

PROYECTO MEJORAMIENTO MALLA VIAL DE TUNJA ENTRE LA GLORIETA
NORTE, AVENIDA COLÓN Y PLAZOLETA MUISCA

RICARDO JAVIER PIRAGAUTA GÓMEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2015

PROYECTO MEJORAMIENTO MALLA VIAL DE TUNJA ENTRE LA GLORIETA
NORTE, AVENIDA COLÓN Y PLAZOLETA MUISCA

RICARDO JAVIER PIRAGAUTA GÓMEZ

Trabajo de grado presentado para optar al título de
Ingeniero Civil

Director
DIANA PAOLA CORTÉS ZAMBRANO
MSc (c) Metalurgia y Ciencia de los materiales

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2015

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Tunja, 13 de Octubre de 2015

A Dios por bendecirme y brindarme las herramientas en todo este gran proceso de mi carrera profesional como Ingeniero Civil.

A mis padres y hermanos por darme su apoyo y consejos en todo momento, haciéndome saber que soy el mejor.

A todos mis compañeros, amigos y demás personas que estuvieron conmigo incondicionalmente, dando palabras de aliento y dando un respaldo durante estos años.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

Universidad Santo Tomás de Tunja, profesores de la facultad de Ingeniería Civil, directivas, administrativos y especialmente a mi tutora asignada Ing. Diana Paola Cortés Zambrano.

Todos brindaron los mejores conocimientos, enseñanzas y formaron un profesional honesto, idóneo y con principios morales para servir a la sociedad.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	21
1.1 ANTECEDENTES	21
1.2 FORMULACIÓN	23
1.3 DESCRIPCIÓN	24
2. OBJETIVOS	25
2.1 OBJETIVO GENERAL	25
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
3. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO	26
3.1 LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO	26
3.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	28
4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO Y ASPECTOS RELEVANTES	29
5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES Y MÉTODOS DESARROLLADOS	35
5.1 MÉTODO CUANTITATIVO	37
5.2 MÉTODOS CUALITATIVO Y DESCRIPTIVO	39
5.3 ACTIVIDADES EJECUTADAS	62
5.3.1 Inspección visual de toda la obra	62
5.3.2 Verificación de corte de pavimento asfáltico existente para realizar parcheo	64
5.3.3 Supervisión de apertura de la caja y retiro de sobrantes para realizar parcheo	65
5.3.4 Revisión de apertura de la caja y retiro de sobrantes e instalación de sardinel prefabricado tipo A-10 para construcción de separador	66
5.3.5 Verificación de remoción de escombros	69
5.3.6 Seguimiento de extensión y compactación de material de afirmado.	70
5.3.7 Revisión de extensión y compactación de material de sub base granular	72
5.3.8 Supervisión de extensión y compactación de base granular para parcheo	73
5.3.9 Verificación de construcción de pedraplén compacto	75
5.3.10 Revisión de instalación geo malla biaxial P-BX12 en capa granular de sub base	77
5.3.11 Inspección de extensión y compactación de material de base granular y base estabilizada con cemento	78
5.3.12 Verificación de toma de densidades mediante densímetro nuclear	80
5.3.13 Verificación de barrido, soplado, riego de liga e imprimación para parcheo	83

5.3.14 Supervisión de extensión y compactación de mezcla asfáltica para parcheo	85
5.3.15 Verificación de barrido, soplado, riego de liga e imprimación para construcción de la nueva estructura de pavimento	87
5.3.16 Supervisión de construcción de la carpeta de asfalto incluye suministro, extensión y compactación la calle 22 entre carrera 13a y carrera 15	88
5.3.17 Control de corte de pavimento asfáltico existente para realizar instalación de sardinel prefabricado tipo A-10	90
5.3.18 Control de demolición de pavimento asfáltico existente para realizar instalación de sardinel prefabricado tipo A-10	91
5.3.19 Seguimiento de instalación de sardinel prefabricado tipo A-10	92
5.3.20 Supervisión de instalación de bordillo prefabricado (para cinta de confinamiento)	93
5.3.21 Control de demolición de pisos, andenes en concreto y retiro de sobrantes	94
5.3.22 Revisión de extensión y compactación de material de afirmado y arena para conformación de pisos y andenes	95
5.3.23 Verificación de instalación de loseta prefabricada A-56 para invidentes	97
5.3.24 Control de instalación de adoquín tráfico liviano	98
5.3.25 Verificación de instalación de adoquín tráfico liviano "matera"	99
5.3.26 Verificación de instalación de malla electro soldada para construcción de andenes en concreto premezclado de 2500 psi	100
5.3.27 Seguimiento de construcción de andenes en concreto premezclado de 2500 psi	101
5.3.28 Control de curado de andenes en concreto premezclado de 2500 psi	102
 6. APORTES DEL TRABAJO Y PROCESO DESARROLLADO DURANTE LAS ACTIVIDADES	 104
6.1 APORTES COGNITIVOS	104
6.2 APORTES A LA COMUNIDAD	111
6.2.1 Promoción de cultura ciudadana y tolerancia a la congestión vial.	112
6.2.2 Evacuación de aguas lluvias	112
6.2.3 Señalización en obra vial	113
6.2.4 Construcción de la Glorieta en el sector Hugolino	115
 7. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO	 118
7.1 IMPACTO HUMANO	118
7.1.1 Objetivos	118
7.1.2 Actividades generadoras de riesgos laborales e impactos	119
7.1.3 Riesgos e impactos a controlar	119
7.1.4 Ubicación de impactos y riesgos	119
7.1.5 Medidas de manejo.	119
7.2 IMPACTO SOCIAL	121
7.2.1 Objetivos	121
7.2.2 Actividades generadoras de impactos	122

7.2.3 Impactos a mitigar	122
7.2.4 Medidas de manejo	122
7.2.5 Divulgación del proyecto	123
7.2.6 Sitio de implementación	123
7.2.7 Normatividad aplicable	123
7.3 IMPACTO AMBIENTAL	123
7.3.1 Manejo de escombros, basuras y residuos de construcción	124
7.3.2 Manejo de combustibles, grasas, lubricantes y sustancias químicas	125
7.3.3 Manejo de residuos líquidos	126
7.3.4 Control de ruido y emisiones atmosféricas	127
7.3.5 Señalización y control de tráfico	128
7.3.6 Manejo de maquinaria y equipos	129
7.3.7 Manejo de aguas superficiales	130
7.3.8 Manejo de obras de concreto, pavimentos y materiales de construcción	131
7.4 IMPACTO ECONÓMICO	132
7.4.1 Programa de asignación de empleo	133
8. CONCLUSIONES	135
9. RECOMENDACIONES	137
BIBLIOGRAFÍA	138

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Especificaciones generales de diseño Miniglorigieta sector Hugolino	34
Tabla 2. Requisitos de los agregados para afirmados	40
Tabla 3. Franjas granulométricas del material de afirmados	40
Tabla 4. Franjas granulométricas del material de afirmado	41
Tabla 5. Verificaciones periódicas de la calidad del material de afirmado	42
Tabla 6. Uso típico de las diferentes clases de subbase granular	43
Tabla 7. Requisitos de los agregados para subbases granulares	44
Tabla 8. Franjas granulométricas del material de subbase granular	44
Tabla 9. Verificaciones periódicas de la calidad del material de subbase granular	45
Tabla 10. Uso típico de las diferentes clases de base granular	45
Tabla 11. Requisitos de los agregados para bases granulares	46
Tabla 12. Franjas granulométricas del material de base granular	47
Tabla 13. Verificaciones periódicas de la calidad del material de base granular	48
Tabla 14. Uso típico de las diferentes clases de agregado para base tratada con cemento	48
Tabla 15. Requisitos de los agregados para base tratada con cemento	49
Tabla 16. Requisitos granulométricos del agregado para base tratada con cemento	50
Tabla 17. Requisitos del agua no potable para base tratada con cemento	50
Tabla 18. Procedimiento la preparación de probetas en mezclas base tratada con cemento	51
Tabla 19. Criterios de diseño para la mezcla de base tratada con cemento	52
Tabla 20. Verificaciones periódicas sobre los agregados para base tratada con cemento	52
Tabla 21. Tipos de mezclas asfálticas en caliente de gradación continua	53
Tabla 22. Denominación de las capas asfálticas en caliente de gradación continua	53
Tabla 23. Requisitos de los agregados para mezclas asfálticas en caliente de gradación continua	54
Tabla 24. Proporción máxima de arena natural en el agregado para mezclas asfálticas en caliente de gradación continua	55
Tabla 25. Proporción y requisitos del llenante mineral	55
Tabla 26. Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente de gradación continua	56
Tabla 27. Tipo de mezcla por utilizar en función del tipo y espesor compacto de la capa	57
Tabla 28. Tipo de asfalto por emplear en mezclas asfálticas en caliente de gradación continua	57
Tabla 29. Pasos a seguir para el diseño de mezclas asfálticas en caliente de gradación continua	58

Tabla 30. Criterios para el diseño preliminar de la mezcla asfáltica en caliente de gradación continua por el método Marshall	59
Tabla 31. Verificación del diseño Marshall	60
Tabla 32. Ensayos de verificación sobre los agregados para mezclas en caliente de gradación continua	61
Tabla 33. Ensayos de verificación sobre llenante mineral de aporte para mezclas en caliente de gradación continua	61
Tabla 34. Grado de compactación mínimo GC mín	62
Tabla 35. Clasificación altura libre vía	106

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Localización del municipio	26
Figura 2. Localización del proyecto	27
Figura 3. Tramos de intervención del proyecto	28
Figura 4. Detalle de estructura total de pavimento flexible	29
Figura 5. Detalle constructivo e implementación de materiales en andenes	30
Figura 6. Detalle materia en adoquín y niveles de acceso a los predios	31
Figura 7. Detalle ejecución de parcheo	31
Figura 8. Detalle ampliación avenida Maldonado	32
Figura 9. Mapa en planta de accesos Miniglorieta sector Hugolino	33
Figura 10. Tramo 1 - abscisas K0+000 hasta K0+180	36
Figura 11. Tramo 1 - abscisas K0+245 hasta K0+425	36
Figura 12. Tramo 1 - abscisas K0+435 hasta K0+680	37
Figura 13. Tramo 1- abscisado Miniglorieta	37
Figura 14. Tramo 2 - abscisas K0+000 hasta K0+138.69	38
Figura 15. Tramo 3 - abscisas K0+320 hasta K0+450	39
Figura 16. Avenida Maldonado	62
Figura 17. Separador Avenida Maldonado	63
Figura 18. Detalle 1 - calle 22	63
Figura 19. Detalle 2 - calle 22	63
Figura 20. Demarcación fallas	64
Figura 21. Corte de pavimento	64
Figura 22. Detalle cajeo pavimento	65
Figura 23. Detalle retroexcavadora	65
Figura 24. Detalle cajeo para parcheo	66
Figura 25. Retroexcavadora calle 22	66
Figura 26. Avenida Colón cra 13	67
Figura 27. Miniglorieta sector Hugolino	67
Figura 28. Construcción separador	68
Figura 29. Detalle acopio material	69
Figura 30. Disposición material	69
Figura 31. Extensión motoniveladora	70
Figura 32. Compactación de material	70
Figura 33. Compactación material de afirmado Miniglorieta sector Hugolino	71
Figura 34. Tramo cra. 14 No. 21-08	72
Figura 35. Tramo de compactación	72
Figura 36. Mini cargador CAT	73
Figura 37. Vibrocompactador doble rodillo	73
Figura 38. Vibrocompactador Ingersoll Rand	74
Figura 39. Descarga de piedra	75
Figura 40. Extensión de piedra	75
Figura 41. Compactación pedraplén	76

Figura 42. Extensión geo malla	77
Figura 43. Instalación grapas	77
Figura 44. Nivelación base granular	78
Figura 45. Detalle compactación	78
Figura 46. Extensión material	79
Figura 47. Tramo en compactación	79
Figura 48. Tramo Avenida Maldonado	80
Figura 49. Toma densidad calle 22	81
Figura 50. Carrera 14 No. 21-08	81
Figura 51. Densidad Miniglorieta	81
Figura 52. Detalle barrido	83
Figura 53. Detalle soplado	83
Figura 54. Detalle riego de liga	84
Figura 55. Detalle imprimación	84
Figura 56. Disposición de material	85
Figura 57. Extensión de material	85
Figura 58. Compactación vibrocompactador doble rodillo	86
Figura 59. Compactación de parcheo	86
Figura 60. Detalle barrido y soplado	87
Figura 61. Riego de liga e imprimación	87
Figura 62. Suministro y extensión	88
Figura 63. Compactación final	88
Figura 64. Compactador neumático	89
Figura 65. Cortadora de pavimento	90
Figura 66. Retiro de material	90
Figura 67. Martillo neumático	91
Figura 68. Demolición pavimento	91
Figura 69. Instalación sardinel 1	92
Figura 70. Instalación sardinel 2	92
Figura 71. Instalación bordillo entrada a garaje	93
Figura 72. Confinamiento adoquín	93
Figura 73. Confinamiento concreto	94
Figura 74. Demolición de pisos	94
Figura 75. Acopio material sobrante	95
Figura 76. Compactación afirmado	95
Figura 77. Compactación arena	96
Figura 78. Loseta táctil de alerta	97
Figura 79. Loseta táctil guía	97
Figura 80. Instalación adoquín 1	98
Figura 81. Instalación adoquín 2	98
Figura 82. Construcción matera	99
Figura 83. Detalle matera construida	99
Figura 84. Malla electro soldada	100
Figura 85. Vaciado concreto	101
Figura 86. Detalle vaciado concreto	101

Figura 87. Detalle concreto final	102
Figura 88. Curado concreto 1	102
Figura 89. Curado concreto 2	103
Figura 90. Detalle borde libre sardinel tipo A-10	106
Figura 91. Detalle instalación tubería de desagüe	107
Figura 92. Detalle loseta táctil de alerta	107
Figura 93. Detalle loseta táctil guía	108
Figura 94. Loseta táctil guía tipo A-56	108
Figura 95. Loseta táctil de alerta tipo A-55	109
Figura 96. Detalle loseta táctil de alerta tipo A-55 y dirección de loseta instalada táctil guía tipo A-56 en el sentido de la circulación	110
Figura 97. Comienzo actividad de instalación de adoquín	110
Figura 98. Actividad de instalación de adoquín final	111
Figura 99. Detalle pendiente del 2% en la conformación de andenes	113

GLOSARIO

AFIRMADO: Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrózales.

BACHE: Depresión que se forma en la superficie de rodadura producto del desgaste originado por el tránsito vehicular y la desintegración localizada.

BASE: Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una sub base o de la sub rasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento.

BASE TRATADA CON CEMENTO: Capa de suelo, provista o no de agregados pétreos, tratada con un estabilizante como el cemento en cantidad apropiada para que pueda cumplir las funciones de una base.

BERMA: Parte exterior de la vía destinada al soporte lateral de la calzada y destinada ocasionalmente para el estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

BIFURCACIÓN: División de una vía en ramales, uno de los cuales, cuando menos, se aparta de la dirección original.

BOMBEO: Pendiente transversal en las entre tangencias horizontales de la vía, que tiene por objeto facilitar el escurrimiento superficial del agua. Está pendiente, va generalmente del eje hacia los bordes.

BORDILLO O SARDINEL: Elemento de concreto, asfalto u otros materiales ubicado a nivel superior de la calzada y que sirve para delimitarla.

BRECHA: Tiempo que transcurre entre el paso, por un punto fijo de una vía, del extremo posterior de un vehículo y el delantero del vehículo que lo precede en la vía. Se asigna al vehículo de atrás si éste sigue al de delante.

CALZADA: Zona de la vía destinada a la circulación de vehículos. Generalmente pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado.

CORONA: Parte de un corredor vial conformado por los carriles de circulación, separadores, bermas y cunetas.

CUBICACIÓN: Medición de los volúmenes de movimiento de tierras (excavaciones, terraplenes o rellenos).

CURVA DE TRANSICIÓN: Son aquellas que proporcionan una transición o cambio gradual en la curvatura de la vía, desde un tramo recto hasta una curvatura de grado determinado, o viceversa. Son ventajosas porque mejoran la operación de los vehículos y la comodidad de los pasajeros, por cuanto hacen que varíe en forma gradual y suave, creciente o decreciente, la fuerza centrífuga entre la recta y la curva circular, o viceversa.

CURVA HORIZONTAL: Trayectoria que une dos tangentes horizontales consecutivas. Puede estar constituida por un empalme básico o por la combinación de dos o más de ellos.

CURVA VERTICAL: Curvas utilizadas para empalmar dos tramos de pendientes constantes determinadas, con el fin de suavizar la transición de una pendiente a otra en el movimiento vertical de los vehículos; permiten la seguridad, comodidad y la mejor apariencia de la vía. Casi siempre se usan arcos parabólicos porque producen un cambio constante de la pendiente.

DELINEADOR: Dispositivo que demarca los límites de una determinada zona de vía.

DERECHO DE VÍA: Faja de terreno cuyo ancho es determinado por la autoridad que es necesario para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y en general, para el uso adecuado de una vía.

ESTOPEROL: Dispositivo que se ubica sobre el pavimento en forma horizontal o perpendicular al sentido del flujo vehicular para encauzar el tránsito o como reductor de velocidad.

FASE DE SEMÁFORO: Parte del ciclo del semáforo que consta de: a) un intervalo durante el cual recibe siempre el derecho de paso un movimiento o combinación de movimientos vehiculares o peatonales, y b) uno o más intervalos de transición como el amarillo o amarillo más todo rojo.

GLORIETA: Intersección en donde no hay cruces a nivel directos, sino maniobras dentro de cruces y movimientos alrededor de una isleta o plazoleta central.

GUÍA ALERTA: Patrón alerta utilizado como apoyo para el tránsito de peatones ciegos o con baja visión en el espacio público, representada en una tableta con relieve (barras alargadas) ubicada a través del recorrido.

GUÍA TÁCTIL: Patrón guía utilizado como apoyo para el tránsito de peatones

ciegos o con baja visión en el espacio público, representada en una tableta con relieve (estoperoles) ubicada a lo largo del recorrido.

IMPRIMACIÓN: Aplicación de un material bituminoso, de baja viscosidad, para recubrir y aglutinar las partículas minerales, previamente a la colocación de una capa de mezcla asfáltica.

INTERSECCIÓN: Área general donde dos o más vías se unen o cruce, ya sea a nivel o desnivel o que comprende toda la superficie necesaria para facilitar todos los movimientos de los vehículos que se cruzan por ellos.

LÍNEA DE CHAFLANES: Líneas que unen las estacas de chaflán consecutivas, las cuales indican hasta dónde se extiende lateralmente el movimiento de tierras por causa de los cortes o de los terraplenes.

NIVEL DE SERVICIO: Refleja las condiciones operativas del tránsito vehicular en relación con variables tales como la velocidad y tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, la comodidad, los deseos del usuario y la seguridad vial.

PAVIMENTO FLEXIBLE: Tipo de pavimento constituido por una capa de rodadura bituminosa apoyada generalmente sobre capas de material no ligado.

PAVIMENTO RÍGIDO: Es aquel que fundamentalmente está constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la sub rasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina sub base del pavimento rígido.

PEDESTAL: Un zócalo, una base que soporta un poste.

PERALTE: Inclinación dada al perfil transversal de una carretera en los tramos en curva horizontal para contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga que actúa sobre un vehículo en movimiento. También contribuye al escurrimiento del agua lluvia.

RASANTE: Línea longitudinal de una calzada que representa los niveles del centro de la superficie de rodadura a lo largo de la calzada.

REHABILITACIÓN: Conjunto de medidas que se aplican con el fin de recuperar la capacidad estructural del pavimento. Algunas implican el retiro de parte de la estructura existente para colocar posteriormente el refuerzo y con otras se busca aprovechar las condiciones superficiales existentes del pavimento. Puede incluir el reciclado de las capas asfálticas con o sin incorporación de material granular nuevo o existente y/o la colocación de capas de mejoramiento estructural.

REPLANTEO: Actividades topográficas encaminadas a localizar un proyecto vial en el terreno para su posterior construcción. Se apoya en los planos de diseño y

en las bases de topografía empleadas previamente en el levantamiento del corredor vial.

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.

SOBREANCHO: Aumento en la sección transversal de una calzada en las curvas, con la finalidad de mantener la distancia lateral entre los vehículos en movimiento.

SUBBASE: Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de Base.

SUBRASANTE: Superficie especialmente acondicionada sobre la cual se apoya la estructura del pavimento.

TACHÓN: Dispositivo que se coloca sobre el pavimento para encauzar el tránsito.

RESUMEN

El presente trabajo de grado, describe las actividades asignadas al pasante en el transcurso del proyecto, el cual tiene el objetivo realizar la supervisión de los diferentes procesos acordes a la ejecución de las actividades requeridas para dar cumplimiento al proyecto cuyo objeto es el mantenimiento, mejoramiento y/o recuperación de la Avenida Colón entre calle 21 y calle 24, Avenida Colón entre calle 24 y la Plazoleta Muisca y Avenida Colón doble calzada entre Plazoleta Muisca y Glorieta Norte.

Mediante la elaboración de una bitácora de actividades diarias ejecutadas en obra, se hizo seguimiento con fecha, nombre, abscisado y registro fotográfico indicando el desarrollo del proyecto; verificando la calidad de los materiales y procesos que se venían llevando, a cabo dando cumplimiento a la normatividad vigente en lo relacionado con los parámetros de la vía peatonal y vehicular.

Cuando se iniciaron las labores como pasante, el proyecto llevaba un avance del 10% llevándose a cabo una inspección visual de las actividades que se estaban realizando, tales como la conformación de andenes por medio de instalación de adoquín, tabletas de guía y alerta para discapacitados, excavaciones tanto para realizar parcheos y construcción de la estructura total del pavimento ocasionada por deterioro del tránsito vehicular y clima.

Al concluir la práctica universitaria, se dio inicio a la construcción de la Glorieta del sector Hugolino, la cual está compuesta por 4 vías de intersección como la Avenida Maldonado hacia el norte, Avenida Maldonado hacia el centro, Avenida Jorge Eliécer Gaitán y Avenida Colón, buscando mejorar la movilidad vehicular de este importante sector, quedando la obra con un adelanto 37.5% y siguiendo sus labores para beneficiar la calidad de vida de la comunidad y modernizando la infraestructura vial la ciudad.

Palabras clave: calzada, discapacitado, tránsito, afirmado, movilidad, vía peatonal, infraestructura vial.

ABSTRACT

The present thesis, describes the assigned activities to the intern through the course of the project, which has the main objective of supervising the different process in compliance with the execution of the required activities to fulfill the project which main objective is to maintenance, improvement and/or recoup of the following locations: Colón Avenue between Street 21 and Street 24, Colón Avenue between Street 24 and the Muisca's plaza and also Colón Avenue double road between the Muisca's plaza and the North roundabout.

