

**APOYO TECNICO AL CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EMPLEADOS  
Y PRODUCTOS OBTENIDOS EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL  
PROYECTO: “DISEÑO, CONSTRUCCION, REHABILITACIÓN Y  
MEJORAMIENTO A LA CONCESION RUMICHACA – PASTO – CHACHAGUI –  
AEROPUERTO”**

**ADRIANA ELIZABETH NARVAEZ RIASCOS**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2017**

**APOYO TECNICO AL CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EMPLEADOS  
Y PRODUCTOS OBTENIDOS EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL  
PROYECTO: “DISEÑO, CONSTRUCCION, REHABILITACIÓN Y  
MEJORAMIENTO A LA CONCESION RUMICHACA – PASTO – CHACHAGUI –  
AEROPUERTO”**

**ADRIANA ELIZABETH NARVAEZ RIASCOS**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Ingeniera Civil**

**Director:  
Ing JUAN MANUEL MARTINEZ  
Director de Obra**

**Codirector:  
Ing ARMANDO MUÑOZ DAVID  
Ingeniero Civil  
Docente Departamento de Ingeniería Civil**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2017**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado son Responsabilidad de los autores.

Artículo 1 del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

“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.

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

Director

---

Jurado

---

Jurado

San Juan de Pasto, Noviembre de 2016

## **RESUMEN**

El contrato ejecutado entre el Desarrollo Vial de Nariño DEVINAR S.A.S. y el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), tiene como objeto el “Diseño, construcción, rehabilitación y mejoramiento a la concesión Rumichaca – Pasto – Chachagui – Aeropuerto”, el cual contempla el estudio de trazado y diseño geométrico, con el fin de proporcionar al usuario como vehículos, peatones, personas con capacidades diferentes y bicicletas), condiciones tanto de seguridad y comodidad en el corredor vial diseñado, bajo las indicaciones y recomendaciones de la Normatividad del Diseño Vial, y la metodología es presentada en el actual informe.

Las actividades necesarias para alcanzar los objetivos mencionados anteriormente, comienzan desde el puente de Rumichaca hasta el Aeropuerto Antonio Nariño ubicado en el Municipio de Chachagui- Nariño, siendo esta una vía de gran importancia, ya que conecta la frontera del Ecuador con Colombia, permitiendo una mayor integración e intercambio de productos entre los dos países.

## **ABSTRACT**

The objectives of the contract executed between the Road Development of Nariño DEVINAR-SAS and the National Road Institute (INVIAS), were to design, to build, to recondition and to improve the Rumichaca - Pasto - Chachagui - Airport concession. This contract contemplates the study of tracing and geometric design; in order to provide passer-byers such as vehicles, pedestrians, people with different abilities and bicycles, safe and comfortable conditions on the road. These conditions fulfill the indications and recommendations of the Road Design Regulations, whose methodology is presented in the current report.

The activities needed to achieve the goals stated above start at the Rumichaca and end at the Antonio Nariño Airport located in the Municipality of Chachagui-Nariño. This route is of great importance, because it connects the Ecuadorian border with Colombia, allowing a greater integration and exchange of goods between the two countries.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION .....	12
1. RESULTADOS .....	24
1.1 REVISIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO EN LOS MATERIALES USADOS PARA EL VACIADO DE CONCRETO DE MUROS DE CONTENCIÓN, CUNETAS, OBRAS DE ARTE, BOX COULVERT, ALCANTARILLAS Y PUENTE “RIO BERMUDEZ” .....	24
1.1.1 Ensayos realizados al agregado fino en la producción de concreto hidráulico estructural .....	24
1.1.2 Ensayos realizados al agregado grueso en la producción de concreto hidráulico estructural. ....	27
1.1.3 Asistencia a través de controles y ensayos realizados a las obras de concreto en los diferentes trayectos que hacen parte de la concesión. ...	31
1.2 REVISIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO EN LOS MATERIALES USADOS PARA LA EXTENCIÓN DE CAPAS GRANULARES COMO BASE Y SUBBASE, MATERIAL SELECCIONADO PARA SUBRASANTE, TERRAPLEN Y RELLENO ESTRUCTURAL Y EN LA CONSTRUCCIÓN DE FILTRO, GAVION Y PEDRAPLEN .....	59
1.2.1 Ensayos realizados a las capas granulares de base y subbase: .....	59
1.2.2 Ensayos realizados a la capa de subrasante, terraplén y relleno: .....	61
1.2.3 Ensayos realizados al material filtrante: .....	62
1.2.4 Ensayos realizados a los gaviones: .....	63
1.2.5 Ensayos realizados al pedraplén: .....	63
1.2.6 Actividades realizadas de base, subbase, subrasante, terraplén, relleno estructural, material filtrante, gaviones y pedraplén en el Trayecto 5A PR0+000 – PR16+400. ....	63
1.2.7 Actividades realizadas de base, subbase, subrasante, terraplén, relleno estructural, material filtrante, gaviones y pedraplén en el Trayecto 6-1 PR0+000 - PR6+286.05 Æ PR6+500. ....	63
1.2.8 Actividades realizadas de relleno estructural, filtro, gavión y pedraplén en el Trayecto 3 PR5+200 – PR83+000. ....	73
1.3 TRAZABILIDAD DE ACTIVIDADES DE CONSTRUCCION.....	75
1.4 INDICADORES DE GESTIÓN. ....	76
1.5 REALIZACION DE INFORMES .....	77
1.6 CALIBRACION DE EQUIPOS.....	77
CONCLUSIONES .....	78
RECOMENDACIONES .....	79
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	80

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Acopio de arena y de grava situadas en el stock de materiales de la obra K2+250 del Trayecto 6-1.....	24
Figura 2. Franja granulométrica del agregado fino para concreto estructural. ..	25
Figura 3. Ensayo de granulometría del agregado fino. ....	25
Figura 4. Ensayo de equivalente de arena.....	26
Figura 5. Tolerancias permitidas por la norma INVIAS E-007 para el agregado fino. ....	26
Figura 6. Ensayo de materia orgánica por colorimetría.....	27
Figura 7. Franja granulométrica del agregado grueso para concreto estructural. ....	28
Figura 8. Ensayo de granulometría del agregado grueso. ....	28
Figura 9. Ensayo de índice de aplanamiento y alargamiento.....	29
Figura 10. Tolerancias permitidas por la norma INVIAS E-007 para el agregado grueso.....	29
Figura 11. Ensayo de desgaste en la máquina de los ángeles.....	30
Figura 12. Planta de concreto ubicada en el túnel de daza. ....	31
Figura 13. Sector de Jamondino PR5+000 – PR7+000. ....	32
Figura 14. Intersección Botanilla Retorno Variante – Variante PR0+000 – PR0+060.....	33
Figura 15. Toma de asentamiento con cono de abrams durante vaciado de concreto en las obras realizadas del trayecto 5A.....	35
Figura 16. Toma de cilindros de concreto para ensayo de resistencia a la compresión en las obras del trayecto 5A. ....	36
Figura 17. Ensayo de resistencia a la compresión del trayecto 5A.....	36
Figura 18. Canal enrocado SDM PR14+300.....	37
Figura 19. Zanja de coronación SDM PR14+300. ....	37
Figura 20. Disipador PR0+700.....	38
Figura 21. Canal enrocado de descole de disipador PR0+700.....	39
Figura 22. Zarpa y elevación (primer nivel) de muro de contención por módulos PR1+400. ....	42
Figura 23. Elevación (segundo nivel) y (tercer nivel) de muro de contención por módulos PR1+400. ....	42
Figura 24. Zarpa de muro de contención por módulos PR5+880 - PR6+170. ....	44
Figura 25. Elevación (primer nivel) y (segundo nivel) de muro de contención por módulos PR5+880 - PR6+170. ....	44
Figura 26. Ejes, anillo y cuerpo de caisson puente río bermúdez PR5+580 – PR5+740.....	46



Figura 27.	Cunetas iniciales y finales PR0+429 – PR0+470.....	50
Figura 28.	Toma de asentamiento con cono de abrams durante vaciado de concreto en las obras realizadas del trayecto 6-1.....	51
Figura 29.	Toma de cilindros de concreto para ensayo de resistencia a la compresión en las obras del trayecto 6-1. ....	52
Figura 30.	Ensayo de resistencia a la compresión del trayecto 6-1. ....	52
Figura 31.	Gaviones y cunetas PR73+770 – PR73+790.6.....	53
Figura 32.	Cunetas iniciales y finales PR26+596.3 – PR26+815 sector de la Josefina.....	54
Figura 33.	Cunetas margen derecha PR80+276 – PR81+360 y margen izquierda iniciales PR71+045 – PR71+341.....	56
Figura 34.	Toma de asentamiento con cono de abrams durante vaciado de concreto en las obras realizadas del trayecto 3. ....	58
Figura 35.	Toma de cilindros de concreto para ensayo de resistencia a la compresión en las obras del trayecto 3. ....	58
Figura 36.	Ensayo de resistencia a la compresión del trayecto 3. ....	59
Figura 37.	Capa granular de subbase y relleno sobre filtro para piso cuneta. ....	64
Figura 38.	Filtro PR6+184 – PR6+500 Sector Jamondino – Mocondino.....	65
Figura 39.	Subbase PR3+090 – PR3+500.....	66
Figura 40.	Material seleccionado para subrasante PR3+270 – PR3+500. ....	67
Figura 41.	Relleno estructural en espaldar de muro de contención PR1+500 ....	67
Figura 42.	Relleno en espaldar de muro de contención PR5+895 – PR6+120... ..	68
Figura 43.	Filtro en espaldar de muro de contención PR5+895 – PR6+120.....	70
Figura 44.	Filtro en espaldar de muro de contención PR1+500.....	70
Figura 45.	Gaviones SDM PR0+200.....	71
Figura 46.	Gaviones SDM PR3+699 – PR3+737.....	72
Figura 47.	Gaviones encoles a Box – Couvert PR0+740.....	72
Figura 48.	Gaviones ejes 2 y 3 del puente “Riío Bermudez”.....	72
Figura 49.	Toma de densidades método de cono y arena en capas granulares del Trayecto 6-1. ....	73
Figura 50.	Pedraplén PR73+770.6 – PR73+790.7.....	74
Figura 51.	Toma de densidades método de cono y arena en capas granulares del Trayecto 3. ....	75
Figura 52.	Ejemplo de concreto hidráulico – formato de trazabilidad.....	75
Figura 53.	Ejemplo de capas granulares – formato de trazabilidad. ....	76
Figura 54.	Ejemplo de filtro – formato de trazabilidad.....	76

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Información general del contratista de obra .....	15
Tabla 2. Cronograma de obra y tiempo de ejecución de pasantía.....	15
Tabla 3. Información de los ensayos realizados, formatos correspondientes de mejoramientos de subrasante y laboratorio donde se realizan. ....	20
Tabla 4. Información de los ensayos realizados, formatos correspondientes de gaviones y laboratorio donde se realizan.....	21
Tabla 5. Información de los ensayos realizados, formatos correspondientes de material filtrante y laboratorio donde se realizan.....	21
Tabla 6. Información de los ensayos realizados, formatos correspondientes de pedraplén y laboratorio donde se realizan. ....	21
Tabla 7. Equipos utilizados en la realización de ensayos para mejoramientos de subrasante. ....	22
Tabla 8. Equipos utilizados en la realización de ensayos para gaviones.....	22
Tabla 9. Equipos utilizados en la realización de ensayos para material filtrante. ....	22
Tabla 10. Equipos utilizados en la realización de ensayos para pedraplén. ....	23
Tabla 11. Cunetas PR5+317- PR6+800. ....	32
Tabla 12. Reparación de cunetas PR6+150- PR6+449. ....	33
Tabla 13. Canal enrocado PR0+000- PR0+060.....	34
Tabla 14. Acceso PR5+470- PR5+475. ....	34
Tabla 15. Alcantarilla PR0+260. ....	34
Tabla 16. Zanja de coronación PR13+051.7 – PR13+099.....	35
Tabla 17. Canal enrocado SDM PR14+300.....	37
Tabla 18. Zanja de coronación SDM PR14+300.....	38
Tabla 19. Disipador PR0+700.....	38
Tabla 20. Canal enrocado de descole de disipador PR0+700.....	39
Tabla 21. Alcantarilla SDM PR14+300.....	39
Tabla 22. Alcantarilla PR4+213. ....	40
Tabla 23. Encole a Box - Coulvert PR0+740 margen izquierda.....	40
Tabla 24. Box - Coulvert PR4+425 .....	41
Tabla 25. Muro de contención PR1+400.....	43
Tabla 26. Muro de contención PR5+880 - PR6+170. ....	45
Tabla 27. Puente Río Bermúdez PR5+580 – PR5+740.....	47
Tabla 28. Cunetas iniciales y finales PR0+429 – PR0+470.....	51
Tabla 29. Gaviones y cunetas PR73+770 – PR73+790.6.....	53
Tabla 30. Cunetas iniciales y finales PR26+596.3 – PR26+815 sector de la Josefina.....	54

Tabla 31.	Bordillo PR26+690 – PR26+753 sector de la Josefina. ....	55
Tabla 32.	Renivelación de placa PR80+260 – PR81+205. ....	55
Tabla 33.	Cunetas reforzadas PR80+365 – PR81+165 margen izquierda y PR71+261 – PR71+267 margen derecha. ....	56
Tabla 34.	Cunetas margen derecha PR80+276 – PR81+360 y margen izquierda iniciales PR71+045 – PR71+341. ....	57
Tabla 35.	Solado de limpieza de alcantarilla R73+782 – PR73+790.6. ....	57
Tabla 36.	Realce de muro de cabezal de alcantarilla R81+120 – PR81+122. ....	58
Tabla 38.	Exención de subbase granular PR6+180 – PR6+800 sector Jamondino – Mocondino. ....	64
Tabla 39.	Exención de material seleccionado PR6+145 – PR6+260 sector Jamondino – Mocondino. ....	64
Tabla 40.	Filtro PR6+184 – PR6+500 Sector Jamondino – Mocondino. ....	65
Tabla 41.	Gaviones PR8+260 – PR8+310 sector Buesaquillo. ....	65
Tabla 42.	Extensión de base granular PR2+840 – PR3+090. ....	66
Tabla 43.	Extención de subbase granular PR3+090 – PR3+500. ....	66
Tabla 44.	Extensión de subrasante PR4+620 – PR4+750 y PR3+270 – PR3+500. ....	67
Tabla 45.	Relleno estructural en muro de contención PR1+500. ....	67
Tabla 46.	Relleno estructural en muro de contención PR5+895 – PR6+120. ....	68
Tabla 47.	Relleno estructural sobre espaldar de muro en gaviones SDM PR0+200. ....	69
Tabla 48.	Relleno estructural de muro en gaviones PR0+740. ....	69
Tabla 49.	Relleno estructural de muro en gaviones PR3+699 – PR3+737. ....	69
Tabla 50.	Relleno estructural en espaldar de muros de box - coulvert PR4+425. ....	69
Tabla 51.	Relleno sobre filtro PR5+50 – PR5+615. ....	70
Tabla 52.	Filtro en espaldar de muro de contención PR5+895 – PR6+120. ....	70
Tabla 53.	Filtro en espaldar de muro de contención PR1+500. ....	71
Tabla 54.	Filtro PR3+350 – PR3+494. ....	71
Tabla 55.	Gaviones ejes 2 y 3 del puente “rió bermudez”. ....	72
Tabla 56.	Relleno estructural PR71+045 – PR71+121 y PR80+003 – PR81+165. ....	74

## INTRODUCCION

El desarrollo económico de un país depende en gran parte de la calidad de sus vías terrestres, aéreas y marítimas; el transporte de los productos que se producen a nivel nacional en su mayoría, se transporta a través de las vías terrestres existentes ya sean primarias, secundarias o terciarias. Nariño es un departamento de por sí agricultor que basa su economía en el transporte de estos tanto a nivel intermunicipal como al interior del país, es por eso que cada vez se hace más necesario ofrecer a los transportadores vías más cómodas, rápidas y seguras que hagan posible mejorar la operación de manejo de los conductores como la calidad de viaje de los usuarios; lo cual se logra mediante la formulación de proyectos viables que permitan alcanzar estas condiciones y hagan de nuestro departamento un lugar competitivo y poseedor de unas vías terrestres de alta calidad, acorde a las exigencias del parque automotor tanto a nivel nacional como internacional; el proyecto Rumichaca – Pasto – Chachagui – Aeropuerto pretende mejorar el acceso desde el país del Ecuador hacia el municipio de Pasto y posteriormente al interior del país

A DEVINAR S.A. ,mediante el proceso de licitación respectivo y cumpliendo con todos los parámetros de contratación, se hace entrega del proyecto de infraestructura vial mencionado anteriormente el cual es adjudicado por el Instituto Nacional de Concesiones (INCO) hoy ANI y ejecutado por la empresa CONCAY S.A. siendo está el contratista y DEVINAR S.A. el contratante; la empresa CONCAY S.A cuenta con todos los recursos necesarios tanto económicos como humanos para realizar este proyecto bajo los parámetros de calidad tanto de la Norma ISO 9001 en cuanto a certificaciones de calidad como a las especificaciones y normas de construcción del INV – 2007; logrando de esta forma tener un corredor vial bien construido que tiene una notable importancia en el transporte local, regional, interdepartamental e internacional.

