratos.
- Durante el proceso se analizaron y se supervisaron un total de 6 contratos distribuidos en el municipio de Tunja, que contaba en la construcción de vías y mejoramiento de la malla vial, donde se implementó los conocimientos adquiridos para promover el desarrollo de la ciudad.
- En el desarrollo de la práctica se realizó el procedimiento de informes semanales de las actividades desarrolladas, donde se exponía la situación de cada una de las obras o contratos realizados en el lapso desempeñado, de los cuales dos contratos no se pudieron completar debido a las falencias que presentaban los diseños estructurales de pavimento y el tiempo el cual se perteneció a la entidad.
- Se implementó estrategias que se pudieran ejecutar con el fin de obtener información que permitiera un mejor desarrollo de la construcción de las vías, obteniendo un desarrollo óptimo.
- Mediante la lista de chequeo se dio cumplimiento a los parámetros evaluados durante el proceso de observación que se dio en el entorno de las vías, permitiendo el control en conjunto con la norma INVIAS para el cumplimiento de los requisitos mínimos de cada proyecto ejecutado.
- En el procedimiento de ensayos es fundamental la correcta toma de muestras ya que una vez extraído y guardado el material, este puede presentar alteraciones que me generarían resultados erróneos en los laboratorios que se les realizan.
- La secretaria de infraestructura en calidad de supervisar, controlar, vigilar los recursos económicos que se implementan en los proyectos de mantenimiento de la malla vial y construcción, requiere de un plan interno de capacitación de personal.

## 13 TRABAJOS CITADOS

- "Alcaldía. Alcaldía de Tunja. [En línea] <http://www.tunjaboyaca.gov.co/presentacion.shtml>".
- "HOLCIM Colombia, <http://www.holcim.com.co/productos-y-servicios/concretos-ymorteros.html>".
- "INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, Artículo 100.5. Bogotá D.C., mayo de 2013".
- "INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, Artículo 311.4.5 Bogotá D.C., mayo de 2013".
- "INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, Artículo 320.4.6 Bogotá D.C., mayo de 2013".
- "INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, Artículo 330.2.2 Bogotá D.C., mayo de 2013".
- "INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, Artículo 330.2.2 Bogotá D.C., mayo de 2013".
- "INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras, Artículo 450.4.7 Bogotá D.C., mayo de 2013".
- "NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 5672"
- "NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 2505. Bogotá D.C., 2006-05-24".
- "NSR10: TITULOS H, C Y F"
- "GOOGLE EARTH"
- "[Http://www.tunja-boyaca.gov.co/alcaldia/mision-y-vision](http://www.tunja-boyaca.gov.co/alcaldia/mision-y-vision)".
- SÁNCHEZ SABOGA, Fernando, Ing. Materiales para base y sub base, modulo 7, 2008 [en línea] [citado 2 abril. 2015]. Disponible en Internet: [http://copernico.escuelaing.edu.co/vias/pagina\\_via/modulos/MODULO%207.pdf](http://copernico.escuelaing.edu.co/vias/pagina_via/modulos/MODULO%207.pdf)
- INVIAS Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras. INVIAS- Ministerio de Transporte Bogotá, 2002
- MONTEJO FONSECA, Alfonso. Ingeniería de pavimentos para carreteras, 2da edición. Agora editores Ltda, Bogotá. 2001, pág. 467.
- Manual de diseño con geosintéticos, capítulo 9. Sistemas de sub drenaje para vías con geotextil y material granual, junio del 2012. Departamento de ingeniería y geosistemas. [en línea] [citado 18 abril. 2015]. Disponible en Internet: <URL:

[http://www.geosoftpavco.com/manual\\_geosinteticos\\_files/OEBPS/ibook\\_split\\_011.xhtml](http://www.geosoftpavco.com/manual_geosinteticos_files/OEBPS/ibook_split_011.xhtml)