By preparing a log book of daily activities executed during the construction, a follow-up was made with dates, names, and x axis line and photographic register indicating the development of the project, verifying the quality of the materials and the process which were carried out. Such as the conformation of sidewalks by means of the installment of paving Stone, guide tablets and warning signs for citizens who have a disability. As well as diggings for patching up as well as for the total construction of the sidewalks which were caused by the deterioration of the constant traffic and weather.

At the time of conclusion, the construction of the roundabout (sector Hugolino) which is composed by 4 intersections such as Maldonado Avenue heading north, Maldonado heading center, Jorge Eliécer Gaitán Avenue and Colon Avenue looking to improve the traffic mobility of this important area. Leaving the construction with a 37.5 % advance and following its duties to benefit the community's quality of life and modernizing the traffic infrastructure of the city.

Keywords: Highway, Disabled, traffic, confirmed, mobility, sidewalk, traffic infrastructure.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito profesional se logra constituir un vínculo claro entre el conocimiento y la experiencia que se ve reflejado en el buen desarrollo de proyectos.

El Ingeniero Civil por medio de sus obras deja a la vista el crecimiento y progreso de una comunidad, generando conformidad y satisfacción en las diferentes zonas de desempeño a partir de brindar soluciones a las necesidades de una población.

La Sociedad continuamente está demandando la construcción de diferentes vías, puentes y edificaciones, las ciudades se transforman estando en continuo desarrollo donde se ponen en práctica los conocimientos adquiridos en la Universidad con una continua actualización para estar a la altura entorno al crecimiento de la infraestructura de otros países.

El éxito de un buen profesional es buscar un equilibrio entre el bienestar personal y comunitario.

La trayectoria durante los años de estudio y la experiencia adquirida en la pasantía, conlleva a desempeñar un óptimo ejercicio profesional con conciencia, responsabilidad, liderazgo y trabajo en equipo. Para generar bienestar y suplir las necesidades de la comunidad, se llevó a cabo la supervisión de los diferentes procesos y actividades en ejecución, bajo la coordinación del supervisor asignado por la alcaldía al proyecto y en colaboración con la interventoría; para cumplir con las necesidades del proyecto cuyo objeto es el mantenimiento, mejoramiento y recuperación de la avenida Colón entre calle 21 y calle 24, Avenida Colón entre calle 24 y la plazoleta Muisca y Avenida Colón doble calzada entre plazoleta Muisca y Avenida Colón doble calzada entre plazoleta Muisca y la Glorieta Norte, en la ciudad de Tunja.

Para el manejo de la pasantía, por medio de la elaboración de una bitácora, se verificaron a diario las actividades y procesos realizados mediante un registro fotográfico del material dispuesto y el avance de obra; este procedimiento generó un control y un constante monitoreo, con el propósito de entregar a la comunidad lo requerido.

En la recuperación de la malla vial, se garantiza movilidad vehicular, desplazamiento peatonal en el espacio público, mejoramiento de la estructura total del pavimento en los diferentes sectores incluidos dentro del contrato. Para la verificación de calidad de la obra, se indagó que los materiales fueran adecuados y se presentarán los diferentes ensayos entregados por los proveedores necesarios para cumplir con la normatividad vigente expuesta por los diferentes entes de control.

1.DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La falta de supervisión en las diferentes obras civiles al ejecutarse, tienen como consecuencia: no llevar un debido control de avance diario de las actividades programadas, falta de controles de calidad de productos, materiales y equipos, no se aplique la normatividad adecuada respecto a cada proceso constructivo, falta de compromiso del personal de trabajo en sus labores diarias, inadecuado uso de los elementos de protección personal, al no aplicarse el programa de salud ocupacional generando accidentes de trabajo. Por consiguiente es indispensable para el correcto avance y calidad de un proyecto la participación de un ente de control que supervise los procesos, procedimientos, actividades y manejo de personal garantizando el cumplimiento del mismo.

En la actualidad para el desarrollo del proyecto, se identifican los siguientes problemas tales como: la malla vial presenta alto grado de deterioro por varios factores como: incremento del tránsito diario de diferentes tipos de automotores que con cargas pesadas debilitan el pavimento y debido al mal tiempo en la región se reflejan daños en las diferentes vías como la Avenida Maldonado, Avenida Colón y varios sectores aledaños con las vías peatonales en mal estado requiriendo con urgencia acciones inmediatas de rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento ; este proceso de deterioro se ha incrementado presentando colapsos en la movilidad especialmente en las horas pico donde la velocidad se reduce aproximadamente a 3 km/m y donde se está causando alto riesgo de accidentalidad, congestión y demoras en los tiempos de viaje¹.

1.1 ANTECEDENTES

La alcaldía de Tunja ha venido presentando diferentes proyectos integradores efectuados en los últimos años, cada uno con aportes valiosos satisfaciendo la necesidad de la ciudad en aspectos de movilidad, transporte, reparación, mantenimiento y mejoramiento de la malla vial. Lo anteriormente expuesto se presenta los siguientes planes de desarrollo:

- Según el plan de desarrollo dado a la consultoría para elaboración de estudios y diseños en los sectores: Intersección Avenida Maldonado - Avenida Jorge Eliécer Gaitán - Avenida Colón de la Ciudad de Tunja; intersección Avenida Oriental - Avenida Suárez - Vía a Ramiriquí sector Los Hongos de la Ciudad de Tunja y diseño, Rectificación y Ampliación vía entre Glorieta Norte - sector barrio La María:

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-UPTC ha ejecutado este

¹ ALCALDÍA DE TUNJA. Proyecto de pliego de condiciones, concurso de méritos abierto No. CM-AMT-019/2014. Tunja, 26 de noviembre de 2014. p. 4.

estudio llevándose a cabo 2 fases de iniciación: en primer lugar, a la obtención de una herramienta-modelo que permita evaluar el efecto de políticas de transporte y proyectos de infraestructura y en segundo lugar a la recopilación de información actualizada que facilite la caracterización de los sistemas de transporte en aspectos referentes a cada sistema (infraestructuras, equipos, servicios ofrecidos en el caso de del sistema de TPCU “Transporte Público Colectivo Urbano”).

Como parte del estudio se realizó una caracterización de la movilidad donde se consideraron los principales corredores de la ciudad y algunas intersecciones, entre estas la Glorieta Norte, la cual corresponde a la intersección con mayor volumen vehicular de la ciudad, constituyendo un punto crítico para la movilidad de la ciudad, pues es el paso casi obligado para conectar el Norte de la ciudad con el centro y sur. Además tiene una proporción significativa de tránsito de paso intermunicipal entre Bucaramanga, Bogotá, Villa de Leyva, Duitama y Sogamoso; donde la Glorieta Norte se ve afectada por grandes problemas de congestión, principalmente en horas pico, lo cual además genera polución, altos niveles de ruido y aumenta el riesgo de accidentalidad.

Considerando esta problemática estudiantes de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia- UPTC, desarrollaron el trabajo de grado denominado “Implementación de una intersección a desnivel en la Glorieta Norte de Tunja” realizado por el cual corresponde a un estudio a nivel de perfectibilidad donde se realiza un diagnóstico de la situación actual de la intersección, donde se evidencia el bajo nivel de servicio que tiene la Glorieta y además se plantean algunas soluciones a los problemas que esta presenta, entre las cuales la principal consiste en la implementación de un paso elevado con un carril por sentido entre la Avenida Maldonado y la Avenida Norte el cual canalice los dos movimientos más importantes de la intersección².

- De acuerdo al plan de desarrollo de mantenimiento preventivo y rutinario malla vial ciudad de Tunja mediante parcheo en concreto asfáltico:

La ciudad de Tunja presenta altos volúmenes de flujo vehicular de todo tipo: Automóviles, Buses, camiones, vehículos de más de dos ejes; con avanzado estado de deterioro de la malla vial, es la causa principal que dificulta la movilidad del flujo vehicular, por la presencia de diferentes tipos de falla, detectados mediante inspección visual y estudios de fallas del pavimento, las cuales fueron identificadas y analizadas en cuanto a su causa y efecto³.

Las fallas encontradas en los pavimentos, se debieron a los tres grupos

² ALCALDÍA DE TUNJA. Proyecto de pliego de condiciones, concurso de méritos abierto No. CM-AMT-002/2014. Tunja, 20 de mayo de 2014. p. 5-6.

³ ALCALDÍA DE TUNJA. Proyecto de pliego de condiciones, selección abreviada No. SA-AMT-024 de 2013. Tunja, 24 de junio de 2013. p. 4.

fundamentales (clasificadas por el ingeniero Carlos Higuera, experto en rehabilitación de pavimentos):

1. Fallas por insuficiencia estructural
2. Fallas por defectos constructivos
3. Fallas por fatiga de la capa de rodadura o estructura del pavimento.

Se concluye que los pavimentos flexibles en la ciudad de Tunja de forma general, se encuentran expuestos a fallas como:

- Deformaciones: de tipo asentamiento transversal, Asentamiento longitudinal, abultamientos, desplazamiento de borde, depresiones, media luna.
- Fisuras: longitudinales en las huellas, transversales en las huellas, media luna, de junta, parabólicas, en bloque, piel de cocodrilo.
- Desprendimientos: Descascaramientos, ojo de pescado, pérdida de agregado, formación de surcos, exudación, afloramiento de agua y afloramiento de llenante.

La ciudad de Tunja consiente del incremento en los daños del pavimento para las diferentes vías, proyecta detener el índice de daños enunciado anteriormente y rehabilitar los pavimentos que aun tengan la factibilidad técnica para la ejecución de dicho proceso.

Es así como con este proyecto, se pretende realizar un mantenimiento rutinario de vías en pavimento flexible mediante el programa tapa Huecos efectuado con calidad técnica, de tal manera que permitan detener el índice de deterioro y al mismo tiempo mejorar la superficie de rodadura y movilidad en diferentes sectores de la ciudad de Tunja. Específicamente a intervenciones menores que aparezcan en la superficie de rodadura, que existen actualmente y que aparezcan repentinamente por la acción del tránsito, el clima y la intemperie⁴.

1.2 FORMULACIÓN

En la ciudad de Tunja, se vienen presentando múltiples daños en la carpeta asfáltica en sectores aledaños a la plazoleta Muisca, glorieta Norte, Avenida Maldonado y Colón por la acción del tránsito y del clima. Para los peatones, incluyendo personas en estado de discapacidad, no hay espacios de circulación amplios que brinden comodidad, seguridad y tranquilidad al movilizarse, también es notorio el deterioro de los diferentes andenes por desgaste de los materiales y falta de mantenimiento preventivo. Los inconvenientes mencionados anteriormente

⁴ ALCALDÍA DE TUNJA. Proyecto de pliego de condiciones, selección abreviada No. SA-AMT-024 de 2013. Tunja, 24 de junio de 2013. p. 5.

traen como consecuencia problemas de movilidad reducida, alto índice de accidentalidad, demoras exageradas en los tiempos de viaje, caos vehicular, estrés entre la población, interferencia entre la movilidad del flujo vehicular y peatonal⁵.

1.3 DESCRIPCIÓN

En las diferentes vías de circulación de vehículos que se ven afectadas con fallas en el pavimento a lo largo y ancho, falta de espacio al paso del tránsito diario en anchos de carril reducidos de la avenida Maldonado y Colón, lo que genera congestión vehicular, ruido, mayor contaminación y demoras en el transporte.

El deterioro de los andenes por fallas de los materiales tales como: roturas, desprendimientos y deformaciones en las zonas de circulación y falta de mantenimiento genera movilidad reducida, inseguridad y desconfianza a los transeúntes, con la falta de implementación de señales de tránsito no se generan buenas condiciones de seguridad y se hace visible la dificultad en la movilidad vial y peatonal, es importante tomar las medidas correspondientes y necesarias para solucionar los inconvenientes mediante dos aspectos relevantes. El primero, qué la infraestructura sea físicamente segura con un adecuado manejo del espacio público y segundo, la movilidad de los peatones sea conveniente para una sana convivencia social y genere confianza al utilizar los corredores peatonales acorde a la actual demanda de población y transporte.

⁵ ALCALDÍA DE TUNJA. Proyecto de pliego de condiciones, concurso de méritos abierto No. cm-AMT-019/2014. Tunja, 26 de noviembre de 2014. p. 5.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Aportar métodos, procesos y conocimientos profesionales a la supervisión del proyecto mantenimiento, mejoramiento y/o recuperación de la Avenida Colón entre calle 21 y calle 24, Avenida Colón entre calle 24 y la Plazoleta Muisca y Avenida Colón doble calzada entre Plazoleta Muisca y Glorieta Norte, obra de gran impacto en la ciudad que adelanta la Alcaldía Mayor de Tunja.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Inspeccionar de manera permanente los insumos, equipos y productos necesarios para la ejecución de las obras garantizando su calidad.
- Verificar el cumplimiento de las normas vigentes tales como: INVIAS 2013, NTC 4017, NTC 550, NTC 396, NTC 673, NTC 4992-04, NTC 5147-02 y NTC 4109 en los procedimientos y técnicas llevadas a cabo para la ejecución de las actividades en terreno.
- Identificar el estado, ejecución y avance de las obras mediante la elaboración de una bitácora.
- Proponer aportes cognitivos en el proceso constructivo de la obra.

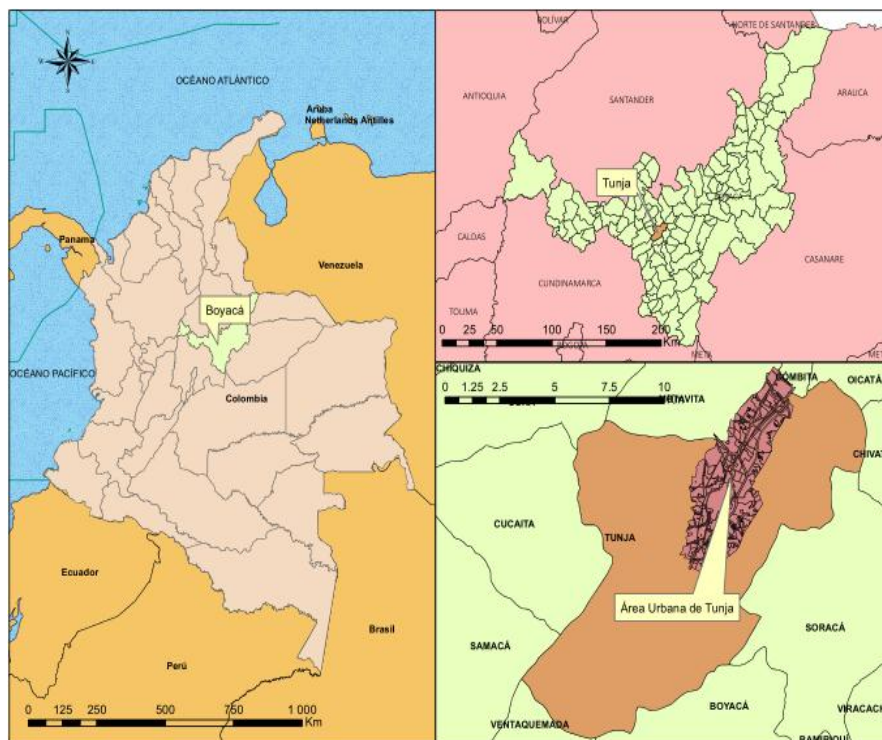
3. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO

3.1 LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO

El Municipio de Tunja se encuentra ubicado en la provincia de Centro del Departamento de Boyacá. Tunja Registra 200 desarrollos urbanísticos en la zona urbana y 10 veredas en el sector rural, sus principales fuentes hídricas son los ríos Jordán que atraviesa a la ciudad de sur a norte y la Vega que va de occidente a oriente.

Tunja limita al el norte con los municipios de Motavita y Cómbita, al oriente, con los municipios de Oicatá, Chivatá, Soracá y Boyacá, al sur con Ventaquemada y al occidente con los municipios de Samacá, Cucaita y Sora. Cuenta con una temperatura promedio de 13°C, la altitud de la cabecera municipal corresponde a 2782 msnm, su extensión total es de 121.49 Km², de los cuales 19.76 Km² corresponden al área urbana y 101.76 Km² al área rural⁶.

Figura 1. Localización del municipio.



Fuente: Argis ®

⁶ ALCALDÍA DE TUNJA - BOYACÁ. Nuestro municipio [en línea]. Tunja, Boyacá: autor, 2013. [citado el 10-06-15]. Disponible en: http://www.tunja-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml

3.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra localizado dentro del casco urbano del Municipio de Tunja, e incluye la Avenida Maldonado entre la calle 26 y el sector de la Glorieta Norte, la Avenida Colón entre la calle 21 y la calle 26, la calle 22 entre carreras 13A y 15 y la carrera 14 entre calles 21 y 22.

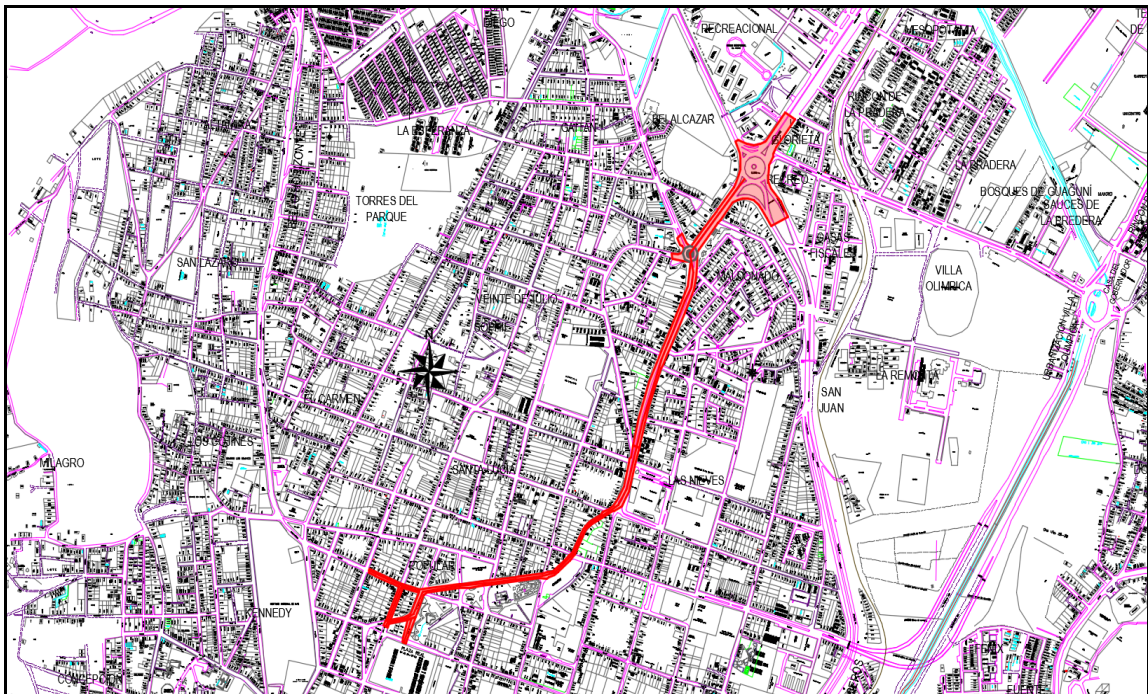
Según el uso de suelo urbano, esta zona se caracteriza por ser de tipo:

- Comercial
- Residencial
- Institucional
- Mixto

Estas vías generan un gran flujo vehicular ya que su conexión es hacia el centro y Norte de la ciudad.

En cuanto a vías de comunicación, el servicio de transporte público, está conformado por los siguientes elementos: transporte público colectivo de pasajeros, sistema de taxis urbanos y la red vial vehicular.

Figura 2. Localización del proyecto.



Fuente: BYV INGENIERÍA S.A.S. Plan de manejo de tránsito. Tunja, enero de 2015.P.5

Figura 3. Tramos de intervención del proyecto.



Fuente: Google Maps ®

Durante el tiempo de ejecución de pasantía se intervino en tres tramos en el proyecto:

- Tramo 1: comprendido entre el sector de la glorieta Norte recorriendo la avenida Maldonado hasta la calle 26 aledaño al sector de la plazoleta Muisca.
- Tramo 2: localizado en la calle 22 entre carrera 13a y carrera 15 Avenida colón.
- Tramo 3: situado en la carrera 14, calle 21a, carrera 13a entre calles 21 y 22 Avenida colón.

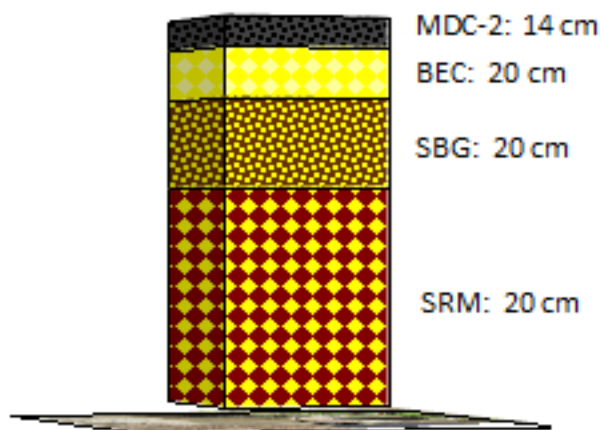
4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO Y ASPECTOS RELEVANTES

El proyecto consta de diferentes procesos los cuales se llevaron a cabo bajo la supervisión de las diferentes actividades realizadas en el cumplimiento de la pasantía, a continuación se describen los respectivos procedimientos desarrollados:

Se verifico la construcción de la estructura de total de pavimento flexible de la Avenida Colón incluyendo la calle 21, y 24, 22 entre carreras 13A, 14 15 con las siguientes características:

La estructura de pavimento resultante conformado por 14 cm de concreto asfáltico tipo MDC-2 de la Norma del INVIAS de 2007 (equivalente a la MDC-19 de la Norma del INVIAS de 2013), 20 cm de base granular estabilizada con cemento (BEC) tipo INVIAS (2013) con CBR $\geq 80\%$, 20 cm de subbase granular (SBG) según las especificaciones del INVIAS con CBR $\geq 40\%$ y 20 cm de afirmado como sub-rasante (SRM) mejorado en material de recebo, como se muestra en el siguiente esquema⁷:

Figura 4. Detalle de estructura total de pavimento flexible.



Fuente. SÁNCHEZ ABRIL, Héctor Mauricio. Informe diseño de pavimento Avenida Colón entre calle 21 y 26 y calle 26 entre Avenida Colón y carrera 15. Tunja, octubre de 2014. p. 15-16.

Por otro lado se verifico la reconstrucción de los andenes mediante el uso de adoquín, remates contra las viviendas y entradas a garaje en concreto premezclado de 2500 psi, la implementación de la loseta táctil de alerta tipo A-55 (color ocre) y loseta táctil guía tipo A-56 (color verde) de los cuales varia sus dimensiones y espesores; según la condición del terreno, lineamientos,

⁷ SÁNCHEZ ABRIL, Héctor Mauricio, Informe diseño de pavimento Avenida Colón entre calle 21 y 26 y calle 26 entre Avenida Colón y carrera 15. Tunja, octubre de 2014. p. 15-16.

requerimientos dados en obra por el Ingeniero Residente en la ejecución del proceso constructivo de acuerdo a las necesidades de cada sector de incursión del proyecto, así mejorando la movilidad de los peatones y discapacitados.

