

Práctica Empresarial como Auxiliar de Residente en el Proyecto de Interventoría Técnica,
Administrativa, Financiera y Ambiental al Mejoramiento y Mantenimiento de Vías Terciarias
Mediante la Operación del Banco de maquinaria del Departamento de Arauca

Brayan Antonio Fernández Maldonado

Trabajo de Grado para Optar el título de ingeniero civil

Director

Ceudiel Iván Mantilla García

Ingeniero civil e ingeniero industrial

Universidad de Pamplona

Facultad de ingeniería y arquitectura

Escuela de ingeniería civil

Pamplona

2019

Nota de Proyecto de Grado

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de

Los requisitos exigidos por la Universidad de

Pamplona para optar el título de Ingeniero Civil.

Jurado

Jurado

Jurado

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios en primer lugar, quien me ha guiado por el camino del bien, el camino del estudio y la superación personal, porque en el encontré fuerzas cuando me sentía perdido y sin ganas de salir adelante, porque fue dios quien me dio el don de la perseverancia y el entendimiento para poder llevar a cabo este sueño de ser ingeniero civil.

En segundo lugar, pero no menos importante agradezco a mis padres Nery Del Carmen Maldonado Barreto y Ramón Antonio Fernández Valenzuela quienes me han apoyado en cada uno de mis sueños y propósitos en la vida con ese gran amor y ternura que los caracteriza, porque sin su apoyo no hubiera logrado este sueño, sueño que ellos también acogieron y que hoy cumplimos juntos.

A mi novia Samanta Herreño Cisneros por acompañarme incondicionalmente en cada uno de mis pasos, por su gran apoyo y amor, que se convirtieron en fuerza para cada día seguir luchando por alcanzar mis sueños y metas.

Agradecimientos

A la Universidad de Pamplona donde recibí todos los conocimientos catedráticos y prácticos para la formación como Ingeniero Civil.

Al ingeniero Ceudiel Iván Mantilla García quien me guio y asesoro como director en el desarrollo de mis prácticas empresariales.

A los diferentes profesores e ingenieros que contribuyeron en el aprendizaje durante el desarrollo de mis estudios universitarios.

Al ingeniero Oscar Leandro Sepúlveda Carvajalino por depositar su confianza en mí y darme la oportunidad de ejecutar mis prácticas como ingeniero civil en su empresa y por asesorarme en cada uno de los procesos que realice durante mis prácticas.

Al ingeniero Fabio Andrés Sepúlveda por su asesoría en cada uno de los procesos efectuados durante mi práctica empresarial.

A la ingeniera Layla por su apoyo en la parte administrativa del desarrollo de mis prácticas empresariales.

A mis compañeros de carrera con quienes compartí el aprendizaje y las diferentes experiencias vividas durante la vida universitaria.

Tabla de Contenido

| | Pág. |
|--|------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1. OBJETIVOS | 3 |
| 1.1 Objetivo General | 3 |
| 1.2 Objetivos Específicos..... | 3 |
| 2. ESTUDIOS PREVIOS Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN..... | 4 |
| 2.1 Verificación de estudios previos. | 4 |
| 2.2 Verificación de tiempos de ejecución. | 6 |
| 3. RENDIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS..... | 10 |
| 3.1 Análisis del rendimiento de maquinaria..... | 10 |
| 4. FICHAS TÉCNICAS Y CALIDAD DE MATERIALES. | 22 |
| 4.1. Fichas técnicas efectuadas..... | 22 |
| 4.2. Control de calidad de materiales. | 23 |
| 5. INFORMES QUINCENALES Y APOYO A LOS DIFERENTES PROYECTOS DE LA EMPRESA. | 31 |
| 5.1. Informes quincenales. | 31 |
| 5.2. Apoyo en los proyectos desarrollados por la empresa. | 31 |
| 5.2.1. Proyecto de apoyo número 1..... | 31 |
| 5.2.2. Proyecto de apoyo número 2..... | 33 |
| 5.2.3. Proyecto de apoyo numero 3..... | 33 |
| 5.2.4. Proyecto de apoyo número 4..... | 34 |

| | |
|---|----|
| 6. DISEÑOS DE PAVIMENTO..... | 35 |
| 6.1. Datos iniciales | 35 |
| 6.2. Obtención de datos y Procedimientos..... | 37 |
| 6.3 Análisis de datos y diseño final..... | 39 |
| | |
| 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 44 |
| 7.1. Conclusiones | 44 |
| 7.2. Recomendaciones..... | 45 |
| | |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 46 |

Lista de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. <i>Cumplimiento de estudios previos.</i> | 5 |
| Tabla 2. <i>Avance físico de la obra</i> | 6 |
| Tabla 3. <i>Actos administrativos suscritos</i> | 9 |
| Tabla 4. <i>Relación de maquinaria</i> | 10 |
| Tabla 5 . <i>Rendimiento motoniveladora</i> | 11 |
| Tabla 6 . <i>Rendimiento motoniveladora</i> | 13 |
| Tabla 7. <i>Rendimiento del Bulldozer</i> | 16 |
| Tabla 8. <i>Rendimiento carro tanque 1</i> | 18 |
| Tabla 9. <i>Análisis de resultados de laboratorio</i> | 24 |
| Tabla 10 . <i>Datos iniciales</i> | 36 |
| Tabla 11 . <i>Datos finales de diseño</i> | 40 |
| Tabla 12. <i>Opción número 1</i> | 42 |
| Tabla 13 . <i>Opción número 2</i> | 42 |
| Tabla 14 . <i>Opción número 3</i> | 42 |

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1.</i> Trabajo de motoniveladora 1. | 12 |
| <i>Figura 2.</i> Motoniveladora 2. | 12 |
| <i>Figura 3.</i> Trabajo de vibro compactador 1. | 13 |
| <i>Figura 4.</i> Diagnóstico de vibro compactador 1. | 14 |
| <i>Figura 5.</i> Trabajo retroexcavadora de llantas | 14 |
| <i>Figura 6.</i> Recolección de material. | 15 |
| <i>Figura 7.</i> Trabajo de excavadora de oruga. | 16 |
| <i>Figura 8.</i> Bulldozer J550. | 17 |
| <i>Figura 9.</i> Trabajo de camión tanque 1 placa OET-636..... | 18 |
| <i>Figura 10.</i> Camión tanque 2 placa OET-671..... | 19 |
| <i>Figura 11.</i> Volqueta placa OET-619. | 19 |
| <i>Figura 12.</i> Material transporta y dispuesto en volqueta. | 20 |
| <i>Figura 13.</i> Trabajo de cama baja. | 20 |
| <i>Figura 14.</i> Inspección de documentos. | 21 |
| <i>Figura 15</i> ficha técnica de resultados de laboratorio. | 22 |
| <i>Figura 16.</i> Temperatura del asfalto..... | 23 |
| <i>Figura 17.</i> Postura del asfalto. | 24 |
| <i>Figura 18</i> ensayo de gradación por tamizado y lavado | 24 |
| <i>Figura 19</i> ensayo normal de compactación | 25 |
| <i>Figura 20</i> densidades de campo..... | 26 |
| <i>Figura 21</i> Equivalente de arena de suelo y agregados finos..... | 27 |

| | |
|--|----|
| <i>Figura 22</i> Análisis granulométrico para subbase..... | 28 |
| <i>Figura 23.</i> Diseño de la estructura del pavimento. Adaptado del documento suministros y consultorías (2017)..... | 30 |
| <i>Figura 24.</i> Visita técnica..... | 32 |
| <i>Figura 25.</i> Toma de muestras. | 32 |
| <i>Figura 26.</i> Medición de cantidades..... | 33 |
| <i>Figura 27.</i> Valores del parámetro Zr. INVIAS, (2007). | 37 |
| <i>Figura. 28.</i> Rangos de tránsito. Montejo (2002)..... | 38 |
| <i>Figura 29.</i> Regiones climáticas Montejo (2002) | 38 |
| <i>Figura 30.</i> Entornos de la resistencia Montejo (2002) | 39 |
| <i>Figura31.</i> Carta No 3. Montejo (2002)..... | 41 |
| <i>Figura 32</i> carta No 3 ampliada. Montejo (2002) | 41 |
| <i>Figura 33.</i> Estructura de diseño SECOP I. (2018) | 43 |

Resumen

En el municipio de Arauca se llevó a cabo el contrato de interventoría No 680 de 2018 cuyo objeto fue “Interventoría Técnica, Administrativa, Financiera y Ambiental al mejoramiento y mantenimiento de vías terciarias mediante la operación del banco de maquinaria del Departamento de Arauca”, durante la ejecución de las prácticas empresariales como auxiliar de ingeniero residente de interventoría, efectué labores de control y seguimiento a las actividades de mantenimiento vial ejecutadas por el contratista obra, así como el seguimiento y control del estado de la maquinaria amarilla del departamento, también colabore en diferentes proyectos que estaban siendo ejecutados por la empresa tales como interventoría a pavimentación de vías urbanas donde supervise la postura del pavimento, la compactación, el espesor de las capas, la temperatura del pavimento, la toma de muestras para ensayos y el análisis de resultados de laboratorio, también la interventoría al mejoramiento y mantenimiento de la casa de la cultura del municipio de Arauquita donde medí y cuantifique las medidas de obra ejecutadas por el contratista de obra y la ayuda en procesos de liquidación de diferentes contratos de interventoría ejecutados por la empresa.

Abstract

In the municipality of Arauca, the interventory contract No. 680 of 2018 was carried out whose purpose was Technical, Administrative, Financial and Environmental Interventory to the improvement and maintenance of tertiary roads through the operation of the department machinery bank during the execution of the Arauca of this contract, I carried out business practices as an assistant of resident engineer of supervision, where I carried out control and follow-up work on road maintenance activities carried out by the contractor, as well as the monitoring and control of the state of the yellow machinery of the department, also Accompany in different projects that were being executed by the company such as pavement supervision of urban roads where supervise the pavement posture, the compaction, the thickness of the layers, the temperature of the pavement, the sampling of samples for testing and analysis of lab results, too In addition, the supervision to the improvement and maintenance of the house of culture of the municipality of Arauquita where I measured and quantified the work measures executed by the work contractor and the assistance in liquidation processes of different audit contracts executed by the company.

