PASANTÍA AUXILIAR DE INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES EN IDEXUD, INSTITUTO DE EXTENSIÓN UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

SEBASTIÁN RODRÍGUEZ ARIZA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES CIVILES
BOGOTÁ D.C.
2016

PASANTÍA AUXILIAR DE INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES EN IDEXUD, INSTITUTO DE EXTENSIÓN UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

SEBASTIÁN RODRÍGUEZ ARIZA
Código: 20122079107

Proyecto de grado en la modalidad de pasantía para optar por el título de Tecnólogo en construcciones civiles.

Tutor
Ing. Carlos Pastran Beltrán

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES CIVILES
BOGOTÁ D.C.
2016

Nota de aceptación:

_____
_____
_____
_____

_____

Firma del Jurado

_____

Firma del Jurado

AGRADECIMIENTOS

Durante el desarrollo de las pasantías tuve el apoyo de muchos profesionales, pero quiero agradecer.

Al ingeniero Carlos Pastran Beltrán, quien fue mi tutor, el cual me brindo y apoyo durante el desarrollo de mis actividades como pasante.

Al ingeniero Armando Caicedo, quien fue mi tutor en la empresa, por su disposición al momento de resolver las inquietudes generadas durante las pasantías.

A todos los profesionales que conformaron el grupo 2 de Interventoría del IDEXUD que contribuyeron en la formación profesional

A todos los docentes de la Universidad Distrital, quienes contribuyeron en la formación profesional.

DEDICATORIA

Le doy gracias a Dios por darme la vida, salud y valor para salir adelante en los momentos más difíciles de mi vida, a mi familia que con esfuerzo y dedicación lograron que llegara este momento tan importante para mí, y me enseñaron que hay que seguir adelante y seguir luchando por aquellos sueños que aun no se han cumplido, y que seguirán siendo un reto que muy seguramente estarán llenos de dificultades, dificultades que se deberán afrontar con esfuerzo y dedicación, a todos mis amigos que de una u otra forma me apoyaron y confiaron en mí. Y por ultimo a mi mamá y a mi papá que con su apoyo incondicional, consejos, amor y paciencia me han acompañado en mi formación personal y profesional.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 8
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 9
3. JUSTIFICACIÓN 10
4. OBJETIVOS 11
   4.1 OBJETIVOS GENERAL 11
   4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 11
5. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA 12
6. CAPITULO I. DISEÑO PAVIMENTO FLEXIBLE 15
   6.2 Caracterización del suelo estabilizado 22
7. CAPITULO II: Proceso constructivo Estructura de Pavimento Flexible. 30
   7.1 CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE 30
      7.1.1 Sub-rasante 30
      7.1.2 Capas granulares 32
      7.1.3 Capa de rodadura 35
   7.2 BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO 36
      6.2.1 **Etapas de la ejecución** 38
8. CAPITULO III: BENEFICIOS DEL MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO CON CEMENTO 40
9. APORTES DEL PASANTE 42
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 43
11. BIBLIOGRAFÍA 44
12. ANEXOS 46

Índice de figuras

Fig. 1. Organigrama de IDEXUD
Fig.2 Localización de CIV'S
Figura 3. Diseño estructura pavimento flexible Cra 88b
Figura 4. Alternativa de diseño con base estabilizada
Figura 5. Variación densidades de material.
Figura 6. Índice plasticidad Base natural Vs base estabilizada.
Figura 7. Análisis curva granulométrica dentro de los limites establecidos por el INVIAS 2013

Índice de Tablas

Tabla 1. Categorías de Transito
Tabla 2. Correspondencia entre clases de capas granulares, el tipo de pavimento y las categorías de transito
Tabla 3. Requisitos del material para la construcción de base estabilizada con cemento
Tabla 4. Requisititos granulométricos para la construcción de base estabilizada con cemento
Tabla 5. Ventajas de utilizar base estabilizada con cemento
Tabla 6. Datos de ensayo toma de densidades obtenidos en campo.
Tabla 7. Índices y límites de plasticidad
Tabla 8. Valores IP
Tabla 9. Limites granulométricos para bases estabilizadas con cemento INVIAS 2013.
Tabla 10. Granulometría del material estabilizado, datos de laboratorio

1. INTRODUCCIÓN

En el transcurso de una obra es muy importante la presencia de personal técnico que supervise las actividades desarrolladas por el contratista ayudando a tomar decisiones de ingeniería que procuren un avance ágil, eficiente y seguro de la obra.

