

APOYO TECNICO AL ÁREA DE CONTROL INTERNO DE DEVINAR S.A. EN LA
EJECUCIÓN DEL CONTRATO DE CONSECIÓN VIAL RUMICHACA-PASTO-
CHACHAGÜÍ-AEROPUERTO

CRISTIAN ALEXANDER ROSALES RODRÍGUEZ

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2014

APOYO TECNICO AL ÁREA DE CONTROL INTERNO DE DEVINAR S.A. EN LA
EJECUCIÓN DEL CONTRATO DE CONSECIÓN VIAL RUMICHACA-PASTO-
CHACHAGÜÍ-AEROPUERTO

CRISTIAN ALEXANDER ROSALES RODRÍGUEZ

Trabajo de Grado modalidad pasantía presentado como requisito parcial para
optar por el título de Ingeniero Civil

Asesor

Ing. Armando Muñoz David

Co-asesor

Ing. Johny Javier Fajardo Gutiérrez

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2014

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor”.

Artículo 13, Acuerdo N. 005 de 2010, emanado del Honorable Consejo Académico de la Universidad de Nariño.

“Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1, Acuerdo N. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Septiembre de 2014

DEDICATORIA

A mis padres, su dedicación siempre fue mayor que la mía, sus esfuerzos terminan en la satisfacción de cumplir metas.

A mis hermanos, basta su presencia para ser y servir de ejemplo.

A mis amigos, siempre sentimos y seguimos los procesos juntos.

A mis abuelos, tíos y primos, de grandes cualidades y sentimientos.

Cristian Alexander Rosales Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento a mis padres, por ser las bases del proceso en todos mis logros.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional.

Al asesor y co-asesor del proyecto, por su apoyo dentro del proceso y la prestación de sus conocimientos.

Al gerente técnico de DEVINAR S.A. por darme la oportunidad de trabajar con él y compartir su experiencia conmigo.

Al conjunto de académicos que guiaron mi proceso de aprendizaje.

A mis amigos por compartir su tiempo y experiencias conmigo durante estos años.

A todas las personas que de manera directa o indirecta me apoyaron durante el desarrollo de mi formación Universitaria.

RESUMEN

Para optar al título de Ingeniero Civil se planteó realizar este trabajo de grado en modalidad pasantía denominado “Apoyo técnico al área de control interno de DEVINAR S.A. en la ejecución del proyecto de concesión vial Rumichaca-Pasto-Chachagüí-Aeropuerto”.

Para la realización del proyecto inicial y dar buen término a los objetivos propuestos en él se ha desarrollado este informe final que trata aspectos académicos y profesionales con el firme propósito de dar a conocer las labores desempeñadas durante el tiempo en el cual se desarrolló la pasantía, además de establecer y ampliar algunos de los conceptos más relevantes en el área de la infraestructura vial que es fundamental para el desarrollo de la Ingeniería Civil.

La propuesta inicial tratada en el proyecto fue realizar un apoyo técnico a las labores que desempeñó el área de control interno de DEVINAR S.A., de tal manera que el aprendizaje sea la principal herramienta para el desarrollo profesional en la Ingeniería por medio del reconocimiento en campo de los elementos del proyecto, la toma de datos, el análisis y la evaluación de los resultados obtenidos.

El presente documento muestra el contexto dentro del cual se desarrolló el trabajo de grado, también las actividades realizadas para cumplir con los objetivos propuestos en el proyecto inicial, de tal manera que se hizo una descripción de dichas actividades, ejemplos de la aplicación de procedimientos de control y supervisión en obra, y las conclusiones y recomendaciones que surgieron al terminar la pasantía.

ABSTRACT

To obtain the title of Civil Engineer, was decided to perform this internship degree called "Technical Support to the internal control area of DEVINAR SA in the implementation of road concession project Rumichaca -Pasto- Chachagüí - Airport".

To perform the initial project and get good results with the proposed objectives, has developed this final report with the firm intention of publicizing the work performed during the time in the internship, was developed aspects and was established and expand some of the most important concepts in the area of track that is central to the development of Civil Engineering.

The initial proposal was discussed in the draft technical support to perform the tasks that served area DEVINAR SA internal control, such that learning is the primary tool for professional development in Engineering through recognition in field elements of the project, data collection, analysis and evaluation of results.

This document presents the context within which the degree work was developed, also the activities undertaken to comply with those proposed in the initial project objectives, so that a description of such activities are conducted, examples of the application of control procedures and monitoring work, and the conclusions and recommendations that emerged at the end of the internship..

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. METODOLOGÍA	22
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO	24
2.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	24
2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	25
2.3. ALCANCE DEL PROYECTO	27
3. MARCO TEÓRICO	28
3.1 CONTROL DE CALIDAD	28
3.2 DEFINICIÓN DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DE ESTUDIO	29
3.2.1 Subrasante	30
3.2.2 Sub-base granular	30
3.2.3 Base granular	30
3.2.4 Carpeta asfáltica	31
3.2.5 Drenaje	31
3.2.6 Estructuras de contención	32
4. MARCO CONCEPTUAL	33
5. RESULTADOS	39
5.1 CONTROL Y SUPERVISIÓN	39
5.1.1 Desmonte y limpieza	42
5.1.2 Demolición y remoción	43
5.1.3 Excavación de la explanación	44
5.1.4 Remoción de derrumbes	47
5.1.5 Terraplenes	48
5.1.6 Pedraplenes	49
5.1.7 Mejoramiento de subrasante	50
5.1.8 Sub-base granular	52
5.1.9 Base granular	54

5.1.10	Riego de imprimación.....	56
5.1.11	Riego de liga	57
5.1.12	Mezclas asfálticas en caliente	58
5.1.13	Mezcla discontinua en caliente (micro-aglomerado)	61
5.1.14	Fresado de pavimento asfáltico	62
5.1.15	Excavaciones varias.....	62
5.1.16	Rellenos para estructuras	63
5.1.17	Concreto estructural	64
5.1.18	Cunetas revestidas en concreto	65
5.1.19	Tubería en concreto reforzado	66
5.1.20	Acero de refuerzo.....	67
5.1.21	Gaviones	68
5.1.22	Subdrenes con geotextil y material granular	69
5.1.23	Protección vegetal en taludes	72
5.1.24	Cercas de alambre	72
5.1.25	Transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes...	73
5.2	SEGUIMIENTO A DISEÑOS Y OBRAS EJECUTADAS	74
5.2.1	Visitas técnicas de obra	74
5.2.2	Recolección de información física.....	75
5.2.3	Procedimientos correctivos	75
5.3	ENSAYOS DE MATERIALES EN LABORATORIO	77
5.4	APOYO TÉCNICO AL CONTROL DE OBRA DE PUENTES VEHICULARES.....	80
6.	CONCLUSIONES	84
7.	RECOMENDACIONES.....	86
	BIBLIOGRAFÍA	87

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura N° 1	Localización general del proyecto.....	24
Figura N° 2	Distribución de trayectos	26
Figura N° 3	Muestra de suelo – Material de corte depositado en SDM para ensayo de compresión simple	39
Figura N° 4	Recolección de muestras – Agregado grueso para ensayos de laboratorio.....	40
Figura N° 5	Recolección de muestras – Mezcla asfáltica y material llenante para mezcla asfáltica	41
Figura N° 6	Muestras de concreto – Cilindros de concreto para ensayos de compression en laboratorio	41
Figura N° 7	Protección de especies vegetales - Protección con polisombra ...	42
Figura N° 8	Desmonte y limpieza - Retiro de capa vegetal y material orgánico.....	43
Figura N° 9	Demolición estructuras - Demolición de cámara de entrada, muro cabezal y aletas, para prolongación de alcantarilla.	44
Figura N° 10	Inspección visual de pendiente - Trayecto 5A. Sector Cujacal. PR 14+590. Explanación para la conformación de calzada. Perfilado de taludes. Conformación de terrazas.....	45
Figura N° 11	Adecuación de SDM – Descapote, construcción de filtros y conformación de SDM con material de corte	47
Figura N° 12	Derrumbe de talud – Deslizamiento de talud en margen derecho de vía. Correcta señalización y utilización de equipos de remoción.....	48
Figura N° 13	Terraplén – Acceso a Puente Rio Pasto, conformación de núcleo de terraplén con material de corte y mejoramiento de subrasante para corona de terraplén	49

Figura N° 14	Pedraplén – Preparación de superficie, extension de geotextile, conformación de material de pedraplén.....	50
Figura N° 15	Mejoramiento de subrasante – Extensión de geotextile, extension y conformación de rajón y capa de recebo.....	51
Figura N° 16	Control de densidades – Medición de la densidad mediante método de cono de arena.....	51
Figura N° 17	Chequeo de niveles de subrasante – Comisión topográfica realizando chequeo de niveles de subrasante.....	52
Figura N° 18	Stock de material en obra – Material de subbase granular, acordonado y listo para ser extendido y compactado.....	53
Figura N° 19	Control de densidades – Método de cono de arena para control de densidades en capa de subbase granular.	54
Figura N° 20	Control de densidades - – Método de cono de arena para control de densidades en capa de base granular.....	55
Figura N° 21	Base granular dañada – Capa de base granular afectada por la lluvia y vehículos de transporte de material.....	56
Figura N° 22	Base granular corregida – Escarificación de capa de base granular, mezcla de material húmedo con material seco.....	56
Figura N° 23	Riego de imprimación – Limpieza de superficie de base granular y aplicación de emulsion de rotura lenta, Extensión, barrido y limpieza de capa de arena.....	57
Figura N° 24	Riego de liga – Aplicación emulsion asfáltica de rotura rápida sobre carpeta asfáltica.....	58
Figura N° 25	Recolección de muestras – Recolección de agregados pétreos y material llenante desde la banda transportadora en planta de producción de asfalto.....	60
Figura N° 26	Mezcla asfáltica – Extensión y compactación de mezcla asfáltica tipo MDS-1, para capa de rodadura.....	61
Figura N° 27	Briquetas de asfalto – Elaboración de briquetas de asfalto en obra	61

Figura N° 28	Fresado – Fresado de superficie de pavimento asfáltico para parcheo.....	62
Figura N° 29	Excavaciones varias – (Izquierda) Excavación en material común para construcción de dissipador de energía. (Derecha) Excavación en material común para construcción de alcantarilla..	63
Figura N° 30	Relleno para estructuras – Relleno y compactación de material seleccionado.....	64
Figura N° 31	Mezcla de concreto – Fundición de vigas principales de puente Río Pasto, ensayo de asentamiento y moldes para toma de muestras de cilindros de concreto.	65
Figura N° 32	Cunetas revestidas en concreto – Nivelación, compactación de superficie, colocación de formaleta y fundición de cunetas revestidas en concreto.....	66
Figura N° 33	Tubería en concreto reforzado – Instalación, unión y atraque lateral de tubería de 36” en concreto reforzado.	67
Figura N° 34	Acero de refuerzo – Colocación y amarre de barras de acero de refuerzo para placa de aproximación inferior Box Vehicular Catambuco.	68
Figura N° 35	Muro de contención en gaviones – Excavación, formaleta, canasta metálica y material de relleno.....	69
Figura N° 36	Material filtrante – Material granular con tamaño superior a 3” y contaminación con material plástico.	70
Figura N° 37	Filtro longitudinal – Verificación visual de alineamiento y dimensiones.....	71
Figura N° 38	Material filtrante – Presencia significativa de material fino, no apto para la construcción de subdrenes	71
Figura N° 39	Empradización – Instalación de bloques de césped en terraplén y franja lateral.	72
Figura N° 40	Cercas de alambre – Instalación de postes de concreto con alambre de púas a 4 hilos.....	73

Figura N° 41	Transporte – Transporte de material proveniente de explanación utilizando vehículos articulados.	74
Figura N° 42	Puente cujacal – Armado de refuerzo New Jersey y Vigas Riostras	80
Figura N° 43	Puente Rio Pasto – Excavación y fundición de anillos para pilotes de cimentación	81
Figura N° 44	Puente rio guaitara – Segunda etapa de tensionamiento de vigas principales	81

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Resumen items de trabajo y descripción según normas invias 33
Tabla 2	Cuadro de relación de pendiente de taludes – Relación de pendientes de diseño y ejecutadas desde PR 11+390 hasta PR 13+110 de taludes en corte y terraplén..... 46
Tabla 3	Ensayos de laboratorio – Norma y ensayo respectivo para cada actividad ejecutada y su correspondiente anexo 77
Tabla 4	Requisitos de materiales para capas granulares – Afirmados, subbases y bases granulares – INVIAS 2002..... 79
Tabla 5	Puentes vehiculares – datos generales 82

INTRODUCCIÓN

El departamento de Nariño cuenta con una infraestructura vial en desarrollo, por lo tanto se creyó necesario generar proyectos viales de construcción y rehabilitación que conlleven a un óptimo funcionamiento de la Red Troncal de Occidente del sistema vial Colombiano.

Se planteó la rehabilitación de la vía actual localizada al sur del departamento de Nariño, partiendo de la frontera con el Ecuador en el sitio conocido como Rumichaca, continuando por los municipios de Ipiales, Pasto, Chachagüí y culminando en el acceso al aeropuerto "Antonio Nariño" de Pasto. De igual manera, se proyectó la construcción de la variante Oriental de Pasto con el objetivo de evitar el paso del tráfico pesado por la ciudad de Pasto y descongestionar la actual vía Panamericana dentro de la ciudad en lo que respecta a este tipo de vehículos.

Dentro del apoyo que realizó DEVINAR S.A. a los contratistas, se encuentra el departamento de control interno, realizando labores de supervisión en campo, seguimiento de cronogramas, toma de muestras, lectura y análisis de resultados, conocimiento y aplicación de las especificaciones de construcción y ensayo de materiales de carreteras, inspección visual de pavimentos y obras de drenaje, entre otras normativas relacionadas con la infraestructura vial; como pasante de Ingeniería Civil se prestó apoyo para el buen desarrollo de estas actividades, además de especializar y retroalimentar los conocimientos para aplicarse de manera adecuada en la etapa de ejecución del proyecto.

El contrato de concesión contempló dentro de sus cláusulas, realizar los diseños y la ejecución del proyecto con normas de calidad vigentes a la firma del contrato, para efectos de calidad se tienen en cuenta las normas del Instituto Nacional de Vías INVIAS 2002, Normas ICONTEC, NSR-10 (Norma Sismo Resistente), Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, también existen normas internacionales dentro de las cuales se encuentran especificaciones de importancia que también son contenidas en algunas de las normas mencionadas.

El documento se encuentra organizado de la siguiente manera: en el capítulo 1, se aborda la metodología bajo la cual se desarrolló la pasantía, en el capítulo 2, se presenta la información relacionada con las características generales del proyecto, en el capítulo 3, se presenta un marco teórico con información general a tratar en el presente documento, el capítulo 4, hace un resumen de los ítems tratados en el desarrollo de la pasantía, el capítulo 5, detalla los resultados obtenidos en el desarrollo y cumplimiento de objetivos de la pasantía, el capítulo 6, contiene las conclusiones finales del proyecto, el capítulo 7, las recomendaciones propuestas y

finalmente el capítulo 8, contiene la bibliografía bajo la cual se fundamentó el proyecto.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las entidades públicas y privadas encargadas de realizar obras civiles de bien institucional, tiene entre sus funciones el compromiso de asegurar la calidad del bien o servicio para el que fueron contratados, y para ello es fundamental el papel de un departamento encargado de realizar un control de los procesos que den fin a la culminación de toda actividad o trabajo, siempre y cuando se realice el seguimiento y control en términos de calidad a los aspectos técnicos, financieros, legales y administrativos, aclarando que para el caso de esta pasantía se contemplan nada más aspectos técnicos.