Introducción

Para la ejecución del contrato de consultoría-modalidad interventoría No 680 de 2018 cuyo objeto es INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA Y AMBIENTAL AL MEJORAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS MEDIANTE LA OPERACIÓN DEL BANCO DE MAQUINARIA DEL DEPARTAMENTO DE ARAUCA es necesario personal capacitado que posea conocimientos ingenieriles por lo cual se hace necesario el empleo de ingenieros civiles para su desarrollo, para dar un control y seguimiento más efectivo al contrato de obra se emplea un auxiliar de residente de interventoría el cual cumple con diferentes labores encargadas por el ingeniero residente de interventoría principal para ejercer una mejor vigilancia de las actividades ejecutadas durante el desarrollo del contrato.

Las prácticas empresariales como ingeniero civil tienen como objetivo principal poner en práctica los conocimientos recibidos en la formación universitaria, y afianzar dichos conocimientos mediante la practica en obra, durante la práctica se consolidan sapiencias de intervención, supervisión, manejo, proyección y cuantificación de obras, permitiendo adquirir experiencia como ingeniero civil y en este caso especial experiencia en el manejo de las comunidades donde se desarrolla la obra la cual es vigilada por la interventoría, donde el ingeniero auxiliar de residente desempeño un papel muy importante dando manejo y solución a los diferentes inconvenientes presentados por la comunidad, además del control realizado a las actividades de mantenimiento efectuadas por el contratista de obra y el control de la maquinaria usada en obra.

Durante la ejecución de las practicas se presentaron diferentes situaciones en el desarrollo de la obra como lo fueron las diferentes fallas de la maquinaria, esta situación se pudo mediar mediante la implementación permanente del mecánico de la maquinaria en el sitio de ejecución pudiendo diagnosticar y/o reparar las fallas presentadas por la maquinaria, otra de las situaciones presentadas fue el bajo rendimiento físico debido a las precipitaciones en el municipio de Arauca las cuales hacían detener labores durante la lluvia, para poder darle manejo se implementó una acción de drenaje de los puntos de la vía donde se estancaban las aguas lluvias y durante el drenaje se realizaba el mantenimientos en los tramos donde no había retención de agua.

Con la realización de las prácticas empresariales se benefició el practicante ya que al cumplir con dichas prácticas obtuvo experiencia en el ámbito laboral como ingeniero civil, afianzado todos los procesos técnicos, financieros y administrativos de la ejecución de obras civiles y de la contratación estatal ya que realizo diferentes actos administrativos en diferentes proyectos, también se benefició la empresa para la cual el estudiante laboro como practicante ya que efectuó un trabajo ordenado, puntual y dio solución a las diferentes situaciones presentadas en cada una de las tareas u obra encargadas.

Con la finalización de las practicas el estudiante da cumplimiento a uno de los requisitos de grado logrando poder optar por el título de ingeniero civil ya que ahora cuenta con conocimientos que han sido totalmente afianzados mediante la aplicación de estos mimos en obra, las cuales ofrecieron un ambiente laboral netamente ingenieril permitiendo la aplicación de todos y cada uno de los conocimientos recibidos durante la formación como ingeniero civil.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Ejecutar práctica empresarial como auxiliar de residente de interventoría en el proyecto de interventoría técnica, administrativa, financiera y ambiental al mejoramiento y mantenimiento de vías terciarias mediante la operación del banco de maquinaria del departamento de Arauca.

1.2 Objetivos Específicos

Verificar el correcto cumplimiento de las especificaciones técnicas, estudios previos y los tiempos de ejecución de actividades.

Analizar el rendimiento de la maquinaria y equipos con el fin de verificar los avances de obra en el contrato.

Efectuar fichas técnicas y comprobar calidad de materiales en obra con el fin de verificar el cumplimiento de las propiedades específicas que deban cumplir los materiales.

Corroborar parámetros necesarios para la ejecución de la obra y plasmarlos en informes quincenales que contengan avances de obra, observaciones, variaciones y prestar apoyo a los diferentes proyectos ejecutados por la empresa.

2. Estudios previos y tiempos de ejecución.

2.1 Verificación de estudios previos.

Los estudios previos (SECOP, 2019), es el documento donde se relaciona toda la información del proyecto, en estos se relaciona la problemática a la que se le dará solución con la ejecución del proyecto, el tiempo, lugar y metodología con la que se llevara a cabo, las obligaciones que contrae el contratista y la forma en la que realizara dichas obligaciones, también se encuentra en dichos estudios previos las normas a las que está sujeta la obra, los permisos, licencias y certificaciones con los que debe contar el contratista, se plasman los parámetros de manejo financiero que se debe llevar durante la ejecución del contrato y las obligaciones que le incurren a la interventoría durante el desarrollo del contrato de obra. En el apéndice A, ubicado en el CD se adjunta el contrato de obra e interventoría.

Para la verificación del cumplimiento de los estudios previos por parte del contratista de interventoría se realizó el estudio de dicho documento extrayendo los aspectos específicos con los cuales debe cumplir en contratista de obra, la verificación del correcto cumplimiento de los estudios previos se refleja en la siguiente tabla. Ver apéndice B, adjunto en el CD.

Cada uno de los ítems verificados corresponden a parámetros establecidos por la entidad contratante para dar un mejor seguimiento de las actividades ejecutadas por el contratista, la verificación de estos ítems se realizo mediante el estudio del documento de estudios previos, se extrajo cada parámetro plasmado en este documento y se dio el seguimiento especifico a cada uno como parte del control y vigilancia ejercido por la interventoría externa en la cual se realizaron las practicas empresariales como auxiliar de residente de interventoría.

Tabla 1.*Cumplimiento de estudios previos.*

| No | ITEM | CUMPLE | OBSERVACIONES |
|----|---|--------|--|
| | | Si/No | |
| 1 | Zona de ejecución del contrato. | Si | El contrato se ejecutó en las vías terciarias del municipio de Arauca. |
| 2 | Contratación de personal | si | El contratista contrato todo el personal requerido para la ejecución de la obra. |
| 3 | Revisión del estado de entrega de la maquinaria | si | El contratista reviso el estado en el que fue entregada la maquinaria por parte de la entidad contratante. |
| 4 | Garantías del contrato | si | El contratista cuenta con las pólizas que dan garantía al contrato de obra. |
| 5 | Avance físico programado | no | El contratista no cumple con los 56 Km mensuales de mantenimiento programados |
| 6 | Parqueo de la maquinaria | si | Cuando la maquinaria está en descanso permanece en sitios seguros aprobados por la interventoría. |
| 7 | Implementación de señalización y medidas de seguridad | si | Se implementan las diferentes señales verticales estipuladas en el plan de manejo de tránsito. |
| 8 | Entrega de informes mensuales | si | El contratista entrega oportunamente informes mensuales con avance físico y financiero de la obra, control de maquinaria y relación de pagos del personal. |
| 9 | Entrega de dotación | si | Se entregó la dotación necesaria a los trabajadores. |

Nota: Datos extraídos de los estudios previos del contrato de obra.

2.2 Verificación de tiempos de ejecución.

Según los estudios previos del contrato de obra No 684 de 2018 el contratista debe cumplir con mínimo 56 Km mensuales de mantenimiento de vías terciarias en el municipio de Arauca, para la verificación del kilometraje ejecutado la interventoría mantuvo atenta vigilancia diaria en los sectores donde se realizó el proyecto, dichos kilómetros de mantenimiento fueron registrados mensualmente para un control eficaz, dicho mantenimiento fue recibido por el representante (presidente) de cada vereda el cual actuaba como veedor directo de la obra en representación de su comunidad. En el apéndice C adjunto en el CD se muestra el cronograma inicial de actividades.

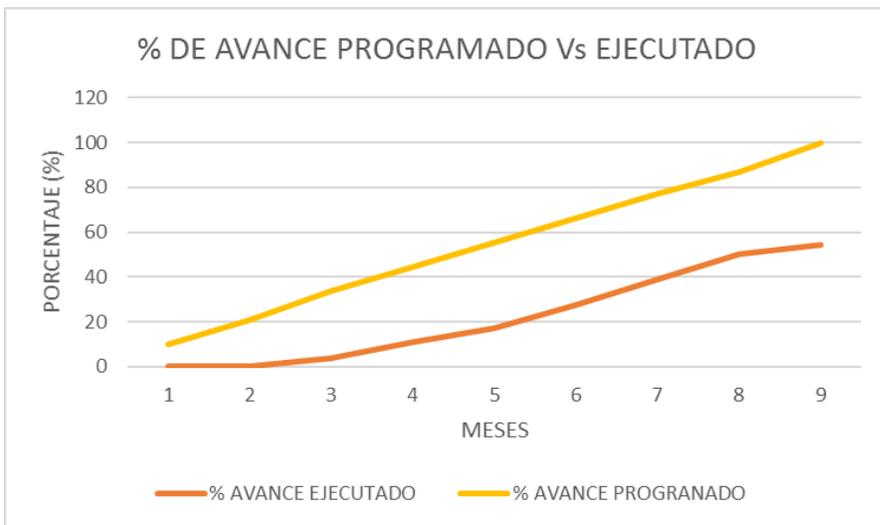
Tabla 2.