En el presente informe se presentaran los aportes hechos hacia IDEXUD, instituto de extensión de la universidad distrital y viceversa, en la supervisión y seguimiento de los procesos de interventoría técnica realizados por el pasante en CIV'S comprendidos en el convenio interadministrativo no 119 de 2015 suscrito entre el fondo de desarrollo local de Kennedy y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Además de exponer las principales ventajas de utilizar capas de base granular estabilizadas por cemento en mezcla seco, demostrando como ayudan al aumento y mejoramiento de las propiedades de las estructuras viales y como la mezcla de cemento portland I con material granular reduce los plazos de ejecución dado que la estabilización se realiza con equipos de alto rendimiento y que se disminuye el espesor total de la estructura economizando precios y tiempos de la ejecución del proyecto.

El pasante tendrá como principal actividad servir de apoyo a los diferentes profesionales encargados de dichos procesos ingenieriles, con el fin de apoyar y controlar la llegada de material, así evaluar su calidad y cantidad, además de complementar su conocimiento durante la pasantía, centrando su formación en proyectos ingenieriles

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los costos que generan las obras civiles sobre la malla vial, son demasiados grandes, es por eso que siempre se busca economizar algunos costos pero manteniendo y aumentando la calidad de la malla vial que fue intervenida. Esto se logra con responsabilidad y entrega en las actividades de procesos constructivos, además, de la correcta utilización de los materiales. La implementación de diseños alternativos donde se utilicen capas de material granular estabilizado y mejorado con aditivos como el cemento, ¿pueden llegar a disminuir estos costos?, ¿Se mejorara la estructura del pavimento flexible, aumentando las propiedades físicas y mecánicas de sus componentes con la utilización de material estabilizado?

3. JUSTIFICACIÓN

Con el fin de encontrar materiales alternativos que cumplan y satisfagan las especificaciones de la estructura de pavimento flexible, se estudia las propiedades físicas- mecánicas de un material estabilizado con cemento, que aumenta dichas propiedades y disminuye costos (si se utiliza el material granular ya existente), este material permite el correcto desarrollo del proyecto.

Se deberá analizar el comportamiento del material, sometido a ensayos donde se den a conocer sus propiedades fiscas mecánicas, ambientales para determinar si esta alternativa es viable para un proyecto vial

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVOS GENERAL

Analizar las ventajas y desventajas de la utilización de suelo cemento.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir el proceso constructivo de la estructura pavimento flexible con suelo cemento.

- Analizar los ensayos utilizados en la propuesta de diseño de pavimento flexible con suelo cemento: ensayos de granulometría, CBR, contenido de materia orgánica y humedad, limites de Atterberg, proctor modificado in-situ del material.

- Caracterización de las propiedades físico - mecánicas del suelo estabilizado.

5. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Nombre de la Empresa: IDEXUD (Instituto de Extensión y Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano)
Dirección: Av. Calle 40 a # 13 - 09 Piso 5
NIT UD: 899 999 230-7

Descripción general de la empresa
Tiene como finalidad coordinar los esfuerzos de vinculación de la Universidad con diferentes sectores, especialmente el público, en el aspecto de Extensión. Por medio de este instituto se firman convenios interadministrativos, como lo es el convenio interadministrativo no 119 de 2015 suscrito entre el fondo de desarrollo local de Kennedy y la universidad distrital francisco José de caldas, en el cual se definen procesos de interventoría técnica, mantenimiento, rehabilitación a la malla vial en la localidad de Kennedy, en el cual se llevo a cabo la pasantía como auxiliar de interventoría.

Portafolio:

- Interventoría
- Capacitación
- Asistencia técnica y tecnológica
- Proyectos Especiales
- Consultorías.