Para una empresa o un funcionario, llevar un seguimiento de control de obra implica tener un amplio conocimiento de las normas y especificaciones vigentes colombianas que rigen al momento en que se lleve a cabo el proyecto, de acuerdo a la naturaleza y el tamaño del proyecto u obra específica.

Al realizar un apropiado control de calidad en obra se puede garantizar que los contratistas ejecuten las actividades de la mejor manera, asegurando la calidad de los productos terminados y seguridad en los procesos utilizados, además de realizar la optimización de todos los recursos.

Es obligación del contratista tomar las medidas necesarias para garantizar la debida y oportuna ejecución del contrato pactado, así como garantizar la calidad del objeto del contrato, no obstante el aseguramiento de la calidad no es responsabilidad única del contratista, sino de los entes encargados de la supervisión de estos, de esta manera, se reduce el margen de no conformidades frente a la ejecución de una obra civil.

La ejecución de proyectos viales requiere un control de obra de conformidad a lo planteado y especificado por el constructor y demás profesionales que intervengan en el desarrollo del proyecto de concesión, de esta modo a manera de interventoría técnica interna se llevarán a cabo labores de inspección y seguimiento de los procesos correspondientes al tipo de obra a ejecutar.

El control de calidad en obra hace énfasis en verificar las actividades ejecutadas mediante el control de obra que se realiza en la ejecución de las obras del proyecto, además de exigir el cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas de construcción mediante visitas técnicas, ensayos en campo, pruebas de laboratorio y demás procedimientos que garanticen la calidad de las obras, de igual manera supervisar el adecuado suministro de materiales de construcción y aceptarlos en conformidad a los certificados de calidad aptos para las exigencias del elemento a construir.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Apoyar al departamento de control interno de DEVINAR S.A. con la supervisión y el control de obra, cuyo objeto es garantizar la gestión y cumplimiento de las especificaciones técnicas y de calidad de las obras ejecutadas por los contratistas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Controlar y supervisar aspectos de calidad mediante la verificación de la aplicación y cumplimiento de las normas y especificaciones por la cual se ciñen los diseños y a su vez de los procedimientos constructivos a seguir en la ejecución del objeto del contrato.
- Realizar el seguimiento a los diseños y obras ejecutadas por el contratista para hacer un control de calidad en obra, además de garantizar el cumplimiento del cronograma de trabajo.
- Conocer y practicar procedimientos para realizar la toma de muestras representativas; tales como: agregados, mezclas de concreto fresco, mezclas asfálticas para pavimentos, muestras de suelos, materiales de base y sub-base; esto con el fin de hacer un control con personal de laboratorio del cumplimiento de las especificaciones y normas para cada tipo de muestra o material.
- Verificar la calidad de la sub-rasante, capas granulares y capas asfálticas, entregadas por el contratista por medio de la aplicación de ensayos en campo y laboratorio, además de la verificar espesores de capa y la procedencia de los materiales utilizados.
- Apoyo técnico en la supervisión y control de obra de puentes vehiculares.

JUSTIFICACIÓN

Ante la necesidad de realizar un seguimiento continuo a las actividades realizadas para la ejecución del contrato de concesión vial tratado en este documento, se hace importante que el área de control interno cuente con la cantidad suficiente de profesionales encargados de realizar la supervisión y el control de obra en todo lo concerniente a aspectos de calidad.

Dadas las dimensiones del proyecto que adelanta DEVINAR S.A. el contar con apoyo externo para dar alcance a los objetivos del área de control interno fue uno de los propósitos para adelantar la pasantía en esta entidad. Teniendo en cuenta esto, se puede concluir que bajo la supervisión y el apoyo continuo de los profesionales encargados del control en obra de esta empresa, se logró realizar las actividades donde se acogieron todas y cada una de sus recomendaciones y experiencias.

El compromiso por parte del pasante y la oportunidad brindada para el aprendizaje continuo de la normatividad, especificaciones y procedimientos fueron decisivos para alcanzar en conjunto los objetivos planteados en este proyecto y a la vez con las obligaciones adquiridas en la empresa.

ALCANCE Y DELIMITACIÓN

La presente pasantía se desarrolló en la empresa DEVINAR S.A., por medio de la supervisión o inspección de las obras ejecutadas dentro del proyecto de concesión vial.

El desarrollo de las actividades contempladas en este documento se realizó en la etapa de ejecución, mediante el planteamiento de un objetivo general y unos objetivos específicos, dando cumplimiento a los mismos durante la duración estimada del proyecto, realizando un seguimiento apropiado que ayudó a verificar el cumplimiento de las especificaciones para las cuales se realizó la labor de control y apoyando con información para solucionar los inconvenientes encontrados según haya sido el caso.

Dentro del alcance que se tuvo para el cumplimiento de los objetivos planteados, surgieron actividades a realizar de manera periódica con suficiente información para ser la base del apoyo que se dio al área de control interno. De esta manera, se relacionan a continuación las actividades mencionadas:

- Revisión de las actividades que ejecutan los contratistas en obra, de las cuales se llevó un registro diario y se realizaron informes semanales y mensuales de las visitas realizadas.

- Verificación en laboratorio de los resultados de los ensayos de materiales utilizados por los contratistas y el cumplimiento de especificaciones, registrando diariamente los chequeos realizados.
- Verificación del cumplimiento de las políticas, normas y especificaciones, procedimientos constructivos, planes, programas, proyectos y metas de la concesión, recomendar los ajustes pertinentes y efectuar el seguimiento a su implementación.
- Asesoramiento a las dependencias de DEVINAR S.A. en la identificación y prevención de los riesgos que puedan afectar el logro de sus objetivos.
- Verificación de la calidad de las obras realizadas por la concesión y que estas se ciñan a la normatividad dispuesta por el INVIAS.
- Seguimiento a los contratistas en la ejecución de sus obras, realizando las sugerencias pertinentes cuando sea el caso y buscando en conjunto las soluciones y correctivos a que haya lugar.
- Presentación de informes de las actividades ejecutadas por el contratista a Gerencia Técnica y Administrativa.

ANTECEDENTES

El Departamento de Nariño, cuenta con una red vial de baja exigencia en cuanto a movilidad, seguridad y eficiencia en transportes terrestre, por lo cual se opta por realizar la rehabilitación de la principal vía que conecta al suroccidente del país.

Mediante obras de rehabilitación de pavimentos, construcción de obras de drenaje, mejoramiento al diseño geométrico de curvas, reconstrucción y ampliación de bermas, la repotenciación y la construcción de puentes vehiculares empleados en el mejoramiento de la vía, se mejoró la condición de desplazamiento que tenían los vehículos al moverse por la actual y única vía que comunica hacia y desde el suroccidente del país.

De igual manera, como una solución al tránsito de vehículos pesados por la ciudad de Pasto se planteó la opción de construir una variante que cambia la trayectoria de los vehículos que ingresarían a la ciudad y los conduce por una ruta alternativa que mejora las condiciones de movilidad de los vehículos.

Como parte de la ampliación de la red vial y las nuevas exigencias de las concesiones de Tercera Generación se propuso la ampliación de las condiciones técnicas de movilidad con la construcción de un tramo en doble calzada entre el aeropuerto Antonio Nariño y la actual intersección de Daza.

La comunidad del departamento de Nariño adquiere de esta manera el principal beneficio en la ejecución de este proyecto, dado que se reducen significativamente

los desplazamientos entre municipios y veredas del departamento, además generar una ruta directa y sin interrupciones para el comercio con el país fronterizo del Ecuador, que a su vez incrementa la probabilidad de desarrollo de los municipios y veredas próximos a los sectores intervenidos. Por otro lado, para la ciudad de Pasto se reduce el impacto que generaba la circulación de vehículos pesados por la ciudad, evitando el deterioro de la malla vial, reduciendo el congestionamiento, contaminación e incomodidad generada por los vehículos pesados que atraviesan la ciudad.

El diseño geométrico de una vía se limita muchas veces a la topografía del terreno sobre el cual está proyectada, es por eso que cuando existe un accidente geográfico de consideración, probablemente se busque cambiar la ruta del trazado de la vía; actualmente la región presenta estructuras que ayudan a salvar tales depresiones u obstáculos, pero muchas veces se consideró que la mejor opción fue cambiar la ruta de la vía y no se plantea la opción de la construcción de un puente vehicular que fácilmente cumple con las condiciones geométricas para el diseño vías.

El departamento de control interno de DEVINAR S.A. ha realizado a lo largo del periodo del proyecto funciones de aseguramiento de la calidad a los contratistas, mediante la investigación de las especificaciones y normatividad, control de los procesos constructivos en la etapa de ejecución, verificación de los productos una vez terminados y de igual manera, realizar una retroalimentación para que las consideraciones realizadas sean de utilidad en un futuro.

1. METODOLOGÍA

Para adelantar la pasantía se estableció la siguiente ruta metodológica:

- a) Programación semanal de actividades.
- b) Recolección de información.
- c) Reconocimiento y registro de información.
- d) Análisis, resultados y observaciones de la información levantada.
- e) Aplicación de procedimientos correctivos.

A continuación, se detalla de manera general cada una de las rutas establecidas:

a) PROGRAMACIÓN SEMANAL

Parte de las actividades que ejecuta control interno y dentro de las cuales el pasante realizó labores de apoyo se efectúan con programaciones semanales que realizan los contratistas. Se realizaron inspecciones en los diferentes frentes de trabajo, haciendo visitas diarias en conformidad al cronograma previsto.

b) RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

De acuerdo a la información recolectada en las visitas técnicas diarias, se elaboraron informes de seguimiento semanales, los cuales tienen una descripción de las actividades ejecutadas durante este periodo, también está acompañado de un registro fotográfico como soporte para la descripción de dichas actividades, además se realizaron las recomendaciones necesarias para mejorar la ejecución de la obra en general de acuerdo al estudio de las normas INVIAS y ajustándose a las condiciones particulares del proyecto. Como se puede ver en el Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3 y Anexo 4.

c) RECONOCIMIENTO Y REGISTRO DE INFORMACIÓN

El reconocimiento en campo va acompañado de una recopilación de datos sobre la calidad de los materiales utilizados para el desarrollo de las actividades. Mediante el ingreso de muestras de estos materiales al laboratorio para verificar el cumplimiento de las especificaciones a las que apliquen y de acuerdo a los requerimientos particulares en el momento de la ejecución. El Anexo 3 contiene formatos para el ingreso de muestras. Los ensayos para cada una de las muestras ingresadas se realizan en laboratorio con personal técnico calificado de larga

experiencia, y el respectivo análisis lo realiza un ingeniero encargado específicamente del control de laboratorio, posteriormente, se informa a la persona encargada del sector y las muestras ingresadas, sobre los datos obtenidos en los ensayos y el análisis para tomar las medidas pertinentes y realizar un análisis particular sobre ellos. En los anexos individuales de cada actividad estudiada en el Capítulo 5.1, se relaciona los formatos para el control y análisis de los ensayos realizados a los materiales ingresados.

d) ANÁLISIS, RESULTADOS Y OBSERVACIONES

Además, el departamento de control interno tiene funciones de apoyo en cuanto a la identificación y prevención de los riesgos que se podrían generar por no llevar a cabo la normatividad y especificaciones exigidas, así como de los procedimientos constructivos efectuados. Esto se realiza mediante inspección visual, el conocimiento de especificaciones y teniendo en cuenta los resultados que arrojan los ensayos realizados, de esta manera se realizan recomendaciones, acciones preventivas o correctivas dependiendo de la relevancia de cada asunto.

e) APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS

Generalmente, se realizan visitas de inspección a las actividades ejecutadas por los contratistas, dentro de las cuales se contempla la revisión de diseños, verificación de la calidad de materiales, procedimientos constructivos, cumplimiento de normas y especificaciones y verificación final de la calidad del ítem en ejecución, en caso de no cumplir con las exigencias se evalúa la posibilidad de mejorarlo o si definitivamente no cumplir los requisitos se puede rechazar.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

2.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto Vial “Rumichaca – Pasto – Chachagüí – Aeropuerto” forma parte de la Red Troncal de Occidente pavimentada conectada con vías fronterizas, se localiza al sur oriente del departamento de Nariño, partiendo de la frontera con el Ecuador en el sitio conocido como Rumichaca, continuando por los municipios de Ipiales, Pasto, Chachagüí y culminando en el acceso al Aeropuerto “Antonio Nariño” de Pasto; la vía atraviesa los municipios de Ipiales, Iles, Imués, Yacuanquer, Tangua, Pasto y Chachagüí. Ver figura N° 1

El proyecto tiene una longitud de 115.5 km, inicia en el puente internacional de Rumichaca en el K 0+015 de la vía Panamericana a lo largo de la ruta 2501 (Rumichaca – Pasto) y termina en el aeropuerto Antonio Nariño a la altura del K 32+500 de la ruta 2502 (Pasto – Cano - Mojarras).

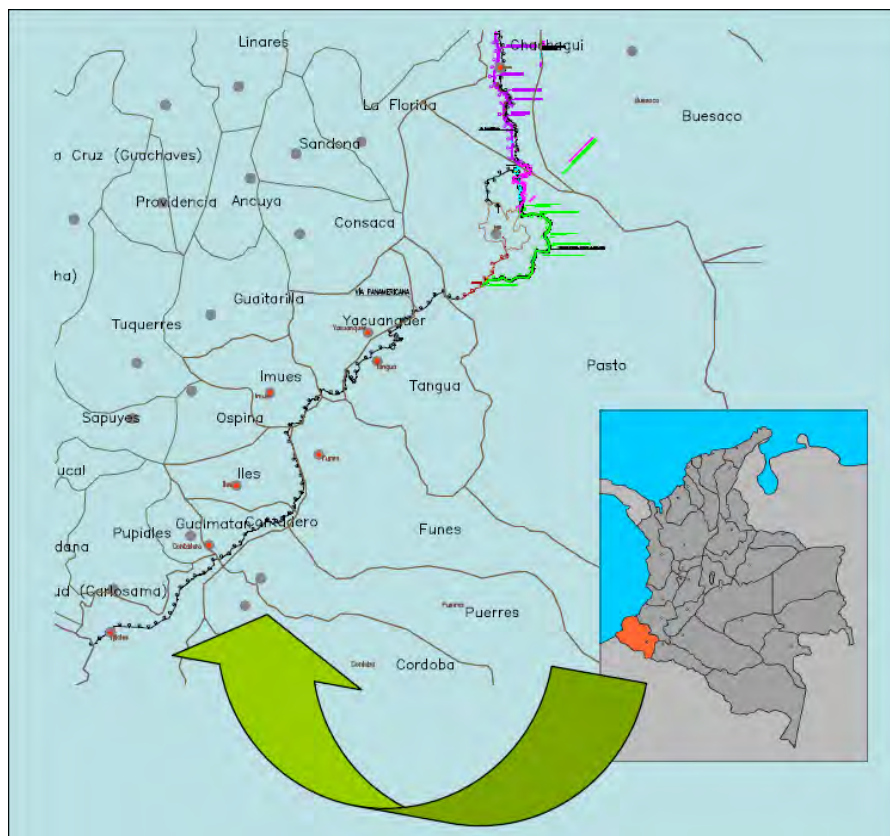


Figura N° 1 – Localización general del proyecto

2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La vía actual objeto del proyecto de rehabilitación tiene una longitud de 115.5 kilómetros aproximadamente, y un alto porcentaje discurre por terrenos montañosos y escarpados. La vía presenta dos tramos muy bien definidos, los cuales se describen de manera general a continuación y como se muestra en la Figura N° 2

- Tramo Rumichaca – Ipiales – Pasto: comprende desde la frontera con Ecuador en el sitio conocido como Puente Rumichaca, (PR 0+015) atraviesa el casco urbano de Ipiales (2.9 km aproximados) y va hasta el sur de la Ciudad de Pasto, PR 83+000 de la ruta 25.01, localizada en el sitio conocido como Chapal. Este tramo presenta una longitud total de 89.43 km , incluyendo la Variante Ipiales, de los cuales 88 km son de rehabilitación.
- Tramo Pasto – Chachagüí – Aeropuerto: este tramo inicia en el PR5+000 de la ruta 25.02 en el puente de Chapultepec al norte de Pasto (No incluye el paso Nacional por Pasto 5 km aproximados) y continúa hasta conectar con el municipio de Chachagüí (incluye paso Nacional por Chachagüí 5 km aproximados) y el acceso al Aeropuerto (Antonio Nariño PR32+500) que sirve a la capital de Nariño. La longitud total de este tramo es de 27.5 km .
- Construcción de la variante Oriental de Pasto: Este tramo comprende una longitud 21.2 km .