Avance físico de la obra

| MES | Km programados acumulado | Kilómetros ejecutados acumulados | Porcentaje programado acumulado | Porcentaje ejecutado acumulado |
|--------------|-----------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 52,77 | 0,00 | 10,21 | 0,00 |
| 2 | 106,82 | 0,00 | 20,66 | 0,00 |
| 3 | 173,02 | 19,72 | 33,47 | 3,81 |
| 4 | 230,91 | 56,35 | 44,66 | 10,90 |
| 5 | 286,51 | 90,00 | 55,42 | 17,41 |
| 6 | 341,8 | 143,60 | 66,11 | 27,78 |
| 7 | 397,86 | 200,20 | 76,96 | 38,72 |
| 8 | 449,02 | 260,00 | 86,85 | 50,29 |
| 9 | 517 | 280,90 | 100,00 | 54,33 |
| TOTAL | 517,00 KM | 280,90 KM | 100 % | 54,33 KM |

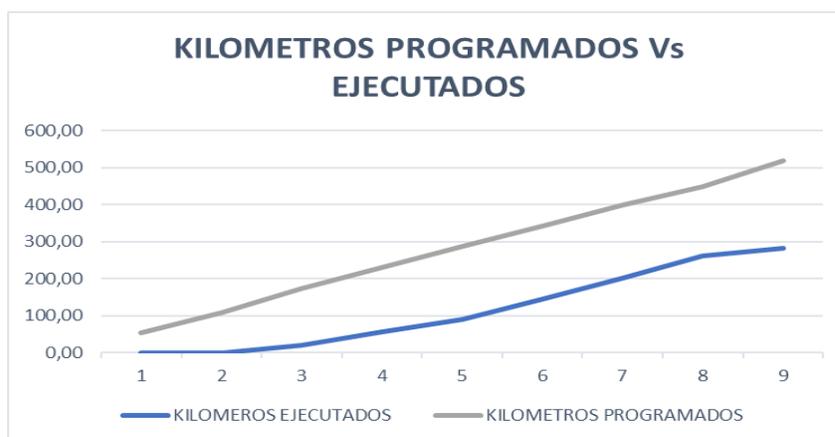
Nota: kilómetros programados según programación inicial firmada por el supervisor.

La gráfica mostrada a continuación se presenta para dar una mayor visualización de los datos de la tabla anterior respecto a los avances de obra programados y los avances de obra ejecutados en porcentajes.



Grafica 1 % de avance programado vs ejecutado

En esta grafica al igual que en la tabla anterior se muestra un kilometraje ejecutado de 517 kilómetros en el noveno mes, pero en ejecución solo han transcurrido 11 días de dicho mes.



Grafica 2. Kilómetros programados vs ejecutados

A la fecha 22 de noviembre de 2019 del presente informe solo han transcurrido once (11) días del noveno mes del contrato de obra, debido a los tiempos invertidos en reparación de la maquinaria al inicio del plazo contractual, a la falta de un vibro-compactador y los constantes periodos de lluvias presentados durante la ejecución del contrato, el contratista tiene un significativo atraso del 37,34% en el avance de obra, este atraso significa que el contratista no podrá alcanzar la meta de realizar el mantenimiento de 517 Km de vías terciarias en el municipio de Arauca en el plazo de nueve (09) meses estipulados en el contrato.

La interventoría a través de sus ingenieros residentes y con la participación de ingeniero auxiliar de residente (practicante) a base de reducir este atraso sugiere al contratista de obra trabajar en horarios extendidos de 7:00 A.M a 12:00 y de 1:00 P.M a 6.30 P.M de lunes a sábado con el fin de reducir en dicho atraso.

El contratista solicito a la interventoría un adicional de plazo para poder cumplir con la meta de realizar el mantenimiento de 517 Km de vías terciarias del municipio de Arauca, la interventoría solicita el adicional de plazo ante la secretaria de infraestructura física departamental la cual otorga un adicional de plazo de 20 días debido a la vigencia del contrato.

Durante la ejecución del contrato de obra se han suscrito tanto para obra como para interventoría los siguientes actos administrativos.

Las suspensiones y reinicios realizadas por el contratista de obra fueron con previa aprobación de la interventoría externa median actas de comités técnicos con el personal de obra, la interventoría estudio y verifico que las situaciones planteadas por el contratista para cada una de las suspensiones fueran reales para avalar dichas suspensiones ante la Gobernación de Arauca, una vez superado el motivo que había generado la suspensión se procedía a reiniciar las actividades de obra y continuar con la programación establecida.

Tabla 3.***Actos administrativos***

| FECHA | ACTO ADMINISTRATIVO | MOTIVO DEL ACTO ADMINISTRATIVO |
|--------------|----------------------------|---|
| 31/12/2018 | Acta de inicio | ACTA DE INICIO DEL CONTRATO DE OBRA |
| 01/04/2019 | Acta de suspensión No.1 | SUSPENSIÓN DEL CONTRATO DEBIDO A LA FALTA DEL PERMISO DE CONCESIÓN DE AGUAS EL CUAL SE ENCONTRABA EN TRÁMITE POR CORPORINOQUIA. |
| 15/04/2019 | Acta de reinicio No.1 | SE SUPERARON LOS MOTIVOS QUE OCASIONARON LA SUSPENSIÓN No 1 DEL CONTRATO DE OBRA |
| 14/06/2019 | Acta de suspensión No.2 | SUSPENSIÓN AL CONTRATO DE OBRA DEBIDO A LAS ALTAS PRECIPITACIONES PRESENTADAS EN EL MUNICIPIO DE ARAUCA. |
| 13/08/2019 | Acta de reinicio No.2 | SUPERADOS LOS MOTIVOS QUE OCASIONARON LA SUSPENSIÓN No 2. |
| 02/12/2019 | Acta de suspensión No 3 | |

Nota: En el apéndice D del CD se encuentran ubicados los actos administrativos suscritos a la fecha.

3. Rendimiento de maquinaria y equipos

3.1 Análisis del rendimiento de maquinaria

El banco de maquinaria dispuesto para la ejecución del contrato de obra está conformado por la siguiente maquinaria las cuales se tenía proyectado dividir las en dos grupos de maquinaria con los cuales se podría avanzar en dos frentes de trabajo permitiendo desarrollar el avance de obra programado inicialmente, el banco de maquinaria está conformado de la siguiente forma:

Tabla 4.

Relación de maquinaria

| AUTOMOTOR O MAQUINA | MARCA | SERIAL-VIN | PLACA | MODELO |
|---------------------------|---------------|-------------------|---------|--------|
| EXCAVADORA SOBRE ORUGAS | HYUNDAI | HHKHZ614JD0003609 | | 2014 |
| RETROEXCAVADORA H940C | HYUNDAI | HHKHU601AD0000168 | | 2014 |
| VOLQUETA 4300 | INTERNACIONAL | 3HAMMAAR6ELO15696 | ODS-692 | 2014 |
| VOLQUETA 4301 | INTERNACIONAL | 3HAMMAAR6ELO15701 | ODS-691 | 2014 |
| VOLQUETA 4302 | INTERNACIONAL | 3HAMMAAR1ELO15699 | OET-619 | 2014 |
| VOLQUETA 4303 | INTERNACIONAL | 3HAMMAAR7FL122323 | OET-634 | 2014 |
| VOLQUETA 4304 | INTERNACIONAL | 3HAMMAAR3EL015705 | OET-621 | 2014 |
| BULDOZER J550 | JOHN DEERE | 1T0550JXPED263816 | | 2014 |
| VIBROCOMPACTADOR VM75 | JCB | GATVM075C02901454 | | 2014 |
| VIBROCOMPACTADOR VM75 | JCB | GATVM075C02901431 | | 2014 |
| MOTONIVELADORA G930 | VOLVO | VCE0G930J00502733 | | 2014 |
| MOTONIVELADORA G930 | VOLVO | VCE0G930J00503043 | | 2014 |
| TRACTO CAMION & CAMA BAJA | INTERNACIONAL | 3HSCNAPTxDN113964 | OET-633 | 2014 |
| CAMION TANQUE No 1 | INTERNACIONAL | 3HAMMAAR6FL527993 | OET-671 | 2014 |
| CAMION TANQUE No 2 | INTERNACIONAL | 3HAMMAAR8EL033780 | OET-636 | 2014 |

Nota: Datos extraídos de los estudios previos del contrato de obra.

El procedimiento usado en el mantenimiento de las vías terciarias del municipio de Arauca inicia con el drenaje de los puntos críticos que previamente se identificaban en los recorridos iniciales, luego se realiza un descapote removiendo la materia orgánica existente en la vía, se recupera el material extendido en las orillas de la vía y se reincorpora a la vía a través de la motoniveladora o en caso de no necesitar el material en el punto de recuperación este se acumula y es puesto en los puntos que lo requerían, luego de tener la vía nivelada y con sus respectivos bombeos se humedece el material y se compacta permitiendo tener un buen afirmado final de la carretera. Cada maquinaria poseía una labor específica dentro del mantenimiento de las vías, a continuación, se da a conocer cada una de las tareas de la maquinaria:

Motoniveladora: con esta máquina se realizaba el descapote de las vías, se realizaba el nivelado, cuneteo y recuperación del material extendido de la vía, los rendimientos de las motoniveladoras bajaban cuando la vía contaba con humedades altas debido a las precipitaciones y cuando los anchos de vía eran superiores a los estipulados, esta máquina presento fallas durante la ejecución del contrato, la motoniveladora es la máquina que encabeza el mantenimiento de las vías terciarias.

Tabla 5 .

Rendimiento motoniveladora

| MOTONIVELADORA | | | | | |
|---------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| ESTADO DEL TERRENO | RENDIMIENTO ESPERADO (M2/H) | LONGITUD (M) EJECUTADA HORA | ANCHO PROMEDIO DE LA VIA (M) | RENDIMIENTO REAL (M2/H) | RENDIMIENTO REAL (%) |
| MALO | 1350 | 180 | 7 | 1260 | 93,33 |

Nota: Rendimientos esperados según programación.

Motoniveladora del grupo de maquinaria número 1 realizando trabajo de conformación de la vía.



Figura 1. Trabajo de motoniveladora 1.

La moto niveladora numero 2 fue pues en obra menos tiempo que numero 1, debido a que presento diferentes fallas en el desarrollo de la ejecución del contrato.



