

**APOYO A LA INTERVENTORÍA TÉCNICA, FINANCIERA, ADMINISTRATIVA,
REALIZADA AL CONTRATO DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA HOTEL
COLONIAL, CASONA DEL SALITRE A GRANJA TUNGUAVITA EN EL
MUNICIPIO DE PAIPA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

ERIKA NATALIA RIVERA ECHENIQUE

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
DIVISIÓN DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2020**

**APOYO A LA INTERVENTORÍA TÉCNICA, FINANCIERA, ADMINISTRATIVA,
REALIZADA AL CONTRATO DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA HOTEL
COLONIAL, CASONA DEL SALITRE A GRANJA TUNGUAVITA EN EL
MUNICIPIO DE PAIPA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

ERIKA NATALIA RIVERA ECHENIQUE

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
profesional Ingeniero Civil**

**Director
JULIO CESAR PACHÓN EUGENIO
Abg. Especialista en Derecho Administrativo**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
DIVISIÓN DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TUNJA
2020**

Nota de Aceptación

Firma director del trabajo de grado
Abg. Julio Cesar Pachón Eugenio

Firma jurado

Firma jurado

Tunja, 02 abril de 2020.

AGRADECIMIENTOS

Al representante legal del Consorcio Intervial Colonial, Ing. Gustavo Roso Gómez, por su colaboración al permitir desarrollar la práctica profesional en compañía de él y todo su equipo de trabajo.

Al residente de interventoría del Consorcio Intervial Colonial, Ing. Jaime Alonso Lizcano Peñalosa, por ser el principal apoyo y guía en la ejecución y desarrollo del proyecto.

Al director de la pasantía, Abg. Julio César Pachón Eugenio, por el acompañamiento incondicional a lo largo del desarrollo de la pasantía y la colaboración en el avance de esta, así como también a todo el cuerpo docente de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás- Seccional Tunja, quienes brindaron y compartieron sus conocimientos a lo largo del pregrado y permitieron formar profesionales íntegros y capaces de velar por el bienestar de la comunidad.

“A Dios por brindarme día a día la
sabiduría para poder desarrollar cada una
de las metas propuestas a lo largo de la
vida”

“A mi familia, quienes son la principal
razón para realizar cada una de las
acciones del diario vivir”

CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN	17
1. OBJETIVOS.....	19
1.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
2. LOCALIZACIÓN	20
2.1 LOCALIZACIÓN GENERAL	20
2.2 LOCALIZACIÓN ESPECÍFICA	21
3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PASANTÍA	22
3.1 RECONOCIMIENTO DEL PROYECTO	23
3.2 SUPERVISIÓN DEL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES ESTIPULADAS EN EL CONTRATO.....	26
3.2.1 Construcción de subdrenaje francés.....	26
3.2.2 Construcción de cunetas	28
3.2.3 Construcción pedraplén	28
3.2.4 Colocación material de sub-base.....	29
3.2.5 Realces de alcantarillas	29
3.2.6 Colocación de material de base granular.....	29
3.2.7 Imprimación material de base granular.....	31
3.2.8 Construcción pavimento articulado	32
3.3 APOYO EN EL COBRO DE ACTAS PARCIALES	33
3.4 REALIZACIÓN DE INFORMES MENSUALES.....	34
3.5 REALIZACIÓN DE INFORMES SEMANALES.....	35
3.6 SEGUIMIENTO A ENSAYOS DE LABORATORIO	37

3.7 SEGUIMIENTO AVANCE DE OBRA.....	38
3.8 REALIZACIÓN DE PRESUPUESTO	38
4. APORTES DEL TRABAJO	39
4.1 APORTES COGNITIVO	40
4.1.1. Formato de cumplimiento de especificaciones técnicas de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), para material de base granular.....	40
4.1.2. Formato de cálculo de cantidades de concreto en alcantarillas.....	40
4.1.3. Cartilla “Patologías del concreto”	41
4.2 APORTES A LA COMUNIDAD	41
5. IMPACTOS	43
5.1 IMPACTOS SOCIO-CULTURALES.....	43
5.2 IMPACTOS INSTITUCIONALES	44
5.3 IMPACTOS ECONÓMICOS	44
5.4 IMPACTOS AMBIENTALES	44
6. CONCLUSIONES	46
7. RECOMENDACIONES.....	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
APÉNDICES Y ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. Localización del Municipio de Paipa.	18
Figura 2. Localización específica del proyecto.	19
Figura 3. Sección tipo subdrenaje francés.	25
Figura 4. Sección típica pavimento articulado.	30

LISTA DE IMÁGENES

	pág
Imagen 1. Alcantarillas tramo pavimento articulado.	21
Imagen 2. Alcantarilla tramo pavimento flexible.	22
Imagen 3. Construcción pedraplén.	23
Imagen 5. Acceso al Hotel La Casona El Salitre.	42

LISTA DE TABLAS

	pág
Tabla 1. Cronograma de actividades.	20
Tabla 2. Presupuesto obra adicional.	38
Tabla 3. Formato de cumplimiento de especificaciones técnicas de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).	39

LISTA DE GRÁFICAS

	pág
Gráfica 1. Curva granulométrica base granular El Redil.	28
Gráfica 2. Curva granulométrica cantera Central de Triturados de Nobsa.	28
Gráfica 3. Ejecución del contrato a 30 de agosto de 2019.	31
Gráfica 4. Avance de obra.	33
Gráfica 5. Resultados de laboratorio resistencia a la compresión en cunetas	35

GLOSARIO

ACTA DE INICIO: documento en el cual se fija la fecha de iniciación del contrato, a partir de la cual se contabiliza el plazo de ejecución del mismo. Debe ser firmada por el supervisor o interventor, ordenador de gasto y representante legal del contratista (Pedraza Ferreira & Rodríguez Mantilla, 2017d, p.9).

ACTA PARCIAL: documento que se firma para efectuar un pago parcial al cabo de un determinado periodo (Pedraza Ferreira & Rodríguez Mantilla, 2017a, p.9).

AFIRMADO: el recebo o afirmado es una mezcla de materiales granulares compuesta por piedra triturada, arena y material fino, una vez compactado sirve como base para instalar estructuras de concreto y asfalto (Zapata Ingenieros, 2016a, párr. 1).

ANTISOL: es una emulsión acuosa de parafina que forma, al aplicarse sobre el concreto o mortero fresco, una película impermeable que evita la pérdida prematura de humedad, para garantizar un completo curado del material (Sika Colombia S.A.S., 2017, párr. 1).

ASFALTO LÍQUIDO: ligante hidrocarbonatado resultante de incorporar a un cemento asfáltico, fracciones líquidas, más o menos volátiles, procedentes de la destilación del petróleo (Instituto Nacional de Vías, [INVIAS], 2012c, p. 89).

AVANCE DE OBRA: medición de las actividades desarrolladas durante un periodo determinado, de acuerdo al valor del contrato.

BASE GRANULAR: es un material granular grueso, el cual, dentro de la estructura de pavimentos, se encuentra entre el asfalto o el concreto y la sub-base granular. También está compuesta por un porcentaje de triturados, arena y una pequeña parte de materiales finos. Es un material regulado por la norma INVIAS e IDU (Zapata Ingenieros, 2016b, párr. 1).

CONCRETO CICLÓPEO: se compone de concreto simple y agregado ciclópeo en una proporción de 40%, como máximo, del volumen total (Instituto Nacional de Vías, [INVIAS], 2012d, p. 105).

CONTRACTUAL: deriva o procede de un contrato.

CONTRATISTA: persona natural o jurídica, encargada de prestar un servicio que ha sido contratado por la parte pública o privada.

CONTRATO: documento en el cual se acuerda un tema en especial y se encuentra firmado por las partes a intervenir.

CURADO: proceso por medio del cual el concreto endurece y adquiere resistencia, una vez colocado en su posición final (Medina-Sierra,2017, p. 1).

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES: programación de trabajo de acuerdo a las actividades que se van a ejecutar.

IMPRIMACIÓN: aplicación uniforme de un ligante bituminoso sobre una superficie granular, previamente a la colocación de una capa asfáltica o un tratamiento superficial (Instituto de Desarrollo Urbano, 2013, p. 1).

INTERVENTORÍA: Persona natural o jurídica encargada del control, supervisión y cumplimiento de lo establecido en el objeto del contrato.

EMULSIÓN ASFÁLTICA: dispersiones de pequeñas partículas de un cemento asfáltico en una solución de agua y un agente emulsificante de carácter catiónico, lo que determina la denominación de la emulsión (Instituto Nacional de Vías, [INVIAS], 2012e, p. 51).

MEMORIA DE CANTIDADES: documento detallado en el cual se describe los procedimientos realizados para hallar cantidades de las obras constructivas.

PAVIMENTO ARTICULADO: pavimento formado por elementos prefabricados de pequeñas dimensiones que individualmente son muy rígidos y se asientan sobre una capa de arena (Caicedo Campo & Pérez Henao, 2014, p. 2).

PAVIMENTO FLEXIBLE: está formado por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub-base. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra (Castaño Martínez, F.L., Herrera Betín, J.M., Gómez Sáenz, J.N., & Reyes Lizcano, F., 2009, p. 2).

PEDRAPLÉN: es un relleno conformado por suelos gruesos y escaso contenido de finos y que construye una forma similar a un terraplén.

PLAN DE ADAPTACIÓN DE LA GUÍA AMBIENTAL: es el instrumento técnico de manejo ambiental y social para los proyectos que no requieren de licencia ambiental para su ejecución, obras de mejoramiento y rehabilitación (Concesión Ruta al Mar, 2017, párr. 1).

PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO: propuesta técnica que plantea las estrategias, alternativas y actividades necesarias para minimizar el impacto generado a las condiciones habituales de movilización y desplazamientos de los usuarios de las vías peatones, vehículos, ciclistas, por la ejecución de una obra (Secretaría de Movilidad,2009).

PLAN DE CONTINGENCIA: es una herramienta valiosa que permite implementar medidas de tipo preventivo que aminoren o eviten la ocurrencia de accidentes, tanto del personal vinculado directamente a las labores de explotación en la arenera, como a los habitantes del área de influencia que sean vulnerables ante cualquier tipo de amenaza que provenga del proyecto (Gutiérrez Olaya, H., & Valencia Ospina, A., 2006).

PRESUPUESTO: cantidad de dinero que es necesario para realizar una actividad determinada.

PRÓRROGA: prolongación de tiempo estipulado en el contrato.

REGISTRO PRESUPUESTAL: el registro presupuestal es la operación mediante la cual se perfecciona el compromiso, garantizando que los recursos comprometidos no sean desviados a ningún otro fin (Universidad Industrial de Santander, 2020, párr. 1).

SECOP I: Sistema Electrónico de Contratación Pública, que le permite a entidades estatales y proveedores hacer todo el Proceso de contratación en línea (Colombia Compra Eficiente, 2017, párr. 1).