Los trayectos están divididos de la siguiente manera:

- Trayecto 1: Inicia en el Puente Internacional Rumichaca, PR 0+015 y termina en el PR 5+200 de la Ruta Nacional 25-01.
- Trayecto 2: Variante Ipiales. Inicia en el PR 0+000 y termina en el PR 6+900.
- Trayecto 3: Inicia en Ipiales en el PR 5+200 y termina en el PR 83+000 de la Ruta Nacional 25-01.
- Trayecto 4: Pasto – Chachagüí – Aeropuerto. Inicia en el PR 5+000 y termina en el PR 32+500 de la ruta Nacional 25-02.
- Trayecto 5: Variante Oriental de Pasto. Inicia en el PR 0+000 y termina en el PR 21+170.
- Trayecto 6: Pasto – Chachagüí – Aeropuerto. Doble calzada. Inicia en el PR 0+000 y termina en el PR 17+250.

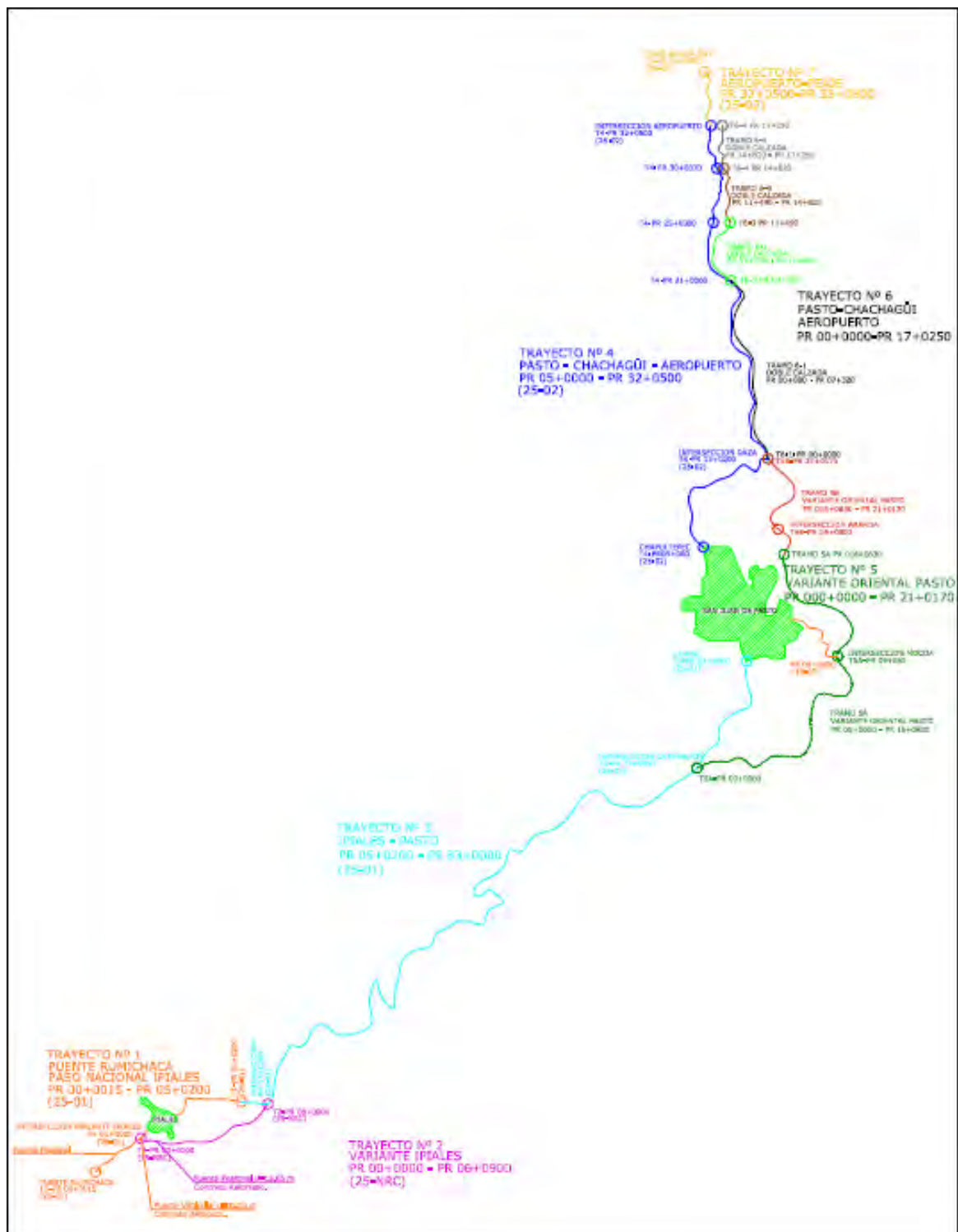


Figura N° 2 – Distribución de trayectos

2.3. ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto de acuerdo al contrato inicial, está conformado por 6 trayectos de los cuales 4 están en proceso de rehabilitación y 2 actualmente ejecutan actividades de construcción de manera general:

- Rehabilitación y mantenimiento del Trayecto 3. Sector Rumichaca - Ipiales – Pasto (incluye el Paso Nacional por Ipiales, 2.9 km aproximados), Ruta 2501.
- Rehabilitación y mantenimiento del Trayecto 4. Sector Pasto – Chachagüí - Aeropuerto. (No incluye el Paso Nacional por Pasto, 5 Km , aproximados; incluye paso nacional por Chachagüí 5 km aproximados) Ruta 2502.
- Construcción del Trayecto 5. Variante Oriental de Pasto (22.12 km aproximados).
- Construcción del Trayecto 6. Segunda calzada entre el punto de intersección con la variante oriental (Alto de Daza), hasta el Aeropuerto, aproximadamente.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad tiene como misión principal determinar en cada fase de construcción, si se está llevando a cabo correctamente y comprobando que se cumplen todas las condiciones exigidas, condición indispensable para que el producto terminado posea las características y calidad debidas previstas en el proyecto.

La inspección interviene en la recepción de todas las materias primas y elementos manufacturados y semimanufacturados que han de emplearse en la construcción de los elementos estructurales y no estructurales que hacen parte del proyecto, comprobando que se ajustan a las medidas y condiciones del proyecto. Interviene también en cada una de las etapas de ejecución de los elementos construidos, para determinar si la operación se ha efectuado de acuerdo a las pautas, especificaciones y diseños. Es esencial que antes de su entrega, el producto sea sometido a todas las pruebas de recepción que deben ser analizadas para poder comprobar que cumple todas las condiciones relativas a dimensionamiento, presentación, funcionamiento, y que posee la seguridad funcional mínima exigible.

El control de calidad, por lo tanto, interviene en todas las etapas de ejecución del proyecto, siendo un elemento esencial e imprescindible en la consecución de la calidad del mismo, cuya responsabilidad ha de compartir con los departamentos de diseños y con las actividades del contratista, pero es el responsable de que el producto terminado se entregue al cliente en las condiciones debidas.

El Departamento de Control Interno es el instrumento del cual se apoya el Control de la Calidad, para examinar la etapa de construcción y establecer las técnicas que le permitan tomar la debida acción con objeto de conseguir la calidad deseada y la seguridad funcional del producto.

3.2 DEFINICIÓN DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DE ESTUDIO

Los principales elementos en la construcción de una vía puede considerarse de manera general, como: explanación, terreno de fundación, estructura de pavimento, obras de drenaje y obras de contención.

La explanación puede considerarse como el conjunto de movimiento de tierras equivalente a cortes y terraplenes de la vía, ejecutados hasta la superficie de subrasante del proyecto. Como función principal las explanaciones se realizan para dar una superficie de apoyo a la estructura de pavimento.

Terreno de fundación es parte de la superficie natural del terreno sobre la cual se apoya la estructura de pavimento y que a su vez se verá afectada por la misma. Tiene funciones de cimentación y soporte para dicha estructura, sobre la cual van a transmitirse las cargas una vez sean disipadas por las capas de la estructura de pavimento. El terreno de fundación, generalmente, se conserva en su estado natural antes de la intervención para la construcción de la vía, en algunos casos se hace necesario el mejoramiento de esta para aumentar su capacidad de soporte y a su vez todas sus características, se suele llamar subrasante mejorada.

La estructura de pavimento comprende un conjunto de capas de materiales seleccionados de acuerdo a especificaciones de diseño para cada una de ellas, se apoyan directamente sobre la subrasante; la estructura de pavimento se encarga de distribuir de manera homogénea las cargas que se imponen por acción del tránsito para el cual ha sido diseñada, de igual manera una vez completa permite el rodamiento de los vehículos, esta debe garantizar comodidad, rapidez, seguridad y economía. El pavimento debe ser resistente a las cargas impuestas por el tránsito al igual que a los agentes de intemperismo, debe tener una textura superficial apropiada para garantizar fricción entre su capa de rodadura y los vehículos, la durabilidad es tal vez el requisito más importante con el que debe contar el pavimento dado que garantiza su funcionamiento a corto y largo plazo, también debe contar con un sistema adecuado de drenaje y señalización.

Las obras de drenaje son esenciales en el éxito de la infraestructura vial, y estas conforman todos los elementos puestos en obra para minimizar la influencia estructural y funcional del agua. El término generales de obras de drenaje engloba todos los aspectos relacionados con el flujo de agua, sin embargo, existe una categorización de acuerdo al flujo de agua que recibe la obra, de tal manera que se puede clasificar los sistemas de drenaje en drenaje superficial y drenaje subterráneo.

Las obras de contención usualmente son requeridas para realizar la contención de material, de acuerdo a las características del proyecto tienen funciones particulares, dentro de la infraestructura vial se usan muros de concreto para realizar la contención de la banca de la vía, para soportar rellenos de material, en estribos de puente, etc. Sin importar la funcionalidad que se les dé es claro que

representan una parte muy importante al momento de garantizar la estabilidad y funcionalidad de una obra.

La ejecución de las actividades de construcción de una carretera abarca una gran cantidad de elementos que son importantes de estudio y especial cuidado en su proceso constructivo, por lo cual un control de calidad adecuado garantiza que todos los elementos cumplan los requisitos técnicos mínimos para su buen funcionamiento.

3.2.1 Subrasante. La subrasante suele ser la superficie natural del terreno a lo largo del eje longitudinal del proyecto, y sirve como cimiento de la estructura de pavimento. En algunos casos se debe garantizar las condiciones de resistencia mínima, para ello se necesita tratar el material de subrasante y mejorarlo con material de préstamo que cumpla estas condiciones.

3.2.2 Sub-base granular. La capa de sub-base granular puede considerarse como una capa de transición entre la subrasante y la base granular, por otra parte actúa como filtro de la base, impidiendo su contaminación por material fino proveniente de la subrasante y disminuyendo su calidad.

En algunos casos se opta la construcción de esta capa de la estructura de pavimento por aspectos económicos, en efecto, el espesor total que se requiere para la distribución de los esfuerzos puede ser construido con materiales de alta calidad, sin embargo, es preferible distribuir las capas más calificadas en la parte superior de la estructura y las de menor calidad en la parte inferior.

Cambios volumétricos de la subrasante generalmente asociados a la presencia o ausencia de agua, pueden ser absorbidos por la capa de sub-base, impidiendo que dichas deformaciones afecten a la superficie de rodamiento.

La sub-base debe soportar los esfuerzos transmitidos por las capas superiores y transmitirlos de manera adecuada al nivel de subrasante.

Además de las características mencionadas, la capa de sub-base granular actúa como drenaje interno que ayuda a evacuar el agua hacia los filtros longitudinales, y a su vez evitar la ascensión por capilaridad del agua desde la subrasante hacia la base granular.

3.2.3 Base granular. Es una capa de la estructura de pavimento considerada por proporcionar un elemento resistente capaz de transmitir a la sub-base los esfuerzos y a su vez disminuirlos. En muchos casos la base granular debe drenar el agua proveniente de la carpeta o de las bermas e impedir la ascensión del agua por capilaridad hacia la superficie.

En algunos casos la base granular puede cumplir con características especiales de resistencia o alguna otra propiedad mecánica, por lo cual suele también ser mejorada con algún tipo de aditivo, generalmente asfalto o cemento asfáltico, llamándose así bases estabilizadas.

La capa de base suele consistir en materiales granulares, como piedra triturada, escoria triturada o no triturada, grava triturada o no triturada, y arena. Esta capa debe contar con requisitos especiales de plasticidad, granulometría y resistencia.

3.2.4 Carpeta asfáltica. También llamada capa de rodadura, es la principal capa de la estructura de pavimento encargada de recibir todos los esfuerzos que impone el tránsito de los vehículos; debe proporcionar una superficie uniforme que genere comodidad al tránsito, con una textura adecuada que permita la fricción de los vehículos, además de ser resistente a los efectos abrasivos.

La capa de rodadura suele consistir en una mezcla de agregados minerales y materiales asfálticos. Debe ser capaz de resistir altas presiones de neumáticos, así como las fuerzas abrasivas del tránsito y proporcionar una superficie de manejo resistente a los derrapes, y poder evitar la penetración del agua superficial a las capas subyacentes. El espesor de la superficie de rodamiento puede variar dependiendo del tránsito esperado y de las características de las demás capas.

3.2.5 Drenaje. Uno de los principales elementos que intervienen y pueden afectar la estructura de pavimento y su funcionamiento normal. Debe proporcionar la evacuación del flujo hidráulico de la superficie del pavimento, hacia las cunetas o canales laterales longitudinales que tengan diseño apropiado. Un drenaje inadecuado puede producir daños a la estructura de la vía. Además, el tránsito se puede ver afectado por el agua superficial acumulada, impidiendo la fricción necesaria para que el vehículo pueda transitar con normalidad. Es tan importante la evaluación y construcción de un sistema de drenaje que aproximadamente el 25% de la inversión corresponde a la construcción de estructuras para el control de la erosión y el drenaje, como alcantarillas, puentes, canales, zanjas.

Aparte del drenaje superficial, indispensable para el funcionamiento de la vía, es necesario tener en cuenta el agua subterránea que puede afectar a las capas de la estructura de pavimento, para controlar esto se hace necesario la construcción de filtros longitudinales que eviten que el agua ingrese a la estructura, y estos a su vez evacuaran el agua subterránea hasta estructuras de evacuación como alcantarillas o zanjas.

Para efectos del proyecto objeto de estudio se ven involucradas estructuras de drenaje como alcantarillas sencillas, dobles, box coulvert, puentes, filtros longitudinales y transversales, geotextiles, cunetas, bordillos, sumideros, bombeo, canales, zanjas.

3.2.6 Estructuras de contención. Por definición las estructuras de contención son capaces de contener o soportar presiones laterales o empujes de tierra que se generan por terrenos naturales o rellenos artificiales. Dentro del proyecto son importantes en la eventualidad de dar estabilidad a taludes en corte o terraplén mediante la contención del material de los mismos, para dar estabilidad a la banca cuando la sección transversal de la vía está en terreno escarpado y en muchos para que los chaflanes de la vía no salgan de la línea de compra, es decir como muros pateros de contención para delimitar los rellenos. En cualquier caso se trata de estructuras que merecen un control de acuerdo a las especificaciones de diseño y el cumplimiento de las normas.