Figura 5. Detalle constructivo e implementación de materiales en andenes.



Fuente: Autor.

Considerando que para la conformación de andenes con la instalación de sardinel prefabricado tipo A-10 hacia la vía para dar una altura libre de 0,20 mts, teniendo en cuenta los lineamientos y requerimientos según la Guía de Movilidad Reducida del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) se clasifica:

- a) Vías de servicio, barrios, residenciales, calles sin ruta de buses, ni presencia de camiones y pocos peatones con una altura libre de 0,15 mts.
- b) Vías arterias y colectoras: calles con rutas de buses, circulación de vehículos con velocidad alta, centros comerciales, avenidas y vías arterias y muchos peatones con una altura libre de 0,20 mts.
- c) Terminales de transporte y patios de carga en industrias y comercio con poco volumen de tránsito con una altura libre de 0,25 mts.

Eligiendo la opción c) según las condiciones y necesidades de las vías existentes para la ejecución de los trabajos.

En cuanto al nivel de acceso hacia las viviendas, resultaba un nivel de acceso alto generando inconvenientes con la comunidad ya que sus predios iban a quedar enterrados y parcialmente se iban a ocasionar inundaciones a los predios y problemas con el manejo de aguas lluvias, donde se llevó a cabo la conformación de materas en adoquín hacia la parte final del andén con la vía, garantizando el manejo de un nivel de acceso bajo final a los predios y completa comodidad con las personas de los diferentes sectores.

Figura 6. Detalle materia en adoquín y niveles de acceso a los predios.



Fuente: Autor.

Este proyecto también incluye la rehabilitación de la Avenida Maldonado con la que se le realizó un parcheo de 10 cm de espesor para corregir las fallas de la estructura existente, para posteriormente extender una sobre carpeta de concreto asfáltico tipo MDC-2 de la Norma del INVIAS de 2007 (equivalente a la MDC-19 de la Norma del INVIAS de 2013).

Figura 7. Detalle ejecución de parcheo.



Fuente: Autor.

Así mismo el separador que tenía de ancho 1,55 m se redujo a 1,35 m a lo largo de la avenida Maldonado desde la glorieta Norte hasta la calle 25 con carrera 10 plazoleta Muisca y ampliándose los dos carriles en sus diferentes sentidos donde anteriormente se tenía un ancho de carril en sentido norte – sur de 7,20 m y quedo de 7,30 m y en sentido sur – norte de 6,40 m y quedo de 6,50 m.

Figura 8. Detalle ampliación avenida Maldonado.



Fuente: Autor.

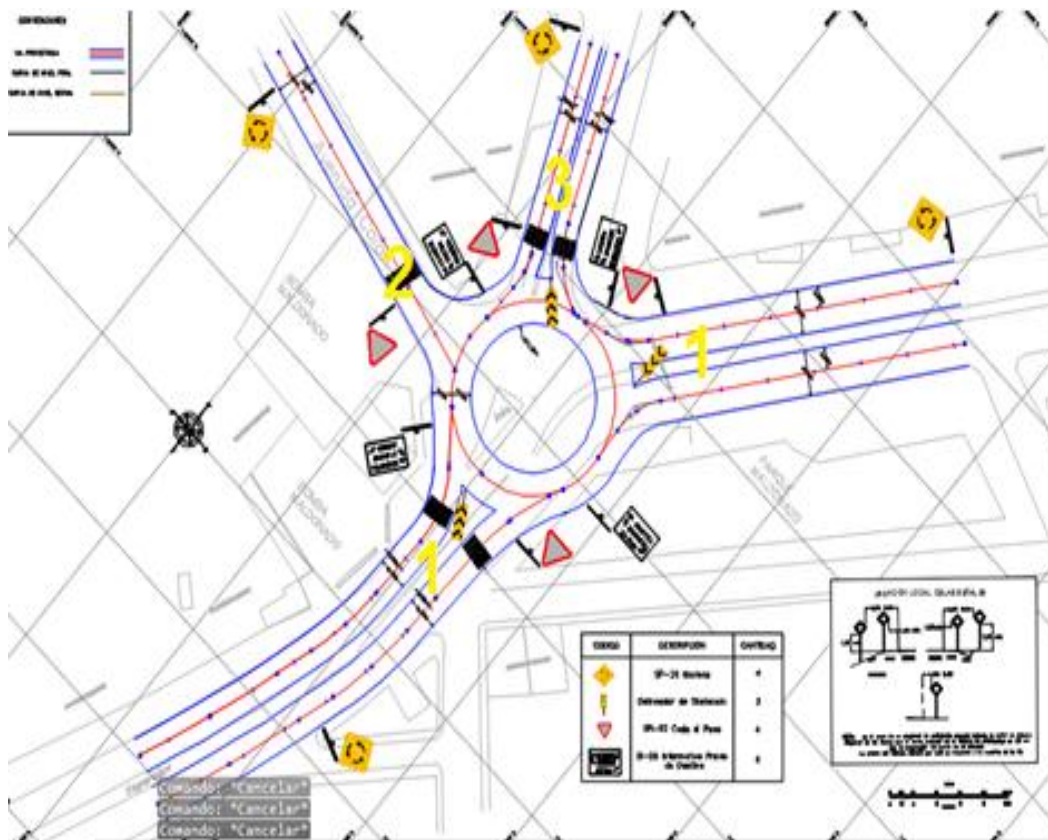
También se planteó la construcción de una Miniglorieta en el sector Hugolino donde se encuentran la Av Maldonado, Av Jorge Eliécer Gaitán y Av. Colón.

Siendo una vía arterial urbana, con un alto volumen de vehículos durante todo el día, en su mayoría tipo bus con los siguientes accesos:

1. Avenida Maldonado hacia el norte y hacia el centro. Vía arterial principal con doble calzada de dos carriles de circulación en cada uno, con ancho de calzada de 7,30 m hacia el centro y 6,50 m hacia el norte. Presenta un separador central de ancho variable.
2. Avenida Colón: vía colectora secundaria con una sola calzada y dos carriles de circulación. Ancho total de 7,20 sin separador central.
3. Avenida Jorge Eliécer Gaitán: vía colectora secundaria con dos calzadas cada una con ancho total de 5 m y separador de 1 m aproximadamente.⁸

⁸ ING. CONSORCIO FF CONSULTORES. Informe estudio de diseño geométrico - Glorieta sector "Hugolino". T. II. Tunja, octubre de 2014. p. 7.

Figura 9. Mapa en planta de accesos Miniglorieta sector Hugolino.



Fuente: ING. CONSORCIO FF CONSULTORES. Informe estudio de diseño geométrico - Glorieta sector "Hugolino". T. II. Tunja, octubre de 2014. p. 7.

Además se tuvo en cuenta como criterio general, proyectar los alineamientos de los accesos de las avenidas Maldonado y Colón Jorge Eliécer Gaitán sobre la vía existente y mejorando los sectores en los cuales no cumplen con las especificaciones estipuladas en los términos de referencia. Los siguientes parámetros mínimos se exceptúan las zonas de paso forzado por estructuras existentes y/o afectación de predios privados⁹.

⁹ Ibid, p. 9.

Tabla 1. Especificaciones generales de diseño Miniglorieta sector Hugolino.

CRITERIO	VELOCIDAD DISEÑO 30 Km/h
Tipo Terreno	Plano - Ondulado
Tipo de vía	Urbana Arterial - Colectora
Diámetro isleta central	26.4 m
Diámetro círculo inscrito	43 m
Radio mínimo de curva	15 m
Ancho calzada	Mínimo 3.5 m
Ancho de la berma	Sin berma
Pérlate máximo	8.0 %
Bombeo	+2.0% / -2.0%
Tipo de curvas	Circulares
Pendiente longitudinal máxima	10 %
Pendiente longitudinal mínima	0.3 %
Longitud de curva vertical mínima	20 m cóncava - 20 m convexa
Distancia de visibilidad de parada	30 m
Distancia de cruce	80 m

Fuente: ING. CONSORCIO FF CONSULTORES. Informe estudio de diseño geométrico - Glorieta sector "Hugolino". T. II. Tunja, octubre de 2014. p. 10.

5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES Y MÉTODOS DESARROLLADOS

5.1 MÉTODO CUANTITATIVO

Para la ejecución de los diferentes procesos constructivos bajo la supervisión en distintas actividades del proyecto, se dividió en diferentes tramos donde se tuvo como referencia un abscisado desde un K0+000 en el comienzo del separador de la Glorieta Norte a lo largo de la avenida Maldonado y finalizando en un K1+430 en la carrera 14 a través de la avenida Colón.

Durante el transcurso de la pasantía, se llevó a cabo la verificación de distintas actividades contempladas en varios tramos, teniendo en cuenta que el avance de obra iba en un 10% y al culminar la pasantía se avanzó en un 35,7%; los tramos de intervención son los siguientes:

- Tramo 1: comprendido entre el sector de la glorieta Norte recorriendo la avenida Maldonado hasta la calle 26 aledaño al sector de la plazoleta Muisca.

Se controló la realización de un parcheo de 10 cm con un tipo de mezcla densa en caliente MDC-19 de acuerdo a la norma del INVIAS 2013 de espesor de 10 cm desde las abscisas K0+000 hasta K0+685 a lo largo de la avenida Colón en los sentidos Norte – Sur y Sur Norte con el fin de rehabilitar la carpeta asfáltica por el deterioro y daños en el pavimento.

Por otra parte se evidenció la reconstrucción de los andenes e instalación de sardinel prefabricado tipo A-10, en sentido Norte- Sur entre las abscisas K0+000 y K0+180, K0+270 y K0+355, K0+440 y K0+650 y en sentido Sur- Norte entre las abscisas K0+000 y K0+110, K0+115 y K0+180, K0+245 y K0+275, K0+285 y K0+330, K0+335 y K0+425, K0+435 y K0+460, K0+470 y K0+585, K0+595 y K0+680 (figuras 10, 11 y 12).

Ya que para la construcción de los andenes nuevos se constata que se cumpla con el proceso constructivo bajo las siguientes características: remates contra casas y entradas a garaje en concreto premezclado de 2500 psi, instalación de adoquín de tráfico liviano, dado el caso de acuerdo al nivel de acceso a los predios se construyeron materas en adoquín hacia la parte final del andén con la vía así preservando el mismo nivel de las casas y dando un mejor ambiente con la naturaleza, la instalación de la loseta táctil de alerta tipo A-55 y loseta táctil guía tipo A-56 a lo largo de los corredores peatonales con diferentes dimensiones según las condiciones del sector.

De igual modo se llevó a cabo la supervisión de la construcción de la Miniglorieta en el sector Hugolino en la avenida Maldonado en un avance del 60% desde la abscisa K0+025 y K0+075 (figura 13).

Figura 10. Tramo 1 - abscisas K0+000 hasta K0+180.



Fuente: Google Maps ®

Figura 11. Tramo 1 - abscisas K0+245 hasta K0+425.



Fuente: Google Maps ®

Figura 12. Tramo 1 - abscisas K0+435 hasta K0+680.



Fuente: Google Maps ®

Figura 13. Tramo 1- abscisado Miniglориeta.



Fuente: Google Maps ®

- **Tramo 2: localizado en la calle 22 entre carrera 13a y carrera 15 Avenida Colón.**

El siguiente punto trata de la verificación a la construcción total de la estructura de pavimento flexible de 14 cm de espesor con una mezcla densa en caliente MDC-2 de la Norma del INVIAS de 2007 (equivalente a la MDC-19 de la Norma del INVIAS de 2013) dado en este tramo un nuevo abscisado desde el K0+000 hasta K0+138.69 (figura 14).

Figura 14. Tramo 2 - abscisas K0+000 hasta K0+138.69.



Fuente: Google Maps ®

- **Tramo 3: situado en la carrera 14, calle 21a, carrera 13a entre calles 21 y 22 Avenida Colón.**

De acuerdo al último tramo de intervención para llevar a cabo la supervisión de la conformación total de la estructura de pavimento con un tipo de mezcla densa en caliente MDC-2 de la Norma del INVIAS de 2007 (equivalente a la MDC-19 de la Norma del INVIAS de 2013) entre las abscisas K0+320 hasta el K0+450, primero se había contemplado la finalización del proyecto en la abscisa K0+430 y después se extendió hasta las abscisas K0+450 dando finalidad al proyecto en este último tramo (figura 15).

Figura 15. Tramo 3 - abscisas K0+320 hasta K0+450.



Fuente: Google Maps ®

5.2 MÉTODOS CUALITATIVO Y DESCRIPTIVO

Según las especificaciones generales de construcción y normas de materiales para carreteras – INVIAS 2013 que se utilizaron para llevar a cabo el proyecto y tener control en la calidad de la obra según la normatividad vigente para capas granulares como afirmado, sub base, base, base tratada con cemento y mezcla asfáltica se debe tener en cuenta las siguientes tablas y parámetros:

- **Capa granular de afirmado.** Los agregados para la construcción del afirmado deben satisfacer los requisitos indicados en la tabla 2. Además, se deben ajustar a alguna de las franjas granulométricas que se muestran en la tabla 3 y cumplir con las relaciones establecidas en la tabla 4¹⁰.

¹⁰ INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. En: Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 19.

Tabla 2. Requisitos de los agregados para afirmados.

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones	E-218	50
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%)	E-125	40
Índice de plasticidad (%)	E-125 y E-126	4 - 9
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2
Contracción lineal	E-127 o E-129	Tabla 311 - 3
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

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 19.

Tabla 3. Franjas granulométricas del material de afirmados.

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)							
	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	1 ½"	1"	¾"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
	% PASA							
A-38	100	-	80-100	60-85	40-65	30-50	13-30	9-18
A-25	-	100	90-100	65-90	45-70	35-55	15-35	10-20
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %			6 %			3 %

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 20.

Tabla 4. Franjas granulométricas del material de afirmado.

RELACIÓN	REQUISITO
$\frac{\% \text{ pasa tamiz No. 200}}{\% \text{ pasa tamiz No. 10}}$	0.20 a 0.45
$\frac{\% \text{ pasa tamiz No. 200}}{\% \text{ pasa tamiz No. 40}}$	$\leq \frac{2}{3}$
$((\% \text{ pasa tamiz de 1"} - (\% \text{ pasa tamiz No.10})) \times (\% \text{ pasa tamiz No.4}))$	16 a 34
$(\% \text{ de contracción lineal}) \times (\% \text{ pasa tamiz No.40})$	100 a 240

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 20.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencias exigidos por la presente especificación, el material que produce el Constructor debe dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Dentro de la franja elegida, el Constructor propone al Interventor una “Fórmula de Trabajo” a la cual se debe ajustar durante la construcción de la capa, con las tolerancias que se indican en la tabla 3, pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada o que se incumpla alguna de las relaciones establecidas en la tabla 4¹¹.

Al material ya colocado en la vía se le realizan controles con la frecuencia que se indican en la tabla 5.

¹¹ Ibid, p. 20.

Tabla 5. Verificaciones periódicas de la calidad del material de afirmado.

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Granulometría	E-123	Una(1) vez por jornada
Límite líquido	E-125	Una(1) vez por jornada
Índice de plasticidad	E-125 y E-126	Una(1) vez por jornada
Contracción lineal	E-127	Una(1) vez por semana
Ensayo modificado de compactación	E-142	Una(1) vez por semana

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 24.

- **Capa granular de subbase.** Para los efectos de estas especificaciones, se denomina subbase a la capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de base.

Se definen tres clases de subbase granular en función de la calidad de los agregados (clases A, B y C), como se indica en la tabla 7. Los documentos del proyecto definen la clase de subbase granular por utilizar en el proyecto; así mismo, especifican el tipo de granulometría por emplear.

Si los documentos del proyecto no indican los parámetros de clasificación según la tabla 7, esta se determina por las clases de subbase granular se usan como se indica en la tabla 6, en función del nivel de tránsito del proyecto¹².

¹² Ibid, p. 43.

Tabla 6. Uso típico de las diferentes clases de subbase granular.

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

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 43.

Los agregados para la construcción de la subbase granular deben satisfacer los requisitos de calidad indicados en la tabla 7. Además, se deben ajustar a alguna de las franjas granulométricas que se muestren en la tabla 8.¹³

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produce el Constructor debe dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Dentro de la franja elegida, el Constructor propone al Interventor una “Fórmula de Trabajo” la cual se ajusta durante la construcción de la capa, con las tolerancias que se indican en la tabla 8, pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada.

¹³ Ibid, p. 44.

Tabla 7. Requisitos de los agregados para subbases granulares.

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUB-BASE GRANULAR		
		CLASE C	CLASE B	CLASE A
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones (%)	E-218	50	50	50
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	35	30
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18	12 18	12 18
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	25	25
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	6	6	6
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	25	25	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2	2	2
Resistencia del material (F)				
CBR (%): porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro días de inmersión, mínimo.	E-148	30	30	40

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 44.

Tabla 8. Franjas granulométricas del material de subbase granular.

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
	50.0	37.5	25.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	2"	1 1/2"	1"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
	% PASA								
SBG-50	100	70-95	60-90	45-75	40-70	25-55	15-40	6-25	2-15
SBG-38	-	100	75-95	55-85	45-75	30-60	20-45	8-30	2-15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %				6 %		3 %	

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 44.

Al material ya colocado en la vía se le realizan controles con la frecuencia que se indican en la tabla 9.

Tabla 9. Verificaciones periódicas de la calidad del material de subbase granular.

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Granulometría	E-123	Una (1) vez por jornada
Límite líquido	E-125	Una (1) vez por jornada
Índice de plasticidad	E-125 y E-126	Una (1) vez por jornada
Contracción lineal	E-127	Una (1) vez por semana
Ensayo modificado de compactación	E-142	Una (1) vez por jornada

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 50.

- **Capa granular de base.** Para efecto de estas especificaciones, la capa granular de base se denomina como una capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una sub base o de la sub rasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento.

Se definen tres clases de base granular en función de la calidad de los agregados (Clases A, B y C), como se indica en la tabla 11. Si los documentos del proyecto no indican los parámetros de clasificación según la tabla 11, esta se determina de acuerdo al nivel de tránsito según la tabla 10.

Los agregados para la construcción de la base granular deben satisfacer los requisitos de calidad indicados en la tabla 11. Además, se deben ajustar a alguna de la franjas granulométricas que se muestren en la tabla 12, para niveles de tránsito NT-3 se usan bases granulares de gradación gruesa¹⁴.

Tabla 10. Uso típico de las diferentes clases de base granular.

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

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 59.

¹⁴ Ibid, p. 59.

Tabla 11. Requisitos de los agregados para bases granulares.

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	BASE GRANULAR		
		CLASE C	CLASE B	CLASE A
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones - 100 revoluciones	E-218	40 8	40 8	35 7
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	30	25
Evaluación de la resistencia mecánica por el método del 10 % de finos - Valor en seco, mínimo (kN) - Relación húmedo/seco, mínimo (%)	E-224	- -	70 75	90 75
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18	12 18	12 18
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	-	-
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	3	0	0
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	30	30	30
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 1)	E-235	10	10	10
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2	2	2
Geometría de las Partículas (F)				
Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	E-230	35	35	35
Caras fracturadas, mínimo (%) - Una cara - Dos caras	E-227	50 -	70 50	100 70
Angularidad de la fracción fina, mínimo (%)	E-239	-	35	35
Resistencia del material (F)				
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación mínimo especificado (numeral 330.5.2.2.2); el CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.	E-148	≥ 80	≥ 80	≥ 95

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 59.

Tabla 12. Franjas granulométricas del material de base granular.

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)							
	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	1 ½"	1"	¾"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
% PASA								
BASES GRANULARES DE GRACACIÓN GRUESA								
BG-40	100	75-100	65-90	45-68	30-50	15-32	7-20	0-9
BG-27	-	100	75-100	52-78	35-59	20-40	8-22	0-9
BASES GRANULARES DE GRADACIÓN FINA								
BG-38	100	70-100	60-90	45-75	30-60	20-45	10-30	5-15
BG-25	-	100	70-100	50-80	35-65	20-45	10-30	5-15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %			6 %			3 %

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 60.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencias exigidos por la presente especificación, el material que produce el Constructor debe dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Dentro de la franja elegida, el Constructor propone al Interventor una “Fórmula de Trabajo” a la cual se debe ajustar durante la construcción de la capa, con las tolerancias que se indican en la tabla 12, pero sin permitir que la curva se salga de la franja¹⁵.

Al material ya colocado en la vía se le realizarán controles con la frecuencia que se indican en la tabla 13.

¹⁵ Ibid, p. 61.

Tabla 13. Verificaciones periódicas de la calidad del material de base granular.

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Granulometría	E-123	Una (1) vez por jornada
Límite líquido	E-125	Una (1) vez por jornada
Índice de plasticidad	E-125 y E-126	Una (1) vez por jornada
Equivalente de arena	E-133	Una (1) vez por semana
Valor de azul (si aplica)	E-235	Una (1) vez por semana
Ensayo modificado de compactación	E-142	Una (1) vez por semana

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 24.

- **Capa granular de base tratada con cemento.** Se define como capa de suelo, provista o no de agregados pétreos, tratada con un estabilizante como el cemento en cantidad apropiada para que pueda cumplir las funciones de una base.

Se especifican dos clases de agregados para base tratada con cemento en función de la calidad (clases A y B), como se indica en la tabla 15. Los documentos del proyecto definen la clase de agregado por utilizar en el proyecto; así mismo, se especifica el tipo de granulometría por emplear.

Si los documentos del proyecto no indican los parámetros de clasificación para la clase de base granular tratada con cemento según la tabla 7, esta se determina en función del nivel de tránsito según la tabla 14.¹⁶

Tabla 14. Uso típico de las diferentes clases de agregado para base tratada con cemento.

CLASE DE AGREGADOS PARA BASE TRATADA CON CEMENTO	NIVEL DE TRÁNSITO
CLASE B	NT2
CLASE A	NT3

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 127.

¹⁶ Ibid, p. 127.

Tabla 15. Requisitos de los agregados para base tratada con cemento.