En este proyecto se realizó el control de calidad de los materiales que componen la estructura de una vía como a todas las obras que hacen parte de la misma, específicamente en los tramos de la concesión Rumichaca – Pasto – Chachagui – Aeropuerto, sector: Variante Oriental de Pasto kilómetros – K0+000 – K5+000 Y K7+500 – K16+400, TRAYECTO 6-1 PAR VIAL kilómetros K0+000 – K6+286.05 ≡ K6+500, TRAYECTO 3 kilómetros K5+200 – K83+000, TRAYECTO 4 kilómetros K5+000 – K32+600 Y TRAYECTO 5B kilómetros K16+410 – K21+020; a través de un plan de autocontrol el cual contiene las tolerancias de cada ensayo para cada material y que hace parte del control interno de la empresa.

Mediante la modalidad de pasantía y con el cargo de auxiliar de ingeniería bajo la supervisión del director de la obra y en conjunto con el laboratorista se aplicaron

todos los conocimientos teóricos que un ingeniero civil debe saber para poder enfrentar de manera adecuada y con un criterio claro las distintas situaciones a las cuales se enfrenta durante el desarrollo de su trabajo como profesional, en este caso en la verificación del cumplimiento de las normas vigentes al igual que la construcción y ejecución de capas granulares y estructuras de concreto hidráulico del proyecto vial que la empresa CONCAY S.A. está desarrollando.

## **TEMA**

### **Título del trabajo**

APOYO TECNICO AL CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EMPLEADOS Y PRODUCTOS OBTENIDOS EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DEL PROYECTO: “DISEÑO, CONSTRUCCION, REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO A LA CONCESION RUMICHACA – PASTO – CHACHAGUI – AEROPUERTO”.

### **Alcances y delimitación**

Este trabajo de grado en la modalidad de pasantía se llevó a cabo en la empresa CONCAY S.A. en el área de laboratorio bajo el cargo de auxiliar de ingeniería, siendo orientada al control de calidad de todos los materiales utilizados antes, durante y después de la obra, mediante el seguimiento, verificación y cumplimiento de todos los ensayos que exige la norma INVIAS 2007 para cada material a través de formatos que se utilizan para dicho fin; permitiendo así llevar a la práctica todos los conocimientos adquiridos a lo largo de todo el proceso de aprendizaje en la carretera universitaria sobre todo en cuanto al área de vías y/o pavimentos, así como también estructuras de concreto hidráulico.

En el proyecto de “DISEÑO, CONSTRUCCION, REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO A LA CONCESION RUMICHACA – PASTO – CHACHAGUI – AEROPUERTO”, los trayectos que se ejecutan actualmente y van a ser ejecutados durante el desarrollo de la pasantía fueron:

- Trayecto 5A - Variante Oriental de Pasto Kilómetros K0+000 – K16+400
- Trayecto 5B Kilómetros K16+410 – K21+020
- Trayecto 3 Kilómetros K5+200 – K83+000
- Trayecto 4 Kilómetros K5+000 – K32+600
- Trayecto 6-1 Kilómetros K0+000 – K6+286.05 ≡ K6+500

El desarrollo del trabajo realizado en la empresa CONCAY S.A. bajo el cargo de auxiliar de ingeniería se hizo a través de la correcta ejecución en las actividades asignadas en el cargo; haciendo un adecuado manejo de las normas INVIAS – 20007 que rigen el proyecto, alcanzando así un resultado satisfactorio de cada

producto obtenido mediante el buen uso de los materiales cumpliendo el plan de autocontrol de la empresa, al igual que también a través de las distintas ayudas y capacitaciones realizadas por parte de la misma para alcanzar un buen desempeño durante la realización de la pasantía en el área trabajada.

En los trayectos nombrados anteriormente como auxiliar de ingeniería se desarrollaron las siguientes actividades:

- Prestar apoyo al Laboratorista para el cumplimiento del plan de autocontrol de la empresa según la norma INVIAS 2007 mediante la verificación y seguimiento en cuanto a los ensayos, frecuencias y tolerancias de cada uno de ellos para todos los materiales usados que exige el plan de autocontrol.
- Llevar a cabo el control y seguimiento de todas las estructuras de concreto hidráulico que se ejecutaron en la obra ya sean hechas con concreto premezclado o en obra con mezcladora, en lo referente al cumplimiento de la resistencia de diseño; lo cual se lleva a cabo mediante el uso del formato interno PROD-007 CONTROL DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y ASENTAMIENTO”, formato que hace parte del plan de autocontrol nombrado anteriormente.
- Llevar a cabo el manejo y control de todos los formatos que hacen parte del plan de autocontrol, los cuales son utilizados para realizar los informes de los ensayos de laboratorio que se les hacen a cada uno de los materiales que se utilizan en la obra, los cuales son: Base granular, Subbase granular, recebo, material seleccionado para subrasante, piedra rajón, piedra filtro, cenizas volcánicas, arena triturada, grava, concreto hidráulico y concreto asfáltico.
- Evaluar el resultado de cada uno de ellos según la norma INVIAS – 2007 que están resumidas en el formato CONS-027, detectando los materiales que no están cumpliendo con las especificaciones respectivas y poder así tomar las acciones correctivas necesarias sobre los mismos antes de utilizarlos en la obra.
- Llevar la trazabilidad de las actividades de construcción de las obras y de los materiales que hacen parte de este proyecto vial en los tramos que van a ser parte del desarrollo de la pasantía, realizando así el control, seguimiento y avance que estas tienen durante su ejecución; así como también el avance de la obra 467 en general en todos y cada uno de los trayectos intervenidos que hacen parte del proyecto.

A continuación, se describe la información general del proyecto. (Ver tabla 1-2)



## **MODALIDAD**

La modalidad de este trabajo de grado desarrollado es la PASANTIA INSTITUCIONAL.

## **DEFINICION DEL PROBLEMA**

### **Formulación del problema**

¿De qué forma el estudiante egresado del programa de ingeniería civil a través de una pasantía y bajo el cargo de auxiliar de ingeniería puede realizar un apoyo técnico al control de calidad de materiales empleados y productos obtenidos en los procesos constructivos del proyecto: “Diseño, construcción, rehabilitación y mejoramiento a la Concesion Rumichaca – Pasto – Chachagui – Aeropuerto”?

### **Sistematización del problema**

- ¿Cuál es el control de calidad a los materiales usados en los diferentes procesos constructivos y los productos obtenidos a partir de ellos, de acuerdo a las normas que rigen el proyecto vial diseño, construcción, rehabilitación y mejoramiento a la concesión Rumichaca – Pasto – Chachagui – Aeropuerto?.
- ¿Qué tipos de ensayos se realizan a cada uno de los materiales, los cuales están contenidos en el plan de autocontrol que la empresa tiene para todos los productos obtenidos durante el desarrollo del proyecto como los son: base granular, Subbase granular, recebo, material seleccionado para subrasante, piedra rajón, piedra filtro, cenizas volcánicas, arena triturada, grava, concreto hidráulico y concreto asfáltico?.
- ¿De qué forma la empresa CONCAY S.A.S verifica y controla la calidad de los materiales?.
- ¿Cuáles son los beneficios que trae para el auxiliar de ingeniería desarrollar la pasantía en el proyecto diseño, construcción, rehabilitación y mejoramiento a la concesión Rumichaca – Pasto – Chachagui – Aeropuerto?

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Prestar apoyo técnico al control de calidad de materiales empleados y productos obtenidos en los procesos constructivos del proyecto: “Diseño, construcción, rehabilitación y mejoramiento a la concesión Rumichaca – Pasto – Chachagui – Aeropuerto”.



## **Objetivos específicos**

- Revisar, controlar y seguir los resultados de los ensayos realizados a cada uno de los materiales utilizados en cuanto a lo referente a materiales granulares como arena y grava triturada usados en la realización de estructuras en concreto hidráulico; así como los realizados a las capas granulares (base, subbase, subrasante y terraplén) al igual que a filtros y rajón.
- Realizar ensayos normalizados en el laboratorio para decidir si aceptar o rechazar un producto cuando este sea utilizado en algún proceso constructivo.
- Diligenciar informes quincenales de los resultados referentes a los ensayos realizados a los materiales tanto en el laboratorio como a los hechos en campo "IN-SITU" en cada frente de trabajo a través de formatos de Calidad establecidos por la empresa CONCAY S.A., determinando así cuales son los que están cumpliendo o no con las normas vigentes que rigen el proyecto.
- Llevar la trazabilidad de las actividades de construcción de los procesos que ejecuta la empresa CONCAY S.A. en cada uno de los frentes de trabajo que abarca el proyecto en el cual se va a desarrollar la pasantía, siendo esto importante para poder visualizar y hacer el debido seguimiento a cada una de las estructuras de la obra; incluyendo capas granulares (base, subbase, subrasante y terraplén), filtros, rajón, pavimento y alcantarillas, así como las estructuras hechas en concreto hidráulico.
- A través de la realización de informes de gestión del proceso mediante indicadores y cuantificadores verificar el cumplimiento de la norma INVIAS – 2007 en cuanto a los ensayos que se le tiene que hacer a cada material con sus respectivas tolerancias así como la frecuencia con la que debe hacerse cada uno para tener una relación en cuanto a los objetivos y resultados obtenidos y tomar las medidas correctivas necesarias que haya que hacer.
- Controlar y supervisar en obra todo el proceso constructivo a la hora de realizar una estructura de concreto hidráulico desde el momento en el que el concreto sale de la planta de producción hasta que es colocado en obra.

## **JUSTIFICACION**

El proyecto de diseño, construcción, rehabilitación y mejoramiento a la concesión Rumichaca – Pasto – Chachagui – Aeropuerto, mediante la reconstrucción o rehabilitación de la estructura del pavimento a lo largo de la vía y en conjunto con la ejecución de obras de arte y otras como el puente que se realizara en uno de los trayectos pertenecientes a la concesión; buscan brindar una solución a las

necesidades de mejora en la infraestructura vial de todos los trayectos que hacen parte del proyecto antes mencionado mejorando así tiempos de viaje y de operación a los que transiten por ellos, así como también facilita el intercambio de los productos a nivel nacional e internacional con la frontera del Ecuador.

Devinar impulsa la construcción de obras civiles con materiales de la región y de buena calidad, obteniendo de esta manera proyectos conformes a las especificaciones nacionales haciendo de Nariño una región más competitiva; este consorcio está conformado por las empresas **INCOEQUIPOS, GAICO Y CONCAY S.A.S.**

Debido a que las empresas de INCOEQUIPOS y GAICO se retiraron de la concesión; en la actualidad la empresa CONCAY S.A.S es la encargada de realizar las obras de rehabilitación y mejoramiento de toda la Variante Oriental de Pasto que pertenece al Trayecto 5A K0+000 – K16+400 al igual que del Trayecto 5B K16+410 – K21+020, dentro de los cuales se hicieron obras de arte (muros de contención, alcantarillas, cunetas y otras como canales de conducción de agua y disipadores) y parcheos de la carpeta asfáltica, en el trayecto 3 K5+200 – K83+000 y trayecto 4 se realizó el mantenimiento del pavimento mediante parcheo, obras de arte y mejoramiento de banca, finalmente actualmente en el Trayecto 6 K0+000 – K6+286.05 ≡ K6+500 se sigue con la construcción de toda la vía que incluye realización de corte, rellenos, gaviones, construcción de obras de arte en concreto, mejoramientos de subrasante, capas granulares para la colocación de la carpeta asfáltica y la construcción del puente en concreto “Río Bermúdez” que hace parte de este trayecto.

Concay S.A.S promueve una política integral de calidad, seguridad industrial, manejo ambiental y responsabilidad social en todos los procesos incluido el de construcción, de acuerdo a esto el pasante debe realizar apoyo en los procesos de control en las actividades ejecutadas mediante un seguimiento adecuado (control de los materiales a utilizar ya sea solos o mezclados, cumplimiento de la norma mediante el plan de autocontrol de la empresa), para así realizar mejoras a los diferentes productos obtenidos como rellenos, mejoramientos de subrasantes, terraplenes, subbases, bases, mezclas asfálticas y estructuras de concreto hidráulico duraderas de acuerdo a la resistencia de diseño con la que se hizo.

Participar en estos procesos permite al pasante enriquecer las bases teóricas, adquirir experiencia y desarrollar habilidades que lo fortalezcan tanto en el ámbito profesional como personal, contribuyendo al compromiso social Universidad – Región.

## **METODOLOGIA**

La metodología que se desempeñó en el presente trabajo de grado se basó en el apoyo técnico y de control como auxiliar de ingeniería de las distintas actividades y

procesos constructivos en obra; control de calidad de los materiales a través de la supervisión y seguimiento de los ensayos realizados a los mismos para lograr su buen funcionamiento antes y después de su colocación en la obra; seguimiento en la ejecución de las actividades constructivas por medio de su trazabilidad, en la cual se observa el rendimiento de cada una de ellas en cuanto al avance en su tiempo de ejecución y su correcta realización dentro de la estructura de la vía, aplicando todo el conocimiento adquirido de manera teórica en la caracterización, evaluación y cumplimiento de las normas respectivas en este tipo de obras civiles, de manera particular en la concesión “Rumichaca – Pasto – Chachagui – Aeropuerto” en el departamento de Nariño en la cual se desarrolló la pasantía.

## **LOCALIZACION DEL PROYECTO**

El corredor del proyecto de concesión Rumichaca – Pasto – Chachagüí - Aeropuerto hace parte de la Troncal de Occidente - Ruta 25 de la red nacional de vías; esta ruta inicia en el Puente Internacional de Rumichaca, frontera con el Ecuador y atraviesa el departamento de sur a norte recorriendo los municipios de Ipiales, Contadero, Iles, Funes, Imués, Yacuanquer, Tangua, Pasto y Chachagüi, además de la construcción de la Variante Oriental de Pasto.