- Gestión de infraestructura vial. De Solinihac H. Alfaomega, 3era edición 2005.
- Geo soluciones [en línea] [citado 2 abril. 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.geomembranas.com.co/wp-content/uploads/2012/06/Geotextil-NT-20001.pdf>
- Estabilizadores de suelo y recicladoras en frío. [en línea] [citado 2 abril. 2015]. Disponible en Internet: <URL: [www.resansil.com/wirtgen/wirtgen\\_recicla\\_estabiliz.htm](http://www.resansil.com/wirtgen/wirtgen_recicla_estabiliz.htm)>.
- Compactadores de suelos vibratorios. Vibro moto. [en línea] [citado 8 abril. 2015]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.cat.com/es\\_MX/products/new/equipment/compactors/vibratory-soil-compactors.html](http://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/compactors/vibratory-soil-compactors.html) >
- Artículo 102 - Resolución 2413 de 1979 del Ministerio de transporte y de seguridad social.
- Artículo 103 - Resolución 2413 de 1979 del Ministerio de transporte y de seguridad social.
- Artículo 104 - Resolución 2413 de 1979 del Ministerio de transporte y de seguridad social.
- AGUDELO OSPINA, Jhon Jairo. Diseño geométrico de vías ajustado al diseño colombiano, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, especialización vías y transporte, 2002 [en línea] Medellín: [citado 15 abril. 2015]. Disponible en Internet: <URL: [snavarro.files.wordpress.com/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf](http://snavarro.files.wordpress.com/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf)>
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas técnica colombiana documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Sexta actualización. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2008. 1-36 pág. NTC 1486.
- INSTITUTO NACIONAL DE VIAS (INVIAS). Guía Metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras. Segunda edición. Bogotá D.C.: 2008. 259-322 pág.
- INSTITUTO NACIONAL DE VIAS Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. Convenio interadministrativo 587-03. Bogotá D.C.: 2006. 1-56 pág.

- RODRÍGUEZ, O. J. A. «Análisis de Interacción Suelo Estructura para Refuerzo de Suelos Fisurados.» Ingeniería, 2005: 135-153.
- IBAÑEZ, J. J., y C. F MANRÍQUEZ. Mi I+D Un lugar para la Ciencia y la Tecnología. 6 de Octubre de 2011. <http://www.madridmasd.org/blogs/universo/2011/10/06/140062>.
- CÁRDENAS, G. J. Diseño Geométrico de Carreteras. Bogotá: Ecoe, Ediciones, 2013.
- López C., Ricardo (2003). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados (2ª ed.). Bogotá: Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Ministerio de Transporte. "Manual de Señalización, Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas". Fondo de Prevención Vial. Bogotá, Colombia. 2004.
- AASHTO.. 4 Ed. (1998). Guide for Design of Pavement Structures. Brown Technical., 4 ED. INVIAS, I. (2013). Especificaciones Generales de Construcción de carreteras. INV ARTICULO 330-13, BASE GRANULAR. (s.f.).
- INVIAS. Manual para la Inspección visual de pavimentos flexibles. Capítulo 1.1.1. (s.f.).
- R. M. M. Moreno, «Tesis " Metodos de rehabilitación en pavimentos",» México, DF., 2005.
- Cartografía base IGAC, escala 1:2000. Acuerdo 014de 2001POT, Tunja.
- Plan de desarrollo Tunja 2016 – 2019.

## **APENDICE Y ANEXOS**

### **14 BITACORAS**

- Anexo A. Semana uno (CD).
- Anexo B. Semana dos (CD).
- Anexo C. Semana tres (CD).
- Anexo D. Semana cuatro (CD).
- Anexo E. Semana cinco (CD).
- Anexo F. Semana seis (CD).
- Anexo G. Semana siete (CD).
- Anexo H. Semana ocho (CD).
- Anexo I. Semana nueve (CD).
- Anexo J. Semana diez (CD).
- Anexo K. Semana once (CD).
- Anexo L. Semana doce (CD).
- Anexo M. Semana trece (CD).
- Anexo N. Semana catorce (CD).

#### **14.1 APORTES**

- Anexo O. APU (CD)
- Anexo P. Laboratorio de concreto de 4000 psi (CD)
- Anexo Q. Informe de laboratorio (CD)

#### **14.2 CONVENIO**