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	CLASE DE AGREGADO	
		CLASE A	CLASE B
Dureza (O)			
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A) maximo (%) 500 revoluciones 100 revoluciones	E-218	40 8	35 7
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	30	25
Resistencia mecánica por el método del 10 % de finos valor en seco, mínimo (kN) Relacion de húmedos/seco, mínimo (%)	E-224	70 75	90 75
Durabilidad (O)			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) sulfato de sodio sulfato de magnesio	E-220	12 18	12 18
Limpieza (F)			
Límite liquido, máximo (%)	E-125		
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	0	0
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	30	30
Valor de azul de metileno, máximo (%) (Nota 1)	E-235	10	10
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	1	1
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%)	E-211	2	2
Geometría de las partículas (F)			
Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	E-230		35
Caras fracturadas (una cara), mínimo (%)	E-227	50	60
Resistencia del material (F)			
CBR para una compactación de 95 % del ensayo modificado de compactación (norma INV E-142), medido en una muestra sometida a cuatro días de inmersión, mínimo (%)	E-148	60	80
Características químicas (O)			
Proporción de sulfatos del material combinado, expresado como SO ₄ ", máximo (%)	E-233	0.5	
Reactividad álcali - agregado: Concentración SiO ₂ y reducción de alcalinidad R	E-234	SiO ₂ ≤ R cuando R ≥ 70	
		SiO ₂ ≤ 35 + 0.5R cuando R < 70	
Nota 1: El ensayo de valor de azul de metileno solo será exigido cuando el equivalente de arena del material sea inferior a treinta (30) pero igual o superior a veinticinco (25)			

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 128.

Los agregados deben estar libres de materia orgánica u otra sustancia que pueda perjudicar el correcto fraguado del cemento, También, cumpliendo los requisitos generales que se indican en la tabla 15, y se deben ajustar a alguna de las franjas granulométricas que se muestran en la tabla 16.

Tabla 16. Requisitos granulométricos del agregado para base tratada con cemento.

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)							
	37.5	25.5	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	1 ½ "	1"	¾ "	½ "	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
	% PASA							
BTC-38	100	70 -100	60-90	45-75	30-60	20-45	10-30	2-15
BTC-25		100	70-100	50-80	35-65	25-50	15-30	2-15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo(±)	0%	6%			6%			1.5 %

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 129.

El agua que se requiera para la base tratada con cemento debe ser limpia, estando libre de materia orgánica, álcalis y otras sustancias perjudiciales. Puede ser agua potable; si no lo es, debe cumplir los requisitos que se indican en la tabla 17.

Tabla 17. Requisitos del agua no potable para base tratada con cemento.

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO
PH	D 1293	5.5 - 8.0
Contenido de sulfatos, expresado como SO ₄ ⁼ , g/l máximo	D 516	1.0

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 129.

La energía de referencia para la compactación en la construcción de las capas de base tratada con cemento es establecida en los documentos técnicos del proyecto, en función del tipo de material granular por estabilizar, del nivel de tránsito, del tipo de pavimento y de la capacidad de soporte de la sub rasante.

Si el Interventor determina la elaboración de probetas necesarias para evaluar las propiedades de la mezcla, estas se elaboran con la humedad óptima y el peso unitario seco máximo correspondientes a dicha energía de referencia, según los criterios de la tabla 18¹⁷.

Tabla 18. Procedimiento la preparación de probetas en mezclas base tratada con cemento.

CARACTERÍSTICA	DENSIDAD MÁXIMA DE REFERENCIA	
	ENERGÍA DE COMPACTACIÓN NORMAL	ENERGÍA DE COMPACTACIÓN MODIFICADA
Ensayo de referencia para la energía de compactación	INV E-141	INV E-142
Determinación del peso unitario seco máximo y preparación de probetas para prueba de compresión	INV E-611 ajustado Molde: 3243 cm Masa martillo: 4.536 kg Caída martillo: 457 mm No. Capas: 7 Golpes/capa: 13	INV E-141 ajustado Molde: 3243 cm Masa martillo: 4.536 kg Caída martillo: 457 mm No. Capas: 7 Golpes/capa: 61

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 132.

La mezcla de base tratada de cemento se diseña mediante los criterios de resistencia a la compresión indicados en la tabla 19. El contenido mínimo de cemento es aquel que permita cumplir con los parámetros definidos en la tabla citada, pero en ningún caso es inferior a cuatro por ciento (4%) de la masa seca del material por estabilizar.

¹⁷ Ibid, p. 131.

Tabla 19. Criterios de diseño para la mezcla de base tratada con cemento.

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	NIVEL DE RESISTENCIA	
		R 3.5	R 5.2
Resistencia			
Comportamiento de la resistencia con: incremento en el contenido de cemento	E-614 ajustado	Crece	
Incremento en la edad		Crece	
Resistencia a la compresión a 7 días, Mpa	E-614 ajustado		
Mínima		3.5	5.2
Máxima		7.0	7.0

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 133.

Durante la etapa de producción, se examina las descargas a los acopios y se ordena el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. Además, se efectúan las verificaciones periódicas indicadas en la tabla 20.

Tabla 20. Verificaciones periódicas sobre los agregados para base tratada con cemento.

CARACTERÍSTICAS	NORMA DE ENSAYO INVÍAS	FRECUENCIA
Composición (F)		
Granulometría	E-123	1 por jornada
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles	E-218	1 por mes
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval	E-238	1 por mes
Limpieza (F)		
Límite líquido	E-125	1 por jornada
Índice de plasticidad	E-125 y E-126	1 por jornada
Equivalente de arena	E-133	1 por semana
Valor de azul de metileno (si aplica)	E-235	1 por semana
Contenido de materia orgánica	E-121	1 por semana
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznales	E-211	1 por semana
Geometría de las partículas (F)		
Índices de alargamiento y aplanamiento	E-230	1 por semana
Caras fracturadas (una cara)	E-227	1 por semana
Resistencia del material (F)		
CBR	E-148	1 por mes

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Afirmados, subbases y bases. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 142.

- **Mezcla asfáltica.** La tabla 21 relaciona tres tipos de mezclas asfálticas de gradación continua, en función del tipo de granulometría; se incluyen también las mezclas de alto módulo, cuyo módulo resiliente, medido por medio de la norma del ensayo INV-749 a la temperatura y frecuencia definidas para el proyecto, debe ser igual o superior a 10,000 Mpa.

Tabla 21. Tipos de mezclas asfálticas en caliente de gradación continua.

TIPO	DENOMINACIÓN
POR TIPO DE GRANULOMETRÍA	
- Mezclas densas	MDC
- Mezclas semidensas	MSC
- Mezclas gruesas	MGC
MEZCLAS ESPECIALES	
Mezclas de alto módulo	MAM

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Pavimentos asfálticos. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 235.

La tabla 22 presenta la denominación de las capas asfálticas en función de su posición dentro de la estructura. Los documentos del proyecto establecen los tipos y calidades de las capas que componen la estructura¹⁸.

Tabla 22. Denominación de las capas asfálticas en caliente de gradación continua.

TIPO DE CAPA	DESCRIPCIÓN
Rodadura	Capa superior
Intermedia	Capa subyacente a la rodadura, en estructuras con 2 o más capas asfálticas
Base	Capa o capas subyacentes a la intermedia, en estructuras con 3 o más capas asfálticas

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Pavimentos asfálticos. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 236.

Los agregados pétreos y el llenante mineral deben cumplir los requisitos de calidad mencionados en la tabla 23.

¹⁸ INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Pavimentos asfálticos. En: Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 236.

Tabla 23. Requisitos de los agregados para mezclas asfálticas en caliente de gradación continua.

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	NIVEL DE TRÁNSITO		
		NT1	NT2	NT3
Dureza, agregado grueso (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles, máximo (%)				
- Capa de: rodadura / intermedia / base, 500 revoluciones	E-218	25/35/-	25/35/35	25 / 35 / 35
- Capa de: rodadura / intermedia / base, 100 revoluciones		5/7/-	5/7/7	5/7/7
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238			
- Capa de: rodadura / intermedia / base			25/30/30	20/25/25
Resistencia mecánica por el método del 10% de finos, capa de: rodadura / intermedia / base	E-224			
- Valor en seco, mínimo (kN)				110/90/75
- Relación húmedo/seco, mínima (%)				75/75/75
Coefficiente de pulimento acelerado para rodadura, mínimo	E-232	0.45	0.45	0.45
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio, agregados fino y grueso, máximo (%)	E-220	18	18	18
Limpieza, agregado grueso (F)				
Impurezas en agregado grueso, máximo (%)	E-237	0.5	0.5	0.5
Limpieza, gradación combinada (F)				
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	NP	NP	NP
Equivalente de arena, mínimo (%) (Nota 1)	E-133	50	50	50
Valor de azul de metileno, máximo (Nota 1)	E-235	10	10	10
Geometría de las partículas, agregado grueso (F)				
Partículas planas y alargadas, relación 5:1, máximo (%)	E-240	10	10	10
Caras fracturadas, mínimo (%)				
- Una cara: rodadura / intermedia / base	E-227	75/60/-	75/75/60	85/75/60
- Dos caras: rodadura / intermedia / base		-/-/-	60/-/-	70/-/-
Geometría de las partículas, agregado fino (F)				
Angularidad de la fracción fina, método A, mínimo (%)	E-239	40/35/-	45/40/35	45/40/35
- Capa de: rodadura / intermedia / base				
Adhesividad (O)				

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Pavimentos asfálticos. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 237.

La proporción de arena natural no podrá exceder los valores indicados en la tabla 24.

Tabla 24. Proporción máxima de arena natural en el agregado para mezclas asfálticas en caliente de gradación continua.

CARACTERÍSTICA	NIVEL DE TRÁNSITO		
	NT1	NT2	NT3
Proporción de arena natural: % de la masa total del agregado combinado	≤ 25	≤ 25	≤ 15
Proporción de arena natural: % de la masa total del agregado fino	≤ 50		

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Pavimentos asfálticos. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 238.

El llenante mineral proveniente de los procesos de trituración y clasificación de los agregados pétreos, separándose de ellos por medio de los ciclones de la planta mezcladora, generalmente cal hidratada o cemento hidráulico. La proporción de llenante mineral y los requisitos para el mismo deben cumplir lo mencionado en la tabla 25¹⁹.

Tabla 25. Proporción y requisitos del llenante mineral.

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	NIVEL DE TRÁNSITO		
		NT1	NT2	NT3
Proporción de llenante mineral de aporte: (% en masa del llenante total) - Capa de rodadura - Capa intermedia - Capa de base	-	- - -	≥ 25 ≥ 25 -	≥ 50 ≥ 50 ≥ 25
Granulometría del llenante mineral de aporte: - % que pasa tamiz 425 µm (No. 40) - % que pasa tamiz 150 µm (No. 100) - % que pasa tamiz 75 µm (No. 200)	E -215	100 > 90 > 75		
Densidad bulk (g/cm³)	E-225	0.5 a 0.8		
Vacíos del llenante seco compactado (%)	E-229	-	≥ 38	

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Pavimentos asfálticos. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 238.

La granulometría de agregado obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, incluido el llenante mineral, debe estar comprendida dentro de alguna de las franjas fijadas en la tabla 26. El análisis granulométrico se efectúa de acuerdo con la norma INV E-213.

¹⁹ Ibid, p. 236.

Para la prevención de segregaciones, garantizando que los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, donde el material que produce el Constructor debe dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa²⁰.

Tabla 26. Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente de gradación continua.

TIPO DE MEZCLA		TAMIZ (mm / U.S. Standard)									
		37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.425	0.180	0.075
		1 1/4"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 80	No. 200
		% PASA									
DENSE	MDC-25		100	80-95	67-85	60-77	43-59	29-45	14-25	8-17	4-8
	MDC-19			100	80-95	70- 88	49-65	29-45	14-25	8-17	4-8
	MDC-10					100	65-87	43-61	16-29	9-19	5-10
SEMIDENSE	MSC-25		100	80-95	65-80	55-70	40-55	24-38	9-20	6-12	3-7
	MSC-19			100	80-95	65-80	40-55	24-38	9-20	6-12	3-7
GRUESA	MGC-38	100	75-95	65-85	47-67	40-60	28-46	17-32	7-17	4-11	2-6
	MGC-25		100	75-95	55-75	40-60	28-46	17-32	7-17	4-11	2-6
ALTO MÓDULO	MAM -25		100	80-95	65-80	55-70	40-55	24-38	10-20	8-14	6-9
TOLERANCIAS EN PRODUCCIÓN SOBRE LA FÓRMULA DE TRABAJO (±)		-	4 %					3 %			2 %

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Pavimentos asfálticos. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 239.

El tipo de mezcla asfáltica en caliente por emplear depende del tipo y del espesor compacto de la capa asfáltica y se define en los documentos del proyecto, siguiendo los criterios de la tabla 27.

²⁰ Ibid, p. 236-237.

Tabla 27. Tipo de mezcla por utilizar en función del tipo y espesor compacto de la capa.

TIPO DE CAPA	ESPESOR COMPACTO (mm)	TIPO DE MEZCLA
Rodadura	30 – 40	MDC-10
	40 – 60	MDC-19, MSC-19
	> 60	MDC-25, MDC-19, MSC-19
Intermedia	> 50	MDC-25, MSC-25
Base	> 75	MSC-25, MGC-38, MGC-25
Alto módulo	60 - 130	MAM-25
Bacheos	50 – 75	MSC-25, MGC-25
	> 75	MSC-25, MGC-38, MGC-25

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Pavimentos asfálticos. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 239.

El material bituminoso para la elaboración de la mezcla en caliente será seleccionado en función de:

- Características climáticas de la zona
- Tipo de capa
- Condiciones de operación de la carretera

En términos generales, se toma como guía para la selección del tipo de asfalto las indicaciones de la tabla 28²¹.

Tabla 28. Tipo de asfalto por emplear en mezclas asfálticas en caliente de gradación continua.

TIPO DE CAPA	NT 1			NT 2			NT 3		
	TEMPERATURA MEDIA ANUAL DE LA REGION (° C)								
	> 24	15-24	< 15	> 24	15-24	< 15	> 24	15-24	< 15
Rodadura e Intermedia	60-70	60-70 u 80-100	80-100	60-70	60-70 u 80-100	80-100	40-50 60-70 o Tipo II (a o b) o Tipo III	40-50 60-70 o Tipo II (a o b)	60-70 80-100 o Tipo Iib
Base	NA			60-70 u 80-100	60-70 u 80-100	80-100	60-70 u 80-100	60-70 u 80-100	80-100
Alto Módulo	NA			NA			Tipo V		

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Pavimentos asfálticos. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 240.

²¹ Ibid, p. 240.

Las mezclas en caliente objeto del presente artículo se diseñan por el método Marshall, siguiendo los pasos descritos en la tabla 29.

Tabla 29. Pasos a seguir para el diseño de mezclas asfálticas en caliente de gradación continua.

PASOS	DESCRIPCIÓN	NUMERAL
Diseño preliminar	- Estabilidad y flujo Marshall - Propiedades volumétricas	450.4.2.2.1
Verificación del diseño preliminar	- Adherencia - Resistencia al ahuellamiento - Módulo resiliente - Resistencia a la fatiga	450.4.2.2.2

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Pavimentos asfálticos. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 242.

Los criterios para la definición preliminar del porcentaje óptimo de asfalto de la mezcla son los indicados en la tabla 30.

El diseño preliminar que cumpla los requisitos de la tabla 31 bajo los requerimientos allí establecidos. La verificación se debe adelantar en la secuencia indicada en esta tabla; dado el caso que el Interventor determine la elaboración de probetas necesarias para evaluar las propiedades de la mezcla; las probetas se elaborarán con la mezcla definida como óptima en el diseño preliminar mencionado en el numeral anterior²².

Si la mezcla no cumple con el requisito, se debe incrementar su adhesividad hasta que cumpla con el mismo, empleando un aditivo mejorador de adherencia y/o una llenante mineral apropiado²³.

²² Ibid, p. 242.

²³ Ibid, p. 243.

Tabla 30. Criterios para el diseño preliminar de la mezcla asfáltica en caliente de gradación continua por el método Marshall.

CARACTERÍSTICA		NORMA ENSAYO INV	MEZCLAS DENSAS, SEMIDENSAS Y GRUESAS			MEZCLA DE ALTO MÓDULO
			CATEGORÍA DE TRÁNSITO			
			NT1	NT2	NT3	
Compactación (golpes/cara)		E-748 (E-800) (Nota 1)	50	75 (112)	75 (112)	75
Estabilidad mínima (N)			5,000	7,500 (16,875)	9,000 (33,750)	15,000
Flujo(mm) (Nota 2)			2.0 a 4.0	2.0 a 4.0 (3.0 a 6.0)	2.0 a 3.5 (3.0 a 5.3)	2.0 a 3.0
Relación Estabilidad / Flujo (kN/mm)			2.0 a 4.0	3.0 a 5.0 (4.5 a 7.5)	3.0 a 6.0 (4.5 a 9.0)	-
Vacíos con aire (V _a), % (Nota 3)	Rodadura	E-736	3.0 a 5.0	3.0 a 5.0	4.0 a 6.0	NA
	Intermedia	o	4.0 a 8.0	4.0 a 7.0	4.0 a 7.0	4.0 a 6.0
	Base	E-799	NA	5.0 a 8.0	5.0 a 8.0	4.0 a 6.0
Vacíos en los agregados minerales (VAM), % mínimo	T. Máx. 38 mm	E-799	13.0			-
	T. Máx. 25 mm		14.0			14.0
	T. Máx. 19 mm		15.0			-
	T. Máx. 10 mm		16.0			-
Vacíos llenos de asfalto (VFA), %		E-799	65 a 80	65 a 78	65 a 75	63 a 75
Relación Llenante / Ligante efectivo, en peso		E-799	0.8 a 1.2			1.2 a 1.4
Concentración de llenante, valor máximo		E-745	Valor crítico			
Evaluación de propiedades de empaquetamiento por el método Bailey		-	Reportar			
Espesor promedio de película de asfalto, mínimo µm		E-741	7.5			

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Pavimentos asfálticos. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 243.

Tabla 31. Verificación del diseño Marshall.

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO INV	VALOR	APLICABILIDAD
Adherencia: Resistencia retenida, % mínimo	E-725	80	Todas las mezclas
Resistencia a la deformación plástica: velocidad máxima de deformación en el intervalo de 105 a 120 minutos, $\mu\text{m}/\text{min}$. - Temperatura media anual del aire $> 24^{\circ}\text{C}$ - Temperatura media anual del aire $\leq 24^{\circ}\text{C}$	E-756	15 20	- Tránsito NT3: para capas de rodadura e intermedia - Mezclas de alto módulo
Módulo resiliente, MPa - Mezclas de alto módulo compactadas con 75 golpes por cara, valor mínimo a 20°C - Otras mezclas	E-749	10,000 (Nota 1)	- Mezclas de alto módulo - Opcional para otras mezclas, según documentos del proyecto
Leyes de fatiga - Mezclas de alto módulo: ensayo a 20°C y 30 Hz, ϵ_s mínimo ($\mu\text{m}/\text{m}$) - Otras mezclas	E-808 E-784 E-808	100 (Nota 1)	- Obligatorio para mezclas de alto módulo - Opcional para otras mezclas, según documentos del proyecto

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Pavimentos asfálticos. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 244.

Durante la etapa de producción, se examinan las descargas a los acopios y se ordena el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, se ordena acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, plasticidad, partículas alargadas o aplanadas así mismo vigilando la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores.

Además, se efectúan las verificaciones de calidad indicadas en la tabla 32 para los agregados grueso y fino y en la tabla 33 para el llenante mineral que aporte²⁴.

²⁴ Ibid, p. 257-258.

Tabla 32. Ensayos de verificación sobre los agregados para mezclas en caliente de gradación continua.

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Composición (F)		
Granulometría	E-123	1 por jornada
Dureza, agregado grueso (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles	E-218	1 por mes
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval	E-238	1 por mes
Resistencia mecánica por el método del 10% de finos	E-224	1 por mes
Coefficiente de pulimiento acelerado para rodadura	E-232	Cuando cambie la procedencia de los agregados
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio	E-220	1 por mes
Limpieza, agregado grueso (F)		
Impurezas en agregado grueso	E-237	1 por semana
Limpieza, gradación combinada (F)		
Índice de plasticidad	E-125 y E-126	1 por jornada
Equivalente de arena	E-133	1 por semana
Valor de azul de metileno (Nota 1)	E-235	1 por semana
Geometría de las partículas, agregado grueso (F)		
Índices de alargamiento y aplanamiento	E-230	1 por semana
Partículas planas y alargadas, relación 5:1	E-240	1 por semana
Caras fracturadas	E-227	1 por jornada
Geometría de las partículas, agregado fino (F)		
Angularidad de la fracción fina, método A	E-239	1 por jornada
Adhesividad, gradación (O)		
- Agregado grueso: Cubrimiento de los agregados con materiales asfálticos en presencia del agua hirviendo	E-757	Cuando cambie la procedencia de los agregados
- Agregado fino: adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos (método Riedel-Weber)	E-739	

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Pavimentos asfálticos. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 258.

Tabla 33. Ensayos de verificación sobre llenante mineral de aporte para mezclas en caliente de gradación continua.

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Granulometría	E-123	1 por suministro
Densidad bulk	E-225	1 vez a la semana y siempre que cambie la procedencia del llenante

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Pavimentos asfálticos. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 259.

Para fines de determinar la conformidad con los valores indicados en la tabla 34, el valor calculado del grado de compactación, expresado en porcentaje, se debe redondear al primer decimal en acuerdo con el método del redondeo de la norma INV E-823²⁵.

Tabla 34. Grado de compactación mínimo GC mín.

TIPO DE CAPA	GRADO DE COMPACTACIÓN MÍNIMO GC _{mín} , %		
	NIVEL DE TRÁNSITO		
	NT1	NT2	NT3
Rodadura	94.0	94.0	93.0
Intermedia	92.0	92.0	92.0
Base	-	91.0	91.0
Alto módulo	-	-	93.0

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Pavimentos asfálticos. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013. p. 270.

5.3 ACTIVIDADES EJECUTADAS

5.3.1 Inspección visual de toda la obra

Figura 16. Avenida Maldonado.



Fuente: Autor.

²⁵ Ibid, p. 269-270.

Figura 17. Separador Avenida Maldonado.



Fuente: Autor.

Figura 18. Detalle 1 - calle 22.



Fuente: Autor.

Figura 19. Detalle 2 - calle 22.



Fuente: Autor.

Al iniciar el primer día de pasantía se realizó una inspección visual a lo largo de todo el proyecto, verificando las diferentes actividades que se estaban llevando a cabo, conociendo los materiales, maquinarias y equipos; en los diferentes sectores de la obra. Posteriormente conocer el grupo de Ingenieros encargados y los diferentes frentes de trabajo para mantener una buena relación laboral con todo el personal para llevar una excelente labor como pasante.

5.3.2 Verificación de corte de pavimento asfáltico existente para realizar parcheo

Figura 20. Demarcación fallas.



Fuente: Autor.

Figura 21. Corte de pavimento.



Fuente: Autor.

Figura 22. Detalle cajeo pavimento.



Fuente: Autor.

Con el acompañamiento del Ingeniero Residente e Interventor, luego de revisar el informe de auscultación e inventario de daños en el pavimento, se tuvo claro qué tipo de fallas se presentan como: piel de cocodrilo, baches, fisuras tanto en bloque como longitudinal y transversal. Se dejaron marcadas según las dimensiones y afectación que presente (figura 20), para luego con una cortadora de pavimento modelo "Husqvarna FS 400" realizar el corte en cada falla (figura 21); teniendo un espacio libre denominado cajeo que en este caso se ha levantado el pavimento original manualmente con picas y palas con el fin de realizar un parcheo en el que se reemplaza el espesor parcial o total del concreto asfáltico por un espesor de 10 cm (figura 22).