SEGREGAR: separación de materiales.

SUB-BASE GRANULAR: es un material granular grueso, que se compone de un porcentaje de triturados, arena y una pequeña parte de materiales finos. Su capa se encuentra entre la base granular y la subrasante. Sus principales usos son: en la construcción de vías como capa en la instalación de pavimentos asfálticos y pavimentos de concreto, como material de soporte de sardineles y bordillos. Es un material regulado por la norma INVIAS e IDU (Zapata Ingenieros, 2016c, párr. 2).

SUBDRENAJE FRANCÉS: sistema tradicional de drenaje que consiste en la combinación de agregados pétreos como gravas y bolos de diferentes tamaños, con un geotextil no tejido punzonado por agujas y una tubería de drenaje. El geotextil actúa como elemento filtrante permitiendo el paso de agua y reteniendo los finos, mientras que el material granular y la tubería se encargan del abatimiento y evacuación del agua (PAVCO, 2006, p. 17).

SUPERVISIÓN: vigilancia de una acción determinada.

ZARPA: parte en que la anchura de un cimiento excede a la pared o muro que se asienta en él.

RESUMEN

El presente informe, es un compendio de los procesos y actividades desarrolladas por la estudiante, en calidad de pasante, en el contrato No. 285 del 2019: "INTERVENTORÍA TÉCNICA, FINANCIERA Y ADMINISTRATIVA, AL CONTRATO CUYO OBJETO ES LA CONSTRUCCIÓN DEL MEJORAMIENTO DE LA VÍA HOTEL COLONIAL, CASONA EL SALITRE A GRANJA TUNGUAVITA, DESARROLLADO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ", celebrado entre el Municipio de Paipa, entidad contratante y el Consorcio Intervial Colonial, entidad contratista.

Como apoyo de la interventoría en referencia, se desarrollaron actividades durante el periodo comprendido entre el 01 de agosto y el 30 de noviembre del 2019, tales como: la supervisión de los procesos constructivos, apoyo en la realización de avances de obra, control del cumplimiento de las especificaciones de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías-2013 (INVIAS-13), seguimiento al manejo del presupuesto del proyecto, financiado por la Gobernación de Boyacá y la Alcaldía de Paipa, a través del Sistema Nacional de Regalías, y atención a los requerimientos exigidos por parte de la supervisión de la Secretaría de Infraestructura del Municipio de Paipa; lo anterior con el fin de dar alcance contractual al objeto del contrato.

Es de resaltar que se realizaron labores administrativas las cuales fueron soportadas con el trabajo de campo realizado, adquiriendo así, un amplio conocimiento sobre el manejo de la obra, y transportando a la realidad los conceptos adquiridos a lo largo del pregrado.

Palabras Claves: interventoría, contrato de obra, supervisión, pavimento flexible, pavimento articulado.

ABSTRACT

This report is a compendium of the processes and activities developed by the student, as an intern, in contract No. 285 of 2019: technical, financial and administrative supervision, to the contract whose purpose is the construction of the improvement of the road Colonial Hotel, Casona el Salitre a Granja Tunguavita, developed in the Municipality of Paipa, of the Department of Boyacá, held between the Municipality of Paipa, contracting entity and the Colonial Intervial Consortium, contracting entity.

In support of the audit in reference, the intern participation in activities during the period between August 1 and November 30, 2019, stories such as the supervision of construction processes, support in the realization of work progress, control of the compliance with the road construction specifications of the National Roads Institute-2012 (INVIAS-12), monitoring the management of the project budget, financed by the Government of Boyacá and the Municipality of Paipa, through the National System of Royalties and attention to the requirements demanded by the supervision of the Ministry of Infrastructure of the Municipality of Paipa; the foregoing for the purpose of the contractual scope for the purpose of the contract.

It is noteworthy that, the intern carried out administrative tasks which were supported with the field work carried out, thus acquiring extensive knowledge about the management of the work, and transporting the concepts acquired throughout the undergraduate to reality.

Keywords: audit, construction contract, supervisión, flexible pavement, articulated pavement.

INTRODUCCIÓN

La Universidad Santo Tomás- Seccional Tunja, dentro del reglamento interno de la Facultad de Ingeniería Civil, presenta como modalidad de grado la opción de pasantía; la cual desarrollan estudiantes que cumplan con los requisitos estipulados en el reglamento con intensidad de 600 horas de labores con la entidad destinada.

En la pasantía, el estudiante aplica las competencias adquiridas durante el proceso de formación académica a lo largo de la carrera de Ingeniería Civil, con la participación en actividades en la ejecución de proyectos con el fin de lograr la integración en el campo laboral y el aporte técnico a las diferentes situaciones que se presenten.

La realización de proyectos por otra parte, constituye el punto de partida para la organización de propósitos pendientes a mejorar la calidad de vida de las comunidades; lo anterior permite el surgimiento de los municipios que son entes organizados, que buscan el progreso en general. Es el caso del proyecto denominado “MEJORAMIENTO DE LA VÍA HOTEL COLONIAL, CASONA EL SALITRE A GRANJA TUNGUAVITA MUNICIPIO DE PAIPA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ, contrato de obra No. 284, proyecto que aporta a la comunidad del municipio de Paipa, mejorando la movilidad, comodidad, accesibilidad y seguridad de los usuarios de la vía, dinamizando la economía y el progreso de este sector del Departamento de Boyacá.

En el mejoramiento de la vía mencionada anteriormente, se realizaron procesos de localización, replanteo, descapote, excavaciones y construcción de la estructura del pavimento según los diseños estipulados en el contrato; además, se realizó la construcción de obras de arte con el fin de drenar las aguas provenientes por escorrentía y mantener un pavimento funcional para los usuarios de la vía, que en su mayoría pertenecen al sector carbonero.

Debido a la importancia del proyecto y los significativos aportes a la comunidad expuestos anteriormente, fue necesario realizar un control y verificación del cumplimiento de las condiciones y especificaciones del objeto del contrato por medio de un ente correspondiente, estas acciones fueron ejecutadas por la interventoría; es por esto, que mediante el contrato No. 285, el cual es interventoría técnica, financiera, administrativa, al contrato cuyo objeto es “construcción de mejoramiento de la vía Hotel Colonial, Casona el Salitre a Granja Tanguavita Municipio de Paipa, Departamento de Boyacá”, se pudieron desarrollar labores de auxiliar de ingeniería aplicando los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Civil.

El presente trabajo de grado, expone la verificación de metas físicas, financieras, administrativas y ambientales alcanzadas durante el desarrollo del contrato de obra No. 284 de 2019 celebrado entre el Municipio de Paipa y Pedraza Ingeniería S.A.S.,

comprobación apoyada por la pasante en referencia, en compañía del equipo de interventoría perteneciente al Consorcio Intervial Colonial.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Ofrecer apoyo como auxiliar de ingeniería por medio de un seguimiento técnico, financiero y administrativo; al contrato cuyo objeto es la “construcción del mejoramiento de la vía Hotel Colonial, Casona el Salitre a Granja Tunguavita, desarrollado en el Municipio de Paipa, Departamento de Boyacá”; con el fin de optimizar recursos destinados a la ejecución del proyecto.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar informes semanales y mensuales del contrato No. 285 celebrado con el Municipio de Paipa, con el objeto de exponer el avance de obra y las actividades ejecutadas por el contratista y por la interventoría.
- Apoyar al residente de interventoría en la realización de avances de obra, con el fin de verificar el objeto del contrato.
- Efectuar control sobre las diferentes actividades propuestas en el contrato de obra, por medio de la supervisión en campo y el cumplimiento de las especificaciones de la normativa vigente.
- Brindar apoyo a los usuarios de la vía, por medio de la atención de inquietudes generadas, que permitan claridad en los procesos ejecutados en la obra.
- Asistir a comités de obra con el propósito de brindar apoyo al residente de interventoría en las inquietudes que esté presente.

2. LOCALIZACIÓN

2.1 LOCALIZACIÓN GENERAL

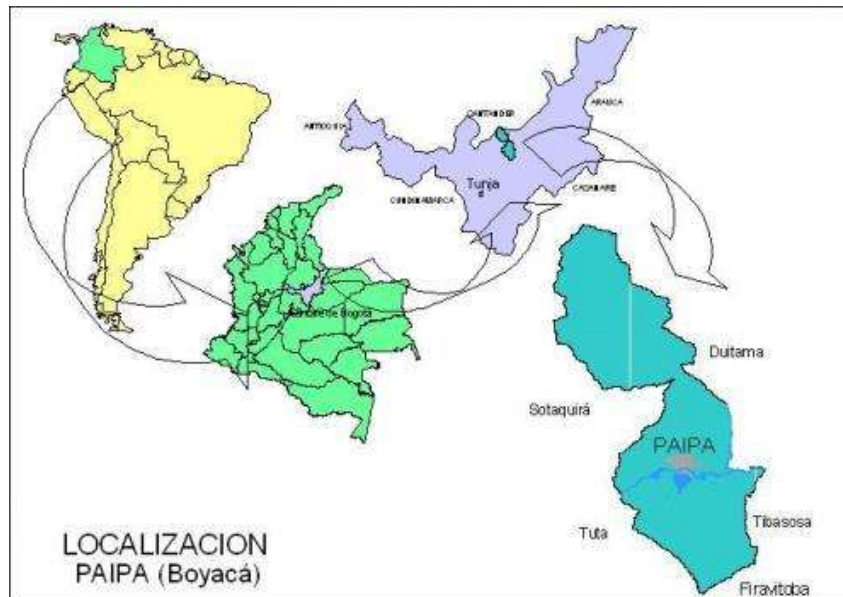
El proyecto denominado “Mejoramiento de la vía Hotel Colonial, Casona El Salitre a Granja Tunguavita Municipio de Paipa, Departamento de Boyacá”, está localizado en el valle de Sogamoso, uno de los valles internos más importantes de la región andina, en la parte centro oriental del País y noroccidental del departamento de Boyacá. Abarca una extensión de 30.592,41 hectáreas aproximadamente, la cual está distribuida en el 10. 80% para área urbana y el 89.20% de área rural.

Paipa pertenece a la provincia de Tundama y forma parte del corredor industrial de Boyacá. Limita por el norte con el departamento de Santander, por el oriente con los municipios Tibasosa y Duitama; por el sur con Firavitoba y por el occidente con Sotaquirá y Tuta (Figura 1).

Según Araque (1999) citado por Alcaldía de Paipa-Boyacá (2016, párr.2):

El Municipio de Paipa se encuentra ubicado en la parte noroccidental del Departamento de Boyacá a 2525 msnm, dista aproximadamente 184 Km de Santafé de Bogotá y 40 Km de Tunja. Su cabecera municipal se encuentra a los 5°47' de latitud norte y 73° 06' de longitud oeste. Presenta una temperatura promedio de 13°C., con una precipitación media anual: 944 mm3.