Figura 2. Motoniveladora 2.

Vibro compactador: para dar un acabado final al mantenimiento se realiza la compactación de las vías garantizando una mejor estabilidad, el vibro-compactador VM75 JCB modelo 2014 serial GATVM075C02901431 presento persistentes fallas y no ha sido posible obtener el cigüeñal impidiendo poner este en obra, ocasionando grandes atrasos en la obra.

Tabla 6 .

Rendimiento motoniveladora

| VIBRO-COMPACTADOR | | | | | |
|--------------------|--|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| ESTADO DEL TERRENO | RENDIMIENTO ESPERADO (M ² /H) | LONGITUD (M) EJECUTADA HORA | ANCHO PROMEDIO DE LA VIA (M) | RENDIMIENTO REAL (M ² /H) | RENDIMIENTO REAL (%) |
| BUENO | 1350 | 180 | 7 | 1260 | 93,33 |

Nota: Rendimientos esperados según programación.

El vibro compactador número 1 fue el único equipo de compactación que fue utilizado en obra debido a que el vibro compactador número 2 debido a diferentes fallas no se pudo utilizar.



Figura 3. Trabajo de vibro compactador 1.

Durante la ejecución del contrato el vibro compactador presento leves fallas las cuales fueron reparadas en el sitio de trabajo por el mecánico encargado.



Figura 4. Diagnóstico de vibro compactador 1.

Retroexcavadora de llantas: esta maquinaria era usada para el drenaje de los puntos críticos con la cual de hacia una zanja, se removían los lodos del fondo de los puntos críticos, también era usada para cargar las volquetas con el material recuperado de los costados de las vías.



Figura 5. Trabajo retroexcavadora de llantas

La recolección de material extendido en los bordes de la vía mediante esta maquinaria fue de suma importancia para la reparación de puntos críticos.



Figura 6. Recolección de material.

Excavadora sobre oruga: con esta máquina se realizaban labores de drenaje de puntos críticos, recolección de material del borde de las vías el cual se disponía en las volquetas, con las luvias el trabajo de esta maquinaria se veía afectado ya que al llover reincidía la problemática de las aguas retenidas en los puntos críticos cuando estos no se lograban intervenir completamente antes de dichas precipitaciones. Debido a las actividades varias que realizaba esta maquinaria las cuales se destinaban en diferentes tiempos y tramos y que no tiene actividad fija destinada el rendimiento no tiene parámetros para su cálculo, cabe resalta que la maquinaria realizaba a cabalidad y correctamente dichas actividades asignadas. La excavadora no realizo labores continuas y únicas a su disposición por lo cual no fue posible calcular el rendimiento en base a una actividad específica.



Figura 7. Trabajo de excavadora de oruga.

Bulldozer: esta máquina era usada en los tramos de vías que habían perdido grandes volúmenes del material que las conformaba, con este se hacía una mayor descapote, recolección y recuperación de material, las vías en las cuales fue necesario la implementación de esta máquina, son en aquellas que su estado era crítico casi en su totalidad, esta maquinaria marcaba un buen rendimiento, pero debido a las condiciones climáticas no llegaba a su óptimo rendimiento, el factor de rendimiento esperado se basaba en anchos de vías de 4,5 m condición que no se cumplía ya que el ancho promedio de las vías es de 7 m lo cual también justifica el bajo rendimiento del Bulldozer, el rendimiento esperado está basado en datos de obra realizadas anteriormente.

Tabla 7.

Rendimiento del Bulldozer

| BULLDOZER | | | | | |
|---------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| ESTADO DEL TERRENO | RENDIMIENTO ESPERADO (M2/H) | LONGITUD (M) EJECUTADA HORA | ANCHO PROMEDIO DE LA VIA (M) | RENDIMIENTO REAL (M2/H) | RENDIMIENTO REAL (%) |
| MALO | 1800 | 190 | 7 | 1330 | 73,89 |

Nota: Rendimientos esperados según programación.

El bulldozer fue de gran importancia en el transcurso del proyecto debido a la gran capacidad de recuperar material y realizar descapote.



Figura 8. Bulldozer J550.

Camión tanque: la tarea de este vehículo era el de la recolección del agua mediante una motobomba instalada en su parte trasera y la del riego de agua en la vía para humedecerla y poder dar una buena compactación, debido a las precipitaciones presentadas durante la ejecución del contrato este vehículo no trabajo a la par de la maquinaria ya que en zonas u ocasiones el terreno no requería de humedad más de la que tenía naturalmente. Debido a las humedades que presentaba el terreno la velocidad promedio de irrigación era de 8 Km/h, era mayor de la calculada, esto se debe a que dicha velocidad esperada fue tomada teniendo en cuenta que las vías se encontraban con humedad casi nula, lo cual no se cumplía debido a que se realizaron trabajos en tiempos de invierno.

Tabla 8.*Rendimiento carro tanque 1*

| CARRO TANQUE | | | |
|-------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|
| ANCHO DE IRRIGACION (M) | VELOCIDAD ESPERADA (KM/H) | ANCHO IRRIGACION (M) | VELOCIDAD REAL (KM/H) |
| 4 | 7 | 4 | 8 |

Nota: Velocidad esperada según programación 7 km/h.

La humectación del material permitía realizar una mejor compactación de la vía dando a la misma mayor estabilidad e impermeabilidad, el agua utilizada para esta labor fue extraída de los puntos estipulados en el permiso de Corporinoquia en el permiso de concesión de aguas mediante motobombas ubicadas en la parte posterior de cada carro tanque.



Figura 9. Trabajo de camión tanque 1 placa OET-636.



Figura 10. Camión tanque 2 placa OET-671.

Volqueta: el uso de este vehículo era para el cargue y vertido del material recuperado en las vías, y el cual sería dispuesto en puntos diferentes de los que fueron recuperados, las volquetas no siempre trabajaban a lleno total ya que no siempre se obtenían grandes volúmenes de la recuperación de material extendido en las orillas de las vías. Las volquetas no eran cargadas periódicamente y cuando se realizaba cargue de ellas no se realizaba de manera continua ya que las cantidades de material recolectado eran pequeño e inconsistentes, los tramos de los viajes eran muy variados, no permite realizar un cálculo con periodos de cargue, transporte y descargue.



Figura 11. Volqueta placa OET-619.

En la imagen se observa la excavadora de orugas cargando una de las volquetas con material recuperado de los bordes de la vía, este material fue puesto en un punto crítico de otro tramo de vía.



Figura 12. Material transporta y dispuesto en volqueta.

Tracto camión & cama baja: este vehículo era utilizado para el transporte de la maquinaria de una zona de trabajo a otra, o de la zona de trabajo al parqueadero de la maquinaria y viceversa, los tiempos de traslado de la maquinaria en este vehículo dependían de la distancia y el estado de las vías.



Figura 13. Trabajo de cama baja.



Figura 14. Inspección de documentos.

El rendimiento que presenta la maquinaria es bajo, este bajo rendimiento se debe a las diferentes fallas mecánicas que ha presentado la maquinaria desde el inicio y de las precipitaciones que se han presentado a lo largo de la ejecución, las cuales detienen las labores temporalmente durante la lluvia y mientras la vía se seca, además de estos factores también afecto de gran manera la falta de un vibro-compactador debido a que hasta la presente fecha no se han podido obtener los repuestos para su reparación.

4. Fichas técnicas y calidad de materiales.

4.1. Fichas técnicas efectuadas.

Para el análisis de resultados de laboratorio se emplearon las fichas técnicas estipuladas y certificadas por la gobernación de Arauca dentro del formato de informe para recibo final de contrato de obra con interventoría e informe para acta parcial de contrato de obra con interventoría, estas fichas técnicas fueron usadas en uno de los proyectos de apoyo el cual tenía actividades de base granular y pavimento flexible, se corroboraron sus propiedades mediante ensayos de densidad de campo, gradación por tamizado y lavado, equivalente de arena de suelos y agregados finos, y ensayo normal de compactación, en esta ficha se refleja el tipo de ensayo, la norma por la cual se regía dicho ensayo, cantidad de muestras tomadas, rango de cumplimiento y los resultados, está en una ficha técnica muy entendible y contiene toda la información necesaria en una manera ordenada.

| No. DEL CONTRATO: | | XXX DE 20XX | | NOMBRE DE LA PRUEBA O ENSAYO: | | | | |
|--------------------------|-------------|----------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------|-----------|-------------------|
| CONTRATISTA: | | | | NOMBRE DEL LABORATORIO: | | | | |
| LOCALIZACION DE LA OBRA: | | | | UBICACIÓN DEL LABORATORIO: | | | | |
| ITEM DEL CONTRATO: | | (No. DEL ITEM) | | DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD: | | (Nombre del ITEM) | | |
| FECHA | No ORDEN | DESCRIPCION | | | | | | |
| | | ENSAYO | NORMA/ ESPECIFICACION | PROCEDENCIA DE MUESTRA | No. MUESTRAS | RANGO CUMPLIMIENTO | RESULTADO | CUMPLE (SI/NO) |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Figura 15 ficha técnica de resultados de laboratorio.

También se utilizó una ficha técnica de contrato donde se plasman las condiciones iniciales del contrato, modificaciones realizadas al contrato y periodo del informe, esta ficha también se encuentra ubicada en el formato de informe para recibo final de contrato de obra con interventoría e informe para acta parcial de contrato de obra con interventoría. Los formatos de certificados de informes se relacionan en el apéndice E dentro del CD.

4.2. Control de calidad de materiales.

El control de calidad de materiales se efectuó para en el contrato de consultoría-modalidad interventoría No 529 de 2018 cuyo objeto es interventoría técnica, administrativa, financiera y ambiental al mejoramiento de la vía caí piscina con olas – Manhatan, municipio de Arauca, departamento de Arauca, que incluye el control de calidad la base granular y al pavimento implementado en la conformación de la vía, los ensayos se realizaron bajo las normas que lo rigen y fueron hechos por el laboratorio S & M SOLUCIONES PROFESIONALES S.A.S, se vigiló y supervisó la toma de muestras para los ensayos e hizo un análisis de los resultados obtenidos. Los resultados de laboratorios iniciales se encuentran ubicados en el apéndice F del CD.