5.3.3 Supervisión de apertura de la caja y retiro de sobrantes para realizar parcheo

Figura 23. Detalle retroexcavadora.



Fuente: Autor.

Figura 24. Detalle cajeo para parcheo.



Fuente: Autor.

Para ejecutar la apertura de caja por medio de un equipo mecánico se utiliza una retroexcavadora modelo "John Deere 310 SG M 2006" en las diferentes fallas del pavimento existentes (figura 23); que por determinación del Ingeniero Residente y Contratista ya fueron marcadas, luego que las dimensiones del cajeo son mayores dependiendo el tipo de suelo se profundiza la excavación con un espesor total de 40 cm, dividido en 2 capas de 20 cm para llenos con afirmado y de 20 cm con base. Posteriormente para llevar a cabo un parcheo a lo largo de las distintas zonas de deterioro (figura 24); sin embargo, cabe resaltar que la intervención que se realiza en el reemplazo parcial o total de granulares, esta se denomina bacheo.

5.3.4 Revisión de apertura de la caja y retiro de sobrantes e instalación de sardinel prefabricado tipo A-10 para construcción de separador

Figura 25. Retroexcavadora calle 22.



Fuente: Autor.

Figura 26. Avenida Colón cra 13.



Fuente: Autor.

Figura 27. Miniglориeta sector Hugolino.



Fuente: Autor.

Figura 28. Construcción separador.



Fuente: Autor.

Con el objeto de llevar a cabo la actividad de apertura de la caja y retiro de sobrantes se realiza con una retroexcavadora modelo John Deere 310 SG M 2006 para diferentes sectores: como en la calle 22 entre carrera 13a y carrera 15 Avenida colón donde se construye la estructura total de pavimento con un espesor total de 64 cm dividido en capas de 20cm de afirmado, 20 cm de subbase granular, 20 cm base granular estabilizada con cemento y 14 cm de carpeta asfáltica (figura 25). También en el sector de la Avenida Colón cra 13 se maneja el misto tipo de estructura de pavimento (figura 26). Para la construcción de la mini glorieta en el sector Hugolino la estructura total de pavimento tiene un espesor total de 1 m dividido en capas de 30 cm de pedraplén, 10 cm de afirmado, 25 cm de sub base granular, 20 cm de base granular y 15 cm de carpeta asfáltica (figura 27).

En último lugar, para la construcción del separador en la avenida Maldonado entre abscisas K0+640 a K0+670 se realiza una excavación de espesor total de 50 cm dividido en capas de 20 cm de mejoramiento del suelo con material de base granular y una capa de 30 cm para la instalación de sardinel prefabricado tipo A-10 ya que tiene una altura de 50 cm y se debe dejar un borde libre de 20 cm (figura 28).

5.3.5 Verificación de remoción de escombros

Figura 29. Detalle acopio material.



Fuente: Autor.

Figura 30. Disposición material.



Fuente: Autor.

Después de la intervención de la maquinaria, equipos y trabajadores en excavaciones, demoliciones u otras actividades que generan materiales sobrantes y residuos sólidos que afectan el medio ambiente y a la comunidad. Llevándose acabo acopios de material en distintos lugares de la obra donde con un Minicargador CAT 226B (figura 29); el cual recoge los escombros y los dispone finalmente a una Volqueta Chevrolet Nei-087 donde son transportados posteriormente a la escombrera MpcL vía Tunja–Paipa (figura 30).

5.3.6 Seguimiento de extensión y compactación de material de afirmado.

Figura 31. Extensión motoniveladora.



Fuente: Autor.

Figura 32. Compactación de material.



Fuente: Autor.

Figura 33. Compactación material de afirmado Miniglorigieta sector Hugolino.



Fuente: Autor.

Con lo que se refiere a desarrollar la extensión y compactación del material de afirmado se debe tener en cuenta el artículo 311-13 del INVÍAS 2013 para cumplir con la normatividad vigente. La disposición del material es sobre la capa subyacente donde se dispone un cordón con una sección uniforme, verificándose su homogeneidad y llevando un control de la humedad para que sea uniforme en el material y con la ayuda de una Motoniveladora Dresser A 556 (figura 31) que por medio de su cuchilla se extenderá el material en forma alternada hacia el centro y los bordes de la calzada hasta llegar al nivel deseado; para después compactarse a lo largo del tramo con un Vibrocompactador Ingersoll Rand Sd 70 Modelo 1999 (figura 32) el cual fue operado en el sector de la calle 21a para conformar una capa de espesor de 20 cm y con un Vibrocompactador Case SV210 M 2001 (figura 33) y utilizándose en la construcción de la Miniglorigieta en el sector Hugolino completando una capa de 10 cm, teniendo en cuenta que por medio de la compactación se debe cumplir las densidades que el material requiere para ser aceptado.

5.3.7 Revisión de extensión y compactación de material de sub base granular.

Figura 34. Tramo cra. 14 No. 21-08.



Fuente: Autor.

Figura 35. Tramo de compactación.



Fuente: Autor.

De acuerdo a los parámetros del artículo 320-13 del INVÍAS 2013 para dar cumplimiento a las normas vigentes de calidad. La actividad de extensión y compactación de material de sub base granular se lleva a cabo en 2 tramos diferentes como en la construcción de la Miniglorieta del sector Hugolino con una capa granular 20 cm de espesor y otra de 25 cm de espesor para la conformación de la estructura total de pavimento en la cra 14 N.21-08. Por medio de una

Motoniveladora Dresser A 556 (figura 34) nivela el material correctamente extendido con una humedad optima; posteriormente con un Vibrocompactador Case SV210 M 2001 (figura 35) se ejecuta la compactación por todo el tramo longitudinalmente comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador cumpliendo con la densidad seca para ser aprobado el tramo de intervención.

5.3.8 Supervisión de extensión y compactación de base granular para parcheo

Figura 36. Mini cargador CAT.



Fuente: Autor.

Figura 37. Vibrocompactador doble rodillo.



Fuente: Autor.

Figura 38. Vibrocompactador Ingersoll Rand.



Fuente: Autor.

El cajeo cumple con las dimensiones trazadas y la superficie sobre la cual va asentarse tiene que estar totalmente uniforme para la realización de la extensión del material se debe disponer en un cordón de sección uniforme utilizando un Minicargador CAT 226B donde el Interventor consta su homogeneidad (figura 36), en caso que sea necesario humedecer o airear el material para que logre la humedad óptima de compactación; se extiende en todo el ancho previsto en capas con espesores de 5 cm uniformes que permitan obtener un espesor total de 20 cm. Posteriormente se realiza la compactación con un equipo de referencia Vibrocompactador doble rodillo asegurando que el área de intervención este totalmente limpia para tener una óptima calidad en la actividad (figura 37).

También utilizando un Vibrocompactador Ingersoll Rand Sd 70 Modelo 1999 en diferentes tramos donde el grado de compactación se debe ajustar a los lineamientos y especificaciones según el artículo 330-13 del INVÍAS 2013 hasta alcanzar la densidad específica seca (figura 38).

5.3.9 Verificación de construcción de pedraplén compacto

Figura 39. Descarga de piedra.



Fuente: Autor.

Figura 40. Extensión de piedra.



Fuente: Autor.

Figura 41. Compactación pedraplén.



Fuente: Autor.

En la construcción de la Miniglorieta del sector Hugolino se efectúa la conformación de un pedraplén, compacto como opción de mejoramiento al presentar un suelo limo-arcilloso presentando fallos, formando un espesor de 30 cm desde su contacto con el terreno natural hasta la transición con la capa granular superior de afirmado, previamente realizando un desmonte, limpieza y excavación de la capa vegetal y material que sea inadecuado con una retroexcavadora modelo John Deere 310 SG M 2006 y después con un Doble troque freightliner modelo 2013 TDX 981 (figura 39); descargando el material pétreo idóneo, procedente de excavaciones en roca donde la calidad de la roca es resistente, sin alteraciones apreciables y estables al agua. Se utiliza un Minicargador CAT 226B (figura 40) y de forma manual para extender el material de pedraplén colocándolo en capas sensiblemente paralelas a la superficie de explanación, de espesor uniforme y adecuado para que, con los medios disponibles, los vacíos entre los fragmentos más grandes se llenen con las partículas más pequeñas del mismo material, de modo que obtenga el nivel de densificación deseado y sin evidencias visibles de que se requiera una mayor consolidación del material. Inmediatamente sobreponiendo la capa de afirmado y finalmente con un Vibrocompactador Case SV210 M 2001 (figura 41) compactando toda la superficie para que quede totalmente uniforme y la consolidación de los materiales sea la correcta. De acuerdo al artículo 221-13 PEDRAPLENES del INVÍAS 2013 teniendo en cuenta todos los pasos y requisitos emitidos por la norma.

5.3.10 Revisión de instalación geo malla biaxial P-BX12 en capa granular de sub base

Figura 42. Extensión geo malla.



Fuente: Autor.

Figura 43. Instalación grapas.



Fuente: Autor.

Para el desarrollo de la siguiente actividad con la construcción de la Miniglorieta del sector Hugolino donde ya conformada la capa granular de sub base se procede a instalar sobre esta la geo malla biaxial P-BX12, extendiéndose en la dirección de avancé del tramo directamente sobre la superficie preparada (figura 42), sin arrugas o dobleces.

Colocando rollos adyacentes de geomalla haciendo traslapos no mayores a 15 cm y colocando grapas (figura 43) para asegurarla al suelo templándose manualmente y manteniendo la tensión y prevenir movimientos durante la colocación de la capa posterior. Proporcionando excelente resistencia y reforzando la estructura total del pavimento flexible construida con sus diferentes capas. Según el Artículo 223-13 TERRAPLENES REFORZADOS CON GEOSINTÉTICOS del INVÍAS 2013 tenido en cuenta las condiciones y generalidades para cumplir la actividad.

5.3.11 Inspección de extensión y compactación de material de base granular y base estabilizada con cemento

Figura 44. Nivelación base granular.



Fuente: Autor.

Figura 45. Detalle compactación.



Fuente: Autor.

Figura 46. Extensión material.



Fuente: Autor.

Figura 47. Tramo en compactación.



Fuente: Autor.

Para llevar a cabo la actividad de extensión de base granular se tiene en cuenta el artículo 330-13 del INVÍAS 2013. Esta es la última capa granular de 20 cm de espesor para conformar la estructura total de pavimento de la construcción de la Miniglorieta sector Hugolino; realizándose una extensión total del material con una Motoniveladora Dresser A 556 (figura 44) que con su cuchilla de perfil permite manejar el grado de inclinación sobre el eje de la vía ya que la cuchilla central puede inclinarse a derecha o izquierda, verticalmente o casi 90 grados y girar horizontalmente para que la distribución granulométrica sea uniforme y se mantenga una humedad óptima. Una vez el material este extendido con un Vibrocompactador Case SV210 M 2001 se efectúa la compactación longitudinalmente iniciando por todos los bordes del exterior, interior y hacia el

centro de la vía con la previa aprobación de la Interventoría cumpliendo la densidad apropiada (figura 45).

En la Avenida Maldonado con la ampliación de la vía donde se conformaron bahías vehiculares, en su construcción se implementó el uso de base tratada con cemento contemplando los requisitos y parámetros correspondientes según el artículo 351-13. Se lleva a cabo la extensión del material donde se hace una mezcla homogénea de base con cemento por medio de un Mini cargador CAT 226B (figura 46); la mezcla se extenderá en todo el ancho previsto para manejar una capa de 20 cm de espesor sin segregaciones evidentes. Para el proceso de compactación por medio de Vibrocompactador Doble Rodillo (figura 47); el cual debe tener precaución que en las pasadas del rodillo este no forme costras o capas delgadas, débilmente adheridas al resto de la capa de base tratada con cemento ya que se busca una superficie uniforme y compacta que cumpla la densidad requerida de compactación.

5.3.12 Verificación de toma de densidades mediante densímetro nuclear

Figura 48. Tramo Avenida Maldonado.



Fuente: Autor.

Figura 49. Toma densidad calle 22.



Fuente: Autor.

Figura 50. Carrera 14 No. 21-08.



Fuente: Autor.

Figura 51. Densidad Miniglorieta.



Fuente: Autor.

Como resultado de la extensión y compactación de las diferentes capas granulares como afirmado, sub base, base y base tratada con cemento se determina la densidad y contenido de agua del suelo para poder verificar si es apto para su entrega. El ingeniero Residente e Interventor cada uno solicita a una empresa privada de Ingeniería como LOPEZ HERMANOS de la ciudad de Tunja para que lleven a cabo un ensayo de toma de densidades mediante un densímetro nuclear Troxler 3430-703. Certificado de calibración CYM/NS S.A-079/2013 el cual emite el dato de una densidad seca la cual se divide en la densidad máxima que arroja el ensayo de proctor modificado dando como resultado el "GCI (90)": límite inferior del intervalo de confianza en el que con una probabilidad del 90% se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, cumpliendo los siguientes parámetros del capítulo 3 de afirmados, sub bases y bases según la norma del INVÍAS 2013 para el control y aceptación de los trabajos:

- Afirmado aplica artículo 311-13:

- * $GCI(90) \geq 95.0\%$ se acepta el lote
- * $GCI(90) < 95.0\%$ se rechaza el lote

- Sub base aplica artículo 320-13:

- * $GCI(90) \geq 95.0\%$ se acepta el lote
- * $GCI(90) < 95.0\%$ se rechaza el lote

- Base aplica artículo 330-13:

- * $GCI(90) \geq 98.0\%$ y $GCI \text{ mínimo} \geq 95.0\%$ se acepta el lote
- * $GCI(90) < 98.0\%$ o $GCI \text{ mínimo} < 95.0\%$ se rechaza el lote

- Base tratada con cemento aplica artículo 351-13:

- * $GCI(90) \geq 98.0\%$ se acepta el lote
- * $GCI(90) < 98.0\%$ se rechaza el lote

En diferentes tramos del proyecto se toman ensayos de densidad como en la avenida Maldonado (figura 48), calle 22 entre carrera 13a y carrera 15 (figura 49), carrera 14 N. 21-08 (figura 50) y construcción de la Miniglorieta sector Hugolino (figura 51).

5.3.13 Verificación de barrido, soplado, riego de liga e imprimación para parcheo

Figura 52. Detalle barrido.



Fuente: Autor.

Figura 53. Detalle soplado.



Fuente: Autor.

Figura 54. Detalle riego de liga.



Fuente: Autor.

Figura 55. Detalle imprimación.



Fuente: Autor.

Con los tramos aceptados para seguir en su intervención, de acuerdo al capítulo 4 -pavimentos asfálticos del INVÍAS 2013 procediéndose a limpiar el polvo, tierra y cualquier material suelto empleando escobas manuales (figura 52) o sopladoras mecánicas (figura 53), luego para hacer un riego de liga donde se utiliza una emulsión con el objeto de producir adherencia entre esa superficie y la capa asfáltica que la cubrirá realizándose manualmente por gravedad (figura 54).

Finalmente por medio de un tanque de irrigación se lleva a cabo la imprimación que debe ser uniforme y constante para aplicar un riego de asfalto de baja

viscosidad de 60% emulsión y 40% agua, (figura 55) con el fin de impermeabilizar, evitar la capilaridad, ligar las partículas sueltas y proveer adhesión entre la base y la capa inmediatamente superior dejando que absorba en un lapso de 24 horas o menos y logre una penetración no inferior a 5mm.

5.3.14 Supervisión de extensión y compactación de mezcla asfáltica para parcheo

Figura 56. Disposición de material.



Fuente: Autor.

Figura 57. Extensión de material.



Fuente: Autor.

Figura 58. Compactación Vibrocompactador doble rodillo.



Fuente: Autor.

Figura 59. Compactación de parcheo.



Fuente: Autor.

De acuerdo a los lineamientos del capítulo 4 – pavimentos asfálticos del INVÍAS, la mezcla transportada desde la planta de asfalto en una Volqueta Chevrolet Nei – 087 dispuesta en el tramo en construcción (figura 56), se extiende manualmente según el ancho y espesor de 12,5 cm de material suelto (figura 57); con el acompañamiento del Ingeniero se realiza la comprobación de espesores en diferentes puntos con un tornillo marcado con la medida. La compactación se es realizada una vez extendida la mezcla a una temperatura alrededor de 100° con que ella pueda soportar la carga a que se somete, sin producirse grietas o desplazamiento indebidos, ejecutándose longitudinalmente de manera continua y sistemática hasta que la superficie total haya sido compactada quedando a un espesor de 10 cm utilizándose equipos como un Vibrocompactador Doble Rodillo (figura 58) y Vibrocompactador Case Sv210 M 2001 (figura 59).

5.3.15 Verificación de barrido, soplado, riego de liga e imprimación para construcción de la nueva estructura de pavimento

Figura 60. Detalle barrido y soplado.



Fuente: Autor.

Figura 61. Riego de liga e imprimación.



Fuente: Autor.

Para la construcción de la nueva estructura de pavimento flexible en la a calle 22 entre carrera 13a y carrera 15 la vía debe estar preparada para llevar a cabo su conformación según los lineamientos y requisitos del capítulo 4 - pavimentos asfálticos del INVÍAS 2013, dando comienzo a una limpieza sobre la superficie cubierta de polvo, suciedad tierra y todo material sobrante de la capa granular anterior utilizando escobas manuales y sopladoras mecánicas (figura 60).

Para el riego de liga por medio de un carro tanque irrigador que aplica el producto asfáltico a presión de manera uniforme por toda la sección de la vía para obtener

buena adherencia con la nueva capa asfáltica a construir; a continuación es realizada la imprimación utilizándose el mismo equipo del riego de liga aplicándose asfalto de baja viscosidad de 60% emulsión y 40% agua de manera suave y uniforme evitando los traslapos en las juntas transversales que generen una dosificación excesiva del imprimante cuya finalidad es cerrar los espacios capilares, revertir y pegar sobre la superficie las partículas sueltas, impermeabilizar y endurecer la superficie dando un tiempo de penetración del material bituminoso en un lapso de 24 horas o menos (figura 61).

5.3.16 Supervisión de construcción de la carpeta de asfalto incluye suministro, extensión y compactación la calle 22 entre carrera 13a y carrera 15

Figura 62. Suministro y extensión.



Fuente: Autor.

Figura 63. Compactación final.



Fuente: Autor.

Figura 64. Compactador neumático.



Fuente: Autor.

Se revisa que la superficie tenga la densidad apropiada, las cotas indicadas y los riegos previos de liga e imprimación. Luego de ser transportada la mezcla en un Volqueta H1 y trasferida a la tolva de la máquina pavimentadora Barber Greene Modelo SB – 131 (figura 62) disponiéndose para ser extendida en franjas longitudinales comenzando a partir del borde de la calzada y colocándose en el ancho de franja del carril para realizar el menor número de juntas longitudinales y conseguir la mayor continuidad en las operaciones de extendido, la pavimentadora es regulada de manera que la capa extendida de la superficie resulte lisa y uniforme, sin arrastres ni segregaciones y con un espesor total de 14 cm dividida en una capa de 6 cm y otra de 8 cm de espesor.

Prontamente se da inicio a la etapa de compactación utilizándose un Vibrocompactador Dresser (figura 63), una vez extendida la mezcla a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete sin que se llegue a producir agrietamientos o desplazamientos indebidos; la compactación es realizada longitudinalmente de manera continua y sistemática. Finalmente se utilizó un Compactador Neumático Caterpillar Modelo PS – 130 (Figura 64), para compactar mediante neumáticos la mezcla bituminosa en caliente con el objetivo de lograr una capa fina y uniforme para así poder después dar tránsito vehicular según la aprobación de la Interventoría.

5.3.17 Control de corte de pavimento asfáltico existente para realizar instalación de sardinel prefabricado tipo A-10

Figura 65. Cortadora de pavimento.



Fuente: Autor.

Figura 66. Retiro de material.



Fuente: Autor.

Se dispone con una cortadora de pavimento modelo "Husqvarna FS 400" a realizar el corte sobre la superficie (figura 65) y después hacer el retiro de material sobrante con herramientas manuales como picas y palas (figura 66). Como seguimiento de esta actividad luego que el Ingeniero Residente e Interventor verifican las dimensiones del cajeo de 20 cm de ancho, espesor de 30 cm y un largo determinado dependiendo hasta donde este marcado y termine la proyección para realizar la instalación el sardinel prefabricado tipo A-10 a lo largo de la vía.

5.3.18 Control de demolición de pavimento asfáltico existente para realizar instalación de sardinel prefabricado tipo A-10

Figura 67. Martillo neumático.



Fuente: Autor.

Figura 68. Demolición pavimento.



Fuente: Autor.

Con el fin de la ejecución de la instalación de sardinel prefabricado tipo A-10 y teniéndose en cuenta el área marcada para realizarse el cajeo de dimensiones de 20 cm de ancho, espesor de 30 cm y un largo determinado dependiendo hasta donde este marcado y termine la proyección en la vía, realizándose una demolición de pavimento asfáltico existente de 2 formas: la primera se adapta un martillo neumático Furukawa B60 a un compresor Ingersol Rand 185 (figura 67) y la segunda acondicionando el mismo martillo neumático a la parte delantera de un Minicargador CAT 226B (figura 68) siendo manejado por un operario; este tipo de

operación hace que mejore el rendimiento en esta actividad y avancé en la obra; a comparación de ejecutarla manualmente con herramientas como picas y palas.

5.3.19 Seguimiento de instalación de sardinel prefabricado tipo A-10

Figura 69. Instalación sardinel 1.



Fuente: Autor.

Figura 70. Instalación sardinel 2.



Fuente: Autor.

Figura 71. Instalación bordillo entrada a garaje.



Fuente: Autor.

Por otra parte al disponer del cajeo requerido se efectúa la instalación de el sardinel prefabricado tipo A-10 de dimensiones $h = 50 \text{ cm} \times a = 20 \text{ cm} \times L = 80 \text{ cm}$ arista redondeada sobre una capa de mortero de nivelación con proporción 1:4 sobresaliendo 20 cm respecto al nivel de la calzada vehicular según el diseño y con juntas de 1 cm de espesor en mortero con proporción 1:3 de forma longitudinal para la conformación de los bordes de andenes (figura 69), también delimitar el separador con una altura libre de 20 cm (figura 70) y para los accesos a rampas o entradas a garaje se utiliza un bordillo de dimensiones $h = 20 \text{ cm} \times a = 20 \text{ cm} \times L = 80 \text{ cm}$ arista redondeada (figura 71) ya que el tipo sardinel o bordillo prefabricado se verifica su pedido de acuerdo a las especificaciones en la cartilla de productos del proveedor.

5.3.20 Supervisión de instalación de bordillo prefabricado (para cinta de confinamiento)

Figura 72. Confinamiento adoquín.