Figura 1. Localización del Municipio de Paipa.



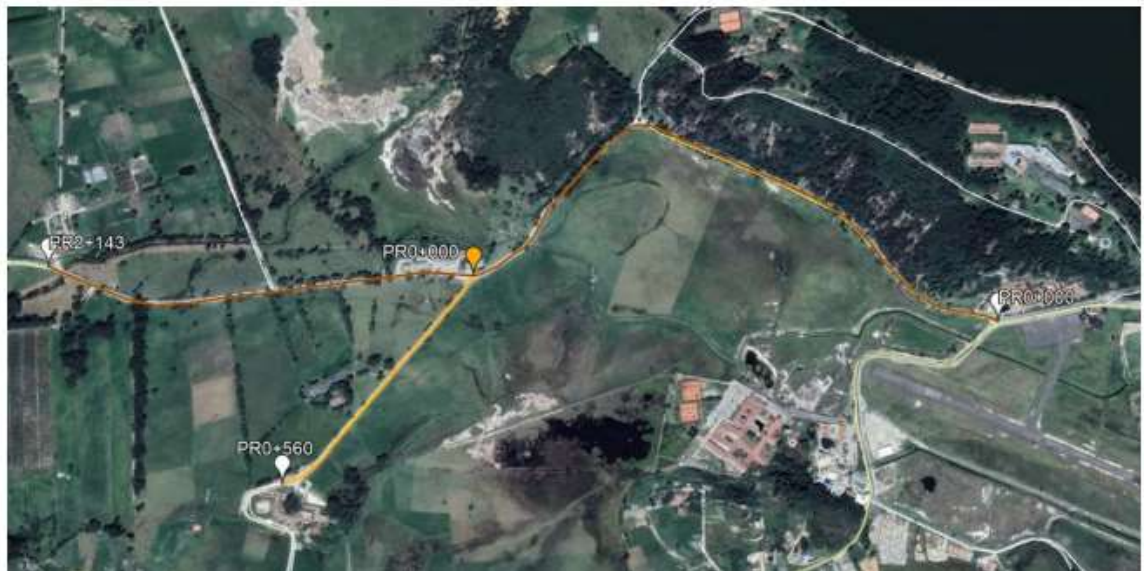
Fuente: Alcaldía del Municipio de Paipa-Sitio web.

2.2 LOCALIZACIÓN ESPECÍFICA

El proyecto se localiza geográficamente entre las veredas la Esperanza y El Salitre del Municipio de Paipa, más exactamente en la vía que conduce al Pantano de Vargas en cercanías de las piscinas Termales de Paipa y del Aeropuerto Juan José Rendón.

El proyecto comprende el mejoramiento de 2.703 kilómetros (dos kilómetros y setecientos tres metros), de la vía que conduce del Municipio de Paipa al Municipio de Toca, en el tramo del Hotel Colonial hasta la Granja Tinguavita. Se encuentra ubicado del KM 0+000 al KM 2+143, tramo denominado de pavimento flexible; por otra parte, se encuentra del KM 0+000 al KM 0+560, en pavimento articulado, como se indica en la figura 2, a continuación:

Figura 2. Localización específica del proyecto.



Fuente: Google Maps.

3. ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE LA PASANTÍA

Mediante la ejecución de esta práctica profesional en modalidad de pasantía se desarrollaron algunas actividades que permitieron la aplicación de diferentes capacidades adquiridas durante la formación académica a lo largo de la carrera de Ingeniería Civil, con lo que se buscó fortalecer las competencias y así, aplicarlas en la vida laboral.

Las actividades desarrolladas durante la pasantía, se exponen a continuación:

- Reconocimiento del proyecto.
- Supervisión del desarrollo de las actividades estipuladas en el contrato.
- Control del cumplimiento de las especificaciones técnicas de la normativa vigente en los procesos constructivos.
- Toma de cilindros de concreto para determinar las resistencias a compresión.
- Elaboración de informes semanales y mensuales que soportará las condiciones del contrato.
- Apoyo en el control y seguimiento del avance de obra.

Las actividades realizadas se desarrollaron de acuerdo al siguiente cronograma:

Tabla 1. Cronograma de actividades.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PASANTÍA															
No.	ACTIVIDAD	AGOSTO		SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
3.1	Reconocimiento del proyecto														
3.2	Supervisión de las actividades estipuladas en el contrato														
3.2.1	Construcción de subdrenaje francés														
3.2.2	Construcción de cunetas														
3.2.3	Construcción de pedraplén														
3.2.4	Colocación de material de sub-base														
3.2.5	Relaces de alcantarillas														
3.2.6	Colocación de material de base granular														
3.2.7	Imprimación de material de base granular														
3.2.8	Construcción de pavimento articulado														
3.4	Apoyo en cobro de actas parciales														
3.5	Realización de informes mensuales														
3.6	Realización de informes semanales														
3.7	Seguimiento a ensayos de laboratorio														
3.8	Seguimiento avance de obra														

Fuente: Autor.

3.1 RECONOCIMIENTO DEL PROYECTO

El día veintiuno (21) de agosto de 2019, se realizó una visita de obra guiada por el ingeniero residente de interventoría Jaime Alonso Lizcano Peñaloza, en compañía de Javier Orduz, topógrafo inspector encargado y Jorge Eliecer Ardila, auxiliar de sistemas integrados de gestión; en la cual se realizó reconocimiento de las obras ejecutadas a la fecha en el proyecto relacionado al contrato No. 284 de 2019 cuyo objeto es la “construcción del mejoramiento de la vía Hotel Colonial, Casona el Salitre a Granja Tunguavita, desarrollado en el Municipio de Paipa, Departamento de Boyacá”, celebrado entre el Municipio de Paipa, como entidad contratante y Pedraza Ingeniería S.A.S., como entidad contratista. Además, se dio acceso a documentos propios del contrato de obra y de interventoría, también se realizó la presentación de los supervisores encargados pertenecientes a la Secretaría de Infraestructura del Municipio de Paipa, quienes fueron indispensables para la realización del proyecto.

Al realizar la visita de obra, se pudo observar la realización de las siguientes obras constructivas:

- Construcción de 4 alcantarillas nuevas, en el tramo correspondiente al pavimento articulado.

Imagen 1. Alcantarillas tramo pavimento articulado.



Fuente: Autor.

- Demolición y construcción de 7 alcantarillas nuevas, en el tramo correspondiente al pavimento flexible.

Imagen 2. Alcantarilla tramo pavimento flexible.



Fuente: Autor.

- Conformación de pedraplén del KM 0+000 al KM 0+560, del tramo de pavimento articulado. Esta obra fue ejecutada ya que la topografía existente en la zona presentaba pendientes menores del 2%, lo que generaba acumulación de aguas de escorrentía superficial. A causa de esto, el especialista en geotecnia planteó “la construcción de un pedraplén con espesor estimado de 40 cm, con el objeto de mejorar las condiciones de comportamiento geotécnico del suelo de subrasante para evitar el ascenso capilar del agua y aislar la estructura de pavimentos planteada” (Roso, 2019, p. 2).

Imagen 3. Construcción pedraplén.



Fuente: Registro fotográfico interventoría.

- Colocación de material de afirmado en el tramo de pavimento flexible, según las especificaciones técnicas de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías-INVIAS-13, en el capítulo 3 de afirmados, sub-bases y bases, en el artículo 311.
- Colocación de material de sub-base en el tramo de pavimento articulado, según las especificaciones técnicas de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías-INVIAS-13, en el capítulo 3 de afirmados, sub-bases y bases, en el artículo 320.

Según las actividades desarrolladas en el periodo comprendido entre 11 de junio y el 31 de julio de 2019, se realizó el primer avance de obra por parte de interventoría, el cual corresponde a un porcentaje de 22 (%); este se hizo con el fin de hacer seguimiento parcial al cronograma de actividades designado en el contrato y así evitar atrasos y contribuir con la optimización de recursos.

Según el cuadro de avance presentado por interventoría, y el estudio detallado al cronograma de actividades presentado por el contratista; se pudo observar que a la fecha no se presentaban atrasos en la ejecución de la obra, por lo que la fecha de finalización de obra establecida en el contrato (10 de diciembre del 2019), concordaba con la fecha de finalización de obra proyectada según la ejecución de actividades.

3.2 SUPERVISIÓN DEL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES ESTIPULADAS EN EL CONTRATO

3.2.1 Construcción de subdrenaje francés.

El sistema de subdrenaje francés se puede definir como:

un sistema tradicional de drenaje que consiste en la combinación de agregados pétreos como gravas y bolos de diferentes tamaños, con un geotextil no tejido punzonado por agujas y una tubería de drenaje. El geotextil actúa como elemento filtrante permitiendo el paso de agua y reteniendo los finos, mientras que el material granular y la tubería se encargan del abatimiento y evacuación del agua (PAVCO, 2006, p. 17).

Dentro de los ítems contractuales del proyecto, no se encontraba la construcción de filtros, sin embargo, tras el recorrido realizado por el especialista hidráulico por parte de interventoría se pudo observar que en algunos de los tramos ubicados del KM 0+000 al KM 2+143, que:

El material que conforma el talud superior, corresponde a 2 materiales areno-limosos que poseen alta permeabilidad, generando líneas de flujo que alteran las condiciones de equilibrio de los suelos de subrasante y por ende los parámetros geotécnicos del subsuelo, reduciendo los esfuerzos de corte de estos, haciéndolos susceptibles a cambios volumétricos (expansión y contracción), por tal razón se deben construir estructuras de subdrenaje (filtros) que capten los flujos de agua subterránea y sean conducidos a las obras de drenaje transversal (Acosta, 2019, p.3).

Es por esto que fue necesario realizar un acta de modificación No 01, la cual corresponde a un “documento en el que se incluyen mayores o menores cantidades de obra y/o ítems no previstos en el inicio del contrato, que son de gran importancia para cumplir con el objeto contractual” (Instituto Nacional de Vías [INVIAS], 2016a, p. 31)., dentro de los cuales se incluyó el ítem 16.4 correspondiente a la construcción de filtros a cualquier profundidad, con material filtrante según norma INVIAS, sin excavación, incluye geotextil NT 2000.