Figura 16. Temperatura del asfalto.



Figura 17. Postura del asfalto.

El ensayo de gradación y cada uno de los diferentes ensayos fueron realizado por un laboratorio de suelo certificado de la ciudad de Arauca.

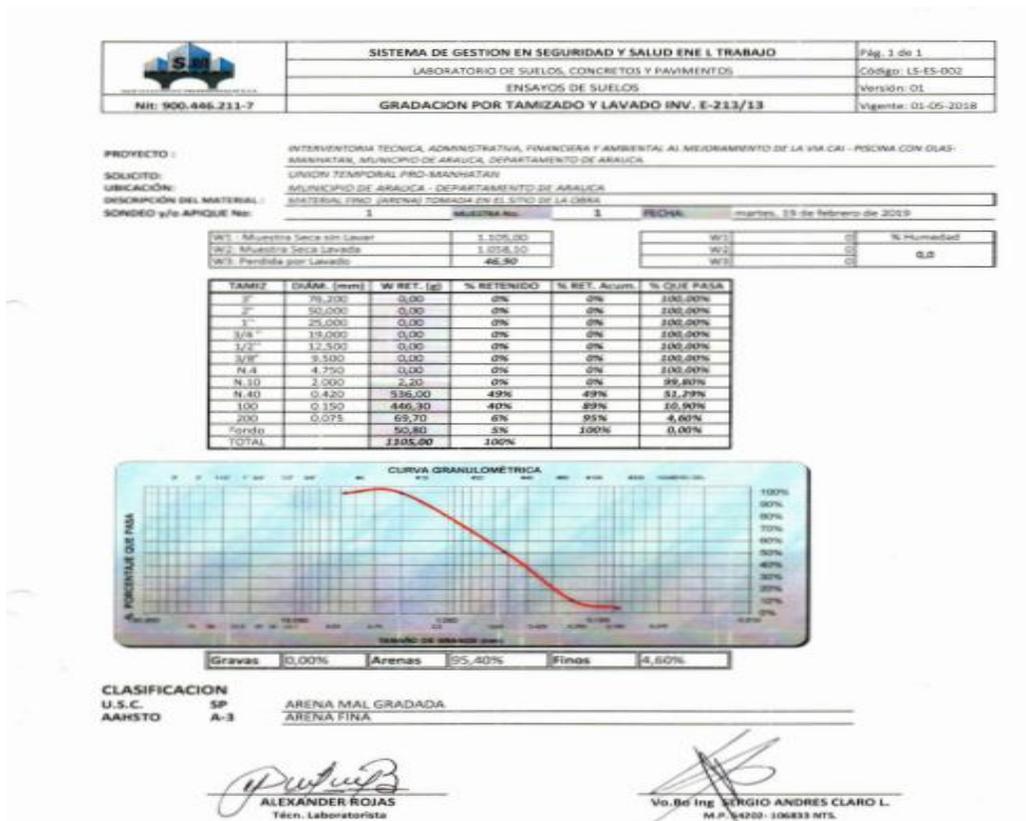


Figura 18 ensayo de gradación por tamizado y lavado

| | | | |
|---|---|----------|-----------|
|  | SISTEMA DE GESTIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | Página: | 01 de 01 |
| | LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS | Código: | 15-ES-020 |
| | ENSAYOS DE SUELOS | Versión: | 1 |
| | ENSAYO NORMAL DE COMPACTACIÓN INV E-141-13 | Vigente: | 1/05/2018 |
| (METODO "A") | | | |

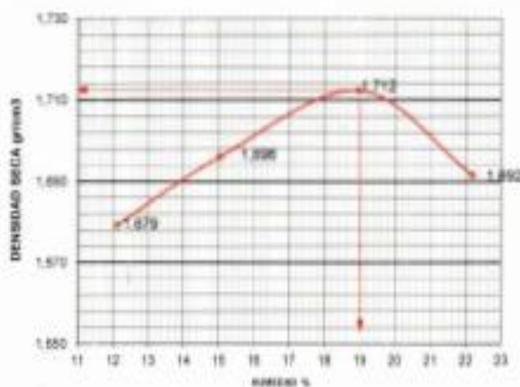
ORDENADO POR: UNION TEMPORAL PRO-MANHATAN
INTERVENTORIA TECNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA Y AMBIENTAL AL MEJORAMIENTO DE LA VIA CAI PISCINA CON OLAS, MANHATAN, MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

OBJETO:

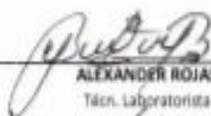
MATERIAL: MATERIAL FINO (ARENA)
FECHA: martes, 19 de febrero de 2019

RESULTADOS

| | | | | |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| No. de golpes | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Molde | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Peso molde + muestra húmeda | 5.414,40 | 5.476,20 | 5.554,00 | 5.581,00 |
| Peso molde | 3.714,10 | 3.714,10 | 3.714,10 | 3.714,10 |
| Peso muestra húmeda | 1.700,30 | 1.762,10 | 1.839,90 | 1.866,90 |
| Peso tara (gr) | 38,40 | 32,60 | 36,40 | 33,00 |
| Peso tara + muestra húmeda (gr) | 303,20 | 306,60 | 284,80 | 272,50 |
| Peso tara + muestra seca (gr) | 274,60 | 270,80 | 245,20 | 229,00 |
| % de humedad | 12,11 | 15,03 | 18,97 | 22,19 |
| Peso muestra seca | 1.516,66 | 1.531,87 | 1.546,58 | 1.527,82 |
| Volumen molde cm ³ | 903,20 | 903,20 | 903,20 | 903,20 |
| Densidad seca gr./cm ³ | 1,679 | 1,696 | 1,712 | 1,692 |
| HUMEDAD % | 12,1 | 15,0 | 19,0 | 22,2 |
| DENSIDAD SECA | 1,679 | 1,696 | 1,712 | 1,692 |



DENSIDAD MÁXIMA = 1,712 g/cm³
 HUMEDAD ÓPTIMA = 19,00 %


 ALEXANDER ROJAS
 Téc. Laboratorista

Vo.Bo. Ing. SÉRGIO ANDRÉS CLARO L.
 M.P. 54202 106833 NTS

| | | |
|--------------------------|--|--|
| Elaboró: Alexander Rojas | Revisó: Rocio Riveros | Aprobó: Sergio Andres Claro Lopez |
| Cargo: Laboratorista | Cargo: Lider SST | Cargo: Gerente |
| Fecha: 01-05-2018 | Fecha: 01-05-2018 | Fecha: 01-05-2018 |
| Firma: | Firma:  | Firma:  |

Figura 19 ensayo normal de compactación

| | | |
|--------------------|---|---------------------|
| | SISTEMA DE GESTION EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO | Página: 1 de 1 |
| | LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS | Código: LS-ES-009 |
| | ENSAYOS DE SUELOS | Versión: 01 |
| | DENSIDADES DE CAMPO INV. E 161 - E 164 | Vigente: 01-05-2018 |
| NIT: 900.446.211-7 | | |

ORDENADO POR: UNION TEMPORAL PRO-MANHATAN
OBRA: INVENTORIA TECNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA Y AMBIENTAL AL MEJORAMIENTO DE LA VIA CAI PISCINA CON OLAS - MANHATAN, MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.
FECHA: jueves, 21 de febrero de 2019
MATERIAL: MATERIAL FINO (ARENA)

k3+924 al k4+040 PROCTOR 1,712 gr/cm³

| DENSIDAD Nº | unidad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|-------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| LOCALIZACIÓN | | | | | | | | |
| DENSIDAD SECA | gr/cm ³ | 1,628 | 1,618 | 1,657 | 1,634 | 1,639 | 1,631 | |
| % HUMEDAD | % | 18,5 | 19,3 | 16,5 | 18,4 | 19 | 17,3 | |
| % DE COMPACTACION | % | 95,1 | 94,5 | 96,8 | 95,4 | 95,7 | 95,3 | 0,0 |

| DENSIDAD Nº | unidad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
|-------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|-----|
| LOCALIZACIÓN | | | | | | | | |
| DENSIDAD SECA | gr/cm ³ | | | | | | | |
| % HUMEDAD | % | | | | | | | |
| % DE COMPACTACION | % | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 |

| | | |
|-----------------------|--------------------|-------|
| Densidad promedio | gr/cm ³ | 1,635 |
| Compactación Promedio | % | 95,47 |

OBSERVACIONES: Densidad Media, (D.m.) = 1,635 > 90% DENSIDAD MAXIMA (PROCTOR)
 El porcentaje de compactación del suelo es mayor al 90% de la densidad máxima del ensayo del Proctor - según INVIAS Art. 220,5,2,2/3013

ALEXANDER ROJAS G.
 Téc. Laboratorista

Vo.Bo Ing. SERGIO ANDRES CLARO L.
 M.P. 54202-106833 NTS

| | | |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Elaboró: Alexander Rojas Gomez | Revisó: Rocio Riveros | Aprobó: Sergio Andres Claro |
| Cargo: Laboratorista | Cargo: Lider SST | Cargo: Gerente |
| Fecha: 01-05-2018 | Fecha: 01-05-2018 | Fecha: 01-05-2018 |
| Firma: | Firma: <i>ROCIO RIVEROS</i> | Firma: |

Figura 20 densidades de campo

| | | |
|---|--|---------------------|
|  | SISTEMA DE GESTION EN SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO | Página: 1 de 1 |
| | LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS | Código: LS-ES -015 |
| | ENSAYOS DE SUELOS | Versión:1 |
| | | Vigente: 01/05/2018 |
| NIT: 900.446.211-7 | EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS INVIAS . E-133 | |