Misión
El Instituto de Extensión de la Universidad Distrital articula el conocimiento académico, técnico, científico e investigativo para el bienestar de la sociedad y la comunidad académica en general, a través de proyectos interinstitucionales y programas de educación para el trabajo y el desarrollo humano.

Visión
El Instituto de Extensión de la Universidad Distrital se proyecta como eje fundamental hacia los diferentes sectores de la sociedad, a través de la difusión del conocimiento, de la academia y de la investigación, de modo que contribuya a la transformación social.

Organigrama de la Empresa

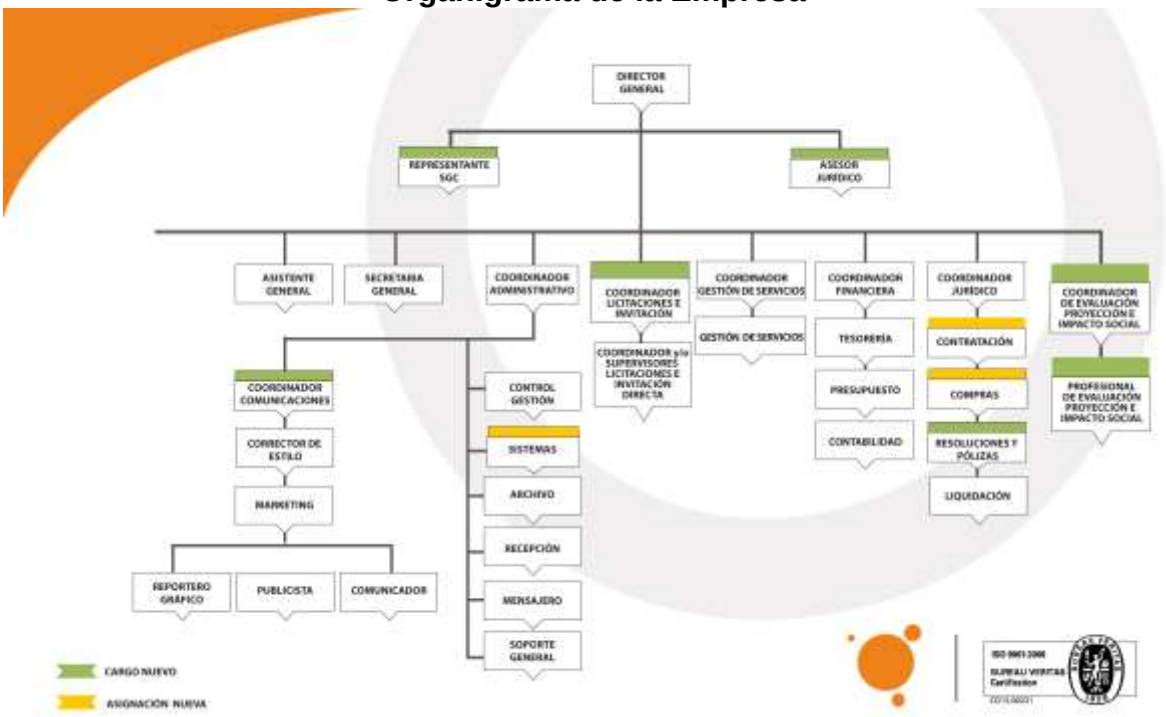


Fig. 1. Organigrama de IDEXUD

Fuente: IDEXUD

El equipo de interventoría al cual el pasante presto sus servicios de auxiliar de interventoría, fue el grupo 2, el cual esta conformado por:

- Director de Obra: Ingeniero Carlos Pastran Beltrán
- Coordinador de Obra : Ingeniero Miguel Pérez
- Ingeniero Residente 1: Armando Caicedo
- Ingeniero Residente 2: Orlando Jiménez
- Ingeniera Topógrafa: Janet Quintero.
- Residente Social: Viviana Carolina Abelló
- Residente Siso: Viviana Andrea Parra
- Residente Ambiental: Diego Alexander Pineda Rico.
- Inspector de Obra: Omar Yesid Tovar Duarte

DESARROLLO DE PASANTÍAS

En el siguiente capitulo se dará a conocer la ubicación de los distintos frentes de obra, donde se desempeñaron actividades (registro fotográfico, reuniones con la comunidad, supervisión de procesos constructivos) teniendo el cargo de auxiliar de interventoría.