Después de la aprobación del acta de modificación No. 01, se ejecutó la construcción de filtros según los diseños establecidos en los siguientes tramos:

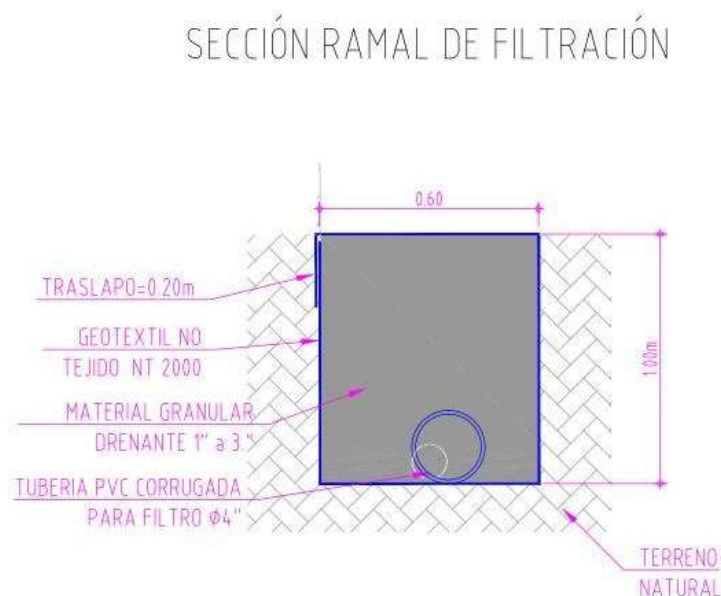
- KM 0+097.00 AL KM 0+211.93
- KM 0+213.93 AL KM 0+389.04

- KM 0+391.04 AL KM 0+525.21
- KM 0+527.21 AL KM 0+679.18
- KM 0+681.18 AL KM 0+811.99

Para un total de 706,99 mL.

Es por esto que se realizó revisión de la excavación realizada para filtro, conforme a los diseños instaurados en el contrato. Las dimensiones establecidas fueron: 0.60 m x 1.00 m (ver figura 3), sin embargo, en algunos tramos se encontró tubería correspondiente a la red de gas por lo que la actividad solo se pudo realizar a 0.60 m de profundidad.

Figura 3. Sección tipo subdrenaje francés.



Fuente: Diseños estipulados en el contrato No. 284 de 2019.

Además, se ejerció control y revisión de la granulometría del material para filtro, según las especificaciones generales de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías 2013(INVIAS-13), en el artículo 673-13 Subdrenes con geotextil y material granular, para su posterior autorización e implementación en los tramos descritos anteriormente.

Por último, se revisó la colocación del tubo PVC corrugado con un diámetro de 4\", para las ventanas de las cajas de entrada de las alcantarillas. Se realizó la actividad

con el fin de que el tubo suministrado por el contratista, cumpliera con las especificaciones técnicas estipuladas en los diseños del contrato de obra.

3.2.2 Construcción de cunetas

Las cunetas son canales abiertos pertenecientes a los sistemas de drenajes longitudinales, las cuales se desarrollan en forma paralela al eje de la carretera. Como su principal objetivo, recogen las aguas de escorrentía provenientes de la calzada o de taludes, con el fin de evitar encharcamientos y así daño a la estructura del pavimento, según Universidad Nacional de Colombia & Instituto Nacional de Vías, (2006).

Dentro de los diseños propuestos por el contratista para el diseño de la vía, se planteó la construcción de cunetas de concreto reforzado de 21 MPa; por lo que se realizó la correspondiente inspección, control y vigilancia del suministro, armado y construcción de cunetas del KM 0+000 al KM 0+560, margen derecha e izquierda, del tramo de pavimento articulado según las especificaciones generales de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías 2013 (INVIAS-13), según el artículo 671-13 Cunetas revestidas en concreto.

Además, se hizo seguimiento a la dosificación utilizada para la construcción de cunetas según los diseños establecidos en el contrato. Esta correspondía a una dosificación por baldes de 4:6:10; lo cual equivale a 4 baldes de cemento, 6 baldes de arena y 10 baldes de grava, acompañados de 180 litros de agua.

Por último, se realizó control sobre el curado del concreto puesto en obra para la construcción de cunetas y se pudo observar que se generaron algunas fisuras por retracción y temperatura, por lo que fue necesario informar al contratista de manera inmediata con el fin de evitar patologías futuras en las demás losas de concreto. El contratista dentro de las medidas preventivas utilizadas, colocó antisol Topex Curador PF contrasol, utilizado como aditivo, según las recomendaciones de las especificaciones generales de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías 2013 (INVIAS-13, según el artículo 630.4.15- Curado de concreto estructural.

3.2.3 Construcción pedraplén

Se realizó control y supervisión del pedraplén construido del KM 0+000 al KM 0+030, perteneciente al tramo de pavimento flexible, según las especificaciones generales de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías 2013 (INVIAS-13), según el artículo 221-13 Pedraplenes. La construcción del pedraplén fue necesaria ya que, al extender el material de afirmado establecido según los diseños propuestos en el contrato sobre la estructura del pavimento, se pudo observar que, al circular tráfico en el determinado tramo, el material presentaba hundimientos, lo que llevó a determinar la baja resistencia del terreno natural.

3.2.4 Colocación material de sub-base

Dentro de los diseños establecidos para la estructura del pavimento, se encontraba la colocación de material de sub-base granular, con un espesor de 0.20 m; por lo que fue necesario realizar la revisión e inspección del material de sub-base a instalar, según las especificaciones generales de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías 2013 (INVIAS-13), en el artículo 320- 13 Sub-base granular, en el KM 0+000 al KM 2+143.

3.2.5 Realces de alcantarillas

Dentro del tramo correspondiente al pavimento flexible, fue necesaria la construcción de 7 alcantarillas nuevas; con el fin de evacuar las aguas provenientes de escorrentía, estas fueron diseñadas de acuerdo a la capacidad hidráulica. Sin embargo, en el tramo comprendido entre el KM 1+000 al KM 2+143, del tramo de pavimento flexible, se encontraron 6 alcantarillas revestidas en buenas condiciones, en las cuales se pudo realizar realces de cabezotes de entrada y salida, para su perfecto funcionamiento.

Por este motivo, se realizó supervisión de la construcción de bases, cabezotes de entrada y salida de las alcantarillas ubicadas en el KM 1+070 y KM 1+350. Se observó que el personal del contratista realizó la dosificación y mezcla adecuada y se apoyó en la toma de cilindros de concreto por parte de la interventoría, según lo establecido en la NTC 1377:10-Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos en el laboratorio.

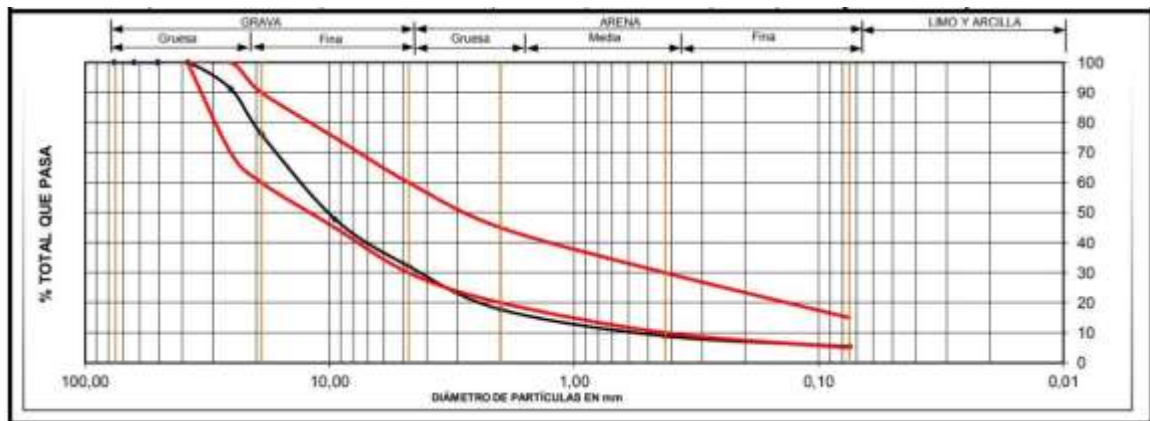
3.2.6 Colocación de material de base granular

Según los diseños establecidos para la estructura del pavimento, se encontraba la colocación de material de base granular, con un espesor de 0.20 m; por lo que se revisó la granulometría del material para base, según las especificaciones generales de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías 2013 (INVIAS-13), en el artículo 330-13 base granular, para su posterior autorización e implementación, del KM 0+330 al KM 0+660.

Es así, como en el momento de supervisar la colocación del material de base granular y realizar autocontrol sobre el material suministrado por la Cantera El Redil de Sotaquirá y analizar los resultados enviados por el laboratorio Rapitest Ingeniería LTDA, con los requisitos de los agregados para afirmados, sub-bases granulares y bases granulares; se concluye que el material suministrado no cumple con la curva granulométrica (gráfica 1), ni con el valor del equivalente de arena, lo que genera fallos en la estructura del pavimento, que se desarrollan por medio de grietas longitudinales y hundimientos.

De acuerdo a la curva granulométrica, se evidencia que se encuentra por fuera de las bandas granulométricas, esta presenta porcentajes de arenas bajos respecto a los requisitos que se deben tener en cuenta al momento de colocar material de base granular y al determinar el coeficiente de uniformidad (C_u); el cual determina si un suelo está conformado por material bien gradado (de todos los tamaños), o si está conformado por un material uniforme (de un solo tamaño) y el coeficiente de concavidad o redondeo; el cual representa cómo están distribuidos los tamaños de las partículas dentro de un suelo, según (Ramírez, 2001, p.67), se determina que es un material bien gradado; sin embargo, en el artículo 330-Base granular, se exige que la curva granulométrica sea uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja sin saltos bruscos con el fin de evitar segregaciones y garantizar niveles de compactación y resistencia, lo cual se vio afectado, por la heterogeneidad de la curva.

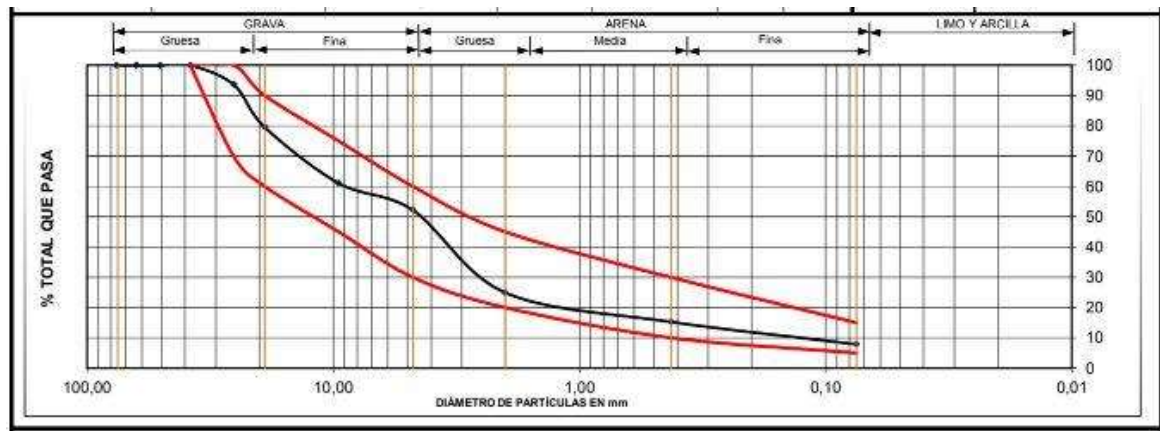
Gráfica 1. Curva granulométrica base granular El Redil.