4. MARCO CONCEPTUAL

Dentro del proceso constructivo normal de una vía, se encuentran elementos organizados de acuerdo a un orden de construcción consecutivo que va desde el reconocimiento inicial en campo hasta la fase final de entrega del producto. La descripción de los procedimientos es referencia del Instituto Nacional de Vías y de sus especificaciones INV 2007, de acuerdo con esto se pueden considerar algunas de sus definiciones en la Tabla 1

Tabla 1 – Resumen items de trabajo y descripción según normas invias 2007

NOMBRE	ARTÍCULO DE REFERENCIA	DESCRIPCIÓN SEGÚN INVIAS 2007
DESMONTE Y LIMPIEZA	200 - 07	Desmonte y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojos, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc.
DEMOLICIÓN Y REMOCIÓN	201 - 07	Demolición total o parcial de estructuras o edificaciones existentes en las zonas que indiquen los documentos del proyecto, y la remoción, cargue, transporte, descargue y disposición final de los materiales provenientes de la demolición, en las áreas aprobadas por el Interventor.
EXCAVACION DE LA EXPLANACIÓN	210 - 07	Conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de disposición o desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, canales y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el Interventor.
REMOCIÓN DE DERRUMBES	211 - 07	Remoción, desecho y disposición o en la remoción, cargue, transporte hasta la distancia de acarreo libre, descargue y disposición de los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre una vía existente o para la ejecución de las obras.
TERRAPLENES	220 - 07	Escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde se haya de colocar un terraplén nuevo, previa ejecución

		de las obras de desmonte y limpieza; eventual descapote y retiro de material inadecuado; drenaje y subdrenaje; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación de materiales apropiados de acuerdo con la presente especificación, los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del interventor.
PEDRAPLENES	221 - 07	Preparación de la superficie de apoyo del pedraplén y la colocación y compactación de materiales pétreos adecuados, de las características indicadas en dicho artículo, y de acuerdo con los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del Interventor.
MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE	230 - 07	Eventual disgregación del material de la subrasante existente, el retiro o adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final, de acuerdo con la presente especificación, y con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.
SUBBASE GRANULAR	320 - 07	Suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material de subbase granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto o establecidos por el Interventor.
BASE GRANULAR	330 - 07	Suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material de base granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto o establecidos por el Interventor.
RIEGO DE IMPRIMACIÓN	420 - 07	Suministro, transporte, eventual calentamiento y aplicación uniforme de una emulsión asfáltica o un asfalto líquido sobre una superficie granular terminada, previamente a la extensión de una capa asfáltica o un tratamiento bituminoso. El riego

		también podrá aplicarse a bermas construidas en material granular y a sus taludes.
RIEGO DE LIGA	421 - 07	Suministro, transporte, eventual calentamiento y aplicación uniforme de un ligante asfáltico sobre losas de concreto o sobre una capa bituminosa, previamente a la extensión de otra capa bituminosa, que no sea un tratamiento superficial, un sello de arena-asfalto o una lechada asfáltica.
MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	450 - 07	Elaboración, transporte, colocación y compactación, de una o más capas de mezcla asfáltica, preparada y colocada en caliente, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o determinados por el Interventor.
MEZCLA DISCONTINUA EN CALIENTE PARA CAPA DE RODADURA (MICROAGLOMERADO EN CALIENTE)	452 - 07	Elaboración, transporte, colocación y compactación de una capa de mezcla asfáltica de tipo discontinuo para capa de rodadura, preparada y colocada en caliente sobre un pavimento existente, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o determinados por el Interventor.
FRESADO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO	460 - 07	Obtención de un nuevo perfil longitudinal y transversal de un pavimento asfáltico existente, mediante el fresado en frío parcial o total de las capas asfálticas, de acuerdo con los alineamientos, cotas y espesores indicados en los documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor.
EXCAVACIONES VARIAS	600 - 07	Excavación necesaria para las fundaciones de las estructuras a las cuales se refiere el artículo, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos u ordenados por el Interventor. Comprende la construcción de encofrados, ataguías y cajones y el sistema de drenaje que fuere necesario para la ejecución de los trabajos, así como el retiro subsiguiente de encofrados y ataguías.
RELLENOS PARA ESTRUCTURAS	610 - 07	Colocación en capas, humedecimiento o secamiento, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de

		estructuras de concreto y alcantarillas, previa la ejecución de las obras de drenaje y subdrenaje contempladas en el proyecto o autorizadas por el Interventor.
CONCRETO ESTRUCTURAL	630 – 07	Suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabados de los concretos de cemento Portland, utilizados para la construcción de puentes, estructuras de drenaje, muros de contención y estructuras en general, de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor.
CUNETAS REVESTIDAS EN CONCRETO	671 – 07	Transporte, suministro, elaboración, manejo, almacenamiento y colocación de los materiales de construcción de cunetas de concreto prefabricadas o fundidas en el lugar. También incluye las operaciones de alineamiento, excavación, conformación de la sección, suministro del material de relleno necesario y compactación del suelo de soporte. Cotas, dimensiones, tipos y formas, de acuerdo a planos del proyecto u ordenadas por el Interventor.
TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO	661 – 07	Suministro, transporte, almacenamiento, manejo y colocación de tubería de concreto reforzado, con los diámetros, armaduras, alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos u ordenados por el Interventor; comprende, además el suministro de los materiales para las juntas y su colocación; las conexiones a cabezales u obras existentes o nuevas, y la remoción y disposición de los materiales sobrantes.
ACERO DE REFUERZO	640 – 07	Suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de barras de acero en estructuras de concreto, en concordancia con los planos del proyecto, de dicha especificación y de las instrucciones y recomendaciones dadas por el Interventor.
GAVIONES	681 – 07	Transporte, suministro, manejo, almacenamiento e instalación de canastas metálicas, y el suministro, transporte y colocación de material de relleno dentro de las canastas, de acuerdo con los alineamientos, formas y dimensiones y en los sitios establecidos en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

SUBDRENES CON GEOTEXTIL Y MATERIAL GRANULAR	673 – 07	Uso de geotextil y material granular en la construcción de subdrenes, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor. La colocación de un geotextil en contacto con el suelo permite el paso del agua, a largo plazo, dentro del sistema de drenaje superficial reteniendo el suelo adyacente. En algunos casos específicos puede variar el tipo de subdrén agregando tubería perforada al interior del material granular para mejorar la evacuación del agua.
PROTECCIÓN VEGETAL DE TALUDES (EMPRADIZACIÓN)	810 – 07	Protección de taludes en terraplenes, excavaciones y otras áreas del proyecto, en los sitios indicados en los planos o determinados por el Interventor, empleando materiales vegetales. Además de la conservación de las áreas tratadas hasta el recibo definitivo de los trabajos.
CERCAS DE ALAMBRES	800 – 07	Suministro de materiales y construcción de cercas de alambres con postes de madera o de concreto, en los sitios indicados en los planos del proyecto o definidos por el Interventor.
TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTES DE EXCAVACIONES Y DERRUMBES	900 – 07	Transporte de los materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos, y el transporte de los materiales provenientes de derrumbes.

Además de las consideraciones anteriores para la ejecución de las obras del proyecto vial, existen algunos aspectos vitales y a los cuales se les presta un cuidado especial por parte de profesionales en el área respectiva.

“El constructor se obliga a ejecutar las obras objeto del Contrato de acuerdo con las disposiciones legales vigentes sobre el medio ambiente, en particular el Decreto 1220 de 2005, guías ambientales, normas especiales para el trámite y obtención de las autorizaciones y permisos específicos otorgados por autoridad competente para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, y especialmente, los requerimientos de las licencias ambientales del proyecto, con su respectivo plan de manejo ambiental.” (Instituto Nacional de Vías, 2007). Demás generalidades sobre aspectos ambientales están contenidos en el Artículo 106 de las Especificaciones INV – 07.

De acuerdo al Artículo 107 de las Especificaciones INV – 07 (Medida y pago de la obra ejecutada) se hace una descripción acerca de la medida y pago de las

cantidades de obra realizadas, parciales y totales, aplicando técnicas de cuantificación definidas por el ente encargado de la gestión de pagos, previa autorización del interventor y una vez haya sido comprobada la calidad de los elementos construidos y objeto de trámite para pago, con la consideración de que se está sujeto a descuentos en los pagos dada la verificación de la calidad por parte del departamento encargado del control.

El control de calidad tiene funciones de apoyo administrativo, cuando los elementos o procedimientos ejecutados no siguen una directriz basada en las especificaciones, estos pueden generar no conformidades dentro de los objetivos del proyecto, ya que de algún modo genera un incumplimiento de las normas por las que se fundamenta el proyecto, por lo tanto, el departamento encargado de la supervisión de las actividades en ejecución tiene la disposición para realizar al contratista un informe de evaluación de los daños o recomendaciones, pueden ser a manera de informe técnico de descripción, tal como: notas internas, acciones preventivas, acciones correctivas, y productos no conformes; en el capítulo 5.2.3 se detallan estas medidas.

5. RESULTADOS

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados, se desarrolla en este capítulo la descripción de todas las actividades realizadas, con las evidencias como soporte de lo cumplido en esta etapa de la pasantía.

5.1 CONTROL Y SUPERVISIÓN

La supervisión y el control de calidad de los procesos en obra requiere inicialmente de la recolección de información para posteriormente ser analizada o ensayada en laboratorio con el fin de verificar sus características físicas y mecánicas; dentro de las visitas de inspección semanales realizadas a cada frente de obra se realizaron procedimientos para el muestreo de materiales para construcción de carreteras de acuerdo a la norma INVIAS. De esta manera, se tomaron muestras de suelos (Ver Figura N° 3, agregados gruesos y finos para concreto hidráulico, material filtrante, material para subbase granular, material para base granular y estabilizada, mezclas asfálticas y muestras de concreto. En cualquier caso la toma de muestras tiene varios fines, desde la investigación preliminar a las fuentes que suministran el material para determinar la disponibilidad y características del material, la aceptación o rechazo de la producción de dichas fuentes así como el control de su producción y la inspección en obra de los materiales y aceptación de los procedimientos de trabajo.



Figura N° 3 – Muestra de suelo – Material de corte depositado en SDM para ensayo de compresión simple

Se tuvo en cuenta varios procedimientos de muestreo de acuerdo al requerimiento particular para cada elemento de construcción. En algunos casos se recibió material directamente de la banda transportadora, de stocks de material o muestras tomadas en la vía, atendiendo para cada caso las recomendaciones de las normas INVIAS.

Para la recolección de agregados gruesos, agregados finos y material filtrante se recogieron muestras depositadas en stocks temporales de obra y en depósitos permanentes, de tal manera que representen los diferentes materiales apreciables en la muestra, además estas se tomaron en varios lugares de la pila depositada para lograr uniformidad en la recolección de muestras. Ver Figura N° 4



Figura N° 4 – Recolección de muestras – Agregado grueso para ensayos de laboratorio

Para las mezclas asfálticas se tomaron muestras en la planta, directamente de la banda transportadora y en obra desde los vehículos de transporte. El material llenante y las partículas de agregado que componen las mezclas asfálticas fueron tomadas por separado y antes de que la mezcla sea compuesta, para así poder realizar los ensayos particulares a los materiales; por otro lado, también fue necesario la toma de muestras en obra antes de la extensión de la carpeta asfáltica, para ello se realizó el muestreo desde el vehículo de transporte, verificando también la temperatura con la que se tomó dicha muestra y como parte de la inspección rutinaria las temperaturas de extensión y compactación de la carpeta asfáltica. Figura N° 5



Figura N° 5 – Recolección de muestras – Mezcla asfáltica y material llenante para mezcla asfáltica

El control de la calidad del concreto se realizó semanalmente durante las inspecciones de obra y en algunos casos directamente de la planta de producción, siguiendo los parámetros del INVIAS para la toma de muestras de concreto fresco y normas para ensayos de compresión. Durante el procedimiento desarrollado en campo primero se hizo un control de asentamiento(slump) y posteriormente se tomaron en todos los casos 6 cilindros de concreto para ser ensayados a 7 días, 28 días y se dejaron 2 cilindros “testigos” para ser ensayados a un tiempo mayor dependiendo de las indicaciones para cada obra. Ver Figura N° 6



Figura N° 6 – Muestras de concreto – Cilindros de concreto para ensayos de compresion en laboratorio

A continuación, se describe las actividades realizadas en el departamento de Control Interno para la verificación de la aplicación y cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas de los procedimientos constructivos.

5.1.1 Desmonte y limpieza. Por medio de inspección visual se adelantó el control y la verificación de la adecuación de la superficie del terreno natural para las obras del proyecto, con lo cual se vigiló el cumplimiento de las normas tanto a los procedimientos técnicos y aspectos de seguridad para evitar afectación al medio ambiente y a los predios cercanos al área de intervención del proyecto. En los informes semanales de control interno del Anexo 1 y Anexo 2 se registró el reconocimiento de esta actividad.

De acuerdo al plan de manejo ambiental se supervisaron las obras de reforestación realizadas verificando que no se hayan afectado especies vegetales con características especiales. Cuando dichas especies vegetales quedaron en pie se tomaron medidas de protección por parte del contratista para evitar que fueran dañadas, como revisar que fueran aisladas con polisombra o algún otro tipo de malla, actividad que fue inspeccionada para verificar su cumplimiento como se observa en la Figura N° 7.



Figura N° 7 – Protección de especies vegetales - Protección con polisombra

La disposición del material vegetal producto de esta actividad en algunos casos fue recuperado y cedido a la comunidad del sector cumpliendo con los acuerdos previos, en algunos casos se rescató el material útil para empradización o extensión de capa vegetal en otras zonas del proyecto. Por otro lado el material en condiciones no aptas para aprovechamiento fue depositado en sitios de disposición de material (SDM) autorizados por el concesionario y por las autoridades ambientales.

De igual manera, se realizó la verificación de los límites sobre los cuales se ejecutaron los trabajos, para ello se realizó un chequeo visual del área predial adquirida por el concesionario y que a su vez fue materializada por la comisión

topográfica. Se verificó el área intervenida y sus características de acuerdo a las fichas, diagramas y demás soportes prediales, ver Anexo N° 5.

En la Figura N° 8, se observa el procedimiento descrito previo a la ejecución de las obras del proyecto.



Figura N° 8 – Desmonte y limpieza - Retiro de capa vegetal y material orgánico.

5.1.2 Demolición y remoción. Mediante inspección visual se supervisaron las siguientes actividades, las cuales se registraron en el Informe Semanal de Control Interno.

- Que el área intervenida se encontrara libre de: vegetación, rocas de gran tamaño, estructuras civiles, hidráulicas, eléctricas y demás estructuras que interfieran en los trabajos. Se observó que el contratista cumpliera los procedimientos descritos en el Art. 201-07 del INVIAS, respecto a la demolición, desmontaje y remoción de las estructuras y obstáculos mencionados, de tal manera que estos métodos sean seguros y confiables. Toda la información concerniente a esta actividad se encuentra registrada en el Informe Semanal de Control Interno. Ver Anexo 3 y Anexo 4.
- Que cuando se intervinieran sistemas de acueducto o alcantarillado, se garantizara la continuidad del servicio público afectado por las obras del proyecto, con la adecuación temporal o definitiva de una nueva red que conecte los puntos que se interrumpieron.
- Se verificó la utilización adecuada del equipo de trabajo para caso particular, pavimentos rígidos, pisos, andenes, bordillos y demás estructuras de concreto que interfieran en la funcionalidad de la obra.
- Para pavimentos rígidos y cunetas se supervisó que las juntas transversales queden lisas y coincidan con el carril existente, evitando filtraciones de agua superficial a la estructura de pavimento.

- El control que se realizó a este procedimiento fue básicamente la comprobación de un adecuado método de demolición que se ajuste a las condiciones del trabajo y verificar las limitaciones del trabajo de demolición y remoción. En la Figura N° 9, se muestra los trabajos de demolición mencionados.