Fuente: Autor.

Figura 73. Confinamiento concreto.



Fuente: Autor.

La siguiente actividad en la cual se implementa el uso del bordillo prefabricado (para cinta de confinamiento) de dimensiones $h = 20 \text{ cm}$ x $a = 10 \text{ cm}$ x $L = 80 \text{ cm}$ arista aguda que es instalado sobre una capa de mortero de nivelación con proporción 1:4, con juntas de 1 cm de espesor en mortero de 1:3; se puede emplear de varias formas tales como montajes para que sobresalga hasta 15 cm respecto al piso para conformar bordes en zonas verdes; pero el uso específico para esta labor es el confinamiento para cambios de material como la instalación de adoquín (figura 72) y concreto premezclado para conformación de pisos y andenes (figura 73).

5.3.21 Control de demolición de pisos, andenes en concreto y retiro de sobrantes

Figura 74. Demolición de pisos.



Fuente: Autor.

Figura 75. Acopio material sobrante.



Fuente: Autor.

En la presente actividad con la ayuda de un martillo neumático Furukawa B60 que es adaptado a un compresor Ingersol Rand 185 se efectúa la demolición de andenes, adoquines, bases de concreto y otros elementos cuya rotura y dimensiones varían de acuerdo a los diseños del proyecto (figura 74).

El Ingeniero residente tiene en cuenta que conexiones de servicios públicos se presentan, para no tener interrupciones y estar en comunicación con las diferentes empresas encargadas de estas por cualquier inconveniente, posteriormente con un Minicargador CAT 226B se acopian los sobrantes de material en una Volqueta Chevrolet Nei – 087 la cual hace su disposición final en la escombrera Mpcl vía Tunja – Paipa (figura 75).

5.3.22 Revisión de extensión y compactación de material de afirmado y arena para conformación de pisos y andenes

Figura 76. Compactación afirmado.



Fuente: Autor.

Figura 77. Compactación arena.



Fuente: Autor.

Como resultado de la demolición de pisos y andenes en concreto es dispuesto el material de afirmado cumpliendo con la normatividad del INVÍAS - artículo 330 - 13 en los diferentes sectores que se estén interviniendo, el material es colocado de forma uniforme de acuerdo a las dimensiones de diseño este siendo compactado por un equipo tal como un Pisón de Compactación AY 74 H PV REF. 610065 (figura 76); hasta que la superficie quede totalmente pareja y además debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas resistiendo las cargas y esfuerzos del tránsito diario.

Con una Placa Vibratoria Belle GX 160 PC 500 es compactada la capa de arena consiguiente a la de afirmado también extendida en todo el tramo quedando la superficie firme y consolidada de tal manera sea verificable su uniformidad para la previa instalación de adoquín (figura 77).

5.3.23 Verificación de instalación de loseta prefabricada A-56 para invidentes

Figura 78. Loseta táctil de alerta.



Fuente: Autor.

Figura 79. Loseta táctil guía.



Fuente: Autor.

Con base en la Guía de movilidad reducida del IDU se tiene la superficie uniforme de material de afirmado, se verifica la alineación de las losetas llevando 1 hilo a lo largo y otro hilo transversal. Estas dos losetas son puestas sobre una capa de mortero de nivelación con proporción 1:4, primero es instalada la loseta táctil de alerta tipo A-55 (color ocre) de dimensiones $a = 40 \text{ cm} \times L = 40 \text{ cm}$ (figura 78), que sirve como señal de advertencia ante la presencia de una esquina, acceso a un predio o interrumpiendo la circulación, es ubicada en sentido perpendicular del andén a todo lo ancho del mismo e interceptando la franja táctil de guía y después

es dispuesta la loseta táctil guía tipo A-56 (color verde) de dimensiones $a = 40 \text{ cm}$ x $L = 40 \text{ cm}$ (figura 79), donde la franja táctil de guía debe tener sus piezas o unidades colocadas con los listones alineados con el sentido de la circulación dirigiéndose en tramos rectos guiando al invidente por una ruta segura.

5.3.24 Control de instalación de adoquín tráfico liviano

Figura 80. Instalación adoquín 1.



Fuente: Autor.

Figura 81. Instalación adoquín 2.



Fuente: Autor.

Al encontrarse la superficie de material de afirmado uniforme y la capa de arena compactada ya que podrían presentar irregularidades en forma de ondulaciones y hundimientos de la superficie de adoquín final, se procede a instalar adoquín de tráfico liviano de dimensiones $h = 6 \text{ cm}$ x $a = 12 \text{ cm}$ x $L = 24 \text{ cm}$, esta capa de arena sirve de cama de asiento de nivelación para los adoquines, como filtro para que el agua pueda penetrar por las juntas y ayuda a que estos se amarren entre sí; la

colocación de adoquín normalmente en hiladas que van trabadas entre sí, puestos en sentido transversal al andén y son ajustados contra un confinamiento lateral como sardinel prefabricado tipo A-10, loseta táctil de alerta tipo A-55, loseta táctil guía tipo A-56 (figura 80).

El alineamiento de los adoquines debe ser a lo largo y transversal del andén mediante hilos de guía, es comprobada su nivelación con reglas sobre los adoquines ya instalados y posteriormente realizándose el sellado de las juntas con arena seca sobre el área ya instalada de adoquín donde se compacta asegurando que el área quede totalmente lisa y uniforme para su entrega final (figura 81).

5.3.25 Verificación de instalación de adoquín trafico liviano "matera"

Figura 82. Construcción materia.



Fuente: Autor.

Figura 83. Detalle materia construida.



Fuente: Autor.

Como solución al problema que se presentó con la conformación de andenes, ya que la altura libre de andén respecto a la capa de rodadura es de 20 cm por el tipo de vía presentada, según la Guía de Movilidad Reducida (IDU); Dado el caso en las casas las cuales iban a quedar con un nivel alto de acceso y enterradas.

La Interventoría toma la decisión de construir materas en adoquín con previo acuerdo del Supervisor de la Alcaldía y la comunidad, ajustándose a las dimensiones para poder dejar el borde libre de 20 cm que da el sardinel prefabricado tipo A-10 hacia la vía (figura 82) y por consiguiente el ancho de después de la matera es para mantener el mismo nivel de andén, teniéndose presente la instalación de desagües donde se requiriera en las diferentes zonas de intervención sin presentar problemas ante la comunidad y generando retrasos e inconvenientes con la ciudadanía (figura 83).

5.3.26 Verificación de instalación de malla electro soldada para construcción de andenes en concreto premezclado de 2500 psi

Figura 84. Malla electro soldada.



Fuente: Autor.

Figura 85. Vaciado concreto.



Fuente: Autor.

En la realización de la siguiente actividad es llevada a cabo la construcción de andenes en concreto de 2500 psi como primer paso el Ingeniero Residente e Interventor dictaminan que en las zonas de entradas a garaje, es instalada una malla electrosoldada de dimensiones 0.15 m x 0.15 m d= 4mm (figura 84) que se ajusta según las dimensiones de la zona donde se va instalar, ya que esta le va a dar mayor resistencia al concreto por la transmisión de cargas por los vehículos.

Para su previa instalación es revisada la superficie donde haya sido compactada, presentando uniformidad en toda su área y también este totalmente limpia libre de materiales sobrantes estando apta para el vaciado del concreto (figura 85).

5.3.27 Seguimiento de construcción de andenes en concreto premezclado de 2500 psi

Figura 86. Detalle vaciado concreto.



Fuente: Autor.

Figura 87. Detalle concreto final.



Fuente: Autor.

Por consiguiente el Ingeniero residente solicita a la empresa que provee el concreto premezclado en este caso COLCONCRETOS S.A de la ciudad de Tunja, donde especifica ciertos parámetros tales como: el volumen del concreto solicitado en metros cúbicos, resistencia del concreto en este caso 2500 psi, la edad de resistencia del concreto; al llegar el camión Mixer con la mezcla se revisa que los sellos no hayan sido alterados, también la verificación de los ensayos y diseño de la mezcla. Disponiéndose el vaciado del concreto en el área firme y empezándose hacer la extensión en toda su área (figura 86), al llevar refuerzo es recubierto para proteger el acero contra la corrosión. Realizándose una nivelación por medio de una regla en toda la superficie para finalmente darle el acabado que se desee en este caso liso en los bordes y cepillado en el centro (figura 87). De acuerdo con la normatividad del INVIAS sección 400 – CONCRETO HIDRÁULICO para llevar el debido control de calidad de la obra.

5.3.28 Control de curado de andenes en concreto premezclado de 2500 psi

Figura 88. Curado concreto 1.



Fuente: Autor.

Figura 89. Curado concreto 2.



Fuente: Autor.

Es de gran importancia luego de la finalización de la construcción de andenes en concreto premezclado de 2500 psi, se dé inicio al proceso de curado del concreto ya que al mantenerse húmedo se hace más fuerte la adherencia entre la pasta y los agregados; este no se endurece apropiadamente si no se deja secar, es la manutención del contenido de humedad satisfactorio por un periodo de tiempo inmediatamente después de su disposición y acabado final para que así se puedan desarrollar las propiedades como mayor durabilidad, resistencia, impermeabilidad. Por medio de riego de agua en todas la zonas donde se conformaron los pisos y andenes ya que el concreto (figura 88), este continua haciéndose más duro y resistente a través del tiempo; los trabajos de concreto casero deben ser curados por al menos 3 días y para mayor resistencia y durabilidad durante 7 días así evitando agrietamientos y fallas sobre la superficie para no tener inconvenientes con la revisión de estos por parte de la interventoría (figura 89).

6. APORTES DEL TRABAJO Y PROCESO DESARROLLADO DURANTE LAS ACTIVIDADES

6.1 APORTES COGNITIVOS

Para el estudiante de Ingeniería Civil, es de vital importancia tener un proceso continuo de aprendizaje, para así poder aplicar los conocimientos aprendidos durante su carrera y tenga la oportunidad de desarrollar una pasantía, ya que le ayuda a relacionar la teoría con la práctica que se aprende tanto en el trabajo de campo como el de oficina; en la que continuamente se están adquiriendo experiencias como profesional para desarrollar con excelencia futuros proyectos.

Los conocimientos que se aportaron en el transcurso de ejecución de la obra, se llevaron a cabo de acuerdo a un cronograma de programación dado por el Ingeniero contratista, que día a día se fue cumpliendo con claridad y tomando las medidas respectivas por problemas en retrasos tales como:

- Incumplimiento en las entregas de material
- Demoras en la contratación del personal
- Incumplimiento del personal de trabajo en obra

Imprevistos:

- Fallos en el suelo previo a excavaciones
- Condiciones del clima
- Accidentes de trabajo
- Fallo en la maquinaria
- Incumplimiento de materiales según las normas vigentes

El trabajo desempeñado como pasante consistió en la observación, dirección, control, supervisión, inspección y verificación de los diferentes procesos en el manejo de la obra. Para dar cumplimiento a las actividades, se realizaron diferentes aportes a las tomas de decisión por parte del contratista e interventor.

Los principales aportes como pasante en este proyecto fueron:

- Llevar a cabo una inspección visual de todo el terreno donde se estaban realizando diferentes actividades, donde el avance de obra iba en 10% y al culminar la pasantía se avanzó en un 35,7%; el cual se verificó con la elaboración de una bitácora con sus respectivo registro fotográfico, nombre de la actividad, abscisado, consecutivo de fechas y cumpliendo con el plazo de entrega semanal al supervisor de la alcaldía, para garantizar el cumplimiento de las funciones ejecutadas.

- Verificación de los equipos de topografía en su calibración y fecha de vigencia para llevar a cabo los levantamientos topográficos (anexo B).
- Se revisó que el listado de relación de maquinaria y equipos proporcionado por el contratista, estuviese completo y fuera acorde a las necesidades de las labores diarias para cumplir con el cronograma de actividades (anexo C).
- En la actividad de instalación de adoquín para conformar los andenes nuevos, el proveedor hizo entrega del ensayo correspondiente al adoquín, para dar garantía y durabilidad al material y cumplir los controles de calidad (anexo D).
- El concreto de 2500 psi dispuesto en obra se corroboró que la empresa proveedora hiciera entrega del ensayo de calidad (anexo E).
- Cumpliendo con la calidad de los materiales el proveedor de la loseta táctil de alerta tipo A-55 y loseta táctil guía tipo A-56 hizo entrega del respectivo ensayo de calidad (anexo F).
- En la instalación de los diferentes tipos de bordillos prefabricados utilizados como confinamiento de otros materiales en la conformación de pisos, andenes, bordes de la mini glorieta del sector Hugolino y separador de la Avenida Maldonado se constataron los respectivos ensayos de calidad (anexo G).
- En la intervención de las diferentes excavaciones manuales o mecánicas, se tuvo en cuenta que las condiciones climatológicas fueran óptimas; ya que por el contrario en caso de precipitaciones se iban a presentar infiltraciones en el suelo causando inundaciones y fallos.
- En cuanto al manejo de aguas lluvias, se evidencio que las viviendas llevaran su respectiva instalación de acoplar un codo 45° de pvc a la tubería de salida de la viga canal y conectarla a un tubo de 2 o 3 pulgadas de evacuación de estas aguas.
- Se controló que en la instalación de sardinel tipo A-10 se siguieran los lineamientos, cumpliendo con el borde libre de 0.20 mts con la capa de rodadura de pavimento, según el diseño, clasificándolo por el tipo de vía que se presentó (tabla 35).

Tabla 35. Clasificación altura libre vía.

TIPO DE VÍA	BORDILLO
Vías de servicio, barrios, residenciales, calles sin ruta de buses, ni presencia de camiones y pocos peatones.	0.15 mts
Vías arterias y colectoras: calles con rutas de buses, circulación de vehículos con velocidad alta, centros comerciales, avenidas y vías arterias y muchos peatones.	0.20 mts
Terminales de transporte y patios de carga en industrias y comercio con poco volumen de tránsito.	0.25 mts

Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. Guía de movilidad reducida. 2ª ed. Bogotá: IDU, s.f.

Figura 90. Detalle borde libre sardinel tipo A-10.



Fuente: Autor.

- Cuando es realizado un relleno de material de afirmado, sub base, base, base estabilizada con cemento, en una actividad que lo requiera, se debe tener precaución con el tipo de material que se dispone; siguiendo los parámetros, generalidades, requisitos y lineamientos de la normatividad vigente del INVIAS 2013 para dar cumplimiento con la calidad de la obra.
- En la instalación de concreto premezclado de 2500 psi de una rampa de acceso a una vivienda en la abscisa K0+555; se observó que la tubería de salida de desagüe en los andenes existentes hacia la vía, había sido mal instalada ya que no estaba a nivel del piso y la escorrentía de agua no iba a drenar por este tubo (figura 91).

Figura 91. Detalle instalación tubería de desagüe.



Fuente: Autor.

Uno de los aportes más importantes por la continua observación a lo largo de la obra, fue en la instalación de la loseta táctil de alerta tipo A-55 (color ocre) y loseta táctil guía tipo A-56 (color verde) esta no se tuvo en cuenta el direccionamiento de las piezas con los listones alineados horizontalmente en el sentido de la circulación ya que la forma correcta de las unidades es verticalmente. Por consiguiente no se cumpliría la función específica de loseta táctil guía en el andén.

Figura 92. Detalle loseta táctil de alerta.



Fuente: Autor.

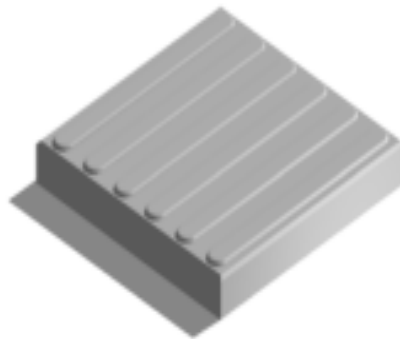
Figura 93. Detalle loseta táctil guía.



Fuente: Autor.

Superficie táctil guía. Tiene como función dirigir a los invidentes a lo largo de un andén o alameda. Los invidentes la usan como guía detectada con el bastón, por tal razón, la franja táctil de guía debe tener sus piezas o unidades colocadas con los listones alineados con el sentido de la circulación. Se debe diseñar con tramos rectos, dirigiendo al invidente por una ruta segura y sin obstrucciones. Cuándo no se pueda colocar en línea recta (andenes con curvatura) se debe quebrar la línea repetidamente para conformar curvas, cortando las piezas que confluyan en cada quiebre. La franja táctil guía se debe colocar al interior de la franja de circulación, cuidando que el invidente se pueda desplazar de manera segura en flujos congestionados y tenga espacio para circular con un perro guía al lado. Su color puede ser contrastante (rojo-amarillo) como guía de las personas con visión débil. (Figuras 92 y 94).

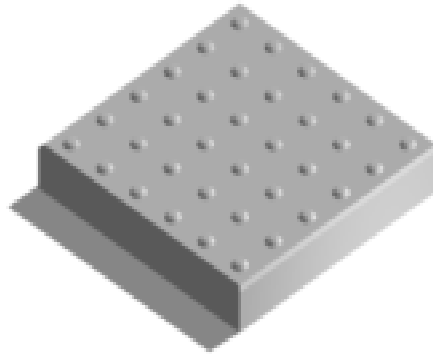
Figura 94. Loseta táctil guía tipo A-56.



Fuente: SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. Taller de espacio público: cartilla de andenes. Bogotá D.C.: El autor, 2007. p. 23.

Superficie táctil alerta. Tiene una función de advertencia ante la presencia de una esquina, un acceso a un predio, una plazoleta de puente, un paradero o cualquier otro evento que interrumpa la circulación. Se debe ubicar en sentido perpendicular el andén a todo lo ancho del mismo, interceptando la franja táctil de guía. Se presenta en losetas de formato 400 mm x 400 mm. Su color puede ser contrastante (rojo u ocre albero) (figuras 93 y 95).²⁶.

Figura 95. Loseta táctil de alerta tipo A-55.



Fuente: SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. Taller de espacio público: cartilla de andenes. Bogotá D.C.: El autor, 2007. p. 23.

Señalización táctil. Es un dispositivo de seguridad basado en las sensaciones percibidas por el tacto de las personas invidentes al tocar diversos tipos de superficies.

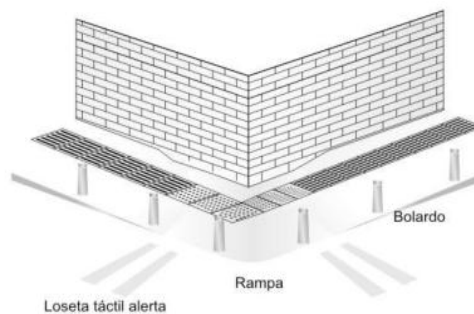
Requisitos generales para la señalización táctil:

1. La señalización táctil debe ser reconocida por las personas invidentes con el pie, bastón, o con contraste visual.
2. La STSP (Señalización Táctil para Superficie Peatonal) se debe instalar en andenes mayores de 2.05 m de tal forma que ambos lados del patrón guía se garantice un espacio mínimo de 75 cm.
3. Para ambos andenes menores de 2.05 m no se requieren patrones de línea.
4. Para instalar las STPS (Señalización Táctil para Superficie Peatonal) se debe colocar a lo largo de todo el recorrido de franja de circulación (andenes), del espacio público que tenga como mínimo 1.5 m de ancho, cuando la franja de circulación es menor a 1.5 m se debe colocar la franja demarcadora de color contrastante en los bordes del andén.
5. Las personas de baja visión que presentan deficiencias en la percepción del color se les debe señalar con la franja demarcadora.

²⁶ SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. Taller de espacio público: cartilla de andenes. Bogotá D.C.: El autor, 2007. p. 23.

6. Cuando la señalización táctil alerta y táctil guía se combinan es necesario que los invidentes lo puedan identificar.
7. La combinación de colores rojo y verde no se deben utilizar para este tipo de señalización²⁷.

Figura 96. Detalle loseta táctil de alerta tipo A-55 y dirección de loseta instalada táctil guía tipo A-56 en el sentido de la circulación.



Fuente: INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. Guía de movilidad reducida. 2ª ed. Bogotá: IDU, s.f.

Se tuvo la iniciativa de sugerirle al Ingeniero Residente, que para la elaboración de sus informes de progreso de la obra, en el registro fotográfico por actividad se llevara un orden en tomar 2 fotos donde se registrara la primera antes de comenzar la labor y otra al finalizarla, para que se mostrara el avance en el día laborado, ya que este procedimiento es un soporte de la bitácora entregada al supervisor de la alcaldía (figura 97).

Figura 97. Comienzo actividad de instalación de adoquín.



Fuente: Auto.

²⁷ INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. Guía de movilidad reducida. 2ª ed. Bogotá: IDU, s.f. p. 16.

Figura 98. Actividad de instalación de adoquín final.



Fuente: Autor.

Los reglamentos y las normas constructivas se aplican en la vida profesional para llevar a cabo la ejecución de cualquier tipo de proyecto cumpliendo a cabalidad con la normatividad vigente en Colombia, es por eso que el Ingeniero Civil de la Universidad Santo Tomás debe tener una constante actualización y continuo aprendizaje, dependiendo la aplicación de sus conocimientos para las obras que realice y actividades que lleve a cabo.

En la realización de la pasantía se desarrollan diferentes aptitudes y actitudes, que le ayudan al estudiante a su buen desarrollo de esta en obra; ya que empieza a tener un contacto directo con el personal de trabajo, materiales, planos, diseños, maquinaria, equipos y diferentes profesionales que intervienen en el proyecto y dar una opinión, concepto u orden en un momento determinado para las solución de problemas que aparecen diferentes alternativas donde se tiene que elegir la mejor opción de todas, es necesario tener claros los conocimientos, procedimientos, ventajas y desventajas; se debe pensar también en el bienestar de las personas involucradas como trabajadores, propietarios de los distintos predios y demás personas involucradas en el mismo; ya que son experiencias enriquecedoras para el profesional.

6.2 APORTES A LA COMUNIDAD

Se logró mantener una comunicación continua con los transeúntes, dueños, arrendatarios de casas y zonas comercial, residencial e institucional de los diferentes sectores donde el proyecto se estaba realizando; dando la información necesaria como en qué consistía el proyecto, tiempo de ejecución y los múltiples beneficios que iban a disfrutar al término de la obra.

6.2.1 Promoción de cultura ciudadana y tolerancia a la congestión vial.

La experiencia en trabajar en vías públicas por donde circulan miles de personas a diario, cuestionándose del avance y cumplimiento para un continuo crecimiento de la capital de Boyacá, hace que se generen controversias y que personas inconformes por las incomodidades transitorias, cierres viales y desvíos, escombros, materiales, maquinaria, obreros en la vía, el comercio preocupado por la poca afluencia de público, conlleva a una comunicación continua entre los Ingenieros encargados del contrato y entes de control como supervisores, contratistas e interventores ya que todos giran en torno de apoyo a la administración de la obra, para evitar contratiempos y molestias a la comunidad.