La vía se encuentra localizada en la frontera entre Colombia y el Ecuador lo que la hace de gran importancia mejorando y facilitando el comercio entre los dos países y el resto de Suramérica, así como también favorece la integración del departamento con el resto del país; con la construcción del proyecto se ofreció un mejor nivel servicio de la vía y se aumentó la capacidad de la misma mediante la realización de obras como la doble calzada en uno de los trayectos que hacen parte de la concesión. En el anexo 1, es posible observar la localización de esta concesión.

El proyecto de “diseño, construcción, rehabilitación y mejoramiento a la concesión Rumichaca – Pasto – Chachagui – Aeropuerto” une los municipios de Rumichaca – Pasto – Chachagui con el Aeropuerto.

## **RECOLECCION DE LA INFORMACION**

Para poder realizar la ejecución del trabajo de grado en la empresa CONCAY S.A.S se necesitó contar con toda la información del proyecto de manera clara y exacta dentro de la cual están: los abscisados tanto de las obras que intervienen en los trayectos que hacen parte del desarrollo del proyecto como del inicio y del final de los mismos que se pueden encontrar en cada uno de los planos, para así poder ubicar fácilmente todas las obras en la vía.

También es necesario conocer los materiales de los productos obtenidos a partir de su uso, tanto en las capas granulares como aquellas en las que se haga el uso de materiales de concreto hidráulico. Tal información debió estar dirigida

principalmente a las especificaciones de los materiales que manejó la empresa CONCAY S.A. de las capas internas y externas. Por otra parte se debió conocer alcances, delimitaciones, antecedentes, planos de los trayectos a desarrollarse, cronograma de obra, presupuestos entre otras; dicha información fue fundamental para el conocimiento adecuado y claro de los materiales en cada uno de los procesos desarrollados.

## CONTROL

El control de las obras se ejecuta antes, durante y después del proceso constructivo con el fin de garantizar al cliente y futuros usuarios confianza en la calidad del producto, cuidando que las obras ejecutadas cumplan con los diseños aprobados y con las normas especificadas del proyecto.

Para lograr lo anterior la empresa CONCAY S.A.S desarrolló un plan de autocontrol inspección y ensayos para llevar de manera organizada y cumpliendo con la norma INVIAS la parte de calidad de las obras realizadas a partir de los productos obtenidos con los materiales usados en el proyecto; el registro de cada ensayo del producto obtenido para cada actividad ejecutada se consignó en los formatos requeridos y estandarizados por el área de control de calidad de la empresa, a continuación se describen algunos ensayos y sus formatos según el plan de autocontrol:

La información de los ensayos realizados, formatos correspondientes de terraplenes – rellenos para estructuras con material seleccionado y de excavación y laboratorio donde se realizan, se encuentran en el anexo 2.

La información de los ensayos realizados, formatos correspondientes de mejoramiento de subrasante y laboratorio donde se realizan, se encuentra en la tabla 3.

**Tabla 3. Información de los ensayos realizados, formatos correspondientes de mejoramientos de subrasante y laboratorio donde se realizan.**

Material	Ensayo	Frecuencia	Formato según plan de autocontrol	Normas	Laboratorio donde se realiza
Mejoramiento de la subrasante	Densidad de campo (método del densímetro nuclear)	5 determinaciones de densidades por lote	PROD-072	Artículo 230 5.2.2 (a), INV E-	CONCAY S.A.
	Densidad de campo (método del densímetro nuclear)	5 determinaciones de densidades por lote	PROD-072	Artículo 220 5.2.2 (a), INV E-164	CONCAY S.A.

La información de los ensayos realizados, formatos correspondientes de base granular y laboratorio donde se realizan se encuentran en el anexo 3.

La información de los ensayos realizados, formatos correspondientes de subbase granular y laboratorio donde se realizan se encuentran en el anexo 4.

La información de los ensayos realizados, formatos correspondientes de gaviones, material filtrante, pedraplén y laboratorio donde se realizan, se encuentran en las tablas 4, 5 y 6.

**Tabla 4. Información de los ensayos realizados, formatos correspondientes de gaviones y laboratorio donde se realizan.**

Material	Ensayo	Frecuencia	Formato según plan de autocontrol	Normas	Laboratorio donde se realiza
Gaviones	Desgaste los angeles	1 por mes	PROD-078	Artículo 681 .2.2.2. INV E-219	CONCAY S.A.
	Absorción	Se fragmenta una muestra representativa de las piedras	PROD-039	Artículo 681 .2.2.3. INV E-223	CONCAY S.A.

**Tabla 5. Información de los ensayos realizados, formatos correspondientes de material filtrante y laboratorio donde se realizan.**

Material	Ensayo	Frecuencia	Formato según plan de autocontrol	Normas	Laboratorio donde se realiza
Materia filtrante	Desgaste los angeles	1 por mes	PROD-078	Artículo 673. Tabla 673.3 INV E-219	CONCAY S.A.
	Perdida en ensayo de solidez (agregado grueso)	1 por mes	PROD-017	Artículo 673. Tabla 673.3 INV E-220	CONCAY S.A.

**Tabla 6. Información de los ensayos realizados, formatos correspondientes de pedraplén y laboratorio donde se realizan.**

Material	Ensayo	Frecuencia	Formato según plan de autocontrol	Normas	Laboratorio donde se realiza
Pedraplen	Desgaste los angeles	1 por mes	PROD-078	Artículo 221. 2.2. INV E-219	CONCAY S.A.

La Información de los ensayos realizados, formatos correspondientes de concreto hidráulico y laboratorio donde se realizan se encuentran en el anexo 5. Como parte del control y para hacer cumplimiento del plan de autocontrol desarrollado por la empresa, es necesario tener los equipos adecuados para hacer cada ensayo y así obtener resultados que garanticen que los productos obtenidos en cada actividad realizada durante la ejecución del proyecto cumplan con las especificaciones que lo rigen. A continuación, se describe los equipos utilizados en el laboratorio de la obra:

Los equipos utilizados en la realización de ensayos para terraplenes – rellenos para estructuras con material seleccionado y de excavación se encuentran en el anexo 6.

Equipos utilizados en la realización de ensayos para mejoramiento de subrasante (Ver tabla 7).

**Tabla 7. Equipos utilizados en la realización de ensayos para mejoramiento de subrasante.**

Material	Ensayo	Equipo	Normas	Marca
Mejoramiento de la subrasante	Densidad de campo (método del densímetro nuclear)	Densímetro nuclear	Artículo 230 5.2.2 (a), INV E-161/162/163	
	Densidad de campo (método del densímetro nuclear)	Equipo de cono y arena	Artículo 220 5.2.2 (a), INV E-164	Pinzuar

Los equipos utilizados en la realización de ensayos para base granular se encuentran en el anexo 7.

Los equipos utilizados en la realización de ensayos para subbase granular se encuentran en el anexo 8.

Equipos utilizados en la realización de ensayos para gaviones, material filtrante y pedraplén (Ver tabla 8, 9 y 10).

**Tabla 8. Equipos utilizados en la realización de ensayos para gaviones.**

Material	Ensayo	Equipo	Normas	Marca
Gaviones	Desgaste los angeles	Máquina de los angeles	Artículo 681 .2.2.2. INV E-219	Pinzuar
	Absorción	Procedimiento manual, se fragmenta una muestra representativa de las piedras	Artículo 681 .2.2.3. INV E-223	

**Tabla 9. Equipos utilizados en la realización de ensayos para material filtrante.**

Material	Ensayo	Equipo	Normas	Marca
Materia filtrante	Desgaste los angeles	Máquina de los angeles	Artículo 673. Tabla 673.3 INV E-219	Pinzuar
	Perdida en ensayo de solidez (agregado grueso)	Procedimiento manual según la norma se puede hacer con sulfato de sodio o magnesio , no requiere un equipo en específico	Artículo 673. Tabla 673.3 INV E-220	

**Tabla 10. Equipos utilizados en la realización de ensayos para pedraplén.**

<b>Material</b>	<b>Ensayo</b>	<b>Equipo</b>	<b>Normas</b>	<b>Marca</b>
<b>Pedraplen</b>	Desgaste los angeles	Máquina de los angeles	Artículo 221. 2.2. INV E-219	Pinzuar

Los equipos utilizados en la realización de ensayos para concreto hidráulico se encuentran en el anexo 9.

## 1. RESULTADOS

### 1.1 REVISIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO EN LOS MATERIALES USADOS PARA EL VACIADO DE CONCRETO DE MUROS DE CONTENCIÓN, CUNETAS, OBRAS DE ARTE, BOX COULVERT, ALCANTARILLAS Y PUENTE “RIO BERMUDEZ”.

Previamente a la realización del vaciado de cada una de las estructuras que hacen parte de la construcción de todos los productos obtenidos de concreto hidráulico en los diferentes trayectos de la concesión, los materiales como arena y grava se llevaban al acopio (Ver figura 1 ) para realizar una selección adecuada de ellos y usarlos en la producción de las diferentes mezclas de concreto según la resistencia requerida de cada estructura; una vez definido el material se realizaron los ensayos normalizados según la norma INVIAS-07, con la frecuencia que está establecida en el plan de autocontrol CONST 027 (Ver anexo 10) que hace parte del sistema de gestión de calidad que tiene la empresa, después de esto se decidió si el producto obtenido es conforme o no. (Ver figura 1)

**Figura 1. Acopio de arena y de grava situadas en el stock de materia les de la obra K2+250 del Trayecto 6-1.**



**1.1.1 Ensayos realizados al agregado fino en la producción de concreto hidráulico estructural.** Durante la producción de concreto hidráulico es necesario que la arena que vaya a ser utilizada se le hicieran todos los ensayos requeridos antes de hacer el diseño de mezcla, en el desarrollo del cargo de auxiliar de ingeniería se realizó el acompañamiento durante el control de calidad de este material mediante la realización de ensayos para aprobarlo o desaprobarlo, de acuerdo al cumplimiento de las tolerancias que exige la norma INVIAS-07. A continuación, se describe los ensayos que se realizaron, los formatos utilizados, la frecuencia y la tolerancia:



- **Ensayo de granulometría.** Este ensayo se realizó mediante el tamizado del material utilizando los tamices, desde el tamiz 3/8" hasta el No 200, a través de unos límites superior e inferior en cada tamiz para que el material analizado cumpla con la franja granulométrica de la arena (Ver Figura 2).

**Figura 2. Franja granulométrica del agregado fino para concreto estructural.**

Tabla 630.2  
Granulometría del agregado fino para concreto estructural

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
NORMAL	ALTERNO	
9.5 mm	3/8"	100
4.75 mm	No.4	95 - 100
2.36 mm	No.8	80 - 100
1.18 mm	No.16	50 - 85
600 µm	No.30	25 - 60
300 µm	No.50	10 - 30
150 µm	No.100	2 - 10

El formato utilizado fue el PROD-009. Límite de consistencia líquido y plástico análisis granulométrico de suelos (ver anexo 11) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST - 027; la frecuencia de este ensayo es de uno por semana (Ver figura 3).

**Figura 3. Ensayo de granulometría del agregado fino.**



- **Ensayo de equivalente de arena.** El formato utilizado fue el PROD-012. Equivalente de Arena y Valor de Azul de Metileno (ver anexo 12) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST – 027, la frecuencia es de uno por semana. Este ensayo se realizó para determinar la cantidad de arena vs la de arcilla que tenga el material mediante la realización de tres pruebas haciendo una mezcla de agua, arena y solución stock (Ver figura 4); la arcilla es nociva para el concreto y puede generar disminución de la resistencia de diseño si se tiene una cantidad mayor a la permitida por la especificación de la norma (Ver figura 5).

**Figura 4. Ensayo de equivalente de arena.**



**Figura 5. Tolerancias permitidas por la norma INVIAS E-007 para el agregado fino.**

Tabla 630.1  
Requisitos del agregado fino para concreto estructural

ENSAYO		NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
<b>Durabilidad</b>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de sodio	E-220	10
	- Sulfato de magnesio	E-220	15
<b>Limpieza</b>			
Límite líquido, % máximo		E-125	-
Índice de plasticidad		E-126	No plástico
Equivalente de arena, % mínimo		E-133	60
Valor de azul de metileno, máximo		E-235	5
Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo		E-211	1
Partículas livianas, % máximo		E-221	0.5
Material que pasa el tamiz de 75 mm (No.200), % máximo		E-214	5
<b>Contenido de materia orgánica</b>			
Color más oscuro permisible		INV E-212	Igual a muestra patrón
<b>Características químicas</b>			
Contenido de sulfatos, expresado como SO <sub>4</sub> , % máximo		INV E-233	1.2
<b>Absorción</b>			
Absorción de agua, % máximo		INV E-222	4

- Terrones de arcilla y partículas deleznable para agregado fino.** El formato utilizado fue el PROD-080. Terrones de arcilla y partículas deleznable (ver anexo 13) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST - 027; la frecuencia es de uno por semana; este ensayo se lo realizo para determinar la cantidad de material nocivo que contiene la arena; la tolerancia en la norma con la cual se analizó el material para su aceptación o rechazo es la que se observa en la Figura 5.
- Contenido de materia orgánica.** El formato utilizado fue el PROD-085. Contenido aproximado de materia orgánica por colorimetría (ver anexo 14) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST - 027; la frecuencia es de uno por semana; este ensayo se lo realizo para determinar la cantidad de materia orgánica y vegetal que tenga la arena a través de un equipo de colorimetría (Ver figura 6); la tolerancia en la norma con la cual se

analizó el material para su aceptación o rechazo es la que se observa en la Figura 5.

**Figura 6. Ensayo de materia orgánica por colorimetría.**



- **Peso específico y absorción.** El formato utilizado fue el PROD-040. Gravedad específica y absorción del agregado fino (ver anexo 15) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST - 027; la frecuencia es de uno por mes; este ensayo se realizó para determinar la densidad bulk y la absorción de la arena, estos parámetros son muy importantes en el proceso de selección de un material a la hora de realizar el diseño de una mezcla de concreto ya que influyen directamente en el cálculo de las cantidades de cemento, agregados y agua de diseño q lleva la mezcla; la tolerancia en la norma con la cual se analizó el material para su aceptación o rechazo es la que se observa en la Figura 5.
- **Solidez agregado fino.** El formato utilizado fue el PROD-076. Ensayo de solidez del agregado fino (ver anexo 16) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST - 027; la frecuencia es de uno por mes; este ensayo se realizó para determinar el daño que pueden ocasionar los sulfatos ya sea de sodio o de magnesio al concreto, este parámetro es importante ya que las sales que se encuentran en el agua pueden atacar de forma grave al concreto si no se usa un material resistente, sobre todo cuando la estructura está en permanente contacto con el agua por ejemplo en puentes, caisson, alcantarillas, box – couvert o túneles; la tolerancia en la norma con la cual se analizó el material para su aceptación o rechazo es la que se observa en la Figura 5.

**1.1.2 Ensayos realizados al agregado grueso en la producción de concreto hidráulico estructural.** Al igual que la arena, a la grava fue necesario hacerle los siguientes ensayos antes de hacer el diseño de mezcla requerido:

- **Ensayo de granulometría.** Este ensayo se realizó mediante el tamizado del material utilizando los tamices desde el tamiz 3/4” hasta el No 100 para el

caso de la gravilla y desde el tamiz de 1" hasta el No 100 para el caso de concretos ciclópeos o losas de concreto, el material analizado debió cumplir con la franja granulométrica de la grava dependiendo del tipo de tamaño máximo que este tenga (Ver Figura 7).