Figura N° 9 – Demolición estructuras - Demolición de cámara de entrada, muro cabezal y aletas, para prolongación de alcantarilla

5.1.3 Excavación de la explanación. A través de observaciones en campo y el chequeo de carteras de rasante se realizó la supervisión de las siguientes actividades:

Se realizó la inspección visual de la pendiente y regularidad de los taludes de acuerdo con los diseños del proyecto. De acuerdo a un estudio inicial de estabilidad de taludes a lo largo del corredor vial, se obtuvo información en la cual se daban alternativas para la inclinación de taludes, y que debían cumplirse para garantizar su estabilidad; la inspección visual permite reconocer fácilmente la pendiente y su regularidad a lo largo de la vía, ver Figura N° 10.

Mediante inventarios realizados por personal de control interno, se relacionó la pendiente de los taludes en corte y en terraplén de diseño con las recomendaciones del estudio de estabilidad de taludes. En taludes en corte se recomendaron pendientes con relación (V:H) 1:0.5 y 1:0.25. En taludes en terraplén se recomendaron pendientes con relación (V:H) 1:2. La información recolectada se organizó de acuerdo a la

Tabla 2.

Se realizaron visitas técnicas a los SDM, se observó que los métodos de compactación y acomodamiento del material sean adecuados, de igual manera que el sistema de drenaje cumpliera con los diseños y especificaciones, que las

estructuras de contención se ejecutaran garantizando la estabilidad del relleno.
Ver Figura N° 11



Figura N° 10 – Inspección visual de pendiente - Trayecto 5A. Sector Cujacal. PR 14+590.
Explanación para la conformación de calzada. Perfilado de taludes. Conformación de terrazas

Tabla 2 – Cuadro de relación de pendiente de taludes – Relación de pendientes de diseño y ejecutadas desde PR 11+390 hasta PR 13+110 de taludes en corte y terraplén

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA CONTRATO DE CONCESION No 003 DE 2006 RUMICHACA - PASTO - CHACHAGUI - AEROPUERTO DEVINAR S. A. PR 0+000 - PR 21+149 Cuadro de relación de pendiente de taludes T5 - VARIANTE ORIENTAL PASTO									
ABSCISA		MARGEN		Corte/Terraplén	Relación V:H (Real)		Relación V:H (Diseño)		Altura (H)
INICIAL	FINAL	IZQ.	DER.		V	H	V	H	
CALZADA IZQUIERDA									
PR 11+930	PR 12+200	X		Corte	1	0,50	1	0,25	Cumple
PR 11+930	PR 12+240		X	Corte	1	0,50	1	0,25	Cumple
PR 12+290	PR 12+400	X		Corte	1	0,40	1	0,25	Cumple
PR 12+280	PR 12+400		X	Corte	1	0,50	1	0,25	Cumple
PR 12+400	PR 12+700	X		Terraplén	1	2,10	1	2,00	Cumple
PR 12+730	PR 13+110		X	Corte	1	0,40	1	0,25	Cumple

De acuerdo al cuadro anterior también se puede obtener información para generar una relación de la longitud intervenida de corte o terraplén, según la información en este tramo de vía existe talud en el margen izquierdo; desde el PR 11+930 hasta el PR 12+200 hay talud en corte; desde el PR 12+200 hasta el PR 12+290 no existen datos, por lo tanto se deduce que es una zona en la que la rasante se ajustó a la superficie del terreno y la intervención en corte fue mínima, por esto no se tuvo en cuenta en el inventario; desde el PR 12+290 hasta el PR 12+400 hay talud en corte; desde el PR 12+400 hasta el PR 12+700 hay talud en terraplén. De acuerdo con el análisis anterior se pueden deducir 380ml de talud en corte y 300ml de talud en terraplén para el margen izquierdo de este tramo. De igual manera, se puede analizar la información para el margen derecho.



Figura N° 11 – Adecuación de SDM – Descapote, construcción de filtros y conformación de SDM con material de corte

5.1.4 Remoción de derrumbes. Mediante visitas técnicas de obra se verificó el cumplimiento del Artículo 211-07 de las especificaciones INVIAS respecto a la remoción de derrumbes.

Se observó que la remoción se realizara lo más inmediatamente posible para evitar obstaculizar los frentes de obra o el tráfico, de igual manera que la señalización utilizada haya sido clara y precisa y fuese colocada inmediatamente presentados los deslizamientos.

Igualmente, se observó que se tomen todas las precauciones para evitar otro deslizamiento o desestabilizar la zona del derrumbe, además de verificar y comprobar el estado del equipo utilizado y su funcionamiento. También que se garantizara la seguridad operacional en la remoción del derrumbe y su disposición final en un sitio autorizado para el tipo de material extraído.

Mediante inspección visual se observó que la zona o calzada afectada por el derrumbe haya sido limpiada y librada de obstáculos, además de garantizar que las obras de drenaje funcionen con normalidad después de los trabajos. En la Figura N° 12, se registra la intervención por parte del contratista para asegurar la zona del derrumbe y realizar su respectiva señalización mientras se realizan los trabajos de remoción.

En los Anexos 1 y 2, se registra la inspección realizada que corresponde a deslizamientos ocurridos en un talud en terraplén.



Figura N° 12 – Derrumbe de talud – Deslizamiento de talud en margen derecho de vía. Correcta señalización y utilización de equipos de remoción

5.1.5 Terraplenes. Se revisó el cumplimiento del artículo 220-07 de las especificaciones INVIAS respecto a terraplenes y todo lo concerniente a los requisitos de los materiales y procedimientos constructivos.

Para la conformación del cimiento se verificó que no haya presencia de suelos blandos o presencia de agua, de ser así retirar el material o mejorar sus condiciones por medio de la mezcla con material seleccionado.

Para la conformación del cuerpo del terraplén se supervisó la proveniencia del material, que en la mayoría de casos es material proveniente de cortes, además de la verificación del método de conformación, garantizando que sea dispuesto en capas de espesores uniformes y paralelas a la superficie de tal manera que exista un acomodamiento de las partículas que reduzcan los cambios volumétricos, de igual manera la verificación de un método de compactación apropiado para cada caso.

Finalmente, se verificó que la corona de terraplén se conforme con material seleccionado que tenga características óptimas de subrasante, a la vez que se verificó los niveles, pendientes y compactación de la superficie. Como se puede observar en la Figura N° 13, en la cual se realiza la inspección a los procedimientos de extensión, conformación y compactación de la corona del terraplén.

La inspección visual se realizó mediante recorridos de obra y se registró la información en el Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3 y Anexo 4.

La verificación de una adecuada compactación en las capas del terraplén, la verificación en laboratorio de las propiedades del material, y la utilización de los equipos adecuados para el trabajo, son los principales elementos de control que se tuvo en cuenta en la construcción de terraplenes.



Figura N° 13 – Terraplén – Acceso a Puente Rio Pasto, conformación de núcleo de terraplén con material de corte y mejoramiento de subrasante para corona de terraplén

5.1.6 Pedraplenes. Se realizó inspección visual del tamaño máximo del material para pedraplén, bolos hasta 30 cm tamaño máximo. En la construcción de pedraplenes fue necesario considerar algunas características del terreno de apoyo, verificar la instalación de geotextil para evitar la infiltración de agua subterránea, también se verificó que el acomodamiento y compactación de los materiales de pedraplén se hiciera de manera organizada, por capas y paralelas a la superficie de explanación. En general, se revisó el cumplimiento del Artículo 221 de las Normas INVIAS 2007, el cual tiene las generalidades y especificaciones para la construcción de terraplenes.

Mediante inspección visual se pudo reconocer los tamaños aproximados y tipo de material para pedraplén, la utilización o ausencia de geotextiles, la organización de

las capas y la forma en las que se acomodó el material para llenar los vacíos, al igual que los procedimientos para conformación y compactación del pedraplén.

En la Figura N° 14, se observa la inspección de esta actividad en diferentes fases del proceso constructivo de un pedraplén, desde la preparación de la superficie, la instalación del geotextil y el acomodamiento por capas del material.



Figura N° 14 – Pedraplén – Preparación de superficie, extensión de geotextile, conformación de material de pedraplén.

5.1.7 Mejoramiento de subrasante. Se toman muestras para ensayos de: Granulometría, Limite Líquido, índice de plasticidad y Proctor modificado. La subrasante puede ser mejorada con material seleccionado de granulometría y propiedades mecánicas definidas para dar una capacidad de soporte adecuada que cumpla con los requisitos mínimos dados por las Normas INVIAS. Se realizó pruebas a la subrasante mejorada para verificar el cumplimiento de las especificaciones, de lo contrario optar por rechazar el material o buscar otro método para mejorar sus condiciones.

Se realizó visitas de obra dentro de las cuales se inspeccionó que se cumplan los criterios técnicos para la aplicación del método más adecuado para el mejoramiento de la subrasante, como la verificación del material utilizado por medio de toma de muestras para posteriores ensayos en laboratorio.

La comprobación de la aplicación de un adecuado método de compactación se realizó verificando la densidad especificada aplicada en campo mediante el ensayo de cono y arena, tal y como lo dice la Norma INV E-161-07 (Densidad o masa unitaria del suelo del terreno. Método del cono de arena). Esta actividad se relaciona más adelante en otro capítulo.

La información y análisis de resultados del ensayo se registra de acuerdo al Anexo N° 10.

En la Figura N° 15, se observa el procedimiento para mejorar las condiciones de la subrasante, en este caso se realizó la extensión de capas de rajón y recebo para dar un apoyo posterior a la capa de subbase.



Figura N° 15 – Mejoramiento de subrasante – Extensión de geotextile, extension y conformación de rajón y capa de recebo



Figura N° 16 – Control de densidades – Medición de la densidad mediante método de cono de arena

Se inspeccionó que se llevara a cabo un adecuado chequeo de los elementos constructivos como son la verificación de los alineamientos, pendientes, cotas, secciones. Ver Figura N° 17. Se realizó las respectivas observaciones al control realizado mediante inspección visual y la información se registró en el Anexo 3 y Anexo 4.



Figura N° 17 – Chequeo de niveles de subrasante – Comisión topográfica realizando chequeo de niveles de subrasante

5.1.8 Sub base granular. Dentro de las labores de control fue necesario verificar el buen estado de los equipos utilizados por el contratista. El control de materiales se realizó de manera periódica, dependiendo de la longitud del tramo, de la procedencia de los materiales, de la regularidad de los trabajos, dichos materiales debían cumplir los requisitos de calidad exigidos por el INVIAS. Dentro de la inspección que se realizó al procedimiento se buscó garantizar una correcta aplicación de los métodos de trabajo, un adecuado control de humedad y densidad de las capas compactadas, control de espesores, niveles, pendientes, cotas y uniformidad del material extendido. La información y análisis de resultados del ensayo se registró de acuerdo al Anexo N° 10.

Se tomaron muestras para ensayos de granulometría, desgaste en máquina de los ángeles, perdidas en ensayos de solidez en sulfato de sodio o magnesio, C.B.R. índice de plasticidad, Equivalente de arena y Próctor Modificado. En los anexos se encuentran los formatos utilizados para el ingreso y análisis de las muestras ingresadas al laboratorio para la verificación de las propiedades del material. En el Anexo 6 – Formatos para el Ingreso de muestras, se relacionan formatos diligenciados para el ingreso de muestras de materiales, dentro de los cuales se encuentra el correspondiente a subbase granular para realizar algunos de los ensayos mencionados

De acuerdo a la especificación del INVIAS, el Artículo 320-07 los materiales utilizados para la construcción de la subbase granular debían satisfacer los requisitos de calidad de acuerdo al Artículo 300-07, *“Para la construcción de afirmados y subbases granulares, los materiales serán agregados naturales*

clasificados o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias". También debían cumplir características granulométricas que se ajusten a la especificación mediante la comprobación de su ajuste a alguna de las franjas granulométricas de la Tabla 320.1 del Artículo 320-07 del INVIAS.

En la Figura N° 18, se observa material de subbase granular acordonado a un costado de la vía y listo para ser extendido, conformado y compactado.



Figura N° 18 – Stock de material en obra – Material de subbase granular, acordonado y listo para ser extendido y compactado

De igual manera, se verificó en laboratorio que se cumplan los requisitos mínimos para el material utilizado, aplicando ensayos de acuerdo a las normas INVIAS que ayuden a determinar la verdadera calidad de estos materiales, para su buena aplicación en la construcción de la subbase granular.

La comprobación de la aplicación de un adecuado método de compactación se realizó verificando la densidad especificada aplicada en campo mediante el ensayo de cono y arena, tal y como lo dice la Norma INV E-161-02 como se muestra en la Figura N° 19.



Figura N° 19 – Control de densidades – Método de cono de arena para control de densidades en capa de subbase granular.

Por otro lado, se vigiló que la subbase granular fuera construida una vez verificada la calidad de la superficie de apoyo (Subrasante), asegurando la debida compactación de la capa sobre la cual se debía asentar la subbase granular, al igual que las cotas y secciones de esta capa de apoyo.

La inspección realizada para el control de esta actividad se registró además en el Anexo 3 y Anexo 4, en los cuales además de realizar el reconocimiento de la ejecución de las actividades, se hacen las observaciones pertinentes para lograr una mejor calidad en la construcción de la estructura de pavimento.

5.1.9 Base granular. Dentro de las labores de control fue necesario verificar el buen estado de los equipos utilizados por el contratista. Al igual que las demás capas granulares, en este caso el control de materiales también se realizó de manera periódica, dependiendo de la longitud del tramo, de la procedencia de los materiales, de la regularidad de los trabajos; dichos materiales debían cumplir los requisitos de calidad exigidos por el INVIAS.

Dentro de la inspección que se realizó al procedimiento se debía garantizar una correcta aplicación de los métodos de trabajo, un adecuado control de humedad y densidad de las capas compactadas, control de espesores, niveles, pendientes, cotas y uniformidad del material extendido.

De acuerdo a la especificación del INVIAS, el Artículo 330-07 los materiales utilizados para la construcción de la base granular debían satisfacer los requisitos de calidad de acuerdo al Artículo 300-07, *“Para la construcción de bases granulares, será obligatorio el empleo de un agregado que contenga una fracción producto de trituración mecánica”*. También se verificó que cumplieran con

características granulométricas que se ajusten a alguna de las franjas granulométricas de la Tabla 330.1 del Artículo 330-07 del INVIAS.

Se realizó la comprobación de la aplicación de un adecuado método de compactación verificando la densidad especificada aplicada en campo mediante el ensayo de cono y arena, tal cual lo dice la Norma INV E-161-07 y como se observa en la Figura N° 20.



Figura N° 20 – Control de densidades - – Método de cono de arena para control de densidades en capa de base granular.

Se supervisó que la terminación final de la capa permaneciera en buen estado hasta la construcción de la carpeta de rodadura, también se supervisó que el contratista garantizara por cualquier método la regularidad con el tiempo del grado de compactación con el cual fue recibido inicialmente por el área de control interno, de no ser así se solicitaba mediante notas internas o acciones preventivas, realizar todo el procedimiento de construcción de la base granular y verificar la compactación nuevamente.

En la Figura N° 21, se observa una capa de base granular que no tuvo una adecuada intervención por parte del contratista, la cual se vio afectada por el agua, generando procesos expansivos que con ayuda del tráfico deterioró la estructura, como medida de control se realizó el informe respectivo al contratista y se retiene el pago hasta que se tomen medidas pertinentes. La Figura N° 22, muestra la medida correctiva tomada por el contratista, que se verificó por el departamento de control interno para comprobar si se cumplía la especificación.

La inspección realizada para el control de esta actividad se registró en el Anexo 3, Anexo 4.



Figura N° 21 – Base granular dañada – Capa de base granular afectada por la lluvia y vehículos de transporte de material.