Fuente: Laboratorio Rapitest LTDA.

La curva granulométrica (gráfica 2) de la cartera Central de Triturados de Nobsa, por su parte, presenta un material bien gradado, que se encuentra dentro de las bandas granulométricas, y que es ajustado según la fórmula de trabajo desarrollada por el contratista e interventoría, ya que no es totalmente paralela a los límites de la franja, pero que presenta un buen comportamiento en el momento de la colocación.

Gráfica 2. Curva granulométrica cantera Central de Triturados de Nobsa.



Fuente: Laboratorio Rapitest LTDA.

También, fue necesario realizar la recomendación al contratista del cubrimiento por medio de plástico al material de base colocado en obra, ya que se presentó temporada de lluvias durante algunas semanas, y esto genera saturación del material lo que impide la compactación de este cuando se está colocando, y de esta manera genera segregación, así como también, reprocesos de escarificación y colocación de material.

3.2.7 Imprimación material de base granular

La imprimación de material de base granular según Arce Romero (2015), es un proceso de aplicación de un material asfáltico, en forma de película, con el fin impermeabilizar superficies, cerrar espacios capilares y promover adherencia al colocar el material asfáltico.

Debido a la importancia de la actividad, se realizó supervisión e inspección a la imprimación de la base granular del KM 0+340 al KM 540 y del KM 1+150 al KM 1+540 (Tramo pavimento flexible). Se recomendó al operador realizar la limpieza correspondiente por medio de un compresor a los dos carriles a imprimir para posteriormente colocar la emulsión asfáltica de rompimiento rápida (CRR-1) establecida en las condiciones iniciales del contrato de obra. Se imprimó una longitud de 590 metros lineales (ml) en un ancho de carril de 6.60 metros (m), lo que equivale a un área de 3894 metros cuadrados (m^2). Se ejecutaron once millones doscientos treinta y cuatro mil ciento noventa pesos m/cte. (11'234.190,00), lo que equivale a un 27.5% del total para imprimir.

3.2.8 Construcción pavimento articulado

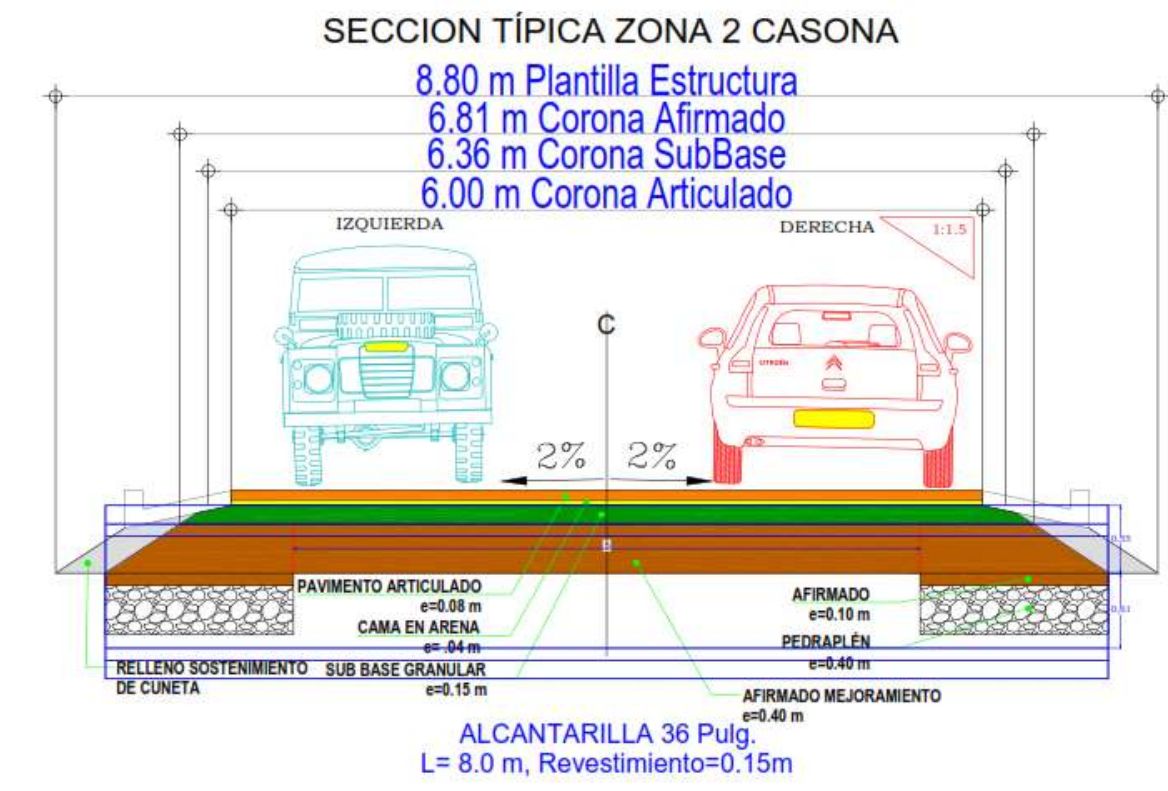
Dentro de los ítems contractuales del proyecto, se incluyó la construcción de pavimento en adoquín de arcilla rectangular, para el tramo 2; comprendido entre la planta de bienestarina antigua del Instituto de Bienestar Familiar de Paipa y el hotel La Casona El Salitre, con una longitud de 560 metros (m).

Es por esto, que fue necesario la supervisión de la construcción del pavimento articulado, según la especificación técnica del 2011: instalación de adoquines de arcilla para superficies de tránsito peatonal y vehicular del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU).

Se realizó la correspondiente revisión del suministro de unidades de adoquines de arcilla suministrados por el contratista para la colocación en el pavimento articulado, con dimensiones 8x10x20 (cm), de acuerdo a los diseños estipulados en el contrato.

Además, se supervisó la capa base de arena, que sirve como “base de asentamiento para los adoquines, permitiendo así su correcta instalación, compactación y nivelación” (Instituto de Desarrollo Urbano, 2011, p.1).

Figura 4. Sección típica pavimento articulado.



Fuente: Consorcio Intervial Colonial.

Finalmente, se ejerció control de las deflexiones presentadas en el tramo de pavimento articulado construido, con el fin de recibir la actividad a satisfacción, en la cual se tuvo en cuenta el numeral 700.7, condiciones para el recibo de los trabajos, de la especificación técnica del IDU, inicialmente mencionada, en la cual especifica que la superficie terminada no podrá presentar irregularidades mayores a cinco milímetros (5 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m) en cualquier punto que se escoja.

Por la actividad anteriormente descrita, se pudo observar que algunos tramos presentaban irregularidades aproximadamente de 20 mm, por lo que fue necesario el cambio de algunos tramos del pavimento articulado.

3.3 APOYO EN EL COBRO DE ACTAS PARCIALES

Dentro de los cobros estipulados en el contrato existen las actas parciales de pago, que se conocen como “un documento que se firma para efectuar un pago parcial al cabo de un determinado periodo” (Pedraza Ferreira & Rodríguez Mantilla, 2017a, p.9).

Según lo estipulado en el contrato No. 285 del 2019, suscrito entre la Alcaldía de Paipa y el Consorcio Intervial Colonial:

la forma de pago de la contratación se hará de la siguiente manera: hasta un 90% del valor del contrato, se cancelará de acuerdo a las actas de recibo parcial según avance de obra, debidamente sustentado con informes y visto bueno del supervisor delegado, las facturas correspondientes a las actas de avance parcial aprobadas, el informe consolidado del avance y los aportes del sistema de seguridad social (Alcaldía de Paipa, 2019, p. 3).

Dentro del periodo comprendido entre el 11 junio y el 30 de agosto, se efectuó el cobro de un acta parcial de pago de obra correspondiente al 33.32 %y un cobro de acta parcial de pago de interventoría, el cual según el contrato se efectúa por el 7%, del valor cobrado por el contrato de obra, como se evidencia en la gráfica 3.

Gráfica 3. Ejecución del contrato a 30 de agosto de 2019.



Fuente: Autor.

El acta de pago parcial de interventoría fue cobrada por un valor de ciento siete millones novecientos veinticinco mil quinientos ochenta y cuatro pesos (\$ 107.925.584,00.) Se presentaron a la Alcaldía del Municipio de Paipa algunos documentos como copia del contrato, registro presupuestal, acta de inicio, aprobación de pólizas del contrato, certificación bancaria, planillas de pago de seguridad social y parafiscales del mes de junio, julio y agosto de los trabajadores pertenecientes al grupo de interventoría junto con los informes de interventoría realizados por la pasante, correspondientes a las actividades ejecutadas dentro del periodo mencionado anteriormente por el personal estipulado dentro del pliego de condiciones del contrato de interventoría.

Para el acta de pago parcial de obra, se hizo necesario establecer las cantidades pactadas para el cobro de los ítems ejecutados por el periodo de cobro, por lo que se realizó la medida de las alcantarillas con el fin de establecer las cantidades de concreto simple y concreto ciclópeo ejecutadas en el contrato, para lo cual se diseñó un formato de cálculo de cantidades de concreto de alcantarillas, por la pasante (ANEXO B), y en común acuerdo con el ingeniero por parte del contrato de obra encargado de las memorias de cantidades se definieron estas para el cobro.

3.4 REALIZACIÓN DE INFORMES MENSUALES

Dentro de las funciones correspondientes de la interventoría, se establece:

elaborar un informe mensual, dentro de los cinco (5) primeros días de cada mes de ejecución durante la vigencia de la interventoría. En

dicho informe debe aparecer el estado de la obra teniendo en cuenta aspectos técnicos, económicos, financieros, legales, contractuales, estado del equipo, personal, materiales, programa de trabajo, avance en la ejecución de la obra, problemas pendientes de solución que afecten la realización del proyecto y en general todo aquello que de una u otra forma esté relacionado con el desarrollo de la obra (Pedraza Ferreira & Rodríguez Mantilla, 2017b, p.44).

Es por esto que se brindó apoyo al ingeniero residente de interventoría, Jaime Alonso Lizcano, en la realización del informe técnico de interventoría, solicitado en los informes mensuales No. 2,3,4 y 5. El informe de interventoría es de gran importancia en el proceso ya que reúne las actividades realizadas por el contratista y la interventoría en el mes, asimismo recolecta los ensayos realizados por las dos partes, observando y analizando si el proceso se ejecuta de manera correcta y si se cumple con las especificaciones técnicas estipuladas en el contrato de obra. Se analizan los porcentajes de ejecución y porcentajes programados y de esta manera se evalúa el desempeño del contratista en el mes. De esta manera, se establecen acciones de mejora para el siguiente mes.