**Figura 7. Franja granulométrica del agregado grueso para concreto estructural.**

Tabla 630.4  
Bandas granulométricas de agregado grueso para concreto estructural

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA (% PASA)						
Normal	Alterno	AG-1	AG-2	AG-3	AG-4	AG-5	AG-6	AG-7
63 mm	2.5 "	-	-	-	-	100	-	100
50 mm	2 "	-	-	-	100	95-100	100	95-100
37.5mm	1 1/2 "	-	-	100	95-100	-	90-100	35-70
25.0mm	1 "	-	100	95-100	-	35-70	20-55	0-15
19.0mm	3/4 "	100	95-100	-	35-70	-	0-15	-
12.5mm	1/2 "	90-100	-	25-60	-	10-30	-	0-5
9.5 mm	3/8 "	40-70	20-55	-	10-30	-	0-5	-
4.75mm	No.4	0-15	0-10	0-10	0-5	0-5	-	-
2.36mm	No.8	0-5	0-5	0-5	-	-	-	-

El formato utilizado fue el PROD-009. Límite de consistencia líquido y plástico análisis granulométrico de suelos (ver anexo 17) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST - 027; la frecuencia de este ensayo es de uno por semana (Ver figura 8).

**Figura 8. Ensayo de granulometría del agregado grueso.**



- **Ensayo de índices de aplanamiento y alargamiento.** El formato utilizado fue el PROD-011. Índices de aplanamiento y alargamiento (ver anexo 18) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST - 027; la frecuencia es de uno por semana; este ensayo se realizó para determinar la cantidad de partículas planas y largas que tenga el material (Ver figura 9), ya que si un material presenta demasiadas partículas que presenten estas características no se van a acomodar bien en la mezcla de concreto lo que haría que la resistencia del concreto disminuya, la cantidad de planas o largas

está directamente relacionada con la forma de trituración de la grava; la tolerancia en la norma con la cual se analizó el material para su aceptación o rechazo es la que se observa en la Figura 10.

**Figura 9. Ensayo de índice de aplanamiento y alargamiento.**



**Figura 10. Tolerancias permitidas por la norma INVIAS E-007 para el agregado grueso.**

Tabla 630.3  
Requisitos del agregado grueso para concreto estructural

ENSAYO		NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
<b>Dureza</b>			
Desgaste Los Angeles	- En seco, 500 revoluciones, % máximo	E-218	40
	- En seco, 100 revoluciones, % máximo		8
	- Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo (1)		60
	- Relación húmedo/seco, 500 revoluciones, máximo		2
<b>Durabilidad</b>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo (1)	- Sulfato de sodio	E-220	12
	- Sulfato de magnesio		18
<b>Limpieza</b>			
Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo		E-211	0.25
Partículas livianas, % máximo		E-221	1.0
<b>Geometría de las partículas</b>			
Índice de aplanamiento, % máximo		E-230	25
Índice de alargamiento, % máximo			25
<b>Características químicas</b>			
Contenido de sulfatos, expresado como SO <sub>4</sub> , % máximo		E-233	1.0

- **Ensayo de terrones de arcilla y partículas deleznales del agregado grueso.** El formato utilizado fue el PROD-080. Determinación de terrones de arcilla y partículas deleznales (ver anexo 13) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST - 027; la frecuencia es de uno por semana; la tolerancia en la norma con la cual se analizó el material para su aceptación o rechazo es la que se observa en la Figura 10.

- **Peso específico y absorción.** El formato utilizado fue el PROD-039. Gravedad específica y absorción del agregado grueso (ver anexo 19) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST - 027; la frecuencia es de uno por mes; la tolerancia en la norma con la cual se analizó el material para su aceptación o rechazo es la que se observa en la Figura 10.
- **Solidez agregado grueso.** El formato utilizado fue el PROD-017. Ensayo de solidez del agregado grueso (ver anexo 20) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST - 027; la frecuencia es de uno por mes; este ensayo se realizó para determinar el daño que pueden ocasionar los sulfatos ya sea de sodio o de magnesio al concreto; la tolerancia en la norma con la cual se analizó el material para su aceptación o rechazo es la que se observa en la Figura 10.
- **Desgaste en la máquina de los ángeles.** El formato utilizado fue el PROD-078. Resistencia al desgaste de los agregados por medio de la máquina de los ángeles (ver anexo 21) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST - 027; la frecuencia es de uno por mes; este ensayo se realizó para determinar qué tan resistente es la grava a una serie de revoluciones mediante el desgaste del material usando unas esferas contenidas dentro de la máquina de las ángeles (Ver figura 11); la tolerancia en la norma con la cual se analizó el material para su aceptación o rechazo es la que se observa en la Figura 10.

**Figura 11. Ensayo de desgaste en la máquina de los ángeles.**



Cuando la arena o la grava no cumplieron con alguno o varios de los ensayos se buscaron nuevos materiales o se hicieron combinaciones de ellos para realizar de nuevo su control y seguimiento a través de los ensayos descritos anteriormente.

### **1.1.3 Asistencia a través de controles y ensayos realizados a las obras de concreto en los diferentes trayectos que hacen parte de la concesión.**

Durante el desarrollo de cada proceso constructivo y antes del vaciado de concreto se hizo el acompañamiento y control desde la localización, elección de los materiales a utilizarse para el vaciado de concreto de acuerdo a la resistencia de diseño requerido por la estructura, ya sea concreto premezclado desde la planta dosificadora (Ver figura 12) o en mezcladora manual, hasta la colocación en obra, el control de asentamiento de la mezcla, y la toma de cilindros de prueba para el ensayo de resistencia a la compresión de acuerdo a la norma NTC 1377.

**Figura 12. Planta de concreto ubicada en el túnel de daza.**



**Programación del concreto.** Una vez el residente hacía la programación del día se notificaba el pedido al departamento de calidad para programar el personal y de acuerdo al plan de autocontrol CONST – 027 y a la norma INV E – 630 se definía la cantidad de muestras que se tomarían para ser falladas a las edades de 7 y 28 días que establece la norma INVE – 630 y la NTC 3318.

**Vaciado del concreto, obras y controles realizados.** Una vez programada la fundición se procedió a la supervisión del control de calidad de la mezcla a través de la toma de cilindros para determinar la resistencia a compresión del concreto; a continuación se describen las obras realizadas en los diferentes trayectos que hacen parte de la concesión así como también la dosificación usada y su localización en el abscisado de cada trayecto:

**Trayecto 5A PR0+000 – PR16+400.** Se realizaron cunetas, reparación de algunas obras de arte a las cuales por fisuramiento o por diseño debidamente aprobado por parte del contratante en este caso Devinar debieron repararse, así como también se hizo la construcción de un canal enrocado, acceso y zanja de coronación.

Durante el vaciado de concreto se hizo el acompañamiento y apoyo durante el control, toma de asentamiento y cilindros para el ensayo de resistencia a la compresión en los siguientes abscisados del trayecto 5A:

- **Cunetas:** vaciado de concreto en el tramo PR5+317 – PR6+605 margen izquierda y derecha (Ver figura 13).

**Figura 13. Sector de Jamondino PR5+000 – PR7+000.**



Se realizó la construcción y reparación de cunetas en los siguientes abscisados bajo la supervisión del auxiliar de ingeniería, de acuerdo a la dosificación de los diseños establecidos por el laboratorista, haciendo el asentamiento de la mezcla tanto en planta como en obra durante la colocación de la mezcla. (Ver tabla 11-12)

**Tabla 11.Cunetas PR5+317- PR6+800.**

<b>Cunetas PR5+317 – PR6+605</b>					
<b>Abscisa Inicial</b>	<b>Abscisa final</b>	<b>Margen</b>	<b>Tipo de concreto</b>	<b>F'(c)</b>	<b>Dosificación</b>
5+317	5+500	Derecha	Concreto reforzado producido en planta	2000	305 kg/m <sup>3</sup> de cemento Cemex, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
6+240	6+280	Derecha			
6+280	6+510	Derecha			
6+520	6+605	Derecha			
6+520	6+605	Derecha			
6+672	6+767	Derecha			
6+780	6+800	Derecha			



**Tabla 12. Reparación de cunetas PR6+150- PR6+449.**

Reparación de cunetas PR6+150 – PR6+446					
Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Tipo de concreto	F'(c)	Dosificación
6+150	6+240	Izquierda	Concreto reforzado producido en planta	2000	305 kg/m <sup>3</sup> de cemento Cemex, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast al 4000 1.4
6+249	6+446	Izquierda			

- **Canal enrocado:** vaciado de concreto en el tramo PR0+000 – PR0+060 eje Intersección Botanilla.

Se realizó la construcción de un canal enrocado en uno de los ramales pertenecientes a la Intersección Botanilla (Ver figura 14), el mezclado se hizo en mezcladora manual de acuerdo a la dosificación de los diseños establecidos por el laboratorista usando cajones con medidas previamente establecidas para ser usados en obra por la cuadrilla encargada de la fundición.

**Figura 14. Intersección botanilla retorno variante – variante PR0+000 – PR0+060.**



**Tabla 13. Canal enrocado PR0+000- PR0+060.**

<b>Canal Enrocado Intersección Botanilla Ramal Variante - Variante</b>					
<b>Abscisa Inicial</b>	<b>Abscisa final</b>	<b>Margen</b>	<b>Tipo de concreto</b>	<b>F'(c)</b>	<b>Dosificación</b>
0+000	0+010	Eje	Ciclópeo	2000	1 bulto de cemento Cemex, 8 cajones de arena pasa 3/8" y 5 cajones de grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez
0+010	0+020				
0+020	0+030				
0+030	0+060				

- **Acceso:** vaciado de concreto en el tramo PR5+470 – PR5+475 margen izquierda.

**Tabla 14. Acceso PR5+470- PR5+475.**

<b>Acceso</b>					
<b>Abscisa Inicial</b>	<b>Abscisa final</b>	<b>Margen</b>	<b>Tipo de concreto</b>	<b>F'(c)</b>	<b>Dosificación</b>
5+470	5+475	Izquierda	Concreto reforzado producido en planta	2000	305 kg/m3 de cemento Cemex, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4

- **Alcantarilla:** vaciado de concreto en el tramo PR0+260 margen derecha; se realizó la construcción de toda la alcantarilla desde el atraque de tubería hasta la caja de entrada de la misma de acuerdo a la resistencias especificada en el diseño de los elementos que hacen parte de ella. (Ver tabla 15)

**Tabla 15. Alcantarilla PR0+260.**

<b>Construcción de alcantarilla</b>					
<b>Abscisa</b>	<b>Margen</b>	<b>Elemento</b>	<b>Tipo de concreto</b>	<b>F'(c)</b>	<b>Dosificación</b>
<b>0+260</b>	Derecha	Atraque de tubería	Ciclópeo	2000	1 bulto de cemento Cemex, 8 cajones de arena pasa 3/8" y 5 cajones de grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez
		Placa solera	Concreto reforzado producido en planta	2000	305 kg/m3 de cemento Cemex, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4

		Muros laterales, transversales y placa de fondo de caja de entrada de alcantarilla	Concreto reforzado producido con mezcladora en obra	2500	1 bulto de cemento argos tipo I, 7 cajones de arena pasa 3/8" y 4 cajones de grava a 3/4" retenido 3/8", Río Tézlez
--	--	--	---	------	---

- **Zanja de coronación:** vaciado de concreto en el tramo PR13+051.7 – PR13+099 Cujacal. (Ver tabla 16)

**Tabla 16. Zanja de coronación PR13+051.7 – PR13+099.**

Zanja de coronación					
Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Tipo de concreto	F'(c)	Dosificación
13+051.7	13+099	Izquierda	Concreto reforzado producido en planta	3000	1 bulto de cemento argos tipo I, 5 cajones de arena pasa 3/8" y 5 cajones de grava a 3/4" retenido 3/8", Río Tézlez

En cada una de las actividades de concreto del trayecto 5A se realizaron los siguientes controles:

- Verificación del asentamiento de la mezcla desde la salida de concreto en planta hasta la llegada al sector de fundición a través del Cono de Abrams de acuerdo con la norma NTC 396 (Ver figura 15).

**Figura 15. Toma de asentamiento con cono de abrams durante vaciado de concreto en las obras realizadas del trayecto 5A.**



- Toma de muestras de cilindros cada 40 m<sup>3</sup> de vaciado de concreto para ensayo de resistencia a la compresión de acuerdo a la norma INV E-007 Artículo 630 (Ver figura 16).

**Figura 16. Toma de cilindros de concreto para ensayo de resistencia a la compresión en las obras del trayecto 5A.**



- Una vez se tomaban las muestras después de 12 horas se las desencofraba, se trasladaban al laboratorio para su curado y posterior fallo (Ver Figura 17) según las edades establecidas por la norma y por el constructor, los resultados eran consignados en el formato PROD-007. Control de resistencia a la compresión y asentamiento (ver anexo M) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST - 027.

**Figura 17. Ensayo de resistencia a la compresión del trayecto 5A.**



**Trayecto 6-1 PR0+000 - PR6+286.05  $\equiv$  PR6+500.** Se realizaron obras de arte, disipadores, muros de contención, caisson en el Puente “Río Bermudez” el cual hace parte de la construcción del trayecto 6-1 y en algunos casos fue necesario debido a los resultados de las resistencias a la compresión, hacer ajustes al diseño del concreto para asegurar que la mezcla cumpla con la resistencia de diseño, estos cambios o ajustes se hacían para asegurar alcanzar la resistencia deseada a los 28 días.

Durante el vaciado de concreto se hizo el acompañamiento y apoyo durante el control, toma de asentamiento y cilindros para el ensayo de resistencia a la compresión en los siguientes abscisados del trayecto 6-1:

- **Canal enrocado:** vaciado de concreto en el tramo SDM PR14+300; se realizó la construcción de la pared izquierda, derecha y el piso de un canal enrocado en el sitio de depósitos de material (Ver figura 18), al igual que en el trayecto 5A el mezclado se hizo en mezcladora manual de acuerdo con la dosificación de los diseños establecidos por el laboratorista usando cajones con medidas previamente establecidas para ser usados en obra por la cuadrilla encargada de la fundición.

**Figura 18. Canal enrocado SDM PR14+300.**



**Tabla 17. Canal enrocado SDM PR14+300.**

Canal enrocado					
Abscisa	Elemento	Margen	Tipo de concreto	F'(c)	Dosificación
14+300	Pared izquierda, pared derecha y piso de canal	Derecha	Concreto producido con mezcladora en obra	2000	1 bulto de cemento Argos tipo I, 8 cajones de arena pasa 3/8" y 5 cajones de grava a 3/4" retenido 3/8", Río Tézlez

- **Zanja de coronación:** vaciado de concreto en el tramo SDM PR14+300 (Ver figura 19).

**Figura 19. Zanja de coronación SDM PR14+300.**



**Tabla 18. Zanja de coronación SDM PR14+300.**

Zanja de coronación				
Abscisa	Margen	Tipo de concreto	F'(c)	Dosificación
14+300	Derecha	Concreto producido con mezcladora en obra	3000	1 bulto de cemento Argos tipo I, 5 cajones de arena pasa 3/8" y 5 cajones de grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez

Debido a las resistencias obtenidas a 28 días de edad y al seguimiento que se le hace al concreto en cada una de las estructuras fue necesario hacer ajustes en el diseño de concreto cambiando de cemento, aumentando o disminuyendo su cantidad siempre teniendo en cuenta los resultados que se vayan obteniendo a 28 días y al cambio en la granulometría de los materiales; por otra parte también se hizo necesario de acuerdo al tipo de concreto y al tiempo de retiro de formaleta usar aditivos para acelerar la resistencia a 7 o 14 días.