Figura N° 22 – Base granular corregida – Escarificación de capa de base granular, mezcla de material húmedo con material seco

5.1.10 Riego de imprimación. El control de este procedimiento fue básicamente la inspección visual del cumplimiento de los procesos, verificar que la mezcla fuera

aplicada directamente sobre una capa granular y no sobre una capa asfáltica o de concreto, que haya sido aplicada de manera homogénea, garantizando condiciones de clima adecuadas para su aplicación, además de solicitar el certificado de calidad del producto usado al contratista para revisar el cumplimiento de la especificación.

Se supervisó que la superficie de trabajo esté debidamente conformada, compactada y con una humedad que permita la aplicación del riego, además debe estar limpia de partículas de polvo, barro seco, suciedad y cualquier material suelto que no permitiera el contacto directo con la superficie. Se vigiló que se manejara un procedimiento adecuado de riego, que la aplicación fuera homogénea en toda la sección transversal de la superficie a imprimir. En algunos casos fue necesaria la circulación del tránsito vehicular sobre la capa que recibe la imprimación, por ello se vigiló que se realizara una protección con algún tipo de agregado que cubra la superficie y que absorba nada más que el exceso de ligante.

Como parte de la inspección realizada, se consignó información en los Anexos 1 y 2, la Figura N° 23 muestra la aplicación de riego de imprimación con protección de agregado fino sobre una superficie de base granular.



Figura N° 23 – Riego de imprimación – Limpieza de superficie de base granular y aplicación de emulsion de rotura lenta, Extensión, barrido y limpieza de capa de arena.

5.1.11 Riego de liga. El control de este procedimiento fue básicamente la inspección visual del cumplimiento de los procesos, verificar que la mezcla sea aplicada directamente sobre una capa asfáltica o de concreto y no sobre granular, que sea aplicada de manera homogénea, garantizando condiciones de clima adecuadas para su aplicación, además de solicitar el certificado de calidad del producto usado al contratista.

El riego de liga es un ligante asfáltico con propiedades únicas para aplicar sobre una superficie asfáltica o losa de concreto que recibirá a otra capa asfáltica, por ello se debía garantizar que sus características sean las adecuadas para el tipo de trabajo que se va a realizar.

Generalmente, dentro del proyecto se realizó parcheo o la extensión de una capa asfáltica sobre la actual, es aquí en donde se realizó el control entre aplicar un riego de liga y no un riego de imprimación. En el Anexo 1 y Anexo 2, se puede verificar el registro de esta actividad, además, se puede diferenciar la actividad para la cual fue aplicado el riego de liga y no el riego de imprimación.

Al igual que en un riego de imprimación se debía tener especial cuidado en la superficie sobre la cual se iba a aplicar la emulsión, se supervisó que esté limpia de partículas de polvo, barro seco, suciedad y cualquier material suelto que no permita el contacto directo con la superficie, al igual que la correcta aplicación sobre toda la sección transversal de la superficie a imprimir. Particularmente se debía vigilar que no se permita transitar sobre la superficie sobre la cual se aplicó el riego de liga, para de esta manera evitar la pérdida del ligante.

También se puede verificar la inspección visual de esta actividad en la Figura N° 24, la cual muestra la aplicación de una emulsión de rotura rápida sobre la carpeta asfáltica que posteriormente recibirá otra capa asfáltica.



Figura N° 24 – Riego de liga – Aplicación emulsion asfáltica de rotura rápida sobre carpeta asfáltica.

5.1.12 Mezclas asfálticas en caliente. Se realizó el reconocimiento de las variables para el buen funcionamiento de la capa de rodadura o capas intermedias dependiendo de cada caso.

La inspección consistió en supervisar la correcta colocación y compactación de la mezcla asfáltica independientemente del número de capas a colocar. Se debía vigilar que se garantice un espesor uniforme de acuerdo a las especificaciones o diseños de la estructura de pavimento a usar, por otro lado se chequeó la temperatura de extensión y compactación de la carpeta asfáltica, que se encuentra en un rango dado por el artículo 450 del INVIAS de acuerdo al tipo de mezcla a usar, además de la verificación final de la superficie de rodadura.

El seguimiento realizado por el pasante se puede verificar en los siguientes anexos: 1, 2, 3 y 4, que contienen información sustancial acerca del seguimiento realizado para el control de esta actividad así como las observaciones pertinentes para la buena ejecución de esta actividad. En la Figura N° 26, se observan los procedimientos de construcción de una capa asfáltica.

Para la ejecución de los trabajos de construcción y rehabilitación que realizó DEVINAR S.A. se usan varios tipos de mezclas en caliente, generalmente mezclas tipo MSC, MDC y micro-aglomerados.

El control se realizó también desde la planta de producción de la mezcla, donde se tomaron muestras de los materiales por separado, de los agregados pétreos a usar, material llenante (Filler), material bituminoso y aditivos, una vez recolectadas las muestras se llevaron al laboratorio para determinar sus propiedades y verificar si cumplían las especificaciones dadas por el INVIAS.

Como se puede observar en la Figura N° 25, como parte del control realizado para esta actividad, se indica la recolección de muestras para la producción de mezclas asfálticas directamente desde la planta de asfalto.

Por otro lado, se tomaron muestras de la mezcla en el sitio de ejecución de los trabajos, se verificó las temperaturas de extensión y compactación, se realizaron briquetas con la mezcla producida y se llevaron a laboratorio para realizar los ensayos a que haya lugar; como se puede observar en la Figura N° 27, se indica la toma de muestra para la elaboración de briquetas con la mezcla asfáltica colocada en sitio. La homogeneidad de la mezcla es un factor importante que se verificó visualmente antes de la extensión de la misma

Además del control realizado directamente a la mezcla asfáltica, también se realizó un control a los procedimientos, que se refiere inicialmente al transporte de la mezcla, la cual se observó que esté cubierta para evitar la menor pérdida de temperatura, además que la extensión se hiciera de manera homogénea en toda la sección transversal de la superficie que recibe la capa asfáltica, de igual manera que esta superficie estuviera libre de partículas de polvo o cualquier suciedad que impida el contacto directo del material asfáltico con la capa inmediatamente inferior, como también que la compactación se realizara de manera que chequeen los espesores dados en los diseños y hasta lograr el nivel de densidad prescrito

por el artículo 450 del INVIAS, aplicando el procedimiento más adecuado según sea el caso y garantizando un buen acabado en la superficie final del pavimento.

Finalmente, una vez los procedimientos de extensión y compactación de la mezcla asfáltica hayan terminado y se ajusten a las especificaciones, se esperó a que la capa alcance una temperatura ambiente antes de ser abierta al tráfico, esto para evitar que el tránsito modifique la estructura construida.

Todas las intervenciones descritas anteriormente las asumía directamente el contratista; el control interno únicamente verificó el cumplimiento de los materiales y procedimientos de acuerdo a las especificaciones y diseños dados.

En las siguientes figuras se puede observar los procesos de supervisión, recolección de información y control realizados para la ejecución de esta actividad:



Figura N° 25 – Recolección de muestras – Recolección de agregados pétreos y material llenante desde la banda transportadora en planta de producción de asfalto.



Figura N° 26 – Mezcla asfáltica – Extensión y compactación de mezcla asfáltica tipo MDS-1, para capa de rodadura.



Figura N° 27 – Briquetas de asfalto – Elaboración de briquetas de asfalto en obra

5.1.13 Mezcla discontinua en caliente (micro-aglomerado). Generalmente el control de los trabajos comprende la supervisión de los métodos y procedimientos de extensión y compactación de una mezcla asfáltica discontinua sobre una superficie de rodadura, teniendo en cuenta las mismas consideraciones para las mezclas asfálticas en caliente, respecto a temperatura, espesores, procedimientos de extensión y compactación.

El control de calidad que se realizó se basa en la aplicación de los ensayos para mezclas en caliente, con algunas variables que podrían cambiar de acuerdo a sus

propiedades especiales de granulometría y asfalto que permitieron obtener una capa de rodadura de mejor calidad

5.1.14 Fresado de pavimento asfáltico. El control que se llevó a cabo para esta actividad fue la supervisión del seguimiento de los alineamientos dados en los diseños, hacer respetar los espesores y cotas, verificar los tramos de intervención, en algunos casos el material proveniente de fresado puede ser de utilidad para próximas intervenciones, por lo tanto, se vigiló su correcto almacenamiento y que se evite que pueda ser contaminado con otra clase de material.

Se supervisó que el equipo utilizado sea el adecuado para este tipo de intervención, y que este se encuentre en buenas condiciones de trabajo, además de realizar inspección visual a los procedimientos utilizados como lo muestra la Figura N° 28, en la que se observa la intervención de la carpeta de rodadura por medio de fresado del pavimento asfáltico. En el Anexo 3 y 4, se puede observar el seguimiento a este ítem.



Figura N° 28 – Fresado – Fresado de superficie de pavimento asfáltico para parcheo.

5.1.15 Excavaciones varias. Las actividades de control y supervisión fueron básicamente verificar las dimensiones, alineamientos y cotas de las excavaciones realizadas, el método y las herramientas utilizadas, los encofrados, ataguías, cajones y el sistema de drenaje utilizado, al igual que el retiro de encofrados y ataguías.

Se identificó el tipo de material proveniente de la excavación y a qué nivel del proyecto se realizó, es decir la relevancia que tuvo, identificar para qué tipo de estructura se realizó y asegurar la terminación final de la excavación. Del mismo modo verificar el sitio final de disposición del material proveniente de excavación.

Cuando se realizó un reconocimiento del material proveniente de la excavación se pudo identificar también si este material puede ser aprovechado para rellenos, con un adecuado almacenamiento y depositados temporalmente en sitio.

La supervisión implicó además realizar chequeos topográficos y visuales de las cotas, pendientes, alineamientos y demás especificaciones dadas en los planos o diseños, con el apoyo de comisiones topográficas.

El control de las actividades mediante inspección visual de la excavación para diferentes estructuras a lo largo del proyecto está registrada en el Anexo 3 y Anexo 4, también en la Figura N° 29, en la cual se observa el procedimiento de excavación manual para construcción de estructuras de drenaje.



Figura N° 29 – Excavaciones varias – (Izquierda) Excavación en material común para construcción de dissipador de energía. (Derecha) Excavación en material común para construcción de alcantarilla.

5.1.16 Rellenos para estructuras. La verificación de la actividad básicamente se realizó al comprobar la proveniencia del material de relleno, y mediante inspección visual de la colocación del material en capas uniformes y debidamente compactadas como se puede observar en la Figura N° 30, la cual muestra el procedimiento de compactación y relleno para estructuras, además de supervisar el drenaje en la parte posterior de la estructura a rellenar.



Figura N° 30 – Relleno para estructuras – Relleno y compactación de material seleccionado

5.1.17 Concreto estructural. Fue importante realizar un seguimiento detallado a la fabricación de un concreto estructural que cumpla con la normatividad, especificaciones y diseños dados para la construcción de cualquier tipo de elemento.

Se realizó la toma de muestras de los materiales utilizados en la fabricación del concreto estructural: agregados finos y gruesos, cemento, agua y aditivos utilizados. Además de la verificación de la utilización de una adecuada fórmula de trabajo y diseño de mezcla que garantizara la calidad del concreto. El levantamiento de esta información se consigna en el Anexo 6 – Formatos para el Ingreso de muestras, se relacionan formatos diligenciados para el ingreso de muestras de materiales, dentro de los cuales se encuentra el correspondiente a agregado grueso para concreto hidráulico para realizar la caracterización del material.

Se supervisó la aplicación de un correcto método de elaboración y manejo de los agregados, así como de la fabricación, transporte, colocación, consolidación, ejecución de juntas, acabado y curado de la mezcla.

Se realizó inspección visual para la detección de defectos de homogeneidad, hormigueros, fracturas o grietas, extremos dañados y daños adicionales que afecten la funcionalidad de la tubería.

El control mediante inspección visual y las respectivas observaciones se pueden observar en los siguientes anexos: Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3 y Anexo 4.

En laboratorio se realizó la inspección visual de los materiales, también se realizaron ensayos para determinar las características de los materiales usados y

que cumplan con los requisitos de calidad exigidos por el artículo 630 de las especificaciones del INVIAS; de igual manera se supervisó la regularidad de producción del concreto durante el periodo de ejecución para cada obra.

Por otro lado se tomaron regularmente muestras de concreto fresco para realizar ensayos de asentamiento como se observa en la Figura N° 31, la cual muestra la fundición de un elemento estructural y la toma de muestras para asentamiento y cilindros de concreto para ser ensayados en laboratorio y determinar su resistencia. El Anexo 7, contiene el formato utilizado para realizar el registro y análisis de resultados de las muestras ensayadas para resistencia a la compresión y determinar sus propiedades mecánicas.



Figura N° 31 – Mezcla de concreto – Fundición de vigas principales de puente Río Pasto, ensayo de asentamiento y moldes para toma de muestras de cilindros de concreto.

5.1.18 Cunetas revestidas en concreto. Se realizó inspección visual a los alineamientos, cotas, dimensiones, tipos y formas, para la construcción de cunetas en concreto simple, de acuerdo a las especificaciones dadas para el proyecto, como se observa los siguientes anexos: Anexo 3 y Anexo 4, en los cuales se registran las observaciones realizadas para lograr la buena ejecución de las actividades.

El control se realizó mediante la inspección del buen uso y calidad de los materiales utilizados, al mismo tiempo la verificación de que la superficie de apoyo para cunetas se acondicione de manera correcta en cuanto a pendientes longitudinales, transversales, además de supervisar que se cuente con un nivel adecuado de compactación, y que la terminación de la superficie final de las cunetas no presente irregularidades.

Al igual que en el concreto estructural se realizaron toma de muestras de mezcla fresca de concreto para comprobar su calidad. En la Figura N° 32, se realiza la inspección visual del procedimiento constructivo, en la cual se observa el momento de ejecución y la terminación final de los trabajos para dar continuidad al drenaje longitudinal de la vía por medio de cunetas revestidas en concreto.

Por otra parte, se verificó que se cuente con un adecuado descole de las cunetas, es decir que al final de un tramo construido de cuneta, estas hagan su descarga en una alcantarilla u otra estructura que dé continuidad al drenaje longitudinal.

El Anexo 7, contiene el formato utilizado para realizar el registro y análisis de resultados de las muestras ensayadas para resistencia a la compresión y determinar sus propiedades mecánicas.



Figura N° 32 – Cunetas revestidas en concreto – Nivelación, compactación de superficie, colocación de formaleta y fundición de cunetas revestidas en concreto.

5.1.19 Tubería en concreto reforzado. Se supervisó que se cumplan las especificaciones de diseño dadas para la construcción de alcantarillas o instalación de tuberías en concreto reforzado, en cuanto a pendientes, cotas, alineamientos, diámetros de tubería, excavaciones y rellenos, armaduras adicionales y procedimientos constructivos, la conexión a cabezales u obras existentes o nuevas y la remoción o disposición de materiales sobrantes. En la Figura N° 33, se muestra la instalación de tubería en concreto reforzado que hace parte del drenaje transversal de la vía.

La inspección visual se realizó al igual que las estructuras de concreto para verificar el seguimiento a los parámetros de diseño y para detectar defectos de homogeneidad, hormigueros, fracturas o grietas, extremos dañados y daños adicionales que afecten la funcionalidad de la tubería.

Además, se realizó el control de los materiales utilizados para los segmentos de la obra, como la toma de muestras de agregados, agua, aditivos, y mezclas frescas de concreto de acuerdo al artículo 300 de las especificaciones INVIAS.

Se verificó que la tubería utilizada cuente con un certificado de calidad conforme a lo establecido al artículo 661 de las especificaciones INVIAS y bajo la norma NTC 401 o su equivalente. Por lo tanto, se solicitó al contratista el certificado de calidad, que garantice las exigencias establecidas. Como se muestra en el Anexo 8 – Certificados de calidad



Figura N° 33 – Tubería en concreto reforzado – Instalación, unión y atraque lateral de tubería de 36”en concreto reforzado.