Total horas realizadas: 222.
Fecha de inicio: 1 de julio de 2016.
Fecha de culminación: 19 de Agosto de 2016.
Tutor en la pasantía: Ing. Armando Caicedo
Tutor en la universidad: Ing. Carlos Pastran Beltrán

Información General de pasantías:
Los frentes de obra en los cuales se realizaron las actividades como pasante fueron:

1- Barrio Villa Hermosa- Calle 40c Sur entre Cra 87b Bis y Cra 88 Bis (235.2m – Color verde)
2- Barrio Villa Hermosa-Carrera 88b entre Calle 40S y Calle 40BS (115m – Color Azul)
3- Barrio Villa Hermosa-Carrera 88 Bis entre Calle 40b sur - Calle 41 sur (75m – Color Naranja)

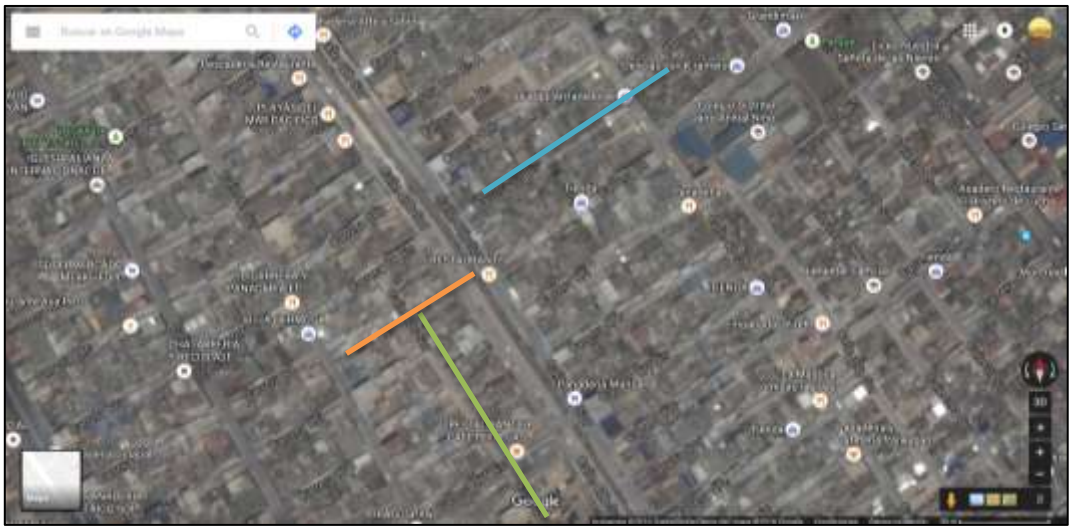


Fig.2 Localización de CIV'S 1

Fuente: Google Maps

6. CAPITULO I. DISEÑO PAVIMENTO FLEXIBLE

La estabilización de suelos es una técnica cuyo fin es modificar sus características mediante la incorporación de un conglomerante (normalmente cal y/o cemento) para permitir su aprovechamiento. Se trata de una técnica enfocada claramente a lograr una mayor sostenibilidad, a cuyas ventajas medioambientales y técnicas, se suman importantes beneficios económicos para el desarrollo del proyecto.

Para determinar si la alternativa de diseño con suelo cemento era la más viable para los tramos, se debe tener en cuenta una serie de estudios como el tipo de suelo que se encuentra presente, proyecciones de transito presente en la zona, capacidad de soporte que tendrá la estructura). Para ello se realizaron una serie de ensayos (Exploración del subsuelo, CBR, Limites de Atterberg, Proctor, estudios de transito) los cuales determinan si el diseño es viable en la zona.
Una vez establecidos los estudios se decidió usar la alternativa de pavimento flexible con una capa de suelo cemento debido a que se encontró en la exploración de subsuelo el tipo de suelo corresponde a un relleno con escombros, material orgánico, además, determina la utilización de cemento en la estructura, reside en la necesidad de tener materiales técnicamente adecuados con el fin de resistir las solicitaciones climáticas, del tráfico y cimientos que posee el sector.