- **Disipador:** vaciado de concreto en la abscisa PR0+700 (Ver figura 20).

**Figura 20. Disipador PR0+700.**



**Tabla 19. Disipador PR0+700.**

Disipador				
Abscisa	Margen	Tipo de concreto	F'(c)	Dosificación
0+700	Derecha	Concreto reforzado producido en planta	3000	350 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4

- **Canal enrocado de descole de dissipador:** vaciado de concreto en la abscisa PR0+700 (Ver figura 21).

**Figura 21. Canal enrocado de descole de dissipador PR0+700.**



**Tabla 20. Canal enrocado de descole de dissipador PR0+700.**

Canal enrocado				
Abscisa	Margen	Tipo de concreto	F´(c)	Dosificación
<b>0+700</b>	Derecha	Concreto producido con mezcladora en obra	2000	1 bulto de cemento Argos tipo I, 8 cajones de arena pasa 3/8" y 5 cajones de grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez

- **Alcantarilla:** vaciado de concreto de los elementos que hacen parte de esta estructura como: solado y atraque de tubería y caja de alcantarilla SDM PR14+300. (Ver tabla 21)

**Tabla 21. Alcantarilla SDM PR14+300.**

Construcción de alcantarilla				
Abscisa	Elemento	Tipo de concreto	F´(c)	Dosificación
<b>14+300</b>	Solado para atraque de tubería	Concreto producido en planta	2000	305 kg/m3 de cemento Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
	Atraque de tubería	Concreto producido en planta	2000	305 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
	Caja	Concreto reforzado producido en planta	2500	335 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4

- **Alcantarilla:** vaciado de concreto de los elementos que hacen parte de esta estructura como: solera aletas, cabezal y caja de alcantarilla PR4+213.

**Tabla 22. Alcantarilla PR4+213.**

Construcción de alcantarilla					
Abscisa	Margen	Elemento	Tipo de concreto	F'(c)	Dosificación
4+213		Solera	Concreto producido en planta	2500	335 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
	Derecha	Aletas y cabezal	Concreto reforzado producido en planta	2500	335 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
	Izquierda	Caja de alcantarilla	Concreto reforzado producido en planta	2500	335 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4

- **Encole a Box - couvert:** vaciado de concreto de los elementos que hacen parte del encole como muros y placa PR0+740. (Ver tabla 23)

**Tabla 23. Encole a Box - couvert PR0+740 margen izquierda.**

Construcción de encole a Box - Couvert					
Abscisa	Margen	Elemento	Tipo de concreto	F'(c)	Dosificación
4+213	Izquierda	Ciclópeo	Concreto producido en planta	2000	305 kg/m3 de cemento Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
		Muro izquierdo y muro derecho	Concreto producido con mezcladora en obra	2000	1 bulto de cemento Argos tipo I, 8 cajones de arena pasa 3/8" y 5 cajones de grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez
		Placa	Concreto reforzado producido en planta	3000	350 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4

- **Box - couvert:** vaciado de concreto de los elementos que hacen parte de esta estructura como: solado de limpieza, losa inferior, zarpa y diente, muros, cartelas y losa superior y aletas PR4+425. (Ver tabla 24)

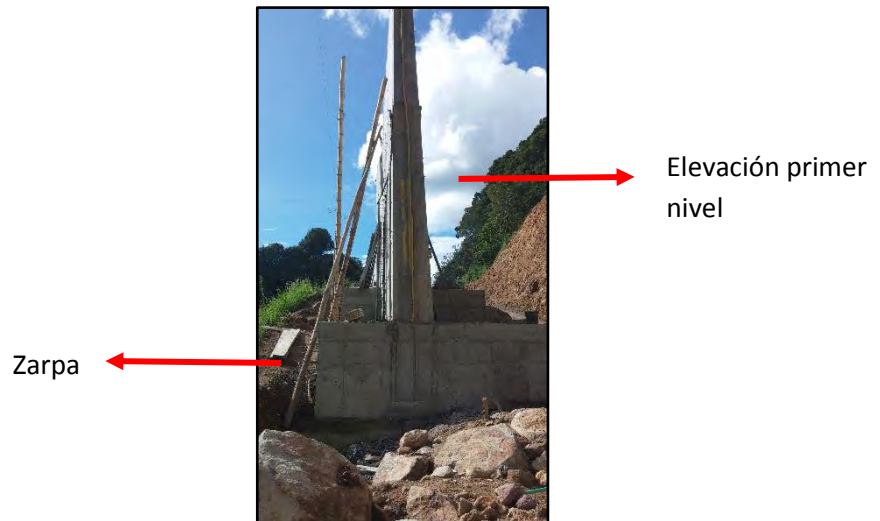


**Tabla 24. Box - coulvert PR4+425**

Construcción de Box - Coulvert					
Abscisa	Margen	Elemento	Tipo de concreto	F'(c)	Dosificación
4+425		Solado de limpieza	Concreto producido con mezcladora en obra	2000	1 bulto de cemento Argos tipo I, 8 cajones de arena pasa 3/8" y 5 cajones de grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez
		Losa inferior	Concreto producido con mezcladora en obra	3000	1 bulto de cemento Argos tipo I, 5 cajones de arena pasa 3/8" y 5 cajones de grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez
	Izquierda	Zarpa y diente de Box - Coulvert	Concreto reforzado producido en planta	3000	350 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
		Solado de limpieza de cuerpo de Box – Coulvert y aletas	Concreto producido en planta	2000	305 kg/m3 de cemento Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
	Derecha	Muros, cartelas y losa superior de cuerpo de Box - Coulvert	Concreto reforzado producido en planta	3000	350 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
	Izquierda	Placa solera y diente de aletas	Concreto reforzado producido en planta	3000	350 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
	Izquierda	Aletas	Concreto reforzado producido en planta	3000	350 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4

- Muro de contención:** vaciado de concreto del muro de contención el cual fue realizado a través de módulos en diferentes secciones desde el inicio del 1 PR1+460.5 hasta el final del 12 PR1+520.5, los módulos tenían 5 metros de largo; en cada uno de ellos se hizo solados de limpieza, zarpas y finalmente elevaciones de hasta tres niveles con concretos de 2000 y 3000 psi PR1+400 (Ver Figuras 22 y 23).

**Figura 22. Zarpa y elevación (primer nivel) de muro de contención por módulos PR1+400.**



**Figura 23. Elevación (segundo nivel) y (tercer nivel) de muro de contención por módulos PR1+400.**



**Tabla 25. Muro de contención PR1+400.**

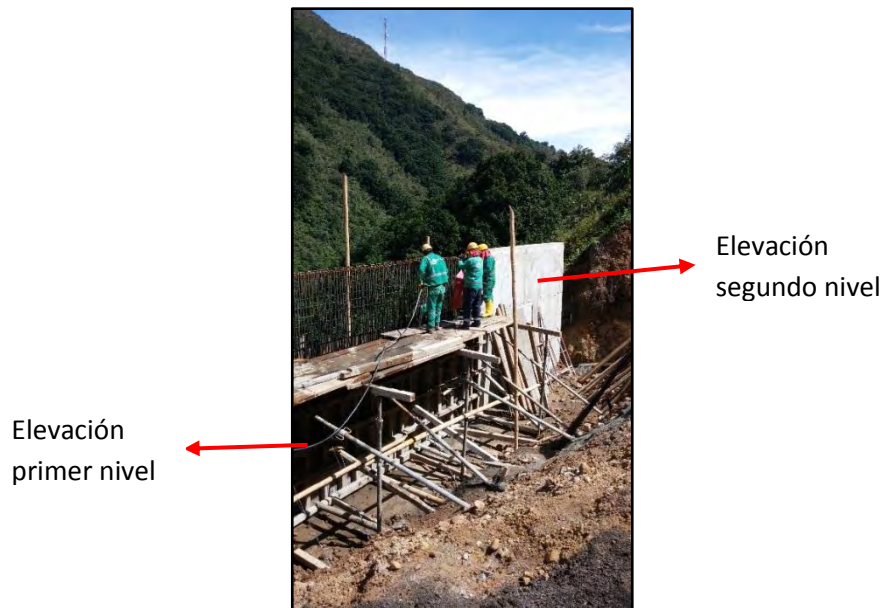
Construcción de muro de contención							
Abcisa inicial	Abcisa final	Margen	Elemento	Módulos	Tipo de Concreto	F'(c)	Dosificación
1+460.5	1+520.5	Izquierda	Losa de refuerzo para zarpa	6	Concreto reforzado producido en planta	2000	235 kg/m3 de cemento Argos tipo I , 59% arena pasa 3/8", 41% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.6 y Plastiment A.P. al 1.5
			Solado de limpieza	7, 8, 9, 10, 11 y 12	Concreto reforzado producido en planta	2000	305 kg/m3 de cemento Argos tipo I , 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
			Zarpa y diente	6 y 7	Concreto reforzado producido en planta	3000	310 kg/m3 de cemento Argos tipo I , 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.6 y Plastiment A.P. al 1.5
			Zarpa y diente	8, 9, 10 y 11	Concreto reforzado producido en planta	3000	350 kg/m3 de cemento Argos tipo I , 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
			Elevación (primer nivel)	6 y 7	Concreto reforzado producido en planta	3000	310 kg/m3 de cemento Argos tipo I , 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.6 y Plastiment A.P. al 1.5
			Elevación (primer nivel)	8, 9, 10 y 11	Concreto reforzado producido en planta	3000	350 kg/m3 de cemento Argos tipo I , 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
			Elevación (segundo nivel)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9	Concreto reforzado producido en planta	3000	350 kg/m3 de cemento Argos tipo I , 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
			Elevación (tercer nivel)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9	Concreto reforzado producido en planta	3000	350 kg/m3 de cemento Argos tipo I , 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4

- Muro de contención:** vaciado de concreto del muro de contención el cual fue realizado a través de módulos en diferentes secciones, haciendo en cada uno de ellos solados de limpieza, zarpas y finalmente elevaciones de hasta dos niveles con concretos de 2000 y 3000 psi PR5+880 - PR6+170 (Ver Figuras 24 y 25) los módulos tienen un largo que varía entre 5 y 10 metros dependiendo de la sección que tenga cada uno en el muro.

**Figura 24. Zarpa de muro de contención por módulos PR5+880 - PR6+170.**



**Figura 25. Elevación (primer nivel) y (segundo nivel) de muro de contención por módulos PR5+880 - PR6+170.**



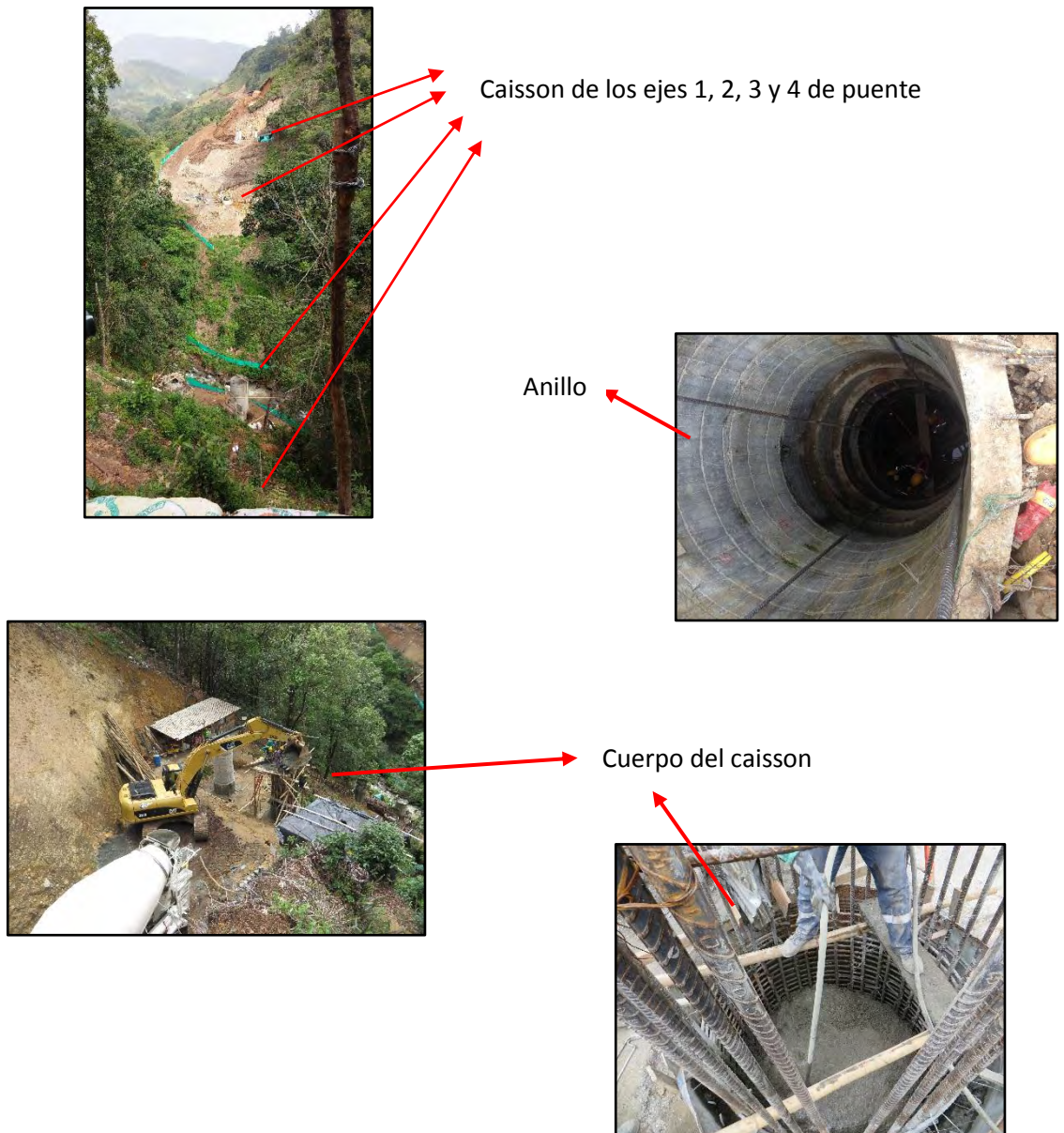
**Tabla 26. Muro de contención PR5+880 - PR6+170.**

Abscisa inicial	Abscisa final	Margen	Elemento	Módulos	Tipo de concreto	F´(c)	Dosificación
<b>5+880</b>	<b>6+170</b>	Izquierda	Solado de limpieza	4B, 7A, 8A, 9A	Concreto producido en planta	2000	305 kg/m3 de cemento Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
			Placa	4B, 7A, 8A, 9A	Concreto reforzado producido en planta	3000	350 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
			Zarpa y diente	4B, 7A, 8A	Concreto reforzado producido en planta	3000	350 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
			Elevación (primer nivel)	4B, 7A, 8A	Concreto reforzado producido en planta	3000	350 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
			Elevación (segundo nivel)	4B, 7A, 8A	Concreto reforzado producido en planta	3000	350 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4

- **Puente río bermúdez PR5+580 – PR5+740:** vaciado de concreto de algunas de las estructuras que hacen parte del puente que se está construyendo en el trayecto, el cual tiene 4 ejes y cuenta con una estructura totalmente de concreto; siendo este uno de los puentes más importantes que se va a construir en el departamento y por lo mismo durante la realización del diseño

de mezcla y la producción del concreto se hizo un seguimiento muy preciso con los controles de ensayos, asentamiento y resistencia de la mezcla para obtener un concreto que responda a resistencia y durabilidad; durante el desarrollo de la pasantía se hicieron los anillos y caisson que hacen parte de la cimentación del puente (Ver Figuras 26).