5.1.20 Acero de refuerzo. En primera instancia se solicitaron certificados de calidad del material para verificar que se trate del tipo de acero requerido. Por otro lado, se verificó la ubicación, longitud, diámetro, cortes, doblamiento, traslapes de las barras de acero utilizadas en las estructuras de concreto, todo esto mediante el conocimiento de los planos de despiece y planos generales del proyecto.

Como se observa en la Figura N° 34, se inspeccionó la colocación y amarre de barras de acero de refuerzo para la fundición de una estructura en concreto reforzado.

Mediante inspección visual dentro de los procedimientos para la colocación del acero de refuerzo se revisó el estado del acero, sugiriendo que se evitara usar

acero con daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

Antes de la fundición del concreto se verificó que el acero esté libre de cualquier tipo de impurezas que puedan afectar la adherencia entre el acero y el concreto. Por otro lado verificó el amarre de las barras en todas las intersecciones y que se dispongan los traslapos alternadamente y de manera adecuada, todo esto de acuerdo a la norma NSR - 10 y el CCDSP – 1995.

El seguimiento de las actividades y las recomendaciones respectivas se realizaron en los informes semanales de control interno, como se puede observar en el Anexo 3 y Anexo 4.



Figura N° 34 – Acero de refuerzo – Colocación y amarre de barras de acero de refuerzo para placa de aproximación inferior Box Vehicular Catambuco.

5.1.21 Gaviones. Se verificó la utilización de materiales y procedimientos que cumplan los requisitos de calidad del Artículo 681 del INVIAS, además de la verificación de las cotas, alineamientos, dimensiones, suministro e instalación de materiales de acuerdo a los diseños o planos establecidos para su construcción como se registra en la Figura N° 35, en la cual se observa un muro de contención en gaviones, la utilización de formaleta y canasta metálica para dar forma al gavión de acuerdo a las especificaciones de diseño.

Generalmente se verificó la calidad de la malla hexagonal para la elaboración de las canastas metálicas que contienen el material de relleno, el cual también debe cumplir con características especiales que garanticen su durabilidad, para ello se

solicitó su respectivo certificado de calidad que se puede ver en el Anexo 8, además de la verificación de la calidad y proveniencia del material de relleno.

El seguimiento también se registró en los informes semanales de control interno, como se puede observar en el Anexo 3 y Anexo 4.



Figura N° 35 – Muro de contención en gaviones – Excavación, formaleta, canasta metálica y material de relleno.

5.1.22 Subdrenes con geotextil y material granular. Se realizó inspección visual del tamaño máximo del material filtrante y demás características de los materiales de construcción usados, de acuerdo al Artículo 673 Numeral 673.2.2 de las especificaciones INVIAAS 2007. La inspección visual comprendió el reconocimiento en campo de la calidad del material y detectar sobre-tamaños y presencia de finos, ya que no se requiere ninguna gradación especial, únicamente se supervisó la procedencia del material y su tamaño, además de observar que el material filtrante no se encuentre contaminado con materiales finos, esta información se consignó en el Anexo 3 y Anexo 4.

La verificación de la calidad de los materiales utilizados para la construcción de subdrenes se realizó mediante la toma de muestras de materiales para realizar ensayos de granulometría y desgaste en la máquina de los ángeles. Ver Anexo 14 y Anexo 20.



Figura N° 36 – Material filtrante – Material granular con tamaño superior a 3” y contaminación con material plástico

Se verificó que los geotextiles y tuberías utilizados cumplan con los requisitos de calidad mediante la revisión de los certificados de calidad de los mismos. La verificación de la calidad de los geotextiles y tuberías utilizados se realizó solicitando al contratista el certificado de calidad expedido por el distribuidor del producto y haciendo la verificación de los materiales, como se puede observar en el anexo 8.

De la misma manera se verificó el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones del INVIAS para los materiales de relleno utilizados por los constructores y su verificación se realizó solicitando al contratista el certificado de calidad expedido por la cantera de la cual se hace la extracción y haciendo la verificación de la calidad de los materiales en laboratorio.

Se chequearon en campo las dimensiones y alineamiento de la excavación, según los diseños del proyecto y de acuerdo al tipo de filtro longitudinal, al igual que su alineamiento longitudinal, además de supervisó que el drenaje subterráneo funcione correctamente, como se puede observar en la Figura N° 37



Figura N° 37 – Filtro longitudinal – Verificación visual de alineamiento y dimensiones

Es significativa la no aceptación de material con presencia de finos, sobre tamaños o materia orgánica o residuos contaminantes, estos pueden limitar el funcionamiento del subdrén, ocasionando obstrucciones en las tuberías perforadas que evacúan el agua, en el capítulo 5.2.3 se explica las medidas tomadas para tratar una no conformidad de este tipo. En la Figura N° 36, se observa presencia de material contaminante. En la Figura N° 38, se observa material filtrante con presencia de material fino.



Figura N° 38 – Material filtrante – Presencia significativa de material fino, no apto para la construcción de subdrenes

De acuerdo a cada frente de obra, procedencia de los materiales, tramo de intervención, se tomaron muestras de material para ingreso a laboratorio y realizar la verificación de sus especificaciones

5.1.23 Protección vegetal en taludes. El control al procedimiento fue básicamente la verificación de la procedencia de los materiales y la colocación segura de la cobertura vegetal, así mismo mediante inspección visual la verificación de la instalación y conservación del área tratada hasta la entrega definitiva del proyecto, siguiendo los alineamientos del Artículo 810 del INVIAS y toda la normatividad ambiental a la que haya lugar, como se registra en la Figura N° 39, en la cual se observa la empradización de un talud en terraplén, extendiendo previamente una capa de material orgánico y posteriormente bloques de césped.

Además, la información se consignó en los informes semanales de control interno, tal y como se puede observar en el Anexo 3 y Anexo 4.



Figura N° 39 – Empradización – Instalación de bloques de césped en terraplén y franja lateral.

5.1.24 Cercas de alambre. La verificación de las coordenadas y alineamientos por los cuales se instaló la posteadura de concreto se realizó con el apoyo de comisiones topográficas. La utilización de materiales que cumplan los requisitos del Artículo 800 del INVIAS se verificó antes de la instalación definitiva de los postes y el alambre de púas galvanizado solicitando los certificados de calidad respectivos al contratista.

Por otro lado mediante inspección visual se verificó la continuidad, regularidad y buena disposición de la instalación de los postes de concreto y el alambre de púas de acuerdo a los criterios dados, como se registra en la Figura N° 40, en la cual se observa la instalación de posteadura de concreto con alambre de púas para delimitación del derecho de vía del proyecto.

Además, se puede ver el registro de la información levantada en campo en el Anexo 3 y Anexo 4.



Figura N° 40 – Cercas de alambre – Instalación de postes de concreto con alambre de púas a 4 hilos.

5.1.25 Transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes. El control de esta actividad fue básicamente la supervisión a la utilización de un adecuado equipo y vehículos para cada tipo de material, de tal manera que se minimicen los efectos a la vía empleada para el transporte, como la contaminación de la superficie y la afectación de la estructura de pavimento por el sobredimensionamiento de carga, tal y como se registró en la Figura N° 41, en la cual se observa vehículos para el transporte de material proveniente de la excavación de la explanación, se utilizan vehículos articulados.

Por otro lado, la supervisión a una adecuada protección de los vehículos para evitar la pérdida de material. Además, se debe supervisar que se realice la limpieza de la superficie de la vía utilizada para el transporte, y vigilar el cumplimiento de todas las medidas ambientales para el transporte de los materiales, algunas de las observaciones realizadas para el cumplimiento de esta actividad pueden verse en el Anexo 1 y Anexo 2.



Figura N° 41 – Transporte – Transporte de material proveniente de explanación utilizando vehículos articulados.

5.2 SEGUIMIENTO A DISEÑOS Y OBRAS EJECUTADAS

Se realizaron visitas técnicas que están consignadas en los informes semanales de control interno, dentro de los cuales se encuentra toda la información pertinente que ayudó a tener una idea clara del avance de obra de los contratistas y facilitó hacer el seguimiento a los diseños y obras ejecutadas para poder hacer un real control de calidad en obra.

Básicamente dentro de las actividades de seguimiento se encuentran las visitas consecutivas a lo largo de la ejecución de cada obra inspeccionada, dentro de las cuales se hizo un seguimiento claro de las características de la obra desde los trabajos preliminares hasta el recibo final de la obra.

Partiendo de un diseño entregado por el Área Técnica se realizó su análisis, se realizaron observaciones y se estudiaron detalladamente los planos de diseño y especificaciones dadas para cada obra, consiguiendo así tener una perspectiva del trabajo que se iba a realizar en campo y del tipo de control que debía hacerse. De esta manera, cada persona del departamento de control interno (incluyendo el pasante) se responsabilizó de las obras de su sector, realizando así un seguimiento particular y específico a las obras en ejecución.

El procedimiento se puede describir de la siguiente manera.

5.2.1 Visitas técnicas de obra. Se realizaron visitas semanales técnicas de obra a cada sector asignado, dentro de las cuales se registró toda la información respecto

a avance de obra, seguimiento de especificaciones de diseño, aplicación de procedimientos de obra adecuados, observaciones para el mejoramiento de la calidad de la obra, irregularidades de obra encontradas en campo y las actividades a realizar en la semana siguiente a la relacionada en cada informe.

Los siguientes anexos son ejemplos reales de los informes semanales técnicos de obra realizados durante el periodo correspondiente a la pasantía, dentro de los cuales se encuentra toda la información mencionada y en los cuales puede verificarse el trabajo realizado: Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3 y Anexo 4.

5.2.2 Recolección de información física. Mediante la toma de muestras de materiales, muestras de concreto fresco, solicitud de certificados de calidad de materiales y la aplicación en sitio de ensayos para determinar las propiedades de los elementos contruidos, se realizó el aseguramiento de la calidad en los productos terminados, esto por medio de la aplicación de ensayos de laboratorio y su posterior análisis de resultados.

Para el levantamiento de la información se utilizaron formatos de acuerdo a las características de cada material, en el Anexo 6, se indican formatos para el registro de las muestras tomadas en campo a excepción de muestras de cilindros de concreto (Ver Anexo 7)

En muchas ocasiones se aplicaron métodos para establecer parámetros de verificación de calidad en campo, tales como: ensayo de cono de arena, medición de rugosidad con dispositivo Merlin (IRI), ensayos de deflectometría e inventarios patológicos, la información levantada fue analizada por el área de control interno y posteriormente por el área técnica para dar los conceptos técnicos necesarios y reconocer las características y comportamiento estructural de cada elemento estudiado, para poder realizar las recomendaciones y ajustes necesarios y cumplir con las especificaciones técnicas del contrato.

En el Anexo 10, se muestra modelos de cada uno de los procedimientos realizados en campo y descritos anteriormente, estos cuentan con el levantamiento en campo de la información para su respectivo análisis por parte del Área Técnica.

5.2.3 Procedimientos correctivos. Se comprobó el cumplimiento de las especificaciones tanto a los materiales como a los procedimientos y acabado final de los elementos constructivos, esto con la ayuda de un laboratorio dotado con los

equipos y elementos necesarios para realizar el control de calidad de las obras in situ y a través de ensayos realizados en las instalaciones asignadas para tal fin, a todos los materiales que ingresan en el laboratorio y que hacen parte de las obras de construcción del proyecto.

Además se realizó el análisis de los resultados y observaciones pertinentes para la aceptación final de los trabajos por parte del área de control interno, que a su vez informó al área de control de obra y presupuestos para que tome las medidas necesarias respecto a la información relacionada por nuestra área.

De tal manera que en muchos casos, cuando no se cumplieron con las exigencias establecidas por las especificaciones del INVIAS y las especificaciones de diseños dadas por DEVINAR S.A., se realizaron informes al contratista solicitando el cumplimiento de estas y notificando las observaciones encontradas en el seguimiento realizado a cada obra bajo el nombre de Notas Internas (Ver Anexo 11).

Cuando en el desarrollo del proyecto, se detectaron situaciones reales o potenciales que requieran acciones de mejora, se aplicaron metodologías establecidas en el procedimiento de acciones correctivas y preventivas que garanticen el correcto desarrollo de las obras, algunas de las metodologías aplicadas se relacionan en el Anexo 12. En la Figura N° 36, se muestra un filtro con presencia de sobre-tamaños y contaminado, para este caso particular dentro del área de control interno se realizó una acción preventiva y se trató de tal manera que de no ser corregido pueda descontarse del pago hasta que sea tomen medidas, como se muestra registrado en el Anexo 12.

Se realizó el seguimiento a cada uno de los ítems de construcción, verificando las condiciones de diseño en obra y la ejecución de las mismas de acuerdo a los planos y especificaciones definidas para tal fin en las normas INVIAS y en las especificaciones particulares para cada diseño, realizando las observaciones respectivas a cada uno de los contratistas a través del nivel central de la obra, para su adecuada ejecución. La repetición de situaciones no acordes a la norma generó No Conformidades, que requieren de atención y correctivos en el menor plazo, como se puede observar en el Anexo 13.

Finalmente, se realizó el seguimiento a las acciones de mejora realizadas por el contratista para dar término a los ítems ejecutados, en algunas ocasiones fue necesario reiterar las acciones o informar nuevamente al contratista sobre el no cumplimiento de los requerimientos exigidos por el área de control interno.

De esta manera, se realizó el seguimiento a los diseños y obras ejecutadas por el contratista, efectuando el mismo ciclo de manera continua a varias de las obras del proyecto.

Es necesario aclarar que para efectuar el control de obra de las actividades, el área de control interno a cargo de profesionales de Devinar S.A. y del pasante, realizaron el seguimiento al cronograma de trabajo con la programación semanal remitida por el contratista. Estas acciones se encuentran dentro de los alcances del área y permitieron el cumplimiento del objetivo propuesto en el presente documento.

5.3 ENSAYOS DE MATERIALES EN LABORATORIO

A todas las actividades relacionadas en el capítulo 5.1 se realizaron ensayos de laboratorio que acompañados de las inspecciones semanales realizadas brindaron información para poder llevar el control de obra en cuanto se refiere a la calidad de los productos terminados. El procedimiento bajo el cual se desarrolló la pasantía se resumen en la Tabla 3, donde se da a conocer los ensayos realizados bajo las normas INVIAS y las actividades para el cual cada ensayo fue aplicable.