PROYECTO: INTERVENTORIA TECNICA, ADMINISTRATIVA, FINANCIERA Y AMBIENTAL AL PROYECTO AL MEJORAMIENTO DE LA VIA CAI PISCINA CON OLAS - MANHATAN, MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

ORDENADO POR: UNION TEMPORAL PRO-MANHATAN

FUENTE: MATERIAL FINO TOMADO EN EL SITIO DE LA OBRA

DESCRIPCIÓN: ARENA

FECHA: Jueves, 7 de marzo de 2019

| DATOS DEL LABORATORIO | | | | | |
|-----------------------|-------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| PRUEBA | | 1 | 2 | 3 | PROMEDIO |
| PROBETA | | | | | |
| A | (cm.) | 287 | 293 | 288 | 289,33 |
| B | (cm.) | 300 | 299 | 300 | 299,67 |
| C = (A / B) | % | 95,67 | 97,99 | 96,00 | 96,55 |

EQUIVALENTE DE ARENA = **96,6%**

ESPECIFICACIÓN (INV) = **E - 133**

A: Lectura de arena

B: Lectura de arcilla

C: Equivalente de arena

OBSERVACIONES


 ALEXANDER ROJAS G.
 Téc. Laboratorista


 Vo.Bo. ING. SERGIO ANDRES CLARO LOPEZ
 M.P. 54202-106833 NTS.

| | | |
|--------------------------|---|--|
| Elaboró: Alexander Rojas | Revisó: Rocío Riveros | Aprobó: Sergi Andrés Claro I. |
| Cargo: Laboratorista | Cargo: Lider SST | Cargo: Gerente |
| Fecha: 01-05-2018 | Fecha: 01-05-2018 | Fecha: 01-05-2018 |
| Firma: | Firma  | Firma:  |

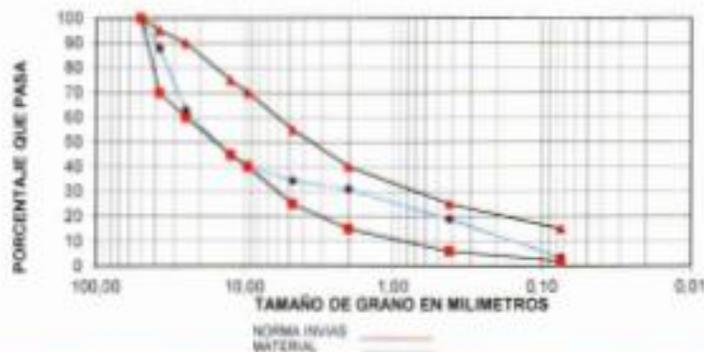
Figura 21 Equivalente de arena de suelo y agregados finos

| | | |
|---|---|---------------------|
|  SISTEMA DE GESTIÓN EN SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO NI: 900.446.211.7 | LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS | Página: 1 de 1 |
| | ENSAYOS DE SUELOS | Código: 15-15-002 |
| | | Versión: 01 |
| | | Vigente: 01/05/2018 |
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA SUB-BASE (INVIAS ART 320-13 SBO-80) | | |

Proyecto: INTERVENCIÓN TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, AMBIENTAL Y FINANCIERA AL PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA VÍA CAJ PICINA CON OLAS - MANHATAN, MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.
Ordenado Por: UNIÓN TEMPORAL PRO-MANHATAN
Fuente: Material granular suministrado al laboratorio.
Fecha: Jueves, 21 de febrero de 2019

Peso 1 (sin lavar) 10.302,00 Gramos.
Peso 2 (lavada) 9.966,00 Gramos.
Perdida por Lavado 336,00 Gramos.

| TAMIZ | | Peso retenido | Porcentaje Retenido | Porcentaje Reten Acum | Porcentaje que pasa | INVIAS 320-13 SBO 90 |
|-----------|---------|---------------|---------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| Normal | Alterno | | | | | |
| 50.000 mm | 2" | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 100 - 100 |
| 37.500 mm | 1 1/2" | 1.246,00 | 12,09 | 12,09 | 87,91 | 70 - 95 |
| 25.000 mm | 1" | 2.568,00 | 24,93 | 37,02 | 62,98 | 60 - 90 |
| 12.500 mm | 1/2" | 1.924,00 | 18,68 | 55,70 | 44,30 | 45 - 75 |
| 9.500 mm | 3/8" | 392,00 | 3,81 | 59,50 | 40,50 | 40 - 70 |
| 4.750 mm | No. 4 | 624,00 | 6,06 | 65,56 | 34,44 | 25 - 55 |
| 2.000 mm | No.10 | 354,00 | 3,44 | 69,00 | 31,00 | 15 - 40 |
| 0.420 mm | No. 40 | 1.240,00 | 12,04 | 81,03 | 18,97 | 6 - 25 |
| 0.075 mm | No. 200 | 1.598,00 | 15,51 | 96,54 | 3,46 | 2 - 15 |
| Pasa 200 | | 356,00 | 3,46 | 100,00 | 0,00 | - |
| Suma: | | 10.302,00 | 100,00 | | | |



| | | | | | |
|----------|-------|----------|-------|---------|------|
| GRAVAS % | 65,56 | ARENAS % | 30,98 | FINOS % | 3,46 |
|----------|-------|----------|-------|---------|------|

DESCRIPCIÓN VISUAL: _____
CLASIFICACIÓN DEL SUELO: _____ UW _____ SISTEMA _____ USC _____

OBSERVACIONES: MF - NI
 El material analizado presenta un porcentaje que pasa menor al 45% en el tamiz No. 1/2", pero se encuentra dentro del rango tolerante para la norma Invias 320/2013.


ALEXANDER ROJAS G.
 Téc. Laboratorio


 V. B. Ing. **RIGIDO ANDRES CLARO L.**
 M.P. 3492-10683 NTS.

Figura 22 Análisis granulométrico para subbase

Tabla 9. Análisis de resultados de laboratorio

| FEC HA | No ORD | DESCRIPCION ENSAYO | NORM A/ ESPECIFICACION | PROCEDENCIA DE MUESTRA | No MUESTRAS | RANGO CUMPLIMIENTO | RESULTADO | CUMPLIMIENTO (SI/NO) |
|--------|--------|--|------------------------|------------------------|-------------|-----------------------------|---|----------------------|
| 19/02 | 1 | GRADACION POR TAMIZADO | INVIAS E-213/13 | STOCK DE ARENA | 1 | NO APLICA | 95.40% | SI |
| 19/02 | 1 | ENSAYO NORMAL DE DENSIDAD DE CAMPO DE NSIDAD DE CAMPO DE NSIDAD DE CAMPO | INVIAS E-141/13 | STOCK DE ARENA | 1 | NO APLICA | DENSIDAD MAXIMA:1.72g/cm3 HUMEDAD OPTIMA:19.00% | NO APLICADA |
| 21/02 | 1 | DE NSIDAD DE CAMPO DE NSIDAD DE CAMPO | INVIAS E-220 | K3+924 AL K4+040 | 6 | $D_m - (K.s) \geq 0.95 D_e$ | $D_m = 95.47\%$ $D_m - (K.s) = 95.006\%$ | SI |
| 25/02 | 1 | DE NSIDAD DE CAMPO DE NSIDAD DE CAMPO | INVIAS E-220 | K4+040 AL K4+184 | 5 | $D_m - (K.s) \geq 0.95 D_e$ | $D_m = 95.62\%$ $D_m - (K.s) = 95.061\%$ | SI |
| 05/03 | 1 | DE NSIDAD DE CAMPO DE NSIDAD DE CAMPO | INVIAS E-220 | K4+623 AL K4+848.98 | 7 | $D_m - (K.s) \geq 0.95 D_e$ | $D_m = 94.31\%$ $D_m - (K.s) = 93.180\%$ | NO |
| 06/03 | 1 | DE NSIDAD DE CAMPO DE NSIDAD DE CAMPO | INVIAS E-220 | K4+623 AL K4+848.98 | 5 | $D_m - (K.s) \geq 0.95 D_e$ | $D_m = 97.78\%$ $D_m - (K.s) = 96.76\%$ | SI |
| 07/03 | 1 | EQ UIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y DE NSIDAD DE CAMPO | INVIAS E-133/13 | ARENA EN OBRA | 1 | NO APLICA | 96.60% | SI |
| 14/03 | 1 | DE NSIDAD DE CAMPO DE NSIDAD DE CAMPO | INVIAS E-220 | K4+851.43 AL K5+106.5 | 5 | $D_m - (K.s) \geq 0.95 D_e$ | $D_m = 97.46\%$ $D_m - (K.s) = 96.26\%$ | SI |
| 15/03 | 1 | DE NSIDAD DE CAMPO DE NSIDAD DE CAMPO | INVIAS E-220 | K4+851.43 AL K5+106.5 | 5 | $D_m - (K.s) \geq 0.95 D_e$ | $D_m = 99.48\%$ $D_m - (K.s) = 99.15\%$ | SI |
| 22/03 | 1 | GRADACION POR TAMIZADO | INVIAS E-213/13 | ARENA EN OBRA | 1 | NO APLICA | 98.5% | SI |
| 22/03 | 1 | ENSAYO NORMAL DE COMPACTACION GRADACION POR TAMIZADO | INVIAS E-141/13 | ARENA EN OBRA | 1 | NO APLICA | DENSIDAD MAXIMA:1.70g/cm3 HUMEDAD OPTIMA:17.00% | NO APLICADA |
| 27/03 | 1 | GRADACION POR TAMIZADO | INVIAS E-213/13 | ARENA DE CANTERA | 1 | NO APLICA | 95.01% | SI |
| 27/03 | 1 | ENSAYO NORMAL DE COMPACTACION GRADACION POR TAMIZADO | INVIAS E-141/13 | ARENA DE CANTERA | 1 | NO APLICA | DENSIDAD MAXIMA:1.716g/cm3 HUMEDAD OPTIMA:18.40% | NO APLICADA |
| 29/03 | 1 | DE NSIDAD DE CAMPO DE NSIDAD DE CAMPO | INVIAS E-220 | K5+109 AL K5+270 | 5 | $D_m - (K.s) \geq 0.95 D_e$ | $D_m = 96.28\%$ $D_m - (K.s) = 95.537\%$ | SI |
| 29/03 | 1 | DE NSIDAD DE CAMPO DE NSIDAD DE CAMPO | INVIAS E-220 | K5+270 AL K5+472 | 5 | $D_m - (K.s) \geq 0.95 D_e$ | $D_m = 97.84\%$ $D_m - (K.s) = 95.990\%$ | SI |

Nota* datos laboratorio

La tabla anterior se muestra el análisis de cumplimiento de cada uno de los ensayos realizados al inicio de dicho contrato, este análisis se realizó para llevar cronológicamente un control y supervisión de la calidad de las actividades ejecutas por el contratista de obra.