**Figura 26. Ejes, anillo y cuerpo de caisson puente río bermúdez PR5+580 – PR5+740.**



**Tabla 27. Puente río bermúdez PR5+580 – PR5+740.**

Abcisa inicial	Abcisa final	Caisson	Elemento	Tipo de Concreto	F´(c)	Dosificación
5+580	5+740	2 Eje 1	Anillo pata de elefante, anillo +1, +2, +3 y +4	Concreto reforzado producido en planta	2000	1 bulto de cemento Argos tipo I, 8 cajones de arena pasa 3/8" y 4 cajones de grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez
		1 Eje 1	Anillo + 4	Concreto reforzado producido en planta	2000	1 bulto de cemento Argos tipo I, 8 cajones de arena pasa 3/8" y 4 cajones de grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez
		3 Eje 2	Anillo + 2	Concreto reforzado producido en planta	2000	1 bulto de cemento Argos tipo I, 8 cajones de arena pasa 3/8" y 4 cajones de grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez
		6 Eje 2	Anillo + 6	Concreto reforzado producido en planta	2000	1 bulto de cemento Argos tipo I, 8 cajones de arena pasa 3/8" y 4 cajones de grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez
		4	Zapata	Concreto reforzado producido en planta	4000	465 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3
		5	Zapata	Concreto reforzado producido en planta	4000	465 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3

Abcisa inicial	Abcisa final	Caisson	Elemento	Tipo de Concreto	F´(c)	Dosificación
5+580	5+740	6	Zapata	Concreto reforzado producido en planta	4000	465 kg/m3 de Argos tipo I , 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3
		7	Zapata	Concreto reforzado producido en planta	4000	465 kg/m3 de Argos tipo I , 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3
		9	Cuerpo del caisson	Concreto reforzado producido en planta	4000	465 kg/m3 de Argos tipo I , 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3
		8	Cuerpo del caisson	Concreto reforzado producido en planta	4000	465 kg/m3 de Argos tipo I , 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3
		11	Zapata	Concreto reforzado producido en planta	4000	465 kg/m3 de Argos tipo I , 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3
		12	Zapata	Concreto reforzado producido en planta	4000	465 kg/m3 de Argos tipo I , 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3
		7	Cuerpo del caisson	Concreto reforzado producido en planta	4000	465 kg/m3 de Argos tipo I , 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3



Abcisa inicial	Abcisa final	Caisson	Elemento	Tipo de Concreto	F'(c)	Dosificación
5+580	5+740	12	Cuerpo del caisson	Concreto reforzado producido en planta	4000	465 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3
		10	Cuerpo del caisson	Concreto reforzado producido en planta	3500	390 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3
		1	Cuerpo del caisson	Concreto reforzado producido en planta	3500	390 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3
		2	Cuerpo del caisson	Concreto reforzado producido en planta	3500	390 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3
		1 Eje 3	Cuerpo del caisson	Concreto reforzado producido en planta	3500	390 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3
		2 Eje 2	Cuerpo del caisson	Concreto reforzado producido en planta	3500	390 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3
		3	Cuerpo del caisson	Concreto reforzado producido en planta	3500	390 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3
		4	Cuerpo del caisson	Concreto reforzado producido en planta	3500	390 kg/m3 de Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3

Abcisa inicial	Abcisa final	Caisson	Elemento	Tipo de Concreto	F´(c)	Dosificación
5+580	5+740	5	Cuerpo del caisson	Concreto reforzado producido en planta	3500	390 kg/m3 de Argos tipo I , 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3
		6	Cuerpo del caisson	Concreto reforzado producido en planta	3500	390 kg/m3 de Argos tipo I , 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3
		12	Cuerpo del caisson	Concreto reforzado producido en planta	3500	390 kg/m3 de Argos tipo I , 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3
		11	Cuerpo del caisson	Concreto reforzado producido en planta	3500	390 kg/m3 de Argos tipo I , 60% arena pasa 3/8", 40% grava a ¾" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.3

- **Cunetas iniciales y finales:** vaciado de concreto en el tramo PR0+429 – PR0+470 (Ver figura 27).

**Figura 27. Cunetas iniciales y finales PR0+429 – PR0+470.**



**Tabla 28. Cunetas iniciales y finales PR0+429 – PR0+470.**

Cunetas iniciales y finales				
Abscisa Inicial	Abscisa final	Tipo de concreto	F'(c)	Dosificación
0+429	0+470	Concreto reforzado producido en planta	2000	235 kg/m <sup>3</sup> de cemento Cemex, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.6

Durante cada una de las fundiciones realizadas en el trayecto 6-1 se realizaron los siguientes controles:

- Verificación del asentamiento de la mezcla desde la salida de concreto en planta hasta la llegada al sector de fundición a través del Cono de Abrams de acuerdo a la norma NTC 396 (Ver figura 28).

**Figura 28. Toma de asentamiento con cono de abrams durante vaciado de concreto en las obras realizadas del trayecto 6-1.**



- Toma de muestras de cilindros cada 40 m<sup>3</sup> de vaciado de concreto para ensayo de resistencia a la compresión de acuerdo con la norma INV E-007 Artículo 630 (Ver figura 29).

**Figura 29. Toma de cilindros de concreto para ensayo de resistencia a la compresión en las obras del trayecto 6-1.**



- Ensayo de resistencia a la compresión de acuerdo a la norma INV E-007 Artículo 630 se deben tomar 4 cilindros de 150mm x 300mm y 6 de 100mm x 200mm para fallarse a 7 y 28 días de edad y así sacar el promedio de los ensayos fallados a la misma edad y consignar los resultados en el formato PROD-007. Control de resistencia a la compresión y asentamiento (ver anexo 22) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST - 027 (Ver figura 30).

**Figura 30. Ensayo de resistencia a la compresión del trayecto 6-1.**



**Trayecto 3 PR5+200 – PR83+000.** Se realizaron obras de arte, placa reforzada y recubrimiento de gaviones, bordillo construido en secciones, solado de limpieza y realce de muro cabezal de alcantarilla, debido al estado de los agregados y en especial de su granulometría se debió ajustar los diseños. Durante el vaciado de concreto se hizo el acompañamiento y apoyo durante el control, toma de asentamiento y cilindros para el ensayo de resistencia a la compresión en los siguientes abscisados del trayecto 3:

- **Gaviones y cunetas:** vaciado de concreto del mejoramiento, placa reforzada y recubrimiento de gaviones y cunetas en el tamo PR73+770 – PR73+790.6 sector de Catambuco (Ver figura 31). (Ver tabla 29)

**Figura 31. Gaviones y cunetas PR73+770 – PR73+790.6.**



**Tabla 29. Gaviones y cunetas PR73+770 – PR73+790.6**

Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Elemento	Tipo de concreto	F´(c)	Dosificación
73+770	73+790.6	Derecha	Mejoramiento en concreto para gaviones	Concreto producido en planta (ciclópeo)	2000	235 kg/m3 de cemento Argos Tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.6
			Placa reforzada para gaviones	Concreto reforzado producido en planta	3000	310 kg/m3 de cemento Argos Tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.6 y plastiment A.P. al 1.5
			Recubrimiento de gaviones	Concreto producido en planta	2000	305 kg/m3 de cemento Argos Tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
			Cunetas	Concreto producido en planta	2000	305 kg/m3 de cemento Argos Tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4

- **Cunetas:** vaciado de concreto de cuentas iniciales y finales en el tramo PR26+596.3 – PR26+815 sector de La Josefina (Ver figura 32).

**Figura 32. Cunetas iniciales y finales PR26+596.3 – PR26+815 sector de la Josefina.**



**Tabla 30. Cunetas iniciales y finales PR26+596.3 – PR26+815 sector de la Josefina.**

Cunetas iniciales y finales					
Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Tipo de concreto	F´(c)	Dosificación
26+596.3	26+815	Derecha	Concreto producido en planta	2000	235 kg/m <sup>3</sup> de cemento Argos Tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.6

- **Bordillo:** vaciado de concreto de bordillo por secciones en el tramo PR26+690 – PR26+753 sector de La Josefina.

**Tabla 31. Bordillo PR26+690 – PR26+753 sector de la Josefina.**

Bordillo						
Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Elemento	Tipo de concreto	F'(c)	Dosificación
26+690	26+705	Derecha	Base de bordillo	Concreto reforzado	3000	1 bulto de cemento
26+690	26+705		Primera sección de bordillo	producido en obra		Argos tipo I, 5 cajones de arena pasa 3/8" y 5 cajones de grava a 3/4"
26+705	26+720		Segunda sección de bordillo			retenido 3/8", Río Tézlez
26+720	26+735		Tercera sección de bordillo			
26+735	26+753		Cuarta sección de bordillo			

- **Renivelación de placa:** vaciado de concreto de placa en el tramo PR80+260 – PR81+205.

**Tabla 32. Renivelación de placa PR80+260 – PR81+205.**

Renivelación de placa						
Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Tipo de concreto	F'(c)	Dosificación	
80+260	80+276	Derecha	Concreto producido en planta	2000	305 kg/m <sup>3</sup> de cemento Argos Tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Tézlez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4	
80+281	80+285					
81+201	81+205					
81+268	81+309					

- **Cunetas reforzadas:** vaciado de concreto de cunetas reforzadas en el tramo PR80+365 – PR81+165 margen izquierda y PR71+261 – PR71+267 margen derecha.

**Tabla 33. Cunetas reforzadas PR80+365 – PR81+165 margen izquierda y PR71+261 – PR71+267 margen derecha.**

Cunetas reforzadas					
Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Tipo de concreto	F'(c)	Dosificación
80+365	80+371	Derecha	Concreto reforzado producido en planta	3000	350 kg/m3 de cemento Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
80+387	80+392				
80+395	80+400				
80+507	80+513				
81+005	81+020				
81+153	81+165	Izquierda			
71+261	71+267				

- **Cunetas:** vaciado de concreto de cunetas en la margen derecha tramo PR80+276 – PR81+360 y margen izquierda PR71+045 – PR71+341 (Ver figura 33).

**Figura 33. Cunetas margen derecha PR80+276 – PR81+360 y margen izquierda iniciales PR71+045 – PR71+341.**





**Tabla 34. Cunetas margen derecha PR80+276 – PR81+360 y margen izquierda iniciales PR71+045 – PR71+341.**

Cunetas reforzadas					
Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Tipo de concreto	F'(c)	Dosificación
80+276	80+281	Derecha	Concreto producido en planta	2000	305 kg/m3 de cemento Argos Tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4
80+285	80+293				
80+417	80+442				
80+446	80+507				
80+513	80+522				
80+925	80+960				
81+020	81+041				
81+097	81+121				
81+122	81+128				
81+135	81+153				
81+165	81+201				
81+205	81+268				
81+268	81+309				
71+045	71+121				
71+255	71+261				
71+267	71+341				

- **Solado de limpieza de alcantarilla:** vaciado de concreto de solado en el tramo R73+782 – PR73+790.6. (Ver tabla 35)

**Tabla 35. Solado de limpieza de alcantarilla R73+782 – PR73+790.6.**

Solado de limpieza de alcantarilla					
Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Tipo de concreto	F'(c)	Dosificación
73+782	73+790.6	Derecha	Concreto producido en obra	2000	1 bulto de cemento Argos tipo I, 8 cajones de arena pasa 3/8" y 5 cajones de grava a 3/4" retenido 3/8", Río Téllez

- **Realce de muro de cabezal de alcantarilla:** vaciado de concreto de realce en el tramo R81+120 – PR81+122. (Ver tabla 36).

**Tabla 36. Realce de muro de cabezal de alcantarilla R81+120 – PR81+122.**

Solado de limpieza de alcantarilla					
Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Tipo de concreto	F'(c)	Dosificación
81+120	81+122	Derecha	Concreto reforzado producido en obra	3000	350 kg/m <sup>3</sup> de cemento Argos tipo I, 60% arena pasa 3/8", 40% grava a 3/4" retenido 3/8", Río Tézlez; aditivo sikaplast 4000 al 1.4

Durante cada una de las fundiciones ejecutadas en el trayecto 3 se realizaron los siguientes controles:

- Verificación del asentamiento de la mezcla desde la salida de concreto en planta hasta la llegada al sector de fundición a través del Cono de Abrams de acuerdo con la norma NTC 396 (Ver figura 34).

**Figura 34. Toma de asentamiento con cono de abrams durante vaciado de concreto en las obras realizadas del trayecto 3.**



- Toma de muestras de cilindros cada 40 m<sup>3</sup> de vaciado de concreto para ensayo de resistencia a la compresión de acuerdo con la norma INV E-007 Artículo 630 (Ver figura 35).

**Figura 35. Toma de cilindros de concreto para ensayo de resistencia a la compresión en las obras del trayecto 3**



- Ensayo de resistencia a la compresión de acuerdo a la norma INV E-007 Artículo 630 se deben tomar 4 cilindros de 150mm x 300mm y 6 de 100mm x 200mm para fallarse a 7 y 28 días de edad y así sacar el promedio de los ensayos fallados a la misma edad y consignar los resultados en el formato

PROD-007. Control de resistencia a la compresión y asentamiento (ver anexo 23) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST - 027 (Ver figura 36).

**Figura 36. Ensayo de resistencia a la compresión del trayecto 3.**



## **1.2 REVISIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO EN LOS MATERIALES USADOS PARA LA EXTENSIÓN DE CAPAS GRANULARES COMO BASE Y SUBBASE, MATERIAL SELECCIONADO PARA SUBRASANTE, TERRAPLEN Y RELLENO ESTRUCTURAL Y EN LA CONSTRUCCIÓN DE FILTRO, GAVION Y PEDRAPLEN**

Durante el desarrollo de la construcción de capas granulares al material utilizado para la extensión de base y subbase se le realizaron los siguientes ensayos para determinar si es apto o no y si no lo es tomar las medidas correctivas ya sea mezclando el material con otro en ciertas proporciones, sometiéndolo de nuevo a los ensayos y decidir si finalmente cumple o no con la norma; para realizar los ensayos se utilizaron los formatos de calidad establecidos por el empresa con la frecuencia exigida por el plan de autocontrol CONST-027 y evaluándolos de acuerdo a las tolerancias exigidas en la norma INV E – 007 tabla 300.1 Artículo 330 - 07 (Ver anexo 23).

### **1.2.1 Ensayos realizados a las capas granulares de base y subbase:**

- **Ensayo de granulometría, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad (base).** El formato utilizado fue el PROD-009. Límite de consistencia líquido y plástico análisis granulométrico de suelos (ver anexo 24) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST - 027; la frecuencia de este ensayo es de uno por jornada.
- **Ensayo de granulometría, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad (subbase).** El formato utilizado fue el PROD-009. Límite de consistencia líquido y plástico análisis granulométrico de suelos (ver anexo

25) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST - 027; la frecuencia de este ensayo es de uno por jornada.