Para lograr un buen ambiente entre las personas afectadas por dichos motivos y se llevaran a cabo todas las actividades propuestas para su buena realización, se optó por utilizar los diferentes medios de comunicación para dar la suficiente información como:

- Volantes informativos.
- Cuñas radiales.
- Artículos de periódicos
- Pancartas
- Medios televisivos
- Reuniones con la comunidad
- Veeduría publica

Esto género un compromiso social para dar confianza, tranquilidad y cumplimiento al desarrollo del contrato.

6.2.2 Evacuación de aguas lluvias

- Se revisó que en las diferentes viviendas se hubiese manejado el tema de evacuación de aguas lluvias, con la instalación de tuberías de desagüe y rejillas donde su evacuación fuera hacia la vía, pozo de inspección, sumidero para evitar posibles inundaciones y depósitos de agua en las casas ocasionando deterioros en los inmuebles.

- Se sugiere al Ingeniero residente se revise el manejo del nivel en los andenes con una pendiente del 2% en la instalación de adoquín dado en el diseño, ya que de lo contrario al no hacer la respectiva verificación el problema con las aguas que se depositarían en épocas de invierno y lluvia en las entradas a los predios causando problemas en el primer nivel (figura 99).

Figura 99. Detalle pendiente del 2% en la conformación de andenes.



Fuente: Autor.

6.2.3 Señalización en obra vial

Al controlar el manejo de la respectiva señalización a lo largo de toda la obra para brindar seguridad tanto para los peatones, personal de trabajo y vehículos que transitaban a diario en las diferentes zonas de intervención, se generó eficacia en las actividades a desarrollar, buena movilidad, disminución de retrasos en la circulación de maquinaria y transporte de materiales e insumos. (anexo J).

6.2.4 Construcción de la Glorieta en el sector Hugolino.

Para la Inspección de una las actividades más importantes del proyecto la cual fue; los inicios de la construcción de la Glorieta en el sector Hugolino la que consta de una intersección a nivel tipo rotonda o glorieta, compuesta actualmente por 4 accesos o brazos:

1. Av. Maldonado hacia el norte
2. Av. Maldonado hacia el centro
3. Av. Jorge Eliécer Gaitán
4. Av. Colón

Figura 100. Mapa ubicación de la nueva Glorieta en el sector Hugolino y sus 4 accesos.



Fuente: Google Earth.

Al ampliar la malla vial y diseñando una glorieta como parte principal del proyecto, se proporciona mayor movilidad vehicular, mejoramiento del tránsito tanto público como particular, y descongestión en horas del día donde se presenta mayor afluencia de tráfico. Ayudando a controlar la velocidad de los vehículos que la atraviesen, ya que el radio de esta obliga a no superar cierta velocidad (para no presentar volcamientos) ofreciendo mayor rendimiento y fluidez al evitar la necesidad de semáforos. De acuerdo al diseño la Glorieta del sector “Hugolino” se clasifica en una mini glorieta según los siguientes tipos:

- **Miniglorietas.** Las Miniglorietas son Glorietas pequeñas en donde la isleta central es transitable, principalmente son utilizadas en ambientes urbanos con velocidades bajas, son útiles en entornos donde no sirve una glorieta convencional por restricciones con el derecho de vía, además son económicas ya que por lo general requieren un mínimo de pavimento adicional en las intersecciones, por otro lado son amigables para los peatones por presentar distancias de cruce cortas y bajas velocidades vehiculares en los accesos y las salidas.
- **Glorietas de un solo carril.** Este tipo de glorietas se caracteriza por tener un único carril en todas las entradas y un solo carril de circulación, se distinguen de las mini glorietas por tener mayores diámetros de círculo inscrito y una isleta central no transitable, su diseño permite velocidades mayores en las entradas, en

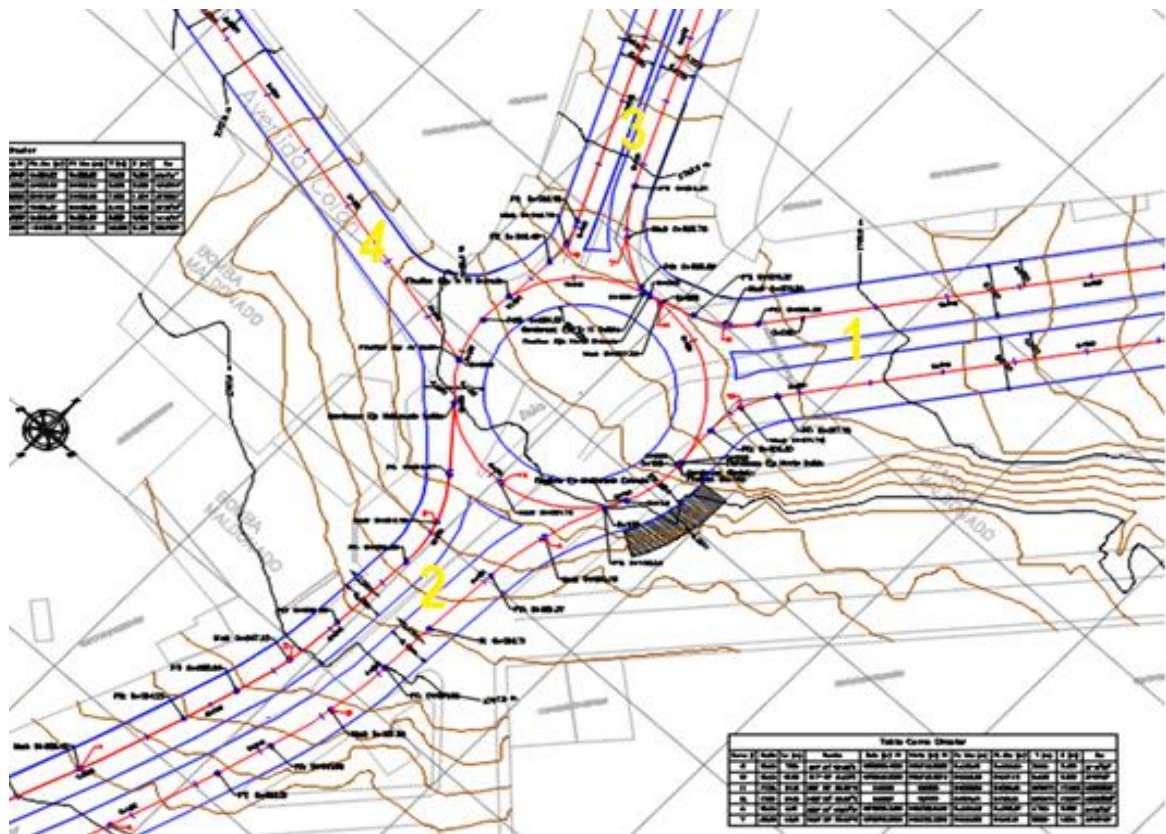
la calzada giratoria y en las salidas, generalmente están provistas de pasos peatonales, un isleta elevada y un resguardo para camiones. El tamaño de la glorieta está muy influenciado por el vehículo de diseño y el derecho de vía

- **Glorietas de varios carriles.** Estas glorietas tienen al menos un entrada con dos o más carriles, la glorieta puede tener diferente número de carriles en cada acceso, también se puede presentar que los accesos se presenten carriles adicionales, estas requieren calzadas giratorias más amplias para dar cabida a dos vehículos que se desplazan uno al lado del otro, las velocidades en las entradas y en la calzada giratoria son similares y pueden ser ligeramente superiores a las de una glorieta de un solo carril. El diseño geométrico incluye isletas elevadas, un islote central no transitable y una apropiada deflexión de las trayectorias de entrada. Además se puede incluir un resguardo para camiones.

- **Turboglorietas.** “La geometría básica de la turboglorieta corresponde a la de una glorieta convencional, con un desfase de un carril en la calzada giratoria; lo que hace que la isla central tome forma de turbina. Este desfase permite que los vehículos provenientes del flujo principal, sólo tengan que ceder el paso a los vehículos que circulan por un carril de la calzada giratoria, en el caso de una turboglorieta de dos carriles en dicha calzada, conocida como turboglorieta básica. Los vehículos provenientes de los ramales secundarios deben ceder el paso a uno o dos de los carriles de giro, dependiendo del movimiento a realizar²⁸.

²⁸ BULLA CRUZ, Lenin Alexander. Metodología para la evaluación técnica y operativa de turbo glorietas como alternativa de intersección vial en el ámbito urbano. Trabajo de grado Magíster en Ingeniería - Transporte. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, 2010. p. 21.

Figura 101. Mapa en planta del diseño final de la nueva Glorieta en el sector Hugolino y sus 4 accesos.



Fuente: ING. CONSORCIO FF CONSULTORES. Informe estudio de diseño geométrico - Glorieta sector "Hugolino". T. II. Tunja, octubre de 2014. p. 7-8.

- a) El numeral 1 y 2 señala los 2 accesos, Avenida Maldonado hacia el norte y hacia el centro. Vía arterial principal con doble calzada de dos carriles de circulación en cada uno, con ancho de calzada de 7,30 m hacia el centro y 6,50 m hacia el norte. Presenta un separador central de ancho variable.
- b) El numeral 4 señala el acceso de la Avenida Colón: vía colectora secundaria con una sola calzada y dos carriles de circulación. Ancho total de 7,20 sin separador central.
- c) El numeral 3 señala el acceso de la Avenida Jorge Eliécer Gaitán: vía colectora secundaria con dos calzadas cada una con ancho total de 5 m y separador de 1 m aproximadamente

El entusiasmo por demostrar y aportar lo mejor de los conocimientos adquiridos en la Universidad, hace que se comprenda la diferencia de asistir a un aula de clase y trabajar en obra ejecutando labores de un Ingeniero Civil, relacionándose con

distintos profesionales, departiendo con la comunidad y velando por el beneficio e igualdad de la ciudadanía.

La ciudad de Tunja sigue creciendo y mejorando su infraestructura vial que se fue observando con la finalización de cada etapa constructiva, donde la comunidad empezó a disfrutar poco a poco de un amplio espacio peatonal, vías seguras sin congestión vehicular, reducción de tiempos de movilización y progreso en materia de desarrollo vial y peatonal.

El proceso de pasantía no llega a la culminación del proyecto ya que se extiende unos meses más en su etapa final, como ciudadanos de Tunja se debe mantener un compromiso en estar al tanto como veedores de la evolución y terminación de estas obras públicas de la ciudad.

7. IMPACTOS DEL TRABAJO DESEMPEÑADO

7.1 IMPACTO HUMANO

El ser humano se acomoda a los cambios rápidamente y si este cambio es para mejorar su calidad de vida, aún tiene más razón de admitirlo en su diario vivir.

Toda actividad laboral genera una serie de riesgos que de una u otra forma impactan negativamente la salud de los trabajadores y en ocasiones tienen impactos indirectos en el entorno laboral; la salud ocupacional, la higiene y seguridad industrial propenden por garantizar el mantenimiento del estado de salud de los trabajadores y conservar ambientes de trabajo sanos y seguros para los trabajadores evitando y minimizando impactos a los trabajadores y población en general especialmente la de la zona de influencia directa de la obra.

En el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto, se debe contemplar el manejo de un programa de salud ocupacional, higiene y seguridad industrial garantizando la conservación de la salud física y la integridad general de los trabajadores.

Para el logro de este propósito, que debe acompañar toda práctica laboral, deben unirse esas dos grandes dimensiones que son la salud ocupacional y la seguridad e higiene industrial.

En la ejecución de la obra se asigna un profesional responsable e idóneo en salud ocupacional a cargo del desarrollo del programa de Seguridad Industrial, Higiene y Salud Ocupacional la cual cumple los siguientes objetivos²⁹.

7.1.1 Objetivos

- Proporcionar elementos suficientes al contratista, para la ejecución e implementación del Programa de Salud Ocupacional, Higiene y Seguridad Industrial.
- Garantizar condiciones de trabajo sanas y seguras para mantener el nivel óptimo de salud de los trabajadores, en beneficio de ellos mismos, la firma constructora, y el desarrollo en la ejecución de la obra dando cumplimiento a la legislación ambiental y laboral vigentes.
- Proteger a los trabajadores de la obra y usuarios del entorno de los posibles efectos negativos que puedan generar los factores de riesgo propios de los ambientes laborales.

²⁹ BARRERA FONSECA, Osman Leonardo, Programa de adaptación de guías ambientales "PAGA". Tunja, octubre de 2014. p. 46.

- Minimizar la ocurrencia de accidentes comunes que se puedan evitar durante la ejecución de las obras.
- Disminuir el ausentismo laboral.

7.1.2 Actividades generadoras de riesgos laborales e impactos. Todas las actividades del proyecto generan riesgos que pueden tener impactos negativos en la salud de los trabajadores y de la comunidad en general dependiendo del momento o del punto en el proceso de la obra tales como:

- Excavaciones
- Construcción de capas granulares
- Construcción de obras de drenaje vial
- Construcción de Carpeta Asfáltica
- Construcción de andenes
- Demoliciones
- Señalización

7.1.3 Riesgos e impactos a controlar

- Condiciones de inseguridad para los trabajadores
- Condiciones de inseguridad para la comunidad.
- Accidentalidad.
- Enfermedad laboral
- Traumatismos en el tiempo de ejecución de las obras
- Accidentes en los frentes de trabajo: administrativos y en obra

7.1.4 Ubicación de impactos y riesgos. Estos impactos se generan a lo largo del corredor vial, en la etapa de construcción y operación del proyecto.

El Programa de salud ocupacional, higiene y seguridad industrial debe incluir componentes tendientes a prevenir o minimizar los riesgos de este trabajo, que se ejecutan en gran parte al aire libre con desplazamientos continuos de los frentes de trabajo.

7.1.5 Medidas de manejo. De acuerdo a lo planteado el desarrollo del programa de salud ocupacional se divide en 3 acciones:

- **Salud ocupacional.** El uso de los elementos de protección personal (EPP) proporcionado a cada trabajador en cantidad y calidad acordes con el trabajo a ejecutar; diferenciando al personal de acuerdo con el color de los cascos de la siguiente manera:

- * Personal profesional con casco blanco
- * Operarios con casco azul

- * Auxiliares de obra con casco amarillo
- * El personal vinculado a través de subcontratistas con casco gris.

Siendo compromiso y responsabilidad de todo el personal de la obra y será uno de los elementos permanentes en el programa de salud ocupacional.

Todo el personal que labore en la obra, debe estar afiliado a una EPS y una ARP.

Para enfrentar un accidente de trabajo el consorcio a cargo de la obra garantizará que en el frente de trabajo opere la atención de primeros auxilios, el uso del botiquín o el equipo de primeros auxilios y cuente con la disponibilidad de transporte a uno de los sitios de atención más cercanos³⁰.

- **Seguridad industrial.** De acuerdo a las normas de seguridad en las operaciones que se lleven a cabo, con la respectiva divulgación y manejo correcto de los impactos que se puedan generar no solo afectando a los trabajadores sino también a la comunidad procediendo a algunas de las siguientes tareas:

- * Normas de Seguridad y Operación: Se pondrán en marcha los procedimientos en normas de seguridad y operación para cada una de las actividades que se realicen o cuenten con alto riesgo para el proyecto.
- * Señalización de Áreas: Se realizara una adecuada planificación para señalar las áreas, en las oficinas administrativas, en el campamento, en los frentes de obra, con sus puestos de trabajo, áreas de almacenamiento, circulación, ubicación de máquinas y equipo contra incendios en cada uno de sus espacios definidos.
- * Inspecciones: Las inspecciones se realizarán en todas las áreas de trabajo, con el propósito de mantener un control sobre las causas básicas que tengan alto potencial de ocasionar accidentes de trabajo y/o pérdidas para el proyecto.

- **Higiene industrial.** Son todos aquellos fenómenos físicos, sustancias u organismos, susceptibles de ser calificados y cuantificados, que se pueden generar en el medio ambiente de trabajo y que pueden producir alteraciones fisiológicas y/o psicológicas conduciendo a una patología ocupacional-enfermedad profesional³¹.

- * Reconocer, o evaluar y controlar los agentes contaminantes que se generen en los puestos de trabajo y que puedan producir una enfermedad profesional en los trabajadores.

³⁰ Ibid, p. 51.

³¹ Ibid, p. 57.

- * El reconocimiento de los diferentes agentes contaminantes se realiza a través de inspecciones y evaluaciones ambientales.
- * Evaluación y monitoreo ambiental al nivel de los diferentes riesgos que se hayan detectado en el Panorama de Riesgos y que se presentan en el sitio de trabajo.
- * Implementación de medidas de control.

La finalidad del programa de salud ocupacional es de socializar y compartir las respectivas capacitaciones, siendo responsabilidad del equipo técnico del proyecto el que brindará al personal de la obra la información necesaria y suficiente para incrementar el compromiso de todos con las actividades de seguridad, protección, ambientales y comunitarias. La programación será coordinada por el profesional en salud ocupacional informando y manifestando al Ingeniero residente e Interventor de todo el proceso llevado a cabo a lo largo del proyecto.

7.2 IMPACTO SOCIAL

La comunidad en general vive del progreso, modernización y ampliación de la infraestructura vial de la ciudad de Tunja, viéndose reflejado en espacios peatonales amplios, seguros, con buena movilidad y vías transitables en buen estado.

Para el éxito del desarrollo de la obra es importante evitar conflictos con la comunidad y contar con su colaboración, lo cual se puede obtener si se parte de informar a las comunidades a través de diferentes medios lo relacionado con el proyecto: diseños, tiempos de ejecución, impactos sobre el medio ambiente, impactos sociales, impactos económicos, las medidas de prevención y de manejo, las acciones de compensación y mitigación.

El fomento a la participación es la estrategia que permite que las comunidades de manera organizada a través de sus organizaciones con sus representantes y líderes se involucre en el desarrollo del proyecto pudiendo participar en algunas de los trabajos o en el seguimiento o en el acompañamiento al mismo; la divulgación se convierte en el acto público de dar a conocer la información correspondiente a los aspectos generales o particulares del proyecto desarrollando los siguientes objetivos:³²:

7.2.1 Objetivos

- Facilitar el desarrollo de la obra en el sentido que se consideren las condiciones propias de los habitantes de la zona de influencia directa, estableciendo con las

³² Ibid, p. 40.

comunidades relaciones proactivas a la obra; se ejecute y se incentive, de acuerdo a la normatividad vigente, el derecho que tienen las comunidades a informarse en los diferentes aspectos de la ejecución de la obra y se minimicen las condiciones conflictivas mitigándose los impactos sociales que dicha obra pueda generar.

- Generar confianza en las comunidades atendiendo y respondiendo de manera oportuna y eficiente a las inquietudes, quejas y reclamos que manifiesten en torno a la obra.
- Vincular a las comunidades al seguimiento de las obras con una clara estrategia de veeduría ciudadana, a través de sus organizaciones propias.

7.2.2 Actividades generadoras de impactos. Se considera que todas las actividades de la obra generan impactos sobre la comunidad. En cada una de éstas se especifica en qué grado afectan a las comunidades puesto que también es claro que existen actividades que van a impactar más que otras.

7.2.3 Impactos a mitigar

- Desinformación en los habitantes.
- Malestar entre los habitantes por las alteraciones y/o cambios en su forma y estilo de vida.
- Presencia de conflictos entre la población con el Contratista y con la administración municipal.
- Prácticas y comportamientos de los habitantes frente a las actividades de la obra que pongan en riesgo el bienestar y la seguridad.

7.2.4 Medidas de manejo

- El Director de obra dará capacitación al personal de la obra en lo relacionado con este programa y sus medidas de manejo.
- Se atenderán las quejas y reclamos, teniendo en cuenta que éstas se podrán presentar en forma personal o por escrito.
- El tiempo de respuesta no puede exceder los 10 días hábiles a partir de la fecha de recepción de la queja reclamo o sugerencia.
- Se seguirá el procedimiento: Cuando la inquietud o queja sea de directa competencia del Contratista, éste deberá dar solución a la misma, para los casos en los cuales la inquietud o queja planteada por el ciudadano no sea de competencia directa del Contratista, éste deberá realizar las gestiones necesarias para remitirla a quien le compete y realizar el seguimiento a la

respuesta y solución de la queja o inquietud formulada³³.

7.2.5 Divulgación del proyecto. Consiste en la utilización de medios de información gráfica, auditiva y visual como vallas y folletos informativos que tengan contenidos relacionados con:

- La obra en sí con los contenidos técnicos básicos, forma de operación y las medidas que se tomaran para minimizar los riesgos de diferente naturaleza que conlleva la obra.
- Los cambios en el ritmo de vida del entorno comunitario mientras la obra se realiza en determinados tramos, como la suspensión temporal de los servicios públicos domiciliarios, básicamente el agua y la energía, cambios en la operación del servicio público de transporte.
- Sobre los responsables de la construcción de la obra, nombre de la firma, dirección, teléfonos, nombre de la persona responsable de las relaciones con la comunidad.

7.2.6 Sitio de implementación. La población hacia la que se dirigirá la información la divulgación y la atención será la de los habitantes de la comunidad en forma general; de manera particular los líderes comunitarios, a los miembros de las Juntas de acción comunal, representantes o miembros de las organizaciones sociales que tienen asiento en la zona³⁴.

7.2.7 Normatividad aplicable

- Decreto 1745 de 1995
- Ley 134 de 1994 de Participación Ciudadana
- Ley 70 de 1993

7.3 IMPACTO AMBIENTAL

Las acciones negativas de las personas sobre el medio ambiente provocan daños colaterales sobre este. Produciendo efectos e impactos perjudiciales, los cuales deterioran la calidad de vida de las personas y causan daños a mínimo, mediano y largo plazo.

Los componentes geosférico, atmosférico e hidrosférico se pueden afectar por la generación y transporte de escombros, por la generación de residuos sólidos, por el incremento de los niveles de ruido, por el aumento de la emisión de gases y material particulado a la atmósfera y por el derrame de combustibles.

³³ Ibid, p. 41.

³⁴ Ibid, p. 41.

Durante la etapa de construcción del proyecto se llevaron a cabo las siguientes medidas a las actividades que generan impactos ambientales:

- Manejo de escombros, basuras y residuos de construcción
- Manejo de combustibles, grasas, lubricantes y sustancias químicas
- Manejo de residuos líquidos
- Control de ruido y emisiones atmosféricas
- Señalización y control de tráfico
- Manejo de maquinaria y equipos
- Manejo de aguas superficiales
- Manejo de obras de concreto, pavimentos y materiales de construcción

7.3.1 Manejo de escombros, basuras y residuos de construcción

- Objetivo

- * Definir medidas tendientes a manejar adecuadamente los escombros, basuras y residuos de construcción generados durante las actividades de construcción de las obras constituidas del proyecto.³⁵.