- **Perfil estratigráfico**

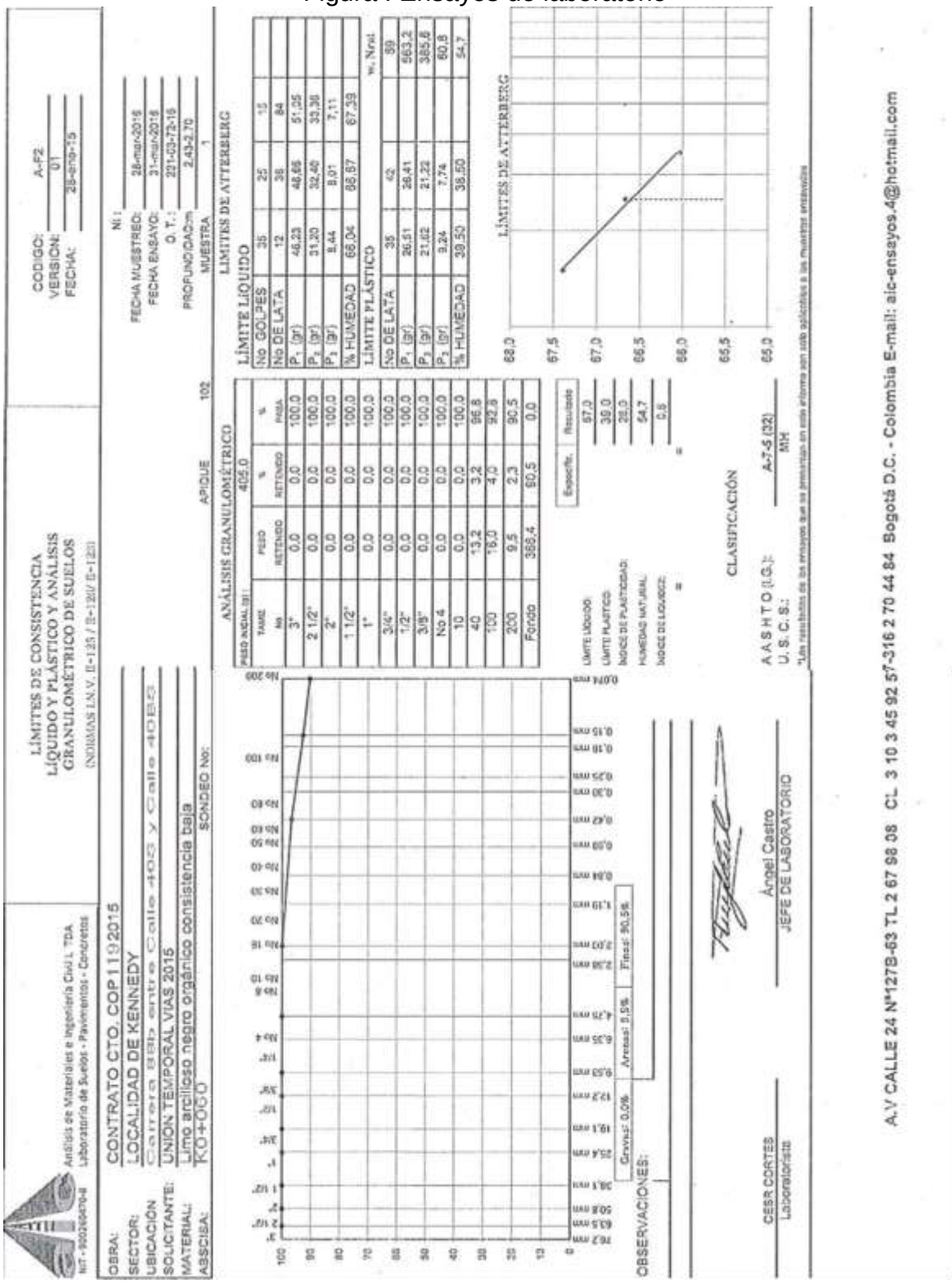
Con el fin de determinar el perfil estratigráfico y la capacidad de soporte del suelo de la subrasante, realizaron 1 apique en el tramo donde se proyecta la intervención. Con la realización de estos apiques se realizo la comparación de espesores de las capas existentes, gracias a esta exploración se tiene una clasificación de los materiales de la subrasante y granulares encontrados.
La profundidad a la cual se realizo el apique fue de 2.70m y el material encontrado es el siguiente:



Fuente: Diseño pavimento, Unión temporal vías Kennedy 2016. Convenio 119-2015.