Tabla 3 – Ensayos de laboratorio – Norma y ensayo respectivo para cada actividad ejecutada y su correspondiente anexo

ENSAYO	NORMA	ITEM DE APLICACIÓN	ANEXO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	INV E 123-02	SUBBASE GRANULAR	VER ANEXO 14
		BASE GRANULAR	
		AGREGADO PARA CONCRETO HIDRÁULICO	
		MATERIAL DE CORTE	
		MATERIAL FILTRANTE	
LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS	INV E 125-02	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	VER ANEXO 15
LÍMITES PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS	INV E 126-02	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	VER ANEXO 15
EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS	INV E 133-02	SUBBASE GRANULAR	VER ANEXO 16
		BASE GRANULAR	
		SUELOS	
		AGREGADO PARA CONCRETO HIDRÁULICO	
CBR DE LABORATORIO	INV E 148-02	SUBBASE GRANULAR	VER ANEXO 17
		BASE GRANULAR	
		MATERIAL DE CORTE	
COMPRESIÓN SIMPLE	INV E-152-02	MATERIAL DE CORTE	VER ANEXO 18
		SUELOS	

DENSIDAD MEDIANTE CONO DE ARENA	INV E 161-02	SUBBASE GRANULAR	VER ANEXO 10
		BASE GRANULAR	
		BASE GRANULAR	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS	INV E 213-02	BASE ESTABILIZADA CON ASFALTO	VER ANEXO 19
		MEZCLA ASFÁLTICA	
RESISTENCIA AL DESGASTE - MAQUINA DE LOS ANGELES < 3/4	INV E 218-02	SUBBASE GRANULAR	VER ANEXO 20
		BASE GRANULAR	
		MATERIAL FILTRANTE	
		AGREGADO PARA CONCRETO HIDRÁULICO	
RESISTENCIA AL DESGASTE MAQUINA DE LOS ANGELES > 3/4	INV E 219-02	SUBBASE GRANULAR	VER ANEXO 20
		BASE GRANULAR	
		MATERIAL FILTRANTE	
		AGREGADO PARA CONCRETO HIDRÁULICO	
SANIDAD EN SULFATOS DE MAGNESIO Y SODIO	INV E 220-02	AGREGADO PARA CONCRETO HIDRÁULICO	VER ANEXO 21
PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS	INV E 227-02	AGREGADO PARA CONCRETO HIDRÁULICO	VER ANEXO 22
		SUBBASE GRANULAR	
		BASE GRANULAR	
INDICE DE APLANAMIENTO Y ALARGAMIENTO	INV E-230-02	SUBBASE GRANULAR	
		BASE GRANULAR	
		AGREGADO PARA CONCRETO HIDRÁULICO	
DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS PLANAS Y ALARGADAS	INV E 240-02	SUBBASE GRANULAR	VER ANEXO 23
		BASE GRANULAR	
		AGREGADO PARA CONCRETO HIDRÁULICO	
ASENTAMIENTO DEL CONCRETO	INV E 404-02	CONCRETO HIDRÁULICO	VER ANEXO 24
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO	INV E 410-02	CONCRETO HIDRÁULICO	VER ANEXO 24
VIGA BENKELMAN	INV E 795-02	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	VER ANEXO 10
DISEÑO MARSHAL DE LABORATORIO	INV E 748-02	MEZCLAS ASFÁLTICAS	VER ANEXO 25
PROCTOR MODIFICADO	INV E 142-02	SUBBASE GRANULAR	VER ANEXO 26
		BASE GRANULAR	
		MATERIAL DE CORTE	

El control realizado a las capas granulares y asfálticas comprende además la determinación de las características de sus materiales de construcción, y la verificación de los requisitos que imponen las especificaciones y normas INVIAS,

por lo tanto, se realizó el control de materiales al inicio de la actividad y consecuentemente a la variación de sus características o el cambio de la fuente de materiales, o una vez a la semana si es el caso, también se realizó el control por tramos para el caso de la verificación de los niveles de compactación. Los criterios de aceptación de los ítems de pago relacionados en la Tabla 3, están dados por los resultados de los ensayos realizados y que se encuentran relacionados en los anexos de este documento.

En la Tabla 4, se relacionan los principales ensayos de laboratorio realizados a las capas granulares de la estructura de pavimento para la comprobación de los requisitos de calidad.

Tabla 4 – Requisitos de materiales para capas granulares – Afirmados, subbases y bases granulares – INVIAS 2002

ENSAYO		NORMA	CAPA		
			AFIRMADO	SUBBASE GRANULAR	BASE GRANULAR
PARTICULAS FRACTURADAS MECANICAMENTE (AGREGADO GRUESO)		INV E-227	-	-	50 % mín.
DESGASTE MAQUINA DE LOS ANGELES		INV E-218 - E-219	50 %máx.	50 %máx.	40 %máx.
SANIDAD EN SULFATOS	SODIO	INV E.-220	12 %máx.	12 %máx.	12 %máx.
	MAGNESIO	INV E-220	18 %máx.	8% máx.	18 %máx.
INDICES DE APLANAMIENTO Y ALARGAMIENTO		INV E-230	-	-	35 %máx.
C. B. R.		INV E-148	-	20, 30 ó 40% mín	80 %mín
INDICE DE PLASTICIDAD		INV E-125 - E-126	4-9	<=6	<= 3
EQUIVALENTE DE ARENA		INV E-133		25 % mín.	30 % mín.

La calidad de capas asfálticas se verificó en obra mediante la verificación de los espesores de carpeta, temperaturas de extensión y compactación, y verificación de alineamientos y cotas. Con las muestras de mezcla asfáltica tomadas en campo se realizó la verificación de la granulometría del agregado mediante la norma INV E-213-02, además de la medición de la resistencia de mezclas asfálticas empleando el aparato Marshall bajo la norma INV E-748-02, además de la determinación de otras propiedades como el porcentaje óptimo de asfalto, peso específico, porcentaje de vacíos y la medida de la estabilidad y el flujo de la mezcla, en el Anexo 19 y Anexo 25 están relacionados los ensayos realizados a las mezclas asfálticas para la verificación de sus propiedades.

5.4 APOYO TÉCNICO AL CONTROL DE OBRA DE PUENTES VEHICULARES

Se llevó a cabo la inspección visual de elementos estructurales y no estructurales de los puentes, el control de materiales y procedimientos de construcción, así como el registro de la información levantada en campo en las visitas semanales a los frentes de obra. Los alcances del proyecto de concesión de Devinar S.A. abarcan la construcción de 7 puentes vehiculares y la repotenciación de 4 puentes actuales, dentro de los cuales se realizó el seguimiento y control de obra a 3 puentes de repotenciación y a 6 puentes en construcción. En la Tabla 5, se relaciona la ubicación, tipo de puente, tipo de intervención y dimensiones generales de los puentes que fueron objeto de seguimiento. Las siguientes figuras muestran etapas en la construcción y el seguimiento realizado a los puentes vehiculares.



Figura N° 42 – Puente cujacal – Armado de refuerzo New Jersey y Vigas Riostras



Figura N° 43 – Puente Rio Pasto – Excavación y fundición de anillos para pilotes de cimentación



Figura N° 44 – Puente rio guaitara – Segunda etapa de tensionamiento de vigas principales

Tabla 5 – Puentes vehiculares – Datos generales

TRAYECTO	INTERVENCIÓN	PUENTE	UBICACIÓN	CONECTIVIDAD	LONGITUD	ANCHO
3	REPOTENCIACIÓN	HUMEADORA	K 30+560	PASTO -IPIALES	30.80	9.40
	REPOTENCIACIÓN	BOQUERÓN	K 19+250	PASTO -IPIALES	12.40	8.70
	REPOTENCIACIÓN	SAPUYES	K 36+970	PASTO -IPIALES	21.35	8.70
	CONSTRUCCIÓN	GUAITARA	K 46+240	PASTO -IPIALES	63.00	11.00
5A	CONSTRUCCIÓN	RIO PASTO	K 09+960	PASTO PUTUMAYO -	37.00	11.00
	CONSTRUCCIÓN	CUJACAL	K 15+500	BAJO CUJACAL	35.00	9.00
5B	CONSTRUCCIÓN	MILITAR COLOMBIA	K 16+530	ANTIGUA VÍA AL NORTE	26.00	10.20
	CONSTRUCCIÓN	ARANDA 1	K 16+740	PASTO VARIANTE -	16.00	7.25
	CONSTRUCCIÓN	ARANDA 2	K 16+930	VARIANTE PASTO -	16.00	7.25

Se hizo el reconocimiento en campo de la localización de la estructura, puntualizando la ubicación, sentido de abscisado, cauce u obstáculo que supera, el sentido del cauce, el tipo de estructura utilizado y demás aspectos generales del puente. Partiendo de los diseños iniciales de cada puente se realizó el estudio de los planos de construcción y el análisis detallado de cada uno de los elementos de la súper-estructura, sub-estructura y la cimentación. De acuerdo a la programación de obra del contratista se hizo el seguimiento semanal y periódico al lugar de la obra, se realizó el levantamiento de la información y se registraron todas las observaciones, mediciones y observaciones para consignar en los informes semanales de control interno con sus respectivos registros fotográficos.

Por tratarse en su gran mayoría de elementos estructurales, se hizo un seguimiento más detallado a la construcción de dichos elementos, el control de materiales y procedimientos se realizó de tal manera que siempre se tenga información de cada elemento estructural que conforma el puente. Partiendo de esto se tomaron muestras de materiales, se realizaron pruebas de laboratorio y se analizaron todas las observaciones de los informes semanales, salvo casos especiales en los que fue necesario hacer un informe más detallado de los elementos que generaban incertidumbre en aspectos de calidad.

Cuando el seguimiento se hizo a un elemento o ítem específico se requirió dedicación exclusiva para tratar el aspecto estudiado, para ello fue necesario

realizar informes detallados de la información levantada, de esta manera también se hizo la cuantificación de los daños identificados y el registro fotográfico, como se puede ver en el Anexo 27, esta información levantada requirió un análisis inicial de acuerdo a lo encontrado en campo, sin embargo la Gerencia Técnica fue la que finalmente dio su concepto.

Fue también importante la cuantificación de los elementos que hicieron parte de la estructura del puente, para lo cual a diferencia del seguimiento normal a la obra, en este caso el control de las cantidades de obra se hizo directamente, de esta manera se garantizó que se paguen de acuerdo a lo ejecutado. Para esto se partió de los diseños iniciales de los elementos del puente, y cualquier modificación realizada a estos fue de pleno conocimiento y aprobación por parte de la Gerencia Técnica, al tener claros los conceptos y detalles de los planos el trabajo de control fue más preciso, acompañado de visitas de obra durante el tiempo de ejecución de la estructura y finalmente del análisis de los resultados del control de calidad y el control de cantidades. La información concerniente a las cantidades de obra ejecutadas mes a mes por el contratista se relacionó mediante pre-actas de obra, dentro de las cuales se realizó el resumen de cata ítem de pago para cada elemento construido como se observa en el Anexo 28.

6. CONCLUSIONES

El control de calidad en la ejecución de un proyecto debe efectuarse de manera que se garantice la aplicación de normas y especificaciones técnicas de construcción, de tal manera que el seguimiento que se haga con base en ellas sea preciso y esté claramente fundamentado.

Los proceso de control, supervisión y el análisis de los resultados individuales de los elementos, son los principales referentes para lograr y desarrollar procesos de mejora continua en la ejecución de cada actividad contratada, llevando un orden específico de los procedimientos establecidos dentro del área de control interno para el seguimiento que se realice a cada obra.

La sectorización de la obra, ya sea por frentes o por tipo de actividad en ejecución es fundamental al momento de realizar la recolección de información y. el seguimiento individual de las actividades en curso, toda vez que se haga de manera periódica tanto en las visitas técnicas de obra como en la recolección de información, muestras y ensayos de laboratorio.

Los procedimientos bajo los cuales se trabajó en el área de control interno hacen parte de un ciclo que se retroalimenta con la experiencia específica que se logra para cada obra particular, haciendo cada vez más exacto el control y seguimiento que se realiza a las actividades de construcción.

Cuando existen obras especiales dentro de un proyecto de construcción se debe hacer un seguimiento más detallado y especializado de acuerdo a las condiciones que requiere la obra a ejecutar, como es el caso del control de obra a los puentes vehiculares; para lo cual es necesario el acompañamiento de profesionales especializados en el área que orienten adecuadamente el trabajo de seguimiento y control a realizar.

Otro aspecto relevante dentro del control en obra es el seguimiento a los ítems de pago, revisando con detalle las cantidades de pago, esto de acuerdo al seguimiento y conocimiento de los materiales que conforman los elementos en construcción, tales como concretos, aceros, excavaciones, rellenos y demás ítems constructivos, además de la verificación del cumplimiento de todos los requisitos de calidad de estos materiales para poder proceder con su pago.

Es importante que a nivel nacional se cuente con especificaciones, manuales y demás documentos técnicos actualizados para el estudio, diseño y seguimiento de los contratos realizados entre entidades públicas y privadas, dado que es el principal referente para la planeación y ejecución de proyectos viales.

Para el desarrollo de este proyecto, el control de calidad se fundamentó en la vigilancia de los procesos, buscando que se desarrollen bajo condiciones controladas, esto refiere a la verificación de materiales, personal calificado, suministros, condiciones ambientales, maquinaria y equipos, procedimientos constructivos y una correcta aplicación de normas y especificaciones.

7. RECOMENDACIONES

Estructurar de tal manera que las acciones que imponga como medida correctiva para garantizar la calidad de los elementos sean el principal fundamento para la realización del pago, de esta manera se hace necesario ampliar los alcances del área y así mismo incrementar el número de profesionales que la conforman, llegando a cada frente de obra y haciendo un seguimiento mucho más detallado.

Realizar la implementación de ingenieros residentes de control interno con dedicación exclusiva al control diario de las actividades realizadas por tramo sería fundamental para proyectos de esta dimensión.

Hacer un control a los estudios y diseños de cada obra, de esta manera se empieza a hacer el control desde las actividades preliminares de las obras de construcción.

Estructurar el control de calidad a partir de la especialización de cada actividad particular del proyecto, es decir debería contar con profesionales con conocimientos específicos para cada labor asignada, ya sea en puentes, geotecnia, vías, etc.

Contar con los mismos profesionales encargados de la supervisión y el control de calidad en obra, de esta manera se asegura que solamente sea pagada la cantidad o el elemento que cumpla con todos los criterios evaluados por el área de control interno.

Implementar las técnicas avanzadas para poder realizar la verificación de los componentes con un detalle mayor, por esto se requiere la implementación de equipos, procedimientos y estrategias de vanguardia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras. INVIAS 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras. INVIAS 2007.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas Colombianas ICONTEC 2006.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-98.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Código colombiano de diseño sísmico de puentes. CCDSP 1995.

MATERIAL BIBLIOGRÁFICO. Documentación técnica aportada por DEVINAR S.A. Especificaciones técnicas, informes, libros, revistas, conferencias, entre otros.

MUÑOZ RICAURTE, Guillermo. Pavimentos de Concreto Asfáltico. Tercera edición.

ANEXOS (En medio magnético)

1. ANEXO 1: INFORME SEMANAL DE CONTROL INTERNO N° 104
2. ANEXO 2: REGISTRO FOTOGRÁFICO TÉCNICO N° 104
3. ANEXO 3: INFORME SEMANAL DE CONTROL INTERNO N° 115
4. ANEXO 4: REGISTRO FOTOGRÁFICO TÉCNICO N° 115
5. ANEXO 5: DIAGRAMA FICHA PREDIAL
6. ANEXO 6: FORMATOS INGRESO MUESTRAS
7. ANEXO 7: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO
8. ANEXO 8: CERTIFICADOS DE CALIDAD DE MATERIALES
9. ANEXO 9: INGRESO DE CILINDROS DE CONCRETO
10. ANEXO 10: PROCEDIMIENTOS DE VERIFICACIÓN DE CALIDAD EN CAMPO
11. ANEXO 11: NOTA INTERNA
12. ANEXO 12: ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS
13. ANEXO 13: PRODUCTO NO CONFORME
14. ANEXO 14: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
15. ANEXO 15: CLASIFICACIÓN, LÍMITES LIQUIDO Y PLÁSTICO
16. ANEXO 16: EQUIVALENTE DE ARENA
17. ANEXO 17: C.B.R. DE LABORATORIO
18. ANEXO 18: COMPRESIÓN SIMPLE
19. ANEXO 19: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS
20. ANEXO 20: RESISTENCIA AL DESGASTE – MÁQUINA DE LOS ÁNGELES
21. ANEXO 21: SANIDAD EN SULFATOS DE MAGNESIO Y SODIO
22. ANEXO 22: PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS
23. ANEXO 23: DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS PLANAS Y ALARGADAS
24. ANEXO 24: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
25. ANEXO 25: DISEÑO MARSHAL DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
26. ANEXO 26: PROCTOR MODIFICADO
27. ANEXO 27: INFORME PUENTE VEHICULAR
28. ANEXO 28: PREACTA DE OBRA DE PUENTE VEHICULAR