- Actividades que generan impactos

- * Excavaciones
- * Demoliciones
- * Extendida y Compactación de Granulares
- * Construcción de obras de drenaje
- * Construcción de Carpetas Asfálticas

- Impactos a mitigar

- * Generación de emisiones atmosféricas
- * Calidad del aire (olores)
- * Molestias a la comunidad y usuarios de las vías (peatones, vehículos) por obstrucción total o parcial de la vía.
- * Generación de escombros

- Medidas de manejo

- * El Ingeniero Residente dará capacitación al personal de la obra en lo relacionado con este programa y sus medidas de manejo.
- * El manejo, recolección, transporte y disposición de escombros, para toda la obra deberá hacerse conforme a lo dispuesto en la Resolución 541 de 1994 del

³⁵ Ibid, p. 11.

Ministerio del Medio Ambiente: Por medio de la cual se regula el cargue y descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, demolición, capa orgánica, suelos y subsuelo, así como las normas que modifiquen, deroguen, adicionen o aquellas que se encuentren vigentes al momento de realizar la obra.

- * Los escombros sobrantes deben ser retirados en lo posible con frecuencia diaria, dentro de las 24 horas siguientes a su generación y deben ser transportados a los sitios de disposición autorizados por la autoridad ambiental.
- * Las basuras y sobrantes de construcción serán recogidas día de por medio o diariamente si el volumen generado así lo amerita.
- * Los residuos sólidos resultantes del proceso de limpieza de las vías y zonas intervenidas deben ser recolectadas en bolsas plásticas debidamente cerradas y ubicadas para facilitar la recolección por parte de la empresa de recolección de basuras.

- **Sitios de implementación.** Las medidas de manejo deben ser implementadas en los frentes de obra.

- **Normatividad aplicable**

- * Resolución 541 de 1994 del Ministerio del Medio Ambiente: Por el cual se regula el cargue y descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, demolición, capa orgánica, suelos y subsuelo.
- * Decreto 948 de 1995. Art. 56: Por el cual se determina el horario para la operación de maquinaria, tránsito de vehículos recolectores de escombros en áreas residenciales.
- * Decreto 605 de 1996. Ministerio de Desarrollo Económico. Manejo de residuos y basuras.

7.3.2 Manejo de combustibles, grasas, lubricantes y sustancias químicas

- **Objetivos**

- * Prevenir la contaminación del suelo y subsuelo
- * Prevenir accidentes por derrames

- **Actividades que generan impactos**

- * Mantenimiento de equipos, maquinaria y vehículos
- * Construcción y producción de concretos

- **Impactos a mitigar**

- * Contaminación del suelo, subsuelo y aguas
- * Incendios y accidentes personales

- **Medidas de manejo**

- * El Ingeniero Residente dará capacitación al personal de la obra en lo relacionado con este programa y sus medidas de manejo.
- * Se prohíbe el almacenamiento temporal de combustibles en los frentes de obra.
- * Se prohíbe la utilización de lubricantes usados como combustible para mecheros, antorchas, etc. También se prohíbe la utilización de madera o materia orgánica como combustible.

- **Sitios de implementación.** Los impactos mencionados se generan en los sitios donde se realicen reabastecimientos de combustibles y mantenimientos preventivos y correctivos de maquinaria pesada tal como, retroexcavadoras, vibrocompactadores, motoniveladora, minicargadores, terminadoras de asfalto o todas aquellas que por sus características no pueden desplazarse por sí mismas o por vías públicas a estaciones de servicio y centros de mantenimiento.

- **Normatividad aplicable**

- * Decreto 1609 de 2002: Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de sustancias peligrosas.
- * Decreto 321 de 1999. Plan de Contingencias contra derrames accidentales de hidrocarburos o cualquier otra sustancia nociva para la salud.
- * Decreto 353 de 1991. Ministerio del Medio Ambiente. Determina los parámetros para almacenamiento y transporte de combustibles.

7.3.3 Manejo de residuos líquidos

- **Objetivo**

- * Prevenir la contaminación de aguas superficiales y subterráneas

- **Actividades que generan impactos**

- * Producción y aplicación de concreto

- **Impactos a mitigar**

- * Contaminación de aguas
- * Molestias a la comunidad por generación de olores ofensivos

- **Medidas de manejo**

- * El Ingeniero Residente dará capacitación al personal de la obra en lo relacionado con este programa y sus medidas de manejo.
- * No se permitirá en los frentes de trabajo, zonas del almacenamiento de materiales y zonas aledañas al proyecto; la instalación de casetas, o sitios para preparación de comidas, cafeterías etc.

- **Sitios de implementación.** Este programa de manejo de residuos líquidos se implementará en los frentes de obra.

- **Normatividad aplicable**

- * Decreto 1594 de 1984: Por el cual se establecen normas de vertimientos aplicables en todas las regiones del país.

7.3.4 Control de ruido y emisiones atmosféricas

- **Objetivo**

- * Establecer las medidas y controles necesarios que permitan minimizar los impactos generados por los incrementos de los niveles de ruidos y emisión de gases durante la construcción del proyecto³⁶.

- **Actividades que generan impactos**

- * Excavaciones
- * Demoliciones
- * Extendida y Compactación de Granulares
- * Construcción de obras de drenaje
- * Construcción de Carpeta Asfáltica

- **Impactos a mitigar**

- * Molestias a las comunidades vecinas por ruido y emisiones atmosféricas.
- * Incremento de morbilidad (enfermedades respiratorias)

- **Medidas de manejo**

- * El Ingeniero Residente dará capacitación al personal de la obra en lo relacionado con este programa y sus medidas de manejo.

³⁶ Ibid, p. 22.

- * La maquinaria, equipos y vehículos asignados al proyecto deben cumplir con los mantenimientos preventivos y sincronizaciones necesarias. Deben tener actualizado el SOAT y certificado de emisión de gases.
- * Se prohíbe en los vehículos el uso de accesorios generadores de ruido. Se prohíbe el uso de bocinas y cláxones.
- * Queda totalmente prohibido realizar quemas a cielo abierto en cualquiera de los horarios. (diurno o nocturno).

- **Sitios de implementación.** Las medidas de manejo de control de ruido y emisiones atmosféricas deben implementarse en los frentes de trabajo.

- **Normatividad aplicable**

- * Decreto 02 de 1982: Por el cual se reglamenta parcialmente el Título 1 de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974 en cuanto a emisiones atmosféricas.
- * Resolución No. 8321 de 1983: Por la cual se dictan normas sobre la protección y la conservación de la audición.
- * Decreto 0948 de 1995: Prevención y control de la contaminación atmosférica y protección de la calidad del aire.
- * Decreto 2107 de 1995: Protección y control de la calidad del aire.
- * Resolución 005 de 1996: Reglamenta los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel.

7.3.5 Señalización y control de tráfico

- **Objetivo**

- * Este programa propende por la instalación correcta de las señales reglamentarias, informativas y preventivas requeridas en el desarrollo de las obras con el fin de garantizar la seguridad e integridad de los usuarios, peatones y trabajadores y evitar en lo posible la restricción del flujo vehicular³⁷.

- **Actividades que generan impactos.** En general, todas las obras constitutivas del proyecto, deben tener su señalización, con énfasis en las demoliciones y las excavaciones.

- **Impactos a mitigar.** Los principales impactos que controla o mitiga el programa de señalización son:

- * Alteraciones al flujo vehicular
- * Ocurrencia de accidentes
- * Molestias a la comunidad

³⁷ Ibid, p. 25.

- **Medidas de manejo**

- * El Ingeniero Residente dará capacitación al personal de la obra en lo relacionado con este programa y sus medidas de manejo.
- * Los elementos de señalización y control de tráfico deben mantenerse limpios y ubicados en los sitios establecidos por el Plan de Manejo de Transito.
- * Para no entorpecer el acceso a viviendas y colegios por causa de la obra, el Contratista de Obra construirá accesos peatonales que brinden la seguridad necesaria a las personas que las utilicen.

- **Sitios de implementación.** La señalización debe hacerse en todos los frentes de obra en las actividades que lo requieran.

- **Normatividad aplicable**

- * Manual para el manejo del tránsito por obras civiles en zonas urbanas.
- * Código Nacional de tránsito.
- * Manual de señalización vial del Ministerio del Transporte.

7.3.6 Manejo de maquinaria y equipos

- **Objetivo**

- * Implementar medidas que mitiguen el impacto generado por la operación de maquinaria y equipos utilizados durante la construcción de la obra.

- **Actividades que generan impactos**

- * Excavaciones
- * Transporte de material y maquinaria
- * Producción de concreto in-situ

- **Impactos a mitigar**

- * Generación de ruido
- * Emisión de gases
- * Emisión de material particulado
- * Vibraciones producidas por el trabajo de la maquinaria.
- * Incremento de los riesgos de accidentes
- * Molestias a peatones y al flujo vehicular

- **Medidas de manejo**

- * El Ingeniero Residente dará capacitación al personal de la obra en lo relacionado con este programa y sus medidas de manejo.

- * Mantener y cumplir estrictamente el cronograma de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipos para mantener un perfecto ajuste de los motores y evitar excesos de ruidos y gases.
- * En todo caso las emisiones de gases de la maquinaria y equipos no deben sobrepasar los límites permisibles establecidos por las normas vigentes sobre emisión de contaminantes por fuentes móviles y se deberán tener las certificaciones vigentes exigidas por la autoridad municipal o nacional y SOAT.

- Sitios de implementación

- * Este programa debe implementarse en todos los frentes de la obra donde se operen maquinarias y equipos.

- Normatividad aplicable

- * Resolución 005 de 1996: Reglamenta los niveles permisibles de emisión de contaminantes por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel.

7.3.7 Manejo de aguas superficiales

- Objetivo

- * Implementar medidas para el manejo de aguas superficiales en los frentes de obra en los cuales se construyan obras constitutivas del proyecto.³⁸.

- Actividades que generan impactos

- * Demoliciones
- * Excavaciones
- * Construcción de subbase granular y base granular
- * Construcción de pavimentos

- Impactos a mitigar

- * Molestias a la comunidad por causa de encharcamientos.
- * Afectaciones al tráfico automotor y peatonal
- * Proliferación de vectores causantes de morbilidad
- * Cambios en la calidad físico-química de los cuerpos de agua.

- Medidas de manejo

- * El Ingeniero Residente dará capacitación al personal de la obra en lo relacionado con este programa y sus medidas de manejo.

³⁸ Ibid, p. 41.

- * Si se produce concreto in-situ se deben tomar las medidas necesarias para evitar que los componentes de la mezcla o la mezcla misma lleguen a los cauces de agua.
- * Cuando se produzcan encharcamientos por causas de las obras (excavaciones, cortes) las aguas encharcadas deben drenarse (gravedad o bombeo) a las cunetas o drenajes existentes.
- **Sitios de implementación.** Se debe hacer en todos los frentes de obra en las actividades que lo requieran.
- **Normatividad aplicable**
- * Decreto 1594 de 1984. Por el cual se establecen normas de vertimientos aplicables en todas las regiones del país.

7.3.8 Manejo de obras de concreto, pavimentos y materiales de construcción

- **Objetivo**
- * Adoptar las medidas necesarias para controlar los efectos ambientales ocasionados por el manejo de agregados pétreos, concreto, asfalto, arenas y otros materiales durante el desarrollo de las obras.
- **Actividades que generan impactos**
- * Manejo de materiales (cargue y descargue)
- * Construcción de obras de drenaje
- * Colocación de concretos y pavimentos asfáltico
- **Impactos a mitigar**
- * Generación de emisiones atmosféricas
- * Generación y aporte de sólidos a las redes de drenaje natural existentes.
- * Molestias a los usuarios de la vía (vehículos y peatones) debido a la obstrucción parcial de la misma.
- **Medidas de manejo**
- * El Ingeniero Residente dará capacitación al personal de la obra en lo relacionado con este programa y sus medidas de manejo.
- * Los materiales pétreos y granulares almacenados temporalmente en los frentes de trabajo deben estar protegidos contra la acción erosiva del agua, aire y su contaminación, mediante cubrimiento con plásticos, lonas, etc.

- * Se deben recoger y disponer adecuadamente en forma inmediata los derrames de mezclas de concreto. Se debe elaborar un reporte del incidente a la Interventoría y de las acciones correctivas adoptadas y presentar un registro fotográfico sobre el incidente.
- * Cuando se utilicen concretos premezclados, se prohíbe el lavado de Mixers en el frente de obra.
- * Los materiales como arenas solo se pueden acopiar en sitios previamente autorizados por la Interventoría. Se deben llevar los registros de consumos de materiales de tal forma que se maneje en el frente de obra solamente el material del día.

- Sitios de implementación

- * Las medidas de manejo propuestas se deben implementar a lo largo de todo el corredor vial, incluyendo las vías de acceso para el transporte de materiales.

- Normatividad aplicable

- * Decreto 0357 de 1997: Por el cual se reglamenta el manejo, transporte y disposición final de escombros y materiales de construcción.
- * Decreto 02 de 1982: Por el cual se reglamenta parcialmente el Título 1 de la ley 09 de 1979 y el Decreto ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas.
- * Decreto 948 de 1994: Prevención y control de las emisiones Atmosféricas y de calidad del aire.
- * Resolución 005 de 1996: Niveles permisibles de emisión de fuentes móviles terrestres a gasolina y diesel.

7.4 IMPACTO ECONÓMICO

Se asocia la realización de obras de infraestructura con la posibilidad de impactar positivamente, en términos de disminuir, sobre los niveles de desempleo y/o desocupación históricamente reportados en los municipios por donde se ejecutará el proyecto.

Es recomendable que se trabaje con una óptica de focalización e identificación de la mano de obra privilegiándose la mano de obra local. La información que se brinde debe incluir número de trabajadores requeridos, mínimos requisitos exigidos³⁹.

³⁹ Ibid, p. 43.

7.4.1 Programa de asignación de empleo

- **Objetivo**

- * Garantizar que en las obras participe mano de obra proveniente de la zona de influencia del proyecto.

- **Actividades que generan impactos**

- * Actividades administrativas de la obra
- * Actividades de gestión en la obra
- * Actividades de construcción

- **Medidas de manejo**

- * El Director de Obra y Residente darán las capacitaciones al personal de la obra en lo relacionado con este programa y sus medidas de manejo.
- * Información a la población para que conozca los procedimientos para aspirar a los puestos de trabajo que se ofrecen en la obra.
- * Asignación de los puestos de trabajo dando prioridad a los aspirantes que cumpliendo con los requisitos laborales exigidos por el empleador residan en la zona de Influencia del proyecto.
- * Dado lo anterior, para la asignación de las vacantes de personal no calificado y cada vez que haya la necesidad de proveer cargos, el Consorcio informará y definirá los perfiles laborales de las vacantes demandadas para cualquier área de trabajo.

- **Sitios de implementación.** En todos los frentes de trabajo.

- **Normatividad aplicable**

- * Constitución Política de Colombia. Artículo 53. - El Estatuto del Trabajo.
- * Ley 080 de 1993.
- * Ley 79 de 1988
- * Ley 454 de 1998
- * Decreto 2206 de 1998

Por otra parte se vio afectada el área comercial presente en las zonas de trabajo, por falta de espacio en los corredores peatonales y viales en el momento que se iba interviniendo en las actividades en la obra. Con la continua queja de los diferentes comerciantes del sector al presentar disminución en las ventas.

El mayor impacto económico a largo plazo se refleja en la valorización de los inmuebles y aumento en las ventas ya que hay mayor movilidad de peatones, transporte público y de mercancías hacia diferentes zonas generando recursos económicos.

8. CONCLUSIONES

El constante seguimiento y supervisión de los diferentes procesos, actividades ejecutadas, manejo de personal y comunicación con los Ingenieros encargados del proyecto, hace que sea una experiencia enriquecedora al aprendizaje profesional y personal, aportando los conocimientos aprendidos durante la carrera en el tiempo de realización de la pasantía.

Se verificó que los respectivos ensayos de calidad de los materiales entregados por los diferentes proveedores cumplieran con los parámetros según las normas aplicadas tales como NTC 4017, NTC 550, NTC 396, NTC 673, NTC 4992-04, NTC 5147-02 y NTC 4109 para cada ensayo para así poder garantizar la calidad de la obra.

De las actividades llevadas a cabo en terreno como la construcción de la estructura de pavimento, parcheo, conformación de capas granulares y de pavimento asfáltico, se desarrolló bajo la norma del Instituto Nacional de Vías de 2013 (INVIAS) cumpliendo con los requisitos mediante el acompañamiento en su realización con el apoyo tanto del Ingeniero Residente e Interventor.

Se revisó un listado de relación de maquinaria y equipos donde la empresa contratista del proyecto contara con los equipos y maquinaria suficientes para la ejecución de sus trabajos y que el uso de productos e insumos fuera el adecuado dispuesto en obra, cumpliendo los lineamientos y parámetros según los diseños constructivos.

Se elaboró una bitácora llevando a cabo un continuo seguimiento a la realización de las actividades, mostrando el avance de obra mediante un detallado registro fotográfico y abscisado de cada tramo de intervención, cumpliendo con las fechas de entrega al Supervisor del proyecto y Director de pasantía.

Dentro de los diferentes procesos aplicados al desarrollo de actividades; tales como la conformación de andenes realizando instalación de concretos de 2500 psi, losetas prefabricadas táctil tipo A-56 y de alerta tipo A-55, sardineles prefabricados y bordillos de confinamiento donde se llevó acabo el continuo seguimiento a estas labores; teniendo en cuenta los lineamientos y requisitos de acuerdo a la Guía de movilidad reducida y Guía práctica de la movilidad peatonal urbana del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), cumpliendo con los tiempos de entrega en los trabajos diarios para revisión de la Interventoría y Supervisión de la Alcaldía de Tunja.

En la ampliación, mantenimiento y mejoramiento de la malla vial se tuvo en cuenta el manejo de la normatividad vigente del Instituto Nacional de Vías 2013 (INVIAS) aplicada al seguimiento de los procesos constructivos y verificación de calidad de los materiales como afirmado, subbase, base, base tratada con cemento y mezcla

asfáltica; representándose en vías y espacios, amplios, cómodos y seguros tanto para los automotores como al personal discapacitado y transeúntes. Por medio de la construcción de la nueva glorieta en el sector Hugolino, se lograron resolver problemas de movilidad, reducción en los tiempos de circulación de los automotores al desplazarse por esta zona, congestión vehicular y disminución de accidentes.

De acuerdo a la supervisión de los diferentes procedimientos, con sus respectivas actividades desarrolladas bajo la verificación de procesos constructivos y controles de calidad de los materiales, hace que el arduo trabajo como ente de control al cumplir las labores asignadas como pasante, sea indispensable para el correcto funcionamiento del proyecto.

Es de gran importancia que haya una buena relación y vínculo de la empresa contratista y la comunidad, ya que es fundamental que ambas partes estén de acuerdo para solucionar los diferentes percances e inconvenientes que se puedan presentar día a día; para que las labores se sigan cumpliendo de acuerdo a su programación y la obra esté en un continuo avance.

9. RECOMENDACIONES

- Cuando un material se dispone en obra para ejecutar una actividad, se deben exigir los diferentes ensayos de calidad al proveedor, garantizando que el producto cumple según sus propiedades y especificaciones técnicas.
- En cuanto a la vinculación del personal de trabajo dentro de la empresa encargada del proyecto, debe contratarse personas capacitadas con un excelente manejo de todos los elementos, materiales y equipos; con experiencia en proyectos de ingeniería para garantizar buenos trabajos. Así mismo estas deben recibir charlas de convivencia tanto en el grupo de trabajo como con la comunidad para que se logre armonía, respeto y buen entendimiento.
- En todas las obras publicas debe existir siempre un grupo de personas que representen a la comunidad para vigilar, cuidar y exigir que la inversión de los recursos públicos cumplan con lo prometido y pactado con los contratistas que ejecutan los proyectos. (veeduría ciudadana).
- Se recomienda que la empresa contratista encargada del proyecto tenga presente los imprevistos y retrasos que se puedan ocasionar en el desarrollo de la misma, contando con un tiempo adicional de terminación de la obra y con el dinero suficiente para cubrir las eventualidades cumpliéndole a la comunidad que es la directamente beneficiada.
- Focalizar los diferentes puntos de alto riesgo en los trabajos que se van ejecutando donde se podrían evitar accidentes; por mala manipulación de maquinaria y equipos, cortes de material expuestos frente a los peatones, desinformación a los trabajadores de sus actividades, aplicando el programa de salud ocupacional, donde se debe llevar a cabo la continua vigilancia y acompañamiento en estas obras del personal capacitado en seguridad industrial.
- La interventoría encargada del proyecto, debe llevar a cabo un programa de planeación, control y seguimiento de la obra para que las labores diarias sean eficaces, productivas y responsables para así evitar posibles errores y percances que puedan generar futuros problemas para la empresa encargada del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

ALCALDÍA DE TUNJA - BOYACÁ. Nuestro municipio [en línea]. Tunja, Boyacá, 2013. [citado el 10-06-15]. Disponible en: http://www.tunja-boyaca.gov.co/informacion_general.shtml

ALCALDÍA DE TUNJA. Proyecto de pliego de condiciones, concurso de méritos abierto No. CM-AMT-019/2014. Tunja, 26 de noviembre de 2014.

_____. Proyecto de pliego de condiciones, concurso de méritos abierto No. CM-AMT-002/2014. Tunja, 20 de mayo de 2014.

_____. Proyecto de pliego de condiciones, concurso de méritos abierto No. CM-AMT-019/2014. Tunja, 26 de noviembre de 2014.

_____. Proyecto de pliego de condiciones, selección abreviada No. SA-AMT-024 de 2013. Tunja, 24 de junio de 2013.

_____. Proyecto de pliego de condiciones, selección abreviada No. SA-AMT-024 de 2013. Tunja, 24 de junio de 2013.

BARRERA FONSECA, Osman Leonardo, Programa de adaptación de guías ambientales “PAGA”. Tunja, octubre de 2014.

BULLA CRUZ, Lenin Alexander. Metodología para la evaluación técnica y operativa de turbo glorietas como alternativa de intersección vial en el ámbito urbano. Trabajo de grado Magíster en Ingeniería - Transporte. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, 2010.

BYV INGENIERÍA S.A.S. Plan de manejo de tránsito. Tunja, enero de 2015.

ING. CONSORCIO FF CONSULTORES. Informe estudio de diseño geométrico - Glorieta sector “Hugolino”. T. II. Tunja, octubre de 2014.

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. Guía de movilidad reducida. 2ª ed. Bogotá: IDU, s.f.

_____. Guía práctica de la movilidad peatonal urbana. Bogotá D.C.: IDU, s.f.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Especificaciones generales de construcción y normas para materiales para carreteras. Bogotá: INVÍAS, 2013.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de señalización vial dispositivos para la

regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorutas de Colombia. Bogotá. D.C, 2004.

SÁNCHEZ ABRIL, Héctor Mauricio, Informe diseño de pavimento Avenida Colón entre calle 21 y 26 y calle 26 entre Avenida Colón y carrera 15. Tunja, octubre de 2014.

SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. Taller de espacio público: cartilla de andenes. Bogotá D.C, 2007.