Se encontró una capa con relleno contaminado de material de construcción y limos, además, de la presencia de materiales limo arcillosos.
Con los resultados de los ensayos se estableció el perfil estratigráfico y con base en el, se establecieron los ensayos requeridos para la adecuada caracterización de la subrasante encontrada.

Figura . Ensayos de laboratorio



Fuente: Diseño pavimento, Unión temporal vías Kennedy 2016. Convenio 119-2015

Tabla 5: Resultados ensayos clasificación de la subrasante

Apique No	Prof. Del Ensayo (m)	Clasif. AASTHO	Clasif. U.S.C.	Humedad %	LL (%)	LP (%)	IP (%)
102	2.43	A-7-5	MH	55	67	39	28

Fuente: Diseño pavimento, Unión temporal vías Kennedy 2016. Convenio 119-2015.

- **Estudio de transito**

Con el fin de saber con exactitud el trafico vehicular del segmento de la Carrera 88 Bis entre Calle 40b sur - Calle 41, llevaron a cabo un muestreo efectuado el miércoles 06 de Mayo entre las 6:00 am y las 18:00pm, los cuales fueron extrapolados por la empresa encargada de recolectar los datos y así obtener el TDP (Transito Promedio Diario).

*Se recolectan la cantidad de vehículos que pasan durante las 12 horas.
*Los vehículos que transitaron esas primeras 12 horas, equivalen al 80% de los vehículos que transitan en las 24 horas, para hallar el valor de los vehículos diarios, se aplica el factor de 1.20 para obtener el TDP.
*El transito generado por el desarrollo urbano después de haberse mejorado el pavimento de dicha vía durante toda la vida útil del pavimento, corresponde a un 20% del transito normal anteriormente calculado.
*Sumamos ese 20% de vehículos que transitaran en el sector una vez este arreglada la vía, a el TDP anteriormente calculado.
*Ese resultado es el siguiente:

HORA	AUTOS I	BUSES II	CAMIONES III C2P	CAMIONES V C2G	CAMIONES VI C3	CAMIONES VII MOTOS	CAMIONES VIII C5-6	Total VEH.
Total	111	10	42	7	9	0	0	179
PORCENTAJE	62	6	23	4	5	0	0	100

Fuente: Diseño pavimento, Unión temporal vías Kennedy 2016. Convenio 119-2015.

La empresa realizo la proyección del transito en el tramo durante 10 años, con una tasa de crecimiento de 3.0%, calculando la cantidad de ejes viales que transitaran por cada año durante su vida útil.

			Vehículos Comerciales					
AÑO	TPD	AUTOS	BUSES	C-2P	C-2G	C-3-4	C5	C6
		62%	6%	23%	4.0%	5.0%	0%	0%
2017	65335	40508	3920	15027	2613	3267	0	0
2018	67622	41925	4057	15553	2705	3381	0	0
2019	69988	43393	4199	16097	2800	3499	0	0
2020	72438	44912	4346	16661	2898	3622	0	0
2021	74973	46484	4498	17244	2999	3749	0	0
2022	77597	48110	4656	17847	3104	3880	0	0
2023	80313	49794	4819	18472	3213	4016	0	0
2024	83124	51537	4987	19119	3325	4156	0	0
2025	86034	53341	5162	19788	3441	4302	0	0
2026	89045	55208	5343	20480	3562	4452	0	0
TRANSITO ACUMULADO	766471	475212	45988	176288	30659	38324	0	0
FACTOR DAÑO			1	1	2.81	3.23	3.7	3.23
TOTAL NEE			45988	176288	86151	123785	0	0
TOTAL NEE * 10^6			0.0460	0.1763	0.0862	0.1238	0.0000	0.0000
NE * 10^6			0.4322					
NC* 10^6			0.2913					
FACTOR CAMION			1.4839					