Igualmente, se recolecta información de planillas de pago de seguridad social, informe técnico de interventoría, certificaciones de pago de planillas de interventoría y contratista, documentación de oficios recibidos y enviados, legalizaciones de cambio de personal del proyecto, requisitos implementados del Plan de la Adecuación de la Guía Ambiental y del Plan de Manejo de Tráfico, planes realizados por el contratista.

Los informes fueron presentados al ingeniero Helmer Herrera Rivera, supervisor delegado del contrato No. 285 de 2019, Secretario de Infraestructura del Municipio de Paipa en el periodo 2016-2019.

3.5 REALIZACIÓN DE INFORMES SEMANALES

Los informes semanales “se deben elaborar de acuerdo con el objeto del contrato intervenido y el tipo de contratación, los informes deben ser debidamente firmados por el supervisor o interventor designado por el Estado a la Dirección de Contratación y Proyectos de Inversión” (Pedraza Ferreira & Rodríguez Mantilla, 2017c, p.51).

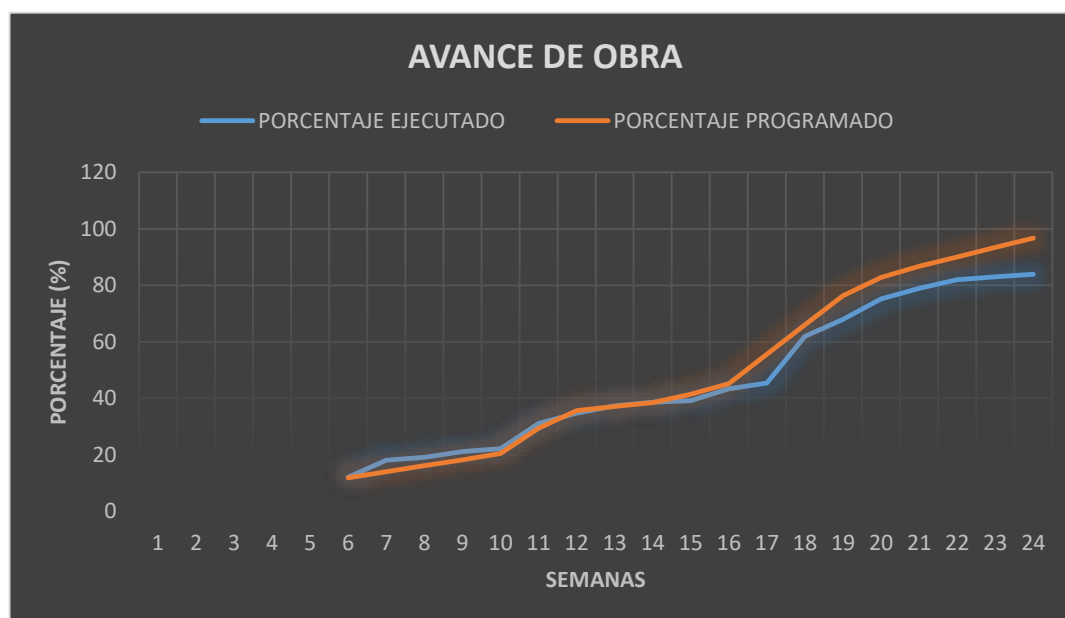
Estos informes hacen parte del pliego de condiciones iniciales contratados, como reporte a la entidad contratante.

La realización de informes semanales es de gran importancia en el proyecto ya que, gracias a estos se puede evidenciar las actividades desarrolladas por el contratista de obra y la interventoría; además, se relaciona el avance de obra y se pactan los compromisos de la semana entre contratista e interventoría. Este es un reporte

semanal que permite hacer seguimiento al proyecto por parte de la Alcaldía del Municipio de Paipa y la Gobernación de Boyacá.

Se brindó apoyo en la realización de informes semanales del periodo comprendido entre el 21 de agosto de 2019 al 23 de noviembre del 2019. Estos informes son entregados en la Secretaría de Infraestructura del Municipio de Paipa al supervisor encargado, Ingeniero Helmer Herrera Rivera y al supervisor del contrato por parte de la Gobernación de Boyacá, Ingeniero Gustavo Reyes. Gracias a estos informes se pudo realizar el seguimiento al contratista en función del avance de obra. A continuación, se muestra la gráfica 4, correspondiente a la medición del avance de obra entre la semana 6 y la semana 24.

Gráfica 4. Avance de obra.



Fuente: Autor.

Se puede observar que hasta la semana 14, el contratista de obra presentó un desempeño satisfactorio, que cumplía con el cronograma de actividades propuesto en el contrato; sin embargo, a partir de la semana 15 se evidencia que el contratista presenta atrasos que varían entre el 1.8% y el 13%. De acuerdo a las actividades programadas, se pudo analizar que el atraso de obra se generó en su mayoría, por la escasez de material de base granular que cumpliera con las especificaciones técnicas de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías-INVIAS-13, correspondientes al artículo 330. Dentro del perímetro cercano al proyecto solo se encuentra una cantera que cumple al 100% las especificaciones mencionadas anteriormente, la cual corresponde a la cantera Central de Triturados de Nobsa, que se localiza aproximadamente a 28 kilómetros (km). Al presentar atraso de obra con

la colocación de material de base granular, se vieron afectadas otras actividades como lo fueron la imprimación del material de base granular y la colocación de la carpeta asfáltica, que se encontraba programada entre las semanas 16 a 22. Sin embargo, se estudiaron diferentes variables que aportaron porcentaje de atraso como la semana del Bicentenario comprendida entre el 05 y 11 de agosto del 2019, ya que el proyecto se encontraba en la denominada Ruta Libertadora, por lo que fueron canceladas actividades en la obra. Es por esto que la interventoría tuvo que exigir un plan de contingencia al contratista de obra con el fin de nivelar los atrasos generados por estos ítems y evitar que la fecha de finalización del contrato se extendiera.

3.6 SEGUIMIENTO A ENSAYOS DE LABORATORIO

Dentro de las actividades desarrolladas en la interventoría, se encuentra el seguimiento y control a los ítems ejecutados por el contratista de obra, es por esto que se realizó control sobre el ítem 11.1 Cunetas revestidas en concreto de 21 MPa (3000 psi), incluye sello de juntas, por medio de la toma de testigos de concreto, según lo establecido en la NTC 1377:10-Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos en el laboratorio.

A continuación, se expone un gráfico (gráfica 5), el cual brinda información acerca de los resultados de laboratorio de los cilindros sometidos a ensayo de compresión por parte del laboratorio López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S:

Gráfica 5. Resultados de laboratorio resistencia a la compresión en cunetas



Fuente: Autor.

De acuerdo a la gráfica anterior se puede analizar que, de las muestras tomadas, el 75% cumple con la resistencia a la compresión que se estipula en el contrato; sin embargo, un 25% se encuentra con resistencias menores a las exigidas.

Según el artículo 671-13 Cunetas revestidas de concreto de las especificaciones técnicas de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías, el cual indica que, “en consecuencia, si en caso de discusión, la resistencia de los núcleos tomados de la obra ejecutada no resulta satisfactoria, el interventor rechazará las piezas o el representado por dichos núcleos” (Instituto Nacional de Vías, [INVIAS], 2012b, p. 318). Por tal motivo, la interventoría decide rechazar algunos tramos de construcción de cunetas, lo cual equivale a cincuenta metros lineales (50 mL), generando pérdidas para el contratista, pero asegurando la resistencia y calidad en la ejecución de las obras lo que favorece a no haber detrimento en el patrimonio del estado, ya que esto afecta a la ganancia del contratista.

3.7 SEGUIMIENTO AVANCE DE OBRA

Dentro de las obligaciones principales que tiene el Municipio de Paipa frente a los contratos de obra e interventoría, se encuentra determinado designar un profesional o personal idóneo para la supervisión del contrato, el cual puede solicitar al contratista informes necesarios para el seguimiento del contrato. Es por esto que se realizaron avances de obra parciales cada mes, con el fin de informar a la entidad contratante, en este caso la Alcaldía del Municipio de Paipa, acerca de la ejecución del proyecto. De esta manera se pudo observar que el contratista de obra presentaba un atraso y fue necesario solicitar una prórroga por quince días (15) al Municipio de Paipa, con el fin de cumplir con el objeto del contrato.

Los formatos utilizados para el avance de obra fueron sugeridos por la Alcaldía del Municipio de Paipa y diligenciados por la pasante (ANEXO D).

3.8 REALIZACIÓN DE PRESUPUESTO

Después de la visita realizada por el ingeniero Oscar Corredor, Secretario de Infraestructura del Departamento de Boyacá en el periodo 2016-2019, el día jueves 17 de octubre del 2019, y a petición del ingeniero Carlos Amaya, Gobernador del Departamento de Boyacá, se solicitó a la interventoría del proyecto la realización del presupuesto de obra, como primera instancia para solicitar un adicional, de la construcción del acceso al hotel La Casona El Salitre, ya que es el punto de finalización del tramo de pavimento articulado construido dentro del alcance del proyecto y es la entrada del declarado patrimonio nacional, por lo que es de gran importancia su presentación.

En conjunto con el ingeniero residente de interventoría Jaime Lizcano, se realizó el presupuesto tras los diseños establecidos por el ingeniero especialista en infraestructura vial y se obtuvo al determinar las cantidades de obra que el costo

total (costo directo + administración, imprevistos y utilidades), se encontraba en ochenta y ocho millones ochocientos setenta y tres mil ochocientos treinta pesos con dieciséis centavos m/cte. (\$88'873.830,16). El presupuesto se encuentra a continuación:

Tabla 2. Presupuesto obra adicional.