- **Ensayo de equivalente de arena y azul de metileno (base y subbase).** El formato utilizado fue el PROD-012. Equivalente de Arena y Valor de Azul de Metileno (ver anexo 12) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia de este ensayo es de uno por semana.
- **Ensayo de caras fracturadas (una cara) (base).** El formato utilizado fue el PROD-010. Porcentaje de caras fracturadas en los agregados una y dos caras (ver anexo 26) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia de este ensayo es de uno por jornada.
- **Ensayo de índices de aplanamiento y alargamiento (base).** El formato utilizado fue el PROD-011. Índices de aplanamiento y alargamiento (ver anexo 18) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia es de uno por semana.
- **Densidad seca máxima – proctor modificado (base y subbase).** El formato utilizado fue el PROD-013. Compactación en laboratorio (Proctor modificado) (ver anexo 27) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia es de uno por mes para cada material obtenido.
- **Ensayo de terrones de arcilla y partículas deleznableles (base y subbase).** El formato utilizado fue el PROD-080. Determinación de terrones de arcilla y partículas deleznableles (ver anexo 13) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia es de uno por semana.
- **CBR de laboratorio (base y subbase).** El formato utilizado fue el PROD-088. Ensayo de compactación, relaciones de esfuerzo y penetración y compactación de C.B.R. (ver anexo 28) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia es de uno por mes para cada material obtenido.
- **Solidez agregado fino (base y subbase).** El formato utilizado fue el PROD-076. Ensayo de solidez del agregado fino (ver anexo 16) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia es de uno por mes.
- **Solidez agregado grueso (base y subbase).** El formato utilizado fue el PROD-017. Ensayo de solidez del agregado grueso (ver anexo 20) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia es de uno por mes.
- **Desgaste en la máquina de los ángeles (base).** El formato utilizado fue el PROD-078. Resistencia al desgaste de los agregados por medio de la máquina de los ángeles (ver anexo 21) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia es de uno por mes.

- **Desgaste en el equipo microdeval (base y subbase).** Este ensayo no se lo hizo en el laboratorio debido a que no se tuvo el equipo, por tal motivo fue necesario realizarlo en un laboratorio externo aunque si está contenido en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia es de uno por mes.
- **Densidad en campo mediante el cono y arena (Base y Subbase).** El formato utilizado fue el PROD-014. Densidad en el terreno cono de arena (ver anexo 29) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; se deben tomar mínimo 5 densidades por lote el cual puede ser por jornada o cada 500 ml de extensión de capa.

Durante el desarrollo de la construcción de capa de subrasante, rellenos y terraplenes se realizaron los siguientes ensayos para determinar si el material utilizado es apto o no de acuerdo con la norma INV E-007 tabla 220.1 Artículo 220 - 07 (Ver anexo 30).

### 1.2.2 Ensayos realizados a la capa de subrasante, terraplén y relleno:

- **Ensayo de granulometría, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad (material seleccionado para subrasante y relleno).** El formato utilizado fue el PROD-009. Límite de consistencia líquido y plástico análisis granulométrico de suelos (ver anexo 31) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia de este ensayo es de uno por jornada.
- **Ensayo de granulometría, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad (terraplén).** El formato utilizado fue el PROD-009. Límite de consistencia líquido y plástico análisis granulométrico de suelos (ver anexo 32) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia de este ensayo es de uno por jornada.
- **Contenido de materia orgánica (material seleccionado, terraplén y relleno).** El formato utilizado fue el PROD-036. Contenido orgánica en los suelos mediante pérdida por ignición (ver anexo 33) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia de este ensayo es de uno por semana.
- **Densidad seca máxima – proctor modificado (material seleccionado, terraplén y relleno).** El formato utilizado fue el PROD-013. Compactación en laboratorio (Proctor modificado) (ver anexo 27) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia es de uno por mes para cada material obtenido.
- **CBR de laboratorio (material seleccionado, terraplén y relleno).** El formato utilizado fue el PROD-088. Ensayo de compactación, relaciones de esfuerzo y penetración y compactación de C.B.R. (ver anexo 28) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia es de uno por mes para cada material obtenido.

- **Densidad en campo mediante el cono y arena (material seleccionado, terraplén y relleno).** El formato utilizado fue el PROD-014. Densidad en el terreno cono de arena (ver anexo 29) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; se deben tomar mínimo 5 densidades por lote el cual puede ser por jornada o cada 500 ml de extensión de capa.

Durante el desarrollo de la construcción de filtros, gaviones y pedraplenes, a las piedras usadas para obtener estos productos se realizaron los siguientes ensayos para determinar si son aptas o no y si no lo son tomar las medidas correctivas; a diferencia de las otras capas no pueden mezclarse y si no cumplen se descartan, para realizar los ensayos se utilizaron los formatos de calidad establecidos por el empresa con la frecuencia exigida por el plan de autocontrol PROD – 002 y evaluándolos de acuerdo a las tolerancias exigidas en la norma INV E – 007 tabla 673.3.1 Artículo 673 - 07 para filtros (Ver anexo 34), Artículo 681 - 07 Numerales 681.2.2.2 y 681.2.2.3 para gaviones (Ver anexo 35), Artículo 221 – 07 Numerales 221.2.2 para pedraplén (Ver anexo 36).

### 1.2.3 Ensayos realizados al material filtrante:

- **Ensayo de granulometría, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.** El formato utilizado fue el PROD-009. Límite de consistencia líquido y plástico análisis granulométrico de suelos (ver anexo 37) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia de este ensayo es de uno por jornada.
- **Solidez agregado grueso.** El formato utilizado fue el PROD-017. Ensayo de solidez del agregado grueso (ver anexo 20) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia es de uno por mes.
- **Desgaste en la máquina de los ángeles.** El formato utilizado fue el PROD-078. Resistencia al desgaste de los agregados por medio de la máquina de los ángeles (ver anexo 21) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia es de uno por mes.

#### 1.2.4 Ensayos realizados a los gaviones:

- **Desgaste en la máquina de los ángeles.** El formato utilizado fue el PROD-078. Resistencia al desgaste de los agregados por medio de la máquina de los ángeles (ver anexo 21) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST - 027; la frecuencia es de uno por mes.
- **Peso específico y absorción.** El formato utilizado fue el PROD-039. Gravedad específica y absorción del agregado grueso (ver anexo 20) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia es de uno por mes

#### 1.2.5 Ensayos realizados al pedraplén:

- **Desgaste en la máquina de los ángeles.** El formato utilizado fue el PROD-078. Resistencia al desgaste de los agregados por medio de la máquina de los ángeles (ver anexo 21) normalizado y creado por la empresa en el plan de autocontrol CONST-027; la frecuencia es de uno por mes.

**1.2.6 Actividades realizadas de base, subbase, subrasante, terraplén, relleno estructural, material filtrante, gaviones y pedraplén en el Trayecto 5A PR0+000 – PR16+400.** En diferentes sectores del trayecto se realizó la construcción de capas granulares como base, subbase, subrasante, rellenos estructurales algunos de ellos con material seleccionado y de corte, filtros, gaviones y pedraplén; antes de su extensión se evaluaron todos los materiales mediante los ensayos correspondientes a cada uno de ellos para definir si son aptos o no.

- **Base:** extensión de base (capa granular) PR6+145 – PR6+650 Jamondino – Mocondino sector de incoequipos.

**Tabla 37. Exención de base granular PR6+145 – PR6+650 sector Jamondino – Mocondino.**

Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Capa	Uso	Material
6+145	6+650	Derecha	Unica	Capa granular	Base Granular mezcla 50% triturado pas a 1 1/2" corte
6+145	6+650	Izquierda	Unica	Capa granular	K2+890 + 30% fresado + 20% recebo la cruz

- **Subbase:** extensión de subbase para capa granular y relleno sobre filtro para piso cuneta PR6+180 – PR6+800 (Ver figura 37).

**Figura 37. Capa granular de subbase y relleno sobre filtro para piso cuneta.**



**Tabla 38. Exención de subbase granular PR6+180 – PR6+800 sector Jamondino – Mocondino.**

Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Capa	Uso	Material
6+500	6+650	Derecha	Única	Capa granular	Subbase granular T6-1
6+180	6+800	Derecha	Única	Relleno sobre filtro para piso cuneta	Subbase granular mezcla 75% base retirada de la vía T5A sector de incoequipos + 25% subbase granular T6-1 en proporción 3:1
6+240	6+535	Izquierda	Única	Relleno sobre filtro para piso cuneta	
6+264	6+302	Derecha	Única	Relleno sobre filtro para piso cuneta	Subbase granular existente de K6+500 T5A Jamondino - Mocondino sector de Incoequipos

- **Subrasante:** extensión de material seleccionado para mejoramiento de subrasante PR6+145 – PR6+260. (Ver tabla 39)

**Tabla 39. Exención de material seleccionado PR6+145 – PR6+260 sector Jamondino – Mocondino.**

Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Capa	Uso	Material
6+145	6+260	Izquierda	Única	Capa granular (mejoramiento de subrasante)	Material seleccionado - recebo cantera la Cruz

- **Filtro:** construcción de filtro PR6+184 – PR6+500 Jamondino (Ver figura 38).



**Figura 38. Filtro PR6+184 – PR6+500 Sector Jamondino – Mocondino.**



**Tabla 40. Filtro PR6+184 – PR6+500 Sector Jamondino – Mocondino**

Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Material
6+184	6+500	Derecha	Piedra filtro cantera la Vega tamaño máximo 4"

- **Gaviones:** construcción de gaviones PR8+260 – PR8+310 sector Buesaquillo.

**Tabla 41. Gaviones PR8+260 – PR8+310 sector Buesaquillo.**

Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Uso	Material
8+300	8+310	Derecha	Muro en gaviones	Piedra rajón para gaviones cantera Briceño Bajo
8+300	8+306	Izquierda		
8+260	8+265	Izquierda		

Después de haber extendido las capas de base, subbase y subrasante, para poder liberarlas y continuar con la siguiente o en el caso del relleno para realizar el vaciado de concreto de la cuneta se tomaron densidades mediante el método de cono y arena, siendo este ensayo parte del control que se realizó en campo a los materiales obtenidos después que son aprobados en el laboratorio.

**1.2.7 Actividades realizadas de base, subbase, subrasante, terraplén, relleno estructural, material filtrante, gaviones y pedraplén en el Trayecto 6-1 PR0+000 - PR6+286.05 ≡ PR6+500.** Se realizó extensión de material seleccionado para mejoramiento de subrasante, subbase y base para capa granular, rellenos estructurales, filtros, gaviones y pedraplén; antes de su

extensión se evaluó el material mediante los ensayos anteriormente nombrados para definir si son aptos o no. (Ver tabla 42-43)

- **Base:** extensión de base (capa granular) PR2+840 – PR3+090.

**Tabla 42. Extensión de base granular PR2+840 – PR3+090.**

Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Capa	Uso	Material
2+840	3+090	(Banca completa)	Unica	Capa granular	Base Granular mezcla 60% triturado pas a1 1/2" corte K2+890 + 30% fresado + 20% recebo la cruz

- **Subbase:** extensión de subbase (capa granular) PR3+090 – PR3+500 (Ver figura 39).

**Figura 39. Subbase PR3+090 – PR3+500.**



**Tabla 43. Extensión de subbase granular PR3+090 – PR3+500**

Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Capa	Uso	Material
3+090	3+250	(Banca completa)	1	Capa granular	Subbase Granular mezcla 75% base retirada x bacheo trayecto 5A sector de Incoequipo + 25% subbase granular trayecto 6-1 en proporción 3:1
3+090	3+250	(Banca completa)	2		
3+250	3+500	(Banca completa)	1		

- **Subrasante:** extensión de material seleccionado para mejoramiento de subrasante PR4+620 – PR4+750 y PR3+270 – PR3+500 (Ver figura 40).

**Figura 40. Material seleccionado para subrasante PR3+270 – PR3+500.**



**Tabla 44. Extensión de subrasante PR4+620 – PR4+750 y PR3+270 –PR3+500.**

Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Capa	Uso	Material
4+620	4+750	(Banca completa)	Única de cereo	Capa granular	Material seleccionado - recebo cantera la Cruz
3+270	3+500	(Banca completa)			

- **Relleno (parcial) en espaldar de muro de contención PR1+500:** extensión de material de corte para relleno estructural en espaldar de muro de contención PRK1+500 (Ver figura 41).

**Figura 41. Relleno estructural en espaldar de muro de contención PR1+500**



**Tabla 45. Relleno estructural en muro de contención PR1+500.**

Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Sector de extensión	Capa	Material
1+485.5	1+495.5	Izquierda	Detrás de los módulos No 6 al No 7	De la 1 a la 8	Material de corte K4+930 Trayecto 6-1
1+495.5	1+505.5		Detrás de los módulos No 8 al No 9	De la 1 a la 8	Material de corte K1+500 Trayecto 6-1
1+485.5	1+505.5		Detrás de los módulos No 6 al No 9	De la 9 a la 10	

- **Relleno (parcial) en espaldar de muro de contención PR5+895 – PR6+120:** extensión de material de corte para relleno estructural en espaldar de muro de contención PR5+895 – PR6+120 (Ver figura 42).

**Figura 42. Relleno en espaldar de muro de contención PR5+895 – PR6+120.**



**Tabla 46. Relleno estructural en muro de contención PR5+895 – PR6+120.**

Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Sector de extensión	Capa	Material
5+930	5+913	Izquierda	Detrás de los módulos No 7B al No 9B	De la 1 a la 8	Material de corte K5+800 Trayecto 6-1
5+913	5+900		Detrás de los módulos No 10B al No 12B	De la 1 a la 9	
5+900	5+895		Detrás del módulo No 13B	De la 1 a la 8	
6+075	6+040		Detrás del módulo No 1B - 4B	De la 1 a la 26	
6+120	6+115		Detrás del módulo No 1A	De la 1 a la 4	
6+115	6+110		Detrás del módulo No 2A	De la 1 a la 5	
6+110	6+095		Detrás de los módulos No 3A al No 4A	De la 1 a la 12	
6+095	6+090		Detrás del módulo No 5A	De la 1 a la 7	
6+090	6+085		Detrás del módulo No 6A	De la 1 a la 9	
6+085	6+080		Detrás del módulo No 7A	De la 1 a la 9	

- **Relleno sobre espaldar de muro en gaviones:** extensión de material de corte para relleno estructural sobre espaldar de muro en gaviones SDM PR0+200.

**Tabla 47. Relleno estructural sobre espaldar de muro en gaviones SDM PR0+200.**

Abscisa	Margen	Capa	Material
0+200	Derecha	De la 1 a la 12	Material de corte K4+930 Trayecto 6-1
0+200		De la 13 a la 17	Material de corte K5+800 Trayecto 6-1

- **Relleno de muro en gaviones:** extensión de material de corte para relleno estructural de muro en gaviones PR0+740. (Ver tabla 48)

**Tabla 48. Relleno estructural de muro en gaviones PR0+740.**

Abscisa	Margen	Capa	Material
0+740	Izquierda	De la 1 a la 8	Material de corte K5+800 Trayecto 6-1

- **Relleno en espaldar de muro en gaviones:** extensión de material de corte para relleno estructural en espaldar de muro en gaviones PR3+699 – PR3+737. (Ver tabla 49)

**Tabla 49. Relleno estructural de muro en gaviones PR3+699 – PR3+737.**

Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Capa	Material
3+699	3+737	Izquierda	De la 1 a la 14	Material de corte K4+930 Trayecto 6-1

- **Relleno en espaldar de muros de Box - Couvert:** extensión de material de corte para relleno estructural en espaldar de muros de Box – Couvert PR4+425. (Ver tabla 50)

**Tabla 50. Relleno estructural en espaldar de muros de Box - Couvert PR4+425.**

Abscisa	Capa	Material
4+425	De la 1 a la 5	Material seleccionado - cantera briceño bajo

- **Relleno sobre filtro:** extensión de material de corte para relleno sobre filtro PR5+550 - PR5+615.