5
INGENIERO JORGE ENRIQUE MARTINEZ
Especialista en Vías e Ingeniería de Transito
CALLE 53 A No 22 – 23 apto 201 Bogotá D.C Tel: 7022177 Celular 3103437285

Fuente: Diseño de pavimento, Unión temporal vías Kennedy 2016. Convenio 119-2015.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, se adopto como factor camión para el diseño de pavimento, 1,4939 y el número de ejes de $0.4322 * 10^6$.
Los resultados la exploración del subsuelo y los datos del transito, son la base para determinar la estructura de pavimento, el tramo corresponde a una vía local, cuyo diseño de pavimento se realizo bajo la normativa de AASHTO/93.

- **Capacidad de Soporte de Sub-rasante**

Con base en los ensayos de laboratorio anteriormente realizados, y siguiendo el manual de diseño de pavimentos asfalticos con bajos volúmenes de trafico del INVIAS; teniendo en cuenta que se encontró relleno de material de escombro constante y un suelo limo orgánico color negro, calcularon el CBR de diseño mediante la correlación de suelos donde existe presencia de plasticidad.

$$CBR = \frac{75}{1 + 0.728\ (w * IP)}$$

W= Humedad natural del terreno
IP= Índice de plasticidad

De acuerdo los resultados de ensayos anteriores y el calculo de a correlación anterior, se obtuvo un CBR de diseño de 1.0%, el cual indica que se debe realizar un mejoramiento de la subrasante con Rajón.

Tabla . Resultado CBR por correlación

Apiques No.	Índice de Plasticidad	Humedad natural	CBR (%)	CBR Diseño (%)
107	28.0	54.7	0.07	1.0

Fuente: Diseño de pavimento, Unión temporal vías Kennedy 2016. Convenio 119-2015.

Mediante el método de IVANOV se determino que los tramos tendrán un CBR combinado del 3.0%, es decir la capacidad de soporte que tendrá la sub-rasante con su respectivo mejoramiento (25.0 cm de Rajón + 5.0 cm de Material granular de mejoramiento).

Teniendo en cuenta el CBR combinado que tendrá la subrasante, se calculan los coeficientes estructurales de cada capa mediante el "Abaco para estimar el número estructural" de la ASSHTO/93, hallando el valor para cada capa.

TIPO DE MATERIAL	COEFICIENTE ESTRUCTURAL
Mezcla densa en caliente.	0.41
Base estabilizada con cemento	0.16
Base estabilizada con emulsión asfáltica	0.20
Base Granular Tipo B	0.14
Subbase granular tipo B	0.12
Carpeta Asfáltica existente	0,20

Tabla 11 Valores de los coeficientes Estructurales

MEMORIA DE CALCULO ALTERNATIVA 2

ESTRUCTURA CONSTRUCCION

ALTERNATIVA DE CONSTRUCCION PROPUESTA

$$LogN = Z_R S_o + 9.36\log(SN+1) - 0.20 + \frac{\log\left[\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32\log M_R - 8.07$$

PARAMETROS DE ANALISIS

CONFIABILIDAD	R =	80.0	%
ERROR ESTANDAR PREDICCION TRANSITO	So =	0.45	st
DESVIACION ESTANDAR NORMAL	ZR =	-0.842	1/st
PERDIDA DE SERVICIABILIDAD FINAL	ΔPSI =	2.0	psi
PERIODO DE ANALISIS ESTRUCTURAL	PD =	10.0	años
CBR DE DISEÑO	CBR =	3.00	%
MR MODULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE	MR	4070.49	PSI