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA HOTEL COLONIAL, CASONA DEL SALITRE A						
ITEM	Espec. Tec. de Constr. Invas 2013	DESCRIPCION	UND	CANT	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
PRESUPUESTO RETORNO A LA CASONA EL SALITRE						
8	EXPLANACIONES					
8.1	INVIAS ART 210	3.02.02 EXCAVACION DE CORTES Y CANALES SIN CLASIFICAR (INCLUYE ACARREO LIBRE DE 3 KM.	M3	11.0	\$ 13,021	\$ 143,231
9	AFIRMADOS, BASES Y SUBBASES					
9.1	INVIAS ART 320	3.04.07 SUMINISTRO, EXTENDIDA Y COMPACTACION DE MATERIAL SELECCIONADO PARA SUBBASE GRANULAR (INCLUYE ACARREO LIBRE DE 3KM) (**)	M3	137.0	\$ 82,103	\$ 11,256,331
9.2	INVIAS ART 330	3.04.06 SUMINISTRO, EXTENDIDA Y COMPACTACION DE MATERIAL SELECCIONADO PARA BASE GRANULAR (INCLUYE ACARREO LIBRE DE 3km) (**)	M3	137.0	\$ 91,362	\$ 12,516,594
10	SARDINELES Y ANDENES					
10.1	INVIAS ART 672	3.08.09 BORDILLO FUNDIDO EN SITIO H= 50 CM E=15 CM	ML	140.0	\$ 52,744	\$ 7,384,160
10.2	INVIAS ART 640	3.10.12 SUMINISTRO FIGURADO Y ARMADO DE ACERO DE REFUERZO 60000 PSI 420 MPA	KG	900.0	\$ 3,606	\$ 3,245,400
11	PAVIMENTO ARTICULADO					
11.1	INVIAS ART 510	3.07.03 PAVIMENTO EN ADOQUIN DE ARCILLA RECTANGULAR RECTO DIMENSIONES LONGITUD 50 -250 MM ANCHO 50 - 80 MM - ESPESOR 80 - 100 MM (NTC 3829 - INVIAS) (VEHICULAR)	M2	358.0	\$ 51,532	\$ 18,448,456
12	SEÑALIZACIÓN Y DEMARCAÇÃO					
12.1	INVIAS ART 710	3.09.14 SUMINISTRO E INSTALACION SEÑAL VIAL INFORMATIVA TAMAÑO 2m*30 cm con soporte en H SEGÚN NORMA INVIAS	UND	1.0	\$ 487,980	\$ 487,980
12.2	INVIAS ART 710	3.09.15 SUMINISTRO E INSTALACION SEÑAL VIAL PREVENTIVA TAMAÑO 75*75 cm. SEGÚN NORMA INVIAS	UND	4.0	\$ 235,401	\$ 941,604
12.3	INVIAS ART 700	3.09.04 MARCAS VIALES CON PINTURA DE TRAFICO SEGUN NORMA INVIAS Y DISEÑO (INCLUYE MICROESFERAS)	M2	45.0	\$ 42,376	\$ 1,906,920
13	TRANSPORTE					
13.1	EPG 3.12.03	3.12.03 TRANSPORTE DE MATERIAL DE AFIRMADO Y/O GRANULAR DESPUÉS DE 5 KM (INSTALADO Y COMPACTADO SEGÚN SECCIÓN DE DISEÑO)	M3-KM	7354.2	\$ 1,593	\$ 12,033,809
COSTO DIRECTO OBRA						\$ 68,304,484.74
A.I.U. 30%					ADMINISTRACION	22.00%
					IMPREVISTOS	3.00%
					UTILIDAD	5.00%
TOTAL COSTO DIRECTO + AIU						\$ 88,873,830.16

Fuente: Autor.

4. APORTES DEL TRABAJO

En el transcurso del pregrado, el estudiante adquiere conocimientos que puedan contribuir al logro de un fin, es por esto que, dentro del apoyo en la interventoría técnica, financiera, administrativa, al contrato cuyo objeto es “construcción de mejoramiento de la vía Hotel Colonial, Casona El Salitre a Granja Tinguavita Municipio de Paipa, Departamento de Boyacá”, se lograron diferentes aportes que se exponen a continuación.

4.1 APORTES COGNITIVO

4.1.1. Formato de cumplimiento de especificaciones técnicas de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), para material de base granular

Tal como se evidenció en la ejecución de las actividades desarrolladas por la pasante, se pudo observar que, en la supervisión de los procesos constructivos de la obra, la interventoría estuvo atenta acerca del cumplimiento de las especificaciones técnicas de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías 2013 (INVIAS-13).

Dado que el material suministrado por la cantera El Redil, no cumplió con las especificaciones necesarias, la pasante diseñó un formato de cumplimiento para material de base granular según las especificaciones del INVIAS-13, el cual emite el concepto de cumplimiento o no cumplimiento según los rangos estipulados (ANEXO A).

Tabla 3. Formato de cumplimiento de especificaciones técnicas de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	NT2 BASE GRANULAR	CANTERA EL REDIL SOTAQUINA	CUMPLIMIENTO	CANTERA CENTRAL DE TRITURADOS NOBIA	CUMPLIMIENTO
COMPOSICIÓN						
Granulometría	E-215	Tabla 330.1				
DUREZA-Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A)						
500 revoluciones (%)	E-218	≤40	38.8	CUMPLE	35	CUMPLE
LIMPIEZA						
Límite líquido (%)	E-125	0	0	CUMPLE	0	CUMPLE
Índice de plasticidad (%)	E-126	0	0	CUMPLE	0	CUMPLE
Equivalente de arena (%)	E-135	≥ 30	25	NO CUMPLE	30	CUMPLE
Valor de azul de metileno	E-235	≤ 10	9	CUMPLE	7	CUMPLE
RESISTENCIA DEL MATERIAL						
CBR (%)	E-148	≥ 80	100	CUMPLE	100	CUMPLE

Fuente: Autor.

4.1.2. Formato de cálculo de cantidades de concreto en alcantarillas

Otro de los aportes importantes desarrollados, fue la creación de un formato de cálculo de cantidades de concreto en alcantarillas, que se ofrece a la entidad, con el fin de mejorar el desempeño de esta y permiten determinar las áreas y volúmenes de concreto correspondientes a cada una de las partes que componen la estructura de las alcantarillas, como lo son la zarpa, muros delanteros, traseros y laterales, guardarueda, aletas, ventanas o vertederos y lloraderos. Los formatos presentan esquemas ilustrativos realizados con los conocimientos básicos adquiridos del programa AUTOCAD 2014, proporcionado por las asignaturas pertenecientes a la

mallla curricular de la facultad de ingeniería civil de la Universidad Santo Tomás-Seccional Tunja (ANEXO B).

Los formatos señalados anteriormente fueron de gran importancia en el cobro del acta parcial del periodo correspondiente al 11 de junio de 2019 y 30 de agosto de 2019, con el fin de facilitar el suministro de información al director de obra, para el común acuerdo de las cantidades a cobrar con el contratista a la Alcaldía del Municipio de Paipa.

Para el cálculo del concreto de los muros laterales, fue necesario realizar el ajuste del descuento del volumen proporcionado por los lloraderos, estructuras de conexión entre la tubería PVC proveniente del filtro y la alcantarilla, así como también, de los vertederos o ventanas, estructuras de entrada de las aguas provenientes de escorrentía con dirección a la alcantarilla.

Para el cálculo del muro delantero, fue necesario realizar el ajuste de descuento del volumen proporcionado por la tubería de 36”.

4.1.3. Cartilla “Patologías del concreto”

Por último, como otra de las actividades desarrolladas en el proyecto en ejecución, se encontraba la supervisión de la construcción de cunetas reforzadas, la cual se realizó en el tramo 2, comprendido entre el KM 0+000 al KM 0+560, ubicado desde la entrada de la planta de bienestarina antigua del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y el hotel La Casona El Salitre. Después del seguimiento a las diferentes actividades de construcción, fue de vital importancia, inspeccionar el curado adecuado que se le daba a las cunetas y después de la supervisión de estas, se empezaron a observar grietas transversales, por lo que se desarrolló una cartilla educativa, explicando la definición del concreto estructural, patologías estructurales, técnicas recomendadas de curado en el concreto y se presentan algunos tipos de patologías presentadas en este, con el fin de proporcionar a los estudiantes de la Universidad Santo Tomás, una ayuda educativa a tener en cuenta para la buena ejecución de obras en las que la utilización del concreto se evidencia en grandes cantidades (ANEXO C).

4.2 APORTES A LA COMUNIDAD

Gracias a la adjudicación de la licitación pública del contrato de obra No. 284, celebrado entre la Alcaldía de Paipa y Pedraza Ingeniería S.A.S, fue posible la ejecución del contrato cuyo objeto fue “MEJORAMIENTO DE LA VÍA HOTEL COLONIAL, CASONA EL SALITRE A GRANJA TUNGUAVITA, MUNICIPIO DE PAIPA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ”, el cual tuvo gran importancia en los habitantes de la provincia de Tundama, ya que contribuyó en la optimización de la red vial del municipio de Paipa, al interconectar la zona rural y la zona urbana,

disminuyendo tiempos de desplazamiento entre sectores y mejorando el paisaje, logrando así mayor turismo en la zona, lo cual implica una mejora en la economía.

Los habitantes se veían afectados en gran parte, ya que la vía se encontraba desgastada, con pérdida de capa de rodadura causada por la falta de obras de arte para el manejo de aguas lluvias y los altos flujos de tránsito pesado debido a la economía que influye en esta zona, la cual pertenece al sector carbonero, así como también, el alto flujo vehicular por el acceso a la zona turística.

De acuerdo a las exigencias de un proceso licitatorio, fue necesario la contratación de una interventoría externa al municipio de Paipa, la cual garantiza la ejecución de las obras, el control y calidad de materiales y la gestión adecuada del presupuesto, para lo que fue contratado el CONSORCIO INTERVIAL COLONIAL.

Debido a la importancia de la obra y las diferentes actividades a desarrollar en esta, y ya que no se contaba con la cantidad de personal adecuado en la interventoría, fue contratada la pasante, con el fin de apoyar la supervisión de las actividades estipuladas en el contrato, realizar seguimiento a avance de obra, presentación de informes semanales y mensuales y hacer seguimiento a los ensayos de laboratorio, de esta manera, brindar a la alcaldía de Paipa y a los habitantes del municipio, la garantía de la ejecución de las obras, con el fin de evitar el detrimento hacia recursos del estado.

El proyecto fue socializado a la comunidad el día jueves 19 de septiembre del 2019, como una invitación del doctor Yamid Noé Hurtado, alcalde del Municipio de Paipa, a la comunidad, socialización que pudo ser desarrollada gracias al apoyo y a la información suministrada por medio de una presentación de diapositivas por parte de la pasante.

5. IMPACTOS

La realización del proyecto “INTERVENTORÍA TÉCNICA, FINANCIERA Y ADMINISTRATIVA, AL CONTRATO CUYO OBJETO ES LA CONSTRUCCIÓN DEL MEJORAMIENTO DE LA VÍA HOTEL COLONIAL, CASONA EL SALITRE A GRANJA TUNGUAVITA, DESARROLLADO EN EL MUNICIPIO DE PAIPA, DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ”, tuvo como fin una contribución significativa que aportará cambios duraderos a la sociedad, la economía y el medio ambiente, contribución que se denomina aporte y que fue alcanzada gracias a la destacada participación que se obtuvo en el apoyo a la interventoría.

5.1 IMPACTOS SOCIO-CULTURALES

Los impactos sociales generados en el desarrollo de las actividades propuestas fueron positivos, ya que gracias a la realización del presupuesto de obra que se realizó en conjunto con el ingeniero residente de interventoría y los análisis de precios unitarios (APU's) solicitados por el ingeniero Oscar Corredor, Secretario de Infraestructura del Departamento de Boyacá en el periodo (2016-2019), para el posible adicional y tras la inconclusa respuesta por parte de la Gobernación de Boyacá, el contratista decide incluir en el proyecto el mejoramiento al acceso del Hotel La Casona El Salitre, considerado patrimonio histórico, mejorando el turismo del municipio de Paipa.