Los ensayos densidad de campo y ensayo de resistencia del asfalto mediante briquetas de Marshall in-situ realizados durante el periodo de prácticas no han sido entregados a la interventoría externa, sin embargo como control inicial de las actividades de pavimento flexible tipo densa en caliente tipo MDC-19/ se tomó la temperatura de dicha mezcla antes de su colocación, como lo indica el manual de INVÍAS/ en el capítulo 4 “pavimentos asfálticos” (INVIAS, 2014), la mezcla fue extendida a la temperatura más alta posible la cual para esta mezcla fue de 125° Celsius, la compactación se realizo con seis pasadas con el rodillo sin vibraciones, en las rectas se realizó la compactación iniciado desde el borde hacia el centro de la vía, se verifico que el espesor de la carpeta asfáltica fuera de 10 cm como lo indica el diseño suministrado por la entidad contratante la Gobernación de Arauca.

| | | |
|---------------------------|---------|------|
| Concreto Asfáltico MDC-19 | h1 (cm) | 10.0 |
| Base Granular | h2 (cm) | 15.0 |
| Sub-Base Granular | h3 (cm) | 20.0 |
| Subdriante mejorado | h4 (cm) | 30.0 |

Figura 23. Diseño de la estructura del pavimento. Adaptado del documento suministros y consultorías (2017).

5. Informes Quincenales y Apoyo a los Diferentes Proyectos de la Empresa.

5.1. Informes quincenales.

Para el correcto desarrollo y control de las prácticas empresariales por parte del ingeniero director y la universidad el practicante presento oportunamente informes quincenales, donde se desglosaron día a día cada una de las actividades realizadas en la ejecución de las prácticas empresariales como auxiliar de ingeniero residente. Los informes quincenales se presentan en el apéndice G adjunto en el CD.

5.2. Apoyo en los proyectos desarrollados por la empresa.

Durante el desarrollo de las prácticas se prestó apoyo técnico y administrativo a diferentes proyectos ejecutados por la empresa.

5.2.1. Proyecto de apoyo número 1.

Se efectuó el apoyo al contrato de interventoría (Interventoría No 529, 2018), donde se realizaron visitas técnicas para realizar un control y supervisión de las actividades ejecutadas por el contratista de obra, en las visitas se realizó control de materiales mediante ensayos de densidad de campo, gradación por tamizado y lavado, equivalente de arena de suelos y agregados finos, y ensayo normal de compactación, para la realización de estos ensayos se superviso la toma de muestras in situ y se realizó un informe de interpretación y análisis de resultados ubicado en el apéndice F y en el apéndice H el contrato de interventoría 529 de 2018 adjuntos en el CD.



Figura 24. Visita técnica.

Se tomo una muestra representativa para la realización de ensayos de laboratorio, se realizo la toma de temperatura en obra antes de extender el asfalto.



Figura 25. Toma de muestras.

5.2.2. Proyecto de apoyo número 2.

Durante las practicas se prestó apoyo al contrato de interventoría (interventoria No 683, 2018), a la adecuación de la casa de la cultura miguel Matus Caile del municipio de Arauquita, departamento de Arauca, en este apoyo se realizaron visitas técnicas de obra en la cuales se tomaron medidas de actividades ejecutadas y acompañamiento durante el desarrollo dichas actividades. En el apéndice I se anexa el contrato de interventoría No 683 de 2018 el cual se encuentra dentro de CD.



Figura 26. Medición de cantidades.

5.2.3. Proyecto de apoyo numero 3

En el desarrollo de las prácticas se efectuó apoyo a la parte técnica de los proyectos y a la parte administrativa llevando a cabo procesos de liquidación tales como la interventoría técnica, administrativa, financiera y ambiental al proyecto construcción de puente hamaca en el sector “Botalón – Puerto Nidia” del departamento de Arauca, se desarrollaron diferentes informes y

procesos para su liquidación final, este procesos permitió lograr un afianzamiento más completo de todos los procesos que contiene la ejecución de contratos. El contrato de interventoría se encuentra No 587 de 2017 en el apéndice J, este se ubica en el CD.

5.2.4. Proyecto de apoyo número 4.

Se prestó apoyo en el proceso de liquidación de la interventoría técnica, administrativa, financiera y ambiental al proyecto construcción de puente hamaca sobre el Rio Tigre, sector Bruselas del departamento de Arauca, en esta liquidación se elaboraron informes y diferentes procesos que se deben realizar para la liquidación final de un contrato. El contrato de interventoría 584 de 2017 de ubica en el apéndice K el cual está en el CD.

6. diseños de pavimento.

Con el objetivo de dar una mayor profundidad a las prácticas ejecutadas se realiza el diseño de la estructura de un pavimento por el método de INVIAS para el proyecto de apoyo numero 1 el cual tiene por objeto “interventoría técnica, administrativa, financiera y ambiental al mejoramiento de la Vía Cañal Piscina con Olas – Manhattan, municipio de Arauca, departamento de Arauca”, se realizó el diseño del tramo que va del K3+720 al K4+924, para la mejoramiento de este tramo inicialmente se contempló aplicar sobre la carpeta existente una nueva carpeta asfáltica de 10 cm, después de una nueva revisión por parte del equipo del contratista de obra y de la interventoría externa se concluye que dicho mejoramiento debe ser modificado ya que la carpeta existente presenta diferentes tipos de fallas tales como piel de cocodrilo, grietas de borde, ahuellamiento en el asfalto, desintegración de la superficie, también se evidenciaron problemas de manejo de aguas en este tramo había estancamiento de aguas lluvias en la estructura de la vía y en sus costados, después de esta revisión junto con la interventoría decide realizar un nuevo diseño para la estructura de este tramo, lo cual da la oportunidad al practicante de poder comparar su diseño con el nuevo diseño que será entregado por el contratista de obra y avalado por la interventoría externa.

6.1. Datos iniciales

Para la elaboración del diseño de pavimento se toman los datos necesarios para realizar este diseño los cuales fueron suministrados por la entidad contratante la Gobernación de Arauca. En el apéndice L dentro del CD se encuentra el estudio y diseño de la estructura del pavimento (SECOP, 2018).

Tabla 10 .***Datos iniciales***

| DATOS INICIALES | |
|-----------------------------------|--------|
| Categoría de la vía | 3 |
| Número total de carriles | 1 |
| Distribución direccional (Fd) | 50 |
| Factor carril (Fcd) | 0,5 |
| Nivel de confianza (%) | 95 |
| EE de 8,2 ton (N) | 682635 |
| Desviación estándar total (So) | 0,45 |
| Temperatura promedio anual (°c) | 28 |
| Precipitación promedio anual (mm) | 1600 |
| Periodo de diseño (años) | 10 |
| Tasa de crecimiento (%) | 2 |
| Ancho de calzada (m) | 7 |
| Confiabilidad (%) | 75 |

Nota*: Datos necesarios para realizar este diseño los cuales fueron suministrados por la Gobernación de Arauca entidad contratante. Suministros y consultorías; 2017.

6.2. Obtención de datos y Procedimientos.

Por medio de la tabla de valores del parámetro Zr y tomando el valor de confiabilidad suministrado de un 75% el cual se ubica en la parte izquierda de la tabla y se obtiene un valor de Zr igual a 0.674.

| Confiabilidad | Zr |
|---------------|-------|
| 70% | 0.524 |
| 75% | 0.674 |
| 80% | 0.842 |
| 85% | 1.036 |
| 90% | 1.282 |
| 95% | 1.645 |
| 96% | 1.751 |
| 97% | 1.881 |
| 98% | 2.055 |
| 99% | 2.328 |

Figura 27. Valores del parámetro Zr. INVIAS, (2007).