**Tabla 51. Relleno sobre filtro PR5+50 – PR5+615.**

Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Capa	Material
5+550	5+615	Derecha	Unica	Material de corte K5+580 Trayecto 6-1

- **Filtro (parcial) en espaldar de muro de contención PR5+895 – PR6+120:** construcción de filtro en espaldar de muro de contención PR5+895 – PR6+120 (Ver figura 43).

**Figura 43. Filtro en espaldar de muro de contención PR5+895 – PR6+120.**

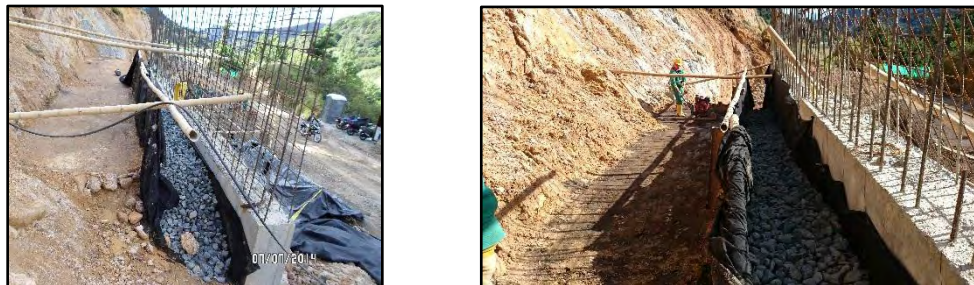


**Tabla 52. Filtro en espaldar de muro de contención PR5+895 – PR6+120.**

Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Sector de construcción	Material
5+930	5+895	Izquierda	Detrás de los módulos No 7B al No 13B	Piedra filtro cantera briceño bajo - material tamaño máximo a 4"
6+075	6+040		Detrás del módulo No 1B - 4B	
6+120	6+080		Detrás de los módulos No 1A al No 7A	

- **Filtro (parcial) en espaldar de muro de contención PR1+500:** construcción de filtro en espaldar de muro de contención PR1+500 (Ver figura 44).

**Figura 44. Filtro en espaldar de muro de contención PR1+500.**



**Tabla 53. Filtro en espaldar de muro de contención PR1+500.**

Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Sector de construcción	Material
1+485.5	1+505.5	Izquierda	Detrás de los módulos No 6 al No 9	Piedra filtro cantera briceño bajo - material tamaño máximo a 4"

- **Filtro:** construcción de filtro PR5+550 – PR5+620 margen derecha con piedra filtro cantera la Vega material tamaño máximo a 4”.
- **Filtro al pie de gavión:** construcción de filtro al pie del gavión SDM PR14+300 con piedra filtro cantera Briceño Bajo material tamaño máximo a 4”.
- **Realce de filtro:** construcción de realce de filtro PR3+350 – PR3+494

**Tabla 54. Filtro PR3+350 – PR3+494.**

Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Material
3+350	3+440	Izquierda	Piedra filtro cantera la Vega - material tamaño máximo a 4"
3+472	3+494		Piedra filtro cantera briceño bajo - material tamaño máximo a 4"

- **Filtro:** construcción de filtro SDM PR0+200 margen derecha con piedra filtro Río Téllez material tamaño máximo a 4”.
- **Gaviones:** construcción de muro en gaviones SDM PR0+200 margen derecha con piedra rajón para gaviones – cantera Briceño Bajo (Ver figura 45).

**Figura 45. Gaviones SDM PR0+200.**



- **Gaviones:** construcción de muro en gaviones PR3+699 – PR3+737 margen izquierda con piedra rajón para gaviones – cantera Briceño Bajo (Ver figura 46).

**Figura 46. Gaviones SDM PR3+699 – PR3+737.**



- **Muro en gaviones encoleta a Box – Couvert PR0+740:** construcción de muro en gaviones encoleta a Box – Couvert PR0+740 margen izquierda con piedra rajón para gaviones – cantera Briceño Bajo (Ver figura 47).

**Figura 47. Gaviones encoleta a Box – Couvert PR0+740.**



- **Gaviones:** construcción de muro en gaviones en los ejes 2 y 3 del puente “Riό Bermudez” PR5+700 Y PR+740 (Ver figura 48).

**Figura 48. Gaviones ejes 2 y 3 del puente “Riό Bermudez”.**



**Tabla 55. Gaviones ejes 2 y 3 del puente “Riό Bermudez”.**

Abscisa	Eje	Uso	Material
5+620	2	Muro en gaviones	Piedra rajón para gaviones - cantera Briceño Bajo
5+700	3	Muro en gaviones para soporte de Talud	
5+700	3	Muro en gaviones para contención de relleno sector 1	
5+740	4		



- **Mejoramiento con rajón para solado de tubería:** construcción de pedraplén SDM PR14+300 con piedra rajón para pedraplén cantera la Vega.
- **Mejoramiento de subrasante con rajón:** construcción de pedraplén PR4+670 – PR4+790 (Banca completa) con piedra rajón para pedraplén cantera la Vega.
- **Mejoramiento con rajón para solado de caja y aletas de alcantarilla:** construcción de pedraplén PR4+215 caja margen izquierda y aletas margen derecha con piedra rajón para pedraplén cantera la Vega.
- **Mejoramiento de piso para gavión:** construcción de pedraplén SDM PR0+200 (Nivel 1) con piedra rajón para pedraplén cantera Briceño Bajo.

Después de haber extendido las capas de base, subbase, mejoramiento de subrasante y relleno estructural para poder liberarlas y continuar con la siguiente se tomaron densidades mediante el método de cono y arena, siendo este ensayo parte del control que se les realizó en campo a los materiales obtenidos después que son aprobados en el laboratorio (Ver figura 49).

**Figura 49. Toma de densidades método de cono y arena en capas granulares del Trayecto 6-1.**



**1.2.8 Actividades realizadas de relleno estructural, filtro, gavión y pedraplén en el Trayecto 3 PR5+200 – PR83+000.** Se realizó extensión de material seleccionado y de corte para relleno estructural, también se construyeron filtros, gaviones y pedraplenes; antes de su extensión se evaluó el material mediante los ensayos anteriormente nombrados para definir si son aptos o no.

- **Subbase:** usada para relleno en espaldar de gavión PR73+770.6 – PR73+790.7 margen derecha capa No 1 realizado con subbase granular existente PR6+320 trayecto 5A sector de Incoequipos.

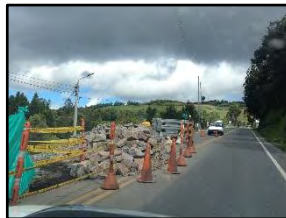
- **Relleno para piso y espaldar de cuneta:** relleno estructural PR81+097 – PR81+309 margen derecha capa única, realizado con material seleccionado recebo cantera Briceño Bajo.
- **Relleno para piso de cuneta:** extensión de material seleccionado para relleno estructural PR71+045 – PR71+121 y PR80+003 – PR81+165.

**Tabla 56. Relleno estructural PR71+045 – PR71+121 y PR80+003 – PR81+165.**

Abscisa Inicial	Abscisa final	Margen	Capa	Material
80+003	80+016.5	Derecha	De la 1 a la 2	Material seleccionado - recebo cantera Briceño Bajo
80+925	80+960	Derecha	Unica	
81+000	81+041	Derecha	Unica	
81+152	81+165	Derecha	Unica	
71+045	71+121	Izquierda	Unica	

- **Filtro:** construcción de filtro PR73+770.6 – PR73+790.7 margen derecha con piedra filtro cantera la Vega material tamaño máximo a 4”.
- **Muro en gaviones:** PR73+770.6 – PR73+793.6 nivel 1 a 3 construido con piedra rajón para gaviones cantera la Vega.
- **Pedraplén:** PR73+770.6 – PR73+790.7 margen derecha construido con piedra rajón para pedraplén cantera la Vega (Ver figura 50).

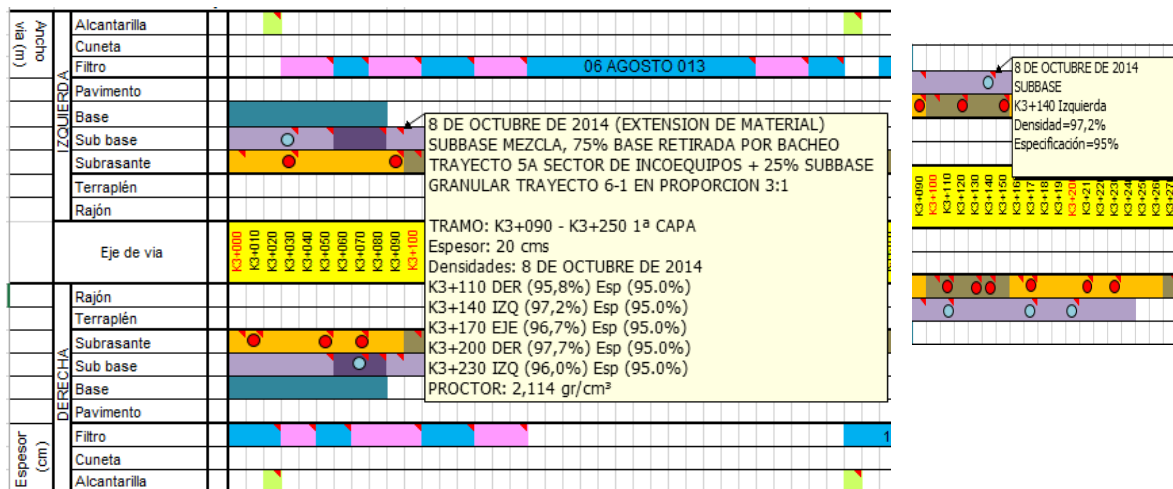
**Figura 50. Pedraplén PR73+770.6 – PR73+790.7.**



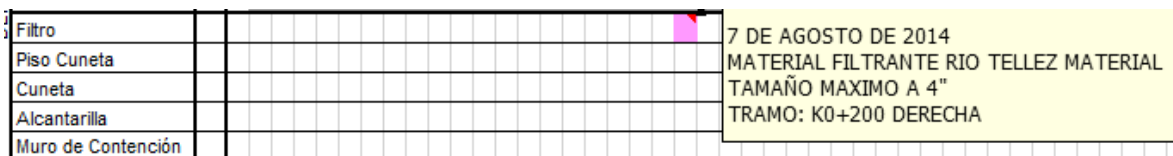
Después de haber extendido los materiales de subbase y material seleccionado para la construcción de los rellenos para piso y espaldar de cuneta para poder liberarlas y continuar con la siguiente se tomaron densidades mediante el método de cono y arena, siendo este ensayo parte del control que se les realizó en campo a los materiales obtenidos después que son aprobados en el laboratorio (Ver figura 51).



**Figura 53. Ejemplo de capas granulares – formato de trazabilidad.**



**Figura 54. Ejemplo de filtro – formato de trazabilidad.**



#### 1.4 INDICADORES DE GESTIÓN.

Después de realizar cada uno de los ensayos a todos los productos obtenidos en el laboratorio para cada actividad de construcción se cuantificaban (Ver anexo 39) de acuerdo con el número de ensayos que se hacían y los que debían hacerse según la frecuencia establecida en el plan de autocontrol CONST-027; al finalizar el mes se sacaba el total de ensayos hechos y los que debió hacerse, este resultado se consignaba en el formato GER-003 informe de gestión del proceso (Ver anexo 40) y para cada producto obtenido ya sea concreto hidráulico, base, subbase, subrasante, terraplén, relleno estructural, filtro, gavión y pedraplén se sacaba un indicador para medir en que porcentaje sobre el 100% la empresa estaba cumpliendo con la frecuencia y el número de ensayos exigidos por el plan de calidad y de esa manera calificar el cumplimiento del departamento de calidad, tomar medidas correctivas para alcanzar el 100% y asegurar que cada actividad construida con los procesos obtenidos en el laboratorio cumpla con las políticas de calidad de la empresa.

## **1.5 REALIZACION DE INFORMES**

Como parte del trabajo realizado durante el tiempo de la pasantía en el cargo de auxiliar de ingeniería se debieron presentar los siguientes informes de todos los ensayos realizados a cada producto obtenido en el laboratorio para cada actividad de construcción:

- Se presentaron informes quincenales de todos los ensayos realizados a cada producto obtenido en el laboratorio.
- Cada tres meses se presentaban informes trimestrales a la interventoría de la concesión de todas las actividades de construcción realizadas en este período, la información presentada era la unión de todos los informes quincenales.

## **1.6 CALIBRACION DE EQUIPOS**

Una de las funciones realizadas durante la pasantía bajo el cargo de auxiliar de ingeniería fue programar la calibración de todos los equipos usados en el laboratorio, cada uno de ellos tenía una hoja de vida en la cual estaban las fechas y certificados de todas las calibraciones realizadas durante el año.

## CONCLUSIONES

Para asegurar que todos los productos obtenidos en el laboratorio se hayan realizado cumpliendo tanto la frecuencia como los ensayos es importante tener un plan de autocontrol como parte de la política de calidad de la empresa, ya que de esta manera se asegura que todas las actividades de construcción cumplan con las especificaciones y no se presenten problemas después de su construcción.

Mediante los ensayos realizados a las distintas mezclas obtenidas en cada proceso constructivo se pudo comprobar que a través de la mezcla de materiales se pueden obtener productos en el caso del concreto que den mejores resistencias a la compresión y en el caso de las capas granulares que soporten mayores esfuerzos y le den más resistencia a las estructura del pavimento.

El diligenciamiento de los formatos de calidad y la realización de los informes quincenales de todos los procesos constructivos son importantes para llevar control de lo ejecutado y de esta manera poder tomar correctivos de alguna actividad por parte del residente y del director de obra.

Mediante el formato de trazabilidad de actividades de construcción se puede observar de forma puntual en todos los trayectos con que material se realizó cada proceso constructivo, si cumplió o no con la densidad y con la resistencia objetivo en el caso de las estructuras realizadas con concreto hidráulico, esto permite que cuando se presente un problema en alguna estructura que haga parte de la vía, mediante la trazabilidad se pueda detectar si hubo algún error ya sea en los materiales utilizados o en el proceso constructivo como tal y así tomar las medidas correctivas necesarias, de igual manera la trazabilidad también sirve para tener información de soporte de todo el proyecto tanto de la parte de calidad como la de construcción.

Es muy importante cuantificar y medir si se está cumpliendo o no con los ensayos que deben realizarse de acuerdo al plan de autocontrol de la empresa CONST-027, por esta razón los indicadores de gestión sirven para evaluar a la empresa como tal y a las políticas de calidad que esta implementa durante el desarrollo del proyecto.

Mediante el desarrollo de las pasantías se logra un contacto directo con la profesión, en esta experiencia se adquiere un mayor sentido de responsabilidad autocrítica y respeto hacia la labor que se realiza, hacia las instituciones y las personas con las cuales se trabaja; también se fortaleció el conocimiento en la parte de construcción de carreteras.

## **RECOMENDACIONES**

Mezclar un material con otro ayuda a tomar una decisión definitiva acerca de su uso antes de ser rechazado.

Mantener al día el formato de trazabilidad ayuda a tener control de las actividades ejecutadas y mirar gráficamente el avance de la obra.

Conocer de forma adecuada y clara el plan de autocontrol CONST-027, permite aplicarlo correctamente a todos los productos obtenidos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS-INVIAS. Especificaciones generales de construcción de carreteras. 2007

INSTITUTO DE COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Norma Técnica colombiana. Sistemas de gestión de la calidad 2008. (NTC-ISO 9001).

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Norma Técnica Colombiana NTC 396. Bogotá.

Interventoría. Disponible en: <http://www.interventoriaconcesionrpcha.com/informacion-general/ficha-del-proyecto>