Imagen 5. Acceso al Hotel La Casona El Salitre.



Fuente: Consorcio Intervial Colonial.

5.2 IMPACTOS INSTITUCIONALES

De acuerdo al proceso vivenciado y dentro del aprendizaje del proyecto en referencia, fue posible la realización de una cartilla educativa sobre patologías del concreto, la cual es de gran impacto para los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Santo Tomás, quienes pueden involucrarse de manera general a los procedimientos y buenas prácticas a tener en cuenta en el momento de la construcción de una estructura de concreto, con el fin de evitar patologías futuras.

5.3 IMPACTOS ECONÓMICOS

Gracias a la supervisión de los procesos constructivos en la ejecución de la obra, se pudieron evidenciar grandes impactos económicos. Al realizar seguimiento al avance de obra de acuerdo a las actividades desarrolladas, se pudo evidenciar saldos del contrato, determinados por la finalización de diferentes ítems, razón por la cual se pudo aprovechar el recurso en obras complementarias como lo fueron, la construcción del “muro en L”, producto de un fallo de media luna, así como también, la construcción de gaviones, actividad complementaria del muro, en los extremos de este.

Además, al realizar la supervisión de la construcción de cunetas y la elaboración de cilindros de concreto, se pudo detectar a tiempo las fallas correspondientes y así evitar la pérdida hacia recursos del estado.

Asimismo, y gracias a la supervisión de actividades desarrolladas y al cálculo de cantidades de concreto de alcantarillas, por medio de los formatos suministrados al Consorcio Intervial Colonial, fue posible el cobro de actas de pago parciales de interventoría de manera adecuada y debidamente sustentadas, para así realizar un análisis claro en conjunto con el contratista y evitar el detrimento hacia recursos del estado.

El Consorcio Intervial Colonial, obtuvo por su parte, un excelente documento base para los demás contratos de interventoría realizados, que cuenten con características similares en cuanto a la construcción de alcantarillas.

5.4 IMPACTOS AMBIENTALES

El cuidado del medio ambiente, es uno de los factores imprescindibles en la ejecución de proyectos, es por esto que es de gran importancia el adecuado seguimiento a los procedimientos ambientales ejecutados, así es como uno de los mayores impactos del proyecto fue de tipo ambiental; gracias al seguimiento por parte de la pasante, del Plan de la Adecuación de la Guía Ambiental, presentado por el contratista mensualmente y revisado por el residente de interventoría con apoyo de la pasante, como parte del informe mensual presentado al supervisor designado de la Secretaría de Infraestructura del Municipio de Paipa. Se evidencio

el cumplimiento de toda la normativa estipulada para la realización del proyecto, buscando generar la menor contaminación posible y aprovechando los diferentes recursos al máximo.

6. CONCLUSIONES

- Gracias a los informes semanales y mensuales elaborados y suministrados a la Alcaldía del Municipio de Paipa, fue posible realizar un seguimiento a las actividades ejecutadas en la obra, así como también, al porcentaje de ejecución de esta actividad que fue de vital importancia al momento de presentar atrasos por parte del contratista de obra, lo cual logró la búsqueda de estrategias de avance y empatía con el cronograma de actividades establecido.
- Mediante el apoyo brindado al residente de interventoría en el seguimiento al avance de obra, se observó que debido a los atrasos presentados en el suministro de material granular y demás retrocesos, se hace indispensable el cumplimiento de las cláusulas sancionatorias estipuladas en el contrato de compra con las entidades y las empresas correspondientes, con el fin de evitar pérdidas significativas de los diferentes recursos.
- El seguimiento a las actividades desarrolladas en obra y el control de las especificaciones técnicas empleadas, permiten el total cumplimiento del objeto del contrato y evitan sobre costos con el fin de mitigar factores que incrementen la corrupción y de esta manera lograr la excelente utilización de los recursos estatales.
- En el proceso de la pasantía, se obtuvo conocimiento técnico, administrativo, financiero y ambiental sobre la ejecución de la obra, ya que se desarrollaron diferentes actividades desde la supervisión de procesos constructivos, hasta el manejo administrativo con la entidad contratante, la Alcaldía del Municipio de Paipa, lo que indica un ejercicio completo.
- La atención de inquietudes y requerimientos hacia los usuarios de la vía, fue fuente de comunicación vital ante las necesidades expuestas por estos, lo cual generó satisfacción de las actividades desarrolladas en obra.
- La opción de grado denominada pasantía, es de gran importancia en el proceso del pregrado, como opción para obtener el título profesional, ya que ofrece un acercamiento a la vida profesional y al manejo que se debe llevar en esta.
- La participación de una entidad externa al proceso de contratación, como lo es la interventoría, es indispensable en la ejecución de la obra, con el fin de dar total cumplimiento al objeto del contrato, y de esta manera garantizar a los contribuyentes la buena utilización de los recursos estatales.

7. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las actividades desarrolladas en la pasantía “APOYO A LA INTERVENTORÍA TÉCNICA, FINANCIERA, ADMINISTRATIVA, REALIZADA AL CONTRATO DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA HOTEL COLONIAL, CASONA EL SALITRE A GRANJA TUNGUAVITA EN EL MUNICIPIO DE PAIPA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ”, se realizan las siguientes recomendaciones, con el fin de que la comunidad educativa las tenga en cuenta:

- Se debe realizar un estricto seguimiento al cumplimiento de especificaciones técnicas vigentes de los proyectos, con el fin de evitar procesos constructivos deficientes y de esta manera velar por el bienestar de los usuarios.
- Es aconsejable para el pasante estar atento de los procesos constructivos que se van a realizar en obra para así hacer seguimiento de estos por medio de las especificaciones técnicas vigentes aplicadas al proyecto como lo son las especificaciones generales de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías, en las cuales se encuentra información acerca de cada ítem a ejecutar. La información contenida en estas es: descripción del ítem, materiales, equipo, ejecución de los trabajos, condición para el recibo de los trabajos, medida y forma de pago.
- Cada proceso de contratación público o privado, debe ser supervisado por una interventoría con el fin de llevar total cumplimiento del objeto del contrato.
- Se recomienda hacer cumplir las cláusulas estipuladas en los contratos de compra, con las diferentes entidades que suministran material, con el fin de evitar atrasos y sobrecostos.
- Es recomendable para las instituciones de educación superior, que sus estudiantes realicen prácticas empresariales obligatorias, con el propósito de desarrollar las habilidades adquiridas en el proceso del pregrado, en un ambiente laboral real.
- Se recomienda llevar un seguimiento diario de las actividades desarrolladas en obra, cantidades suministradas, personal de obra y maquinaria, para así desarrollar informes semanales que brinden información completa ante las entidades contratantes.
- Es importante que el pasante revise manuales de interventoría con el fin de tener claras las funciones que se deben desarrollar en obra, ya que en muchas ocasiones no hay claridad total de estas y se pueden generar inconvenientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Castellanos, P.M. (2019). Estudio hidrológico e hidráulico para el diseño del geodren.
- Alcaldía de Paipa. (2016). Alcaldía de Paipa-Boyacá. Recuperado de <http://www.paipa-boyaca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Ecologia.aspx>
- Caicedo Campo, S.L. & Pérez Henao, J.M. (2014). *Estudio del uso agregados reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD) provenientes de la ciudad de Cali como material para la construcción de elementos prefabricados de concreto, caso de los adoquines*. (Trabajo de grado, Universidad Pontificia Javeriana). Recuperado de http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/3146/Articulo_cientifico.pdf?sequence=7&isAllowed=y
- Camacol Bogotá y Cundinamarca. (2009). Concepto Planes de Manejo de Tránsito. Recuperado de <https://ww2.camacolcundinamarca.co/documentos/conceptos/Concepto-2.pdf>
- Castaño Martínez, F.L., Herrera Betín, J.M., Gómez Sáenz, J.N., & Reyes Lizcano, F. (2009). Análisis cualitativo del flujo de agua de infiltración para el control del drenaje de una estructura de pavimento flexible en la ciudad de Bogotá DC. *Infraestructura Vial*, 20-25.
- Colombia Compra Eficiente (2017). SECOP I. Recuperado de <https://www.colombiacompra.gov.co/secop/secop-i>
- Concesión Ruta Al Mar. (2017). Rutas para el progreso del país. Recuperado de <https://www.rutaalmar.com/licencias-ambientales-paga/>
- Gutiérrez Olaya, H., & Valencia Ospina, A. (2006). *Plan de manejo ambiental para la arenera el vínculo localizada en el municipio de Soacha (Cundinamarca) expediente car nº 2334*. Recuperado de <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/11006>
- Instituto de Desarrollo Urbano. (2011). *Especificación técnica: Instalación de adoquines de arcilla para superficies de tránsito peatonal y vehicular*. Recuperado de <https://www.idu.gov.co/web/content/7637/700-11.pdf>
- Instituto Nacional de Vías. (2016). *Manual de interventoría*. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/5566-manual-deinterventoria-2016-1/file>

- Instituto Nacional de Vías. (2013). *Especificaciones Técnicas de Construcción de Carreteras*. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/139-documento-tecnicos>
- Instituto Nacional de Vías & Universidad Nacional de Colombia. (2006). *Manual para la inspección visual de estructuras de drenaje*. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/973-manual-para-la-inspeccion-visual-de-estructuras-de-drenaje/file>
- Medina-Sierra, W. A. (2017). El Curado del Concreto en la Construcción. *L'esprit Ingénieux*, 7(1).
- PAVCO. (2012). *Manual de diseño con geosintéticos*. Recuperado de <http://www.geosoftpavco.com/manualvirtual/document.pdf>
- Pedraza Ferreira, A. & Rodríguez Mantilla, R.E. (2017). *Manual de Supervisión e Interventoría de Obras Públicas*. (Tesis de especialización, Universidad Santo Tomás). Recuperado de https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10349/2._MANUAL_DE_INTERVENTORIA_Y_SUPERVISION.pdf?sequence=2&isAllowed=y.
- Ramírez, O. (2001). *Apuntes de Clase Geotecnia Básica*. Tunja, Colombia: Uptc.
- Roso Gómez, G. (2019). *Informe técnico de la alternativa de construcción de la estructura del pavimento tramo 2 Casona El Salitre intersección vía hotel Colonial- Granja Tunguavita en una longitud de 560 Ml.*
- Sika Colombia S.A.S. (2017). Hoja Técnica antisol. Recuperado de <http://www.mvsrepresentaciones.com/documentos/concreto/hts.pdf>
- Universidad Industrial de Santander. (2020). Registro presupuestal. Recuperado de <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/financiera/secciones/presupuesto/registroPresupuestal.html>
- Zapata Ingenieros. (2016). Zapata Ingenieros. Recuperado de <http://www.zapataingenieros.com/>