Una vez obtenido el Zr se calculó el N' mediante la siguiente formula:

$$N' = 10^{0,05 * Zr} * N$$

Reemplazando el valor de Zr y N en la anterior formula obtenemos un valor de N' igual a 737714,89 EE de 8,2 ton, con este valor nos dirigimos a la tabla de rangos de tránsito contemplados en el método de diseño, nuestro valor es inferior a los rangos contemplados en esta tabla, por tal tomamos el rango al que se acerque más nuestro valor el cual es $0.5-1*10^6$ lo cual no una designación de tránsito T1.

| Designación | Rangos de tránsito acumulado por carril de diseño |
|-------------|---|
| T1 | 0.5 - 1 • 10 ⁶ |
| T2 | 1 - 2 • 10 ⁶ |
| T3 | 2 - 4 • 10 ⁶ |
| T4 | 4 - 6 • 10 ⁶ |
| T5 | 6 - 10 • 10 ⁶ |
| T6 | 10 - 15 • 10 ⁶ |
| T7 | 15 - 20 • 10 ⁶ |
| T8 | 20 - 30 • 10 ⁶ |
| T9 | 30 - 40 • 10 ⁶ |

Figura. 28. Rangos de tránsito. Montejo (2002)

Con las condiciones climáticas suministradas por la entidad contratante nos dirigimos a la tabla de regiones climáticas según la temperatura y precipitación, buscamos el rango en el cual está la temperatura de 28° Celsius y precipitación promedio anual de 1.600 mm, y al lado izquierdo de la tabla encontramos el número de región climática el cual nos indica en este caso un R3.

| No. | Región | Temperatura TMAP (°C) | Precipitación media anual (mm) |
|-----|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| R1 | Fría seca y fría semihúmeda | < 13 | < 2000 |
| R2 | Templado seco y templado semihúmedo | 13 - 20 | < 2000 |
| R3 | Cálido seco y cálido semihúmedo | 20 - 30 | < 2000 |
| R4 | Templado húmedo | 13 - 20 | 2000 - 4000 |
| R5 | Cálido húmedo | 20 - 30 | 2000 - 4000 |
| R6 | Cálido muy húmedo | 20 - 30 | > 4000 |

Figura 29. Regiones climáticas Montejo (2002)

Para obtener el módulo resiliente se usó la siguiente formula

$$MR = 100 * CBR$$

Con la cual se obtuvo un valor de 360 kg/cm^2 para el módulo resiliente, con este valor vamos a la tabla de entornos de la resistencia ubicamos este valor y en la parte izquierda encontramos la categoría que para este caso es una S1.

| Categoría | Intervalo módulo resiliente (E) kg/cm^2 | Intervalo C.B.R. % | Descripción |
|-----------|--|---------------------------|---|
| S1 | 300 - 500 | $3 \leq \text{CBR} < 5$ | Categoría que comprende los suelos que por condiciones topográficas y drenaje natural, se encuentran con elevados contenidos de humedad. |
| S2 | 500 - 700 | $5 \leq \text{CBR} < 7$ | En esta categoría están los grupos de los suelos conformados por cenizas volcánicas, abundantes en la zona andina con elevados contenidos de humedad. También los grupos de suelos sedimentarios areno-arcillosos con humedades naturales que proporcionan a los suelos consistencias entre bajas y medias. |
| S3 | 700 - 1000 | $7 \leq \text{CBR} < 10$ | En esta categoría se ubican los depósitos con altos contenidos de fragmentos de roca, ubicados en las zonas relativamente secas. |
| S4 | 1000 - 1500 | $10 \leq \text{CBR} < 15$ | Suelos areno-limosos ubicados en regiones cálidas húmedas. |
| S5 | > 1500 | $\text{CBR} \geq 15$ | En esa categoría están los suelos gruesos de origen ígneo, depósitos aluviales recientes, algunos depósitos de arenas eólicas. |

Figura 30. Entornos de la resistencia Montejo (2002)

6.3 Análisis de datos y diseño final.

De acuerdo al procedimiento anterior y a las tablas usadas se tienen los siguientes datos los cuales son los necesarios para determinar la estructura del pavimento:

Tabla 11 . Datos finales de diseño

| Datos finales de diseño | |
|----------------------------|----|
| Nivel de transito | T1 |
| Región climática | R3 |
| Entornos de la resistencia | S1 |

Nota: Datos calculados de acuerdo a las tablas relacionadas.

Para el obtener el nivel de tránsito se toma el número de ejes equivalentes calculado con la fórmula de N' , se ubica en la parte derecha de la tabla el rango en el que se encuentra el resultado, y en la columna izquierda se encuentra la designación del nivel de tránsito para el diseño del pavimento, para los datos de región climática y entornos de resistencia se usa cada una de las tablas correspondientes y de similar manera se hallan los datos.

Con la información de la tabla 11 se procede a realizar el análisis para obtener el diseño de la estructura mediante las cartas de diseño del libro de Alfonso Montejo Fonseca en las cuales primero nos ubicamos en la carta No 3 la cual tiene una región climática R3, luego ubicamos en la parte superior horizontal el entorno de la resistencia S1 y el nivel de transito T1 lo encontramos en la primera columna de la parte izquierda, con dicha combinación de fila y columna encontramos las siguientes opciones para la estructura:

Tabla 12. Opción número 1

| OPCION 1 DE DISEÑO | | |
|---------------------------|-------------|---------------------|
| CAPA | TIPO | ESPESOR (cm) |
| CA | MDC-2 | 10 |
| BG | BG-2 | 20 |
| SBG | SBG-1 | 35 |

Nota: Diseño opcional según carta número 3.

Tabla 13 . Opción número 2

| OPCION 2 DE DISEÑO | | |
|---------------------------|-------------|---------------------|
| CAPA | TIPO | ESPESOR (cm) |
| CA | MDC-2 | 7,5 |
| BEE | BEE-2 | 10 |
| BEE | BEE-2 | 10 |
| SBG | SBG-1 | 35 |

Nota: Diseño opcional según carta número 3.

Tabla 14 . Opción número 3

| OPCION 2 DE DISEÑO | | |
|---------------------------|-------------|---------------------|
| CAPA | TIPO | ESPESOR (cm) |
| CA | MDC-2 | 7,5 |
| BEE | BEE-2 | 10 |
| BEE | BEE-2 | 10 |
| SBG | SBG-1 | 40 |

Nota: Diseño opcional según carta número 3.

De acuerdo con las opciones planteadas en la carta número 3, teniendo en cuenta las canteras existentes en el departamento, tomando como referencia la estructura diseñada para los demás tramos del contrato y a criterio propio recomiendo usar la opción 1 de diseño, la cual contempla una capa asfáltica MCD-2 con espesor de 10 cm, base granular BG-2 de 20 cm y subbase granular SBG-2 de 35 cm, además recomiendo realizar una estabilización de 30 cm a la subrasante con arena (SECOP, 2018).

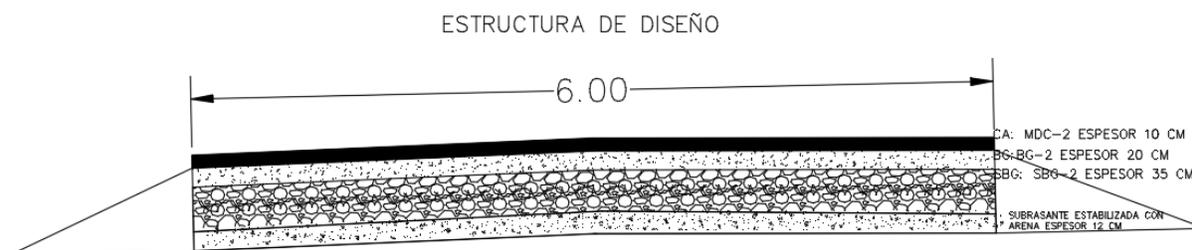


Figura 33. Estructura de diseño SECOP I. (2018)

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1. Conclusiones

Del estudio de la documentación relacionada con un contrato de obra logre tener un pleno conocimiento de los parámetros de la obra, poder vigilar todos los aspectos como interventoría como interventoría y desarrollo de la obra a través del tiempo.

El análisis de rendimiento de la maquinaria y de los avances de obra arrojó como resultado que los rendimientos de la maquinaria no son los esperados, esto es debido a las condiciones en las que se encuentra el terreno y a las diferentes fallas que presenta la maquinaria, de acuerdo al análisis de avance de obra el contratista presenta un atraso de 37,34 %, el atraso se debe a que se consumieron dos meses y medio en reparación de la maquinaria en los que no se realizó mantenimiento a las vías terciarias, también se presenta bajo rendimiento debido a las condiciones del terreno debido a las precipitaciones presentadas durante la ejecución del contrato.

Con el control de calidad de las actividades mediante ensayos de laboratorio logre corroborar que las propiedades de los materiales usados en obra son las indicadas según la norma que lo rige, con esto se pudo garantizar la calidad de cada una de las actividades ejecutadas por el contratista de obra.

En el apoyo a los diferentes proyectos se afianzó conocimientos como temas administrativos que se llevan a cabo en la contratación con el estado, también conocimientos de diferentes tipos de obras tales como construcción de puentes, vías en pavimento flexible y edificaciones.

El diseño de pavimento realizado permitió afianzar conocimientos de diseño de mezclas asfálticas.

Los informes quincenales cumplen con el objetivo de mantener informada a la universidad del desarrollo de las practicas, son de gran ayuda para la realización del informe final de las prácticas.

7.2. Recomendaciones

El mantenimiento de las vías terciarias es de suma importancia para que permanezcan en condiciones óptimas de transitabilidad, aportando al desarrollo de la población rural permitiéndoles tener una mejor calidad de vida, gracias a estas vías tendrán acceso a servicios de salud y educación de una forma más fácil, también beneficia la parte económica facilitando poner en el mercado sus productos agrícolas y ganaderos.

El papel que juega la población en el desarrollo de los contratos es muy importante, estos se encargan de plantear sus mayores necesidades estas se buscan solucionar mediante la ejecución de dichos contratos, también se encargan de efectuar un control y vigilancia para cumplir con el objeto de los proyectos.

Realizar prácticas empresariales garantiza una obtención de experiencia profesional real, dando al practicante herramientas para desenvolverse en campo como un ingeniero civil capaz de analizar y solucionar problemas generados en las diferentes obras civiles.

Referencias Bibliográficas

Interventoría No 529. (2018). *Detalle del proceso No CM-08-08-2018*. Recuperado el 2019, de <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=18-15-8597352>

interventoria No 683. (2018). *Contrato de interventoría Detalle del Proceso Número: SM-06-02-2018*. Recuperado el 2019, de <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=18-13-8750220>

INVIAS. (2014). *Manual de diseños de pavimentos asfálticos*. Recuperado el 2019, de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/987-manual-de-diseno-de-pavimentos-asfalticos-para-vias-con-bajos-volumenes-de-transito>

SECOP. (2018). *Detalle del Proceso Número: LI-08-11-2018*. Recuperado el 2019, de <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=18-21-6118>

SECOP. (2019). *Estudios previos*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2019, de <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=18-21-7054>