ANALISIS ESTRUCTURAL PAVIMENTO REHABILITADO

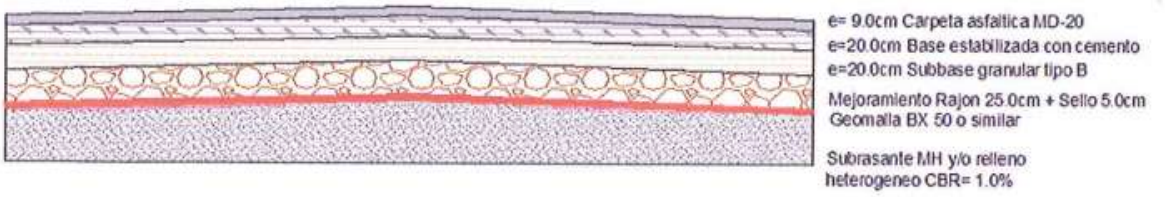
Espesor		TIPO DE CAPA	MODULO		a	m	SN
cm	pulg		Kg/cm2	PSI			
9.00	3.54	MD-20	29400	420000	0.41	1.00	1.45
20.00	7.87	BEC_B	42700	610000	0.16	0.90	1.13
20.00	7.87	SBG_B	1120	16000	0.12	0.90	0.85
30.00	11.81	Rajon + Sello	700	10000	Mejoramiento de subrasante		
GEOMALLA BX 50 O SIMILAR							
79.00		SR	284.94	4071		SNe =	3.44

RESULTADOS DEL ANALISIS ESTRUCTURAL

ESPESOR TOTAL DE PAVIMENTO REHABILITADO	Hreh =	0.79	m
OFERTA NUMERO ESTRUCTURAL	SNr =	3.44	m/m
OFERTA DE TRANSITO ESTRUCTURA	Nreh =	4.3E+05	8,2 ton
DEMANDA DE TRANSITO	Ndis =	4.3E+05	8,2 ton
CONCEPTO:	OK		

Una vez teniendo todos los datos para realizar los cálculos (Transito, tipo de vía, desviación estándar por transito, CBR de diseño, Modulo resilente de la subrasante) y establecer si el SN numero estructural de la estructura, el cual cumplía con los requerimientos de diseño del tramo, escogieron utilizar la estructura que contenía una capa de suelo cemento, con el fin de que esta capa disipe las cargas transmitidas por el transito, y evite daños en la base de la vía.

Figura 4. Alternativa de diseño con base estabilizada



Fuente: Alterativa de diseño. Unión temporal vías Kennedy 2016. Convenio 119-2015

6.2 Caracterización del suelo estabilizado

Para determinar si el suelo – cemento cumplirá con los diseños establecidos, se le deben realizar una serie de ensayos, donde se verifiquen las propiedades físicas y mecánicas, la resistencia a compresión simple, desgaste, plasticidad.
El suelo analizado según los resultados de laboratorio obtenidos indican que los suelos del sitio del proyecto clasifican según SUCS como ML: limos de mediana plasticidad color café claro con un contenido de arena fina del orden del 10%.

Los resultados del proctor estándar indican que se obtiene un suelo con una densidad promedio de 1805g/cm3 con una humedad óptima del 13.1% siendo que la humedad natural es de 10.4%, e debe humedecer para que se acerque a la humedad optima, aunque no existe problemas en la compactación.

Analizaron varias muestras con cantidades distintas de cemento, pero la que presentaba mayor estabilidad es la de utiliza de 2.5 bultos de /m3 de material compacto: el cemento teniendo una presencia del 7% en el peso del suelo, además tiene un valor de resistencia fue de 5 Kg/m2. El resultado del ensayo de CBR dio un valor del 4%

- **Toma densidad o masa unitaria del suelo – Cono de arena**

El ensayo se usa para determinar la densidad de los suelos compactados, utilizados rellenos viales y rellenos estructurales. Se usa con frecuencia, como base para la aceptación de suelos compactados a una densidad especificada o un porcentaje de densidad máxima determinada por los métodos de ensayo de cono de arena INV. E-161.

Se hicieron ensayos in-situ en tramos viales que poseían un diseño estructural con capa de suelo cemento. Una vez terminada de compactar la ultima capa granular mediante vibro compactador y con buena humectación, se realizo el ensayo de cono de arena el cual consiste en determinar, en el sitio, la densidad o la masa unitaria de los suelos con el equipo de cono de arena. Con el fin de determinar si el material puede soportar las cargas a las cuales será sometida y si dichos resultados cumplen con los diseños estipulados al inicio del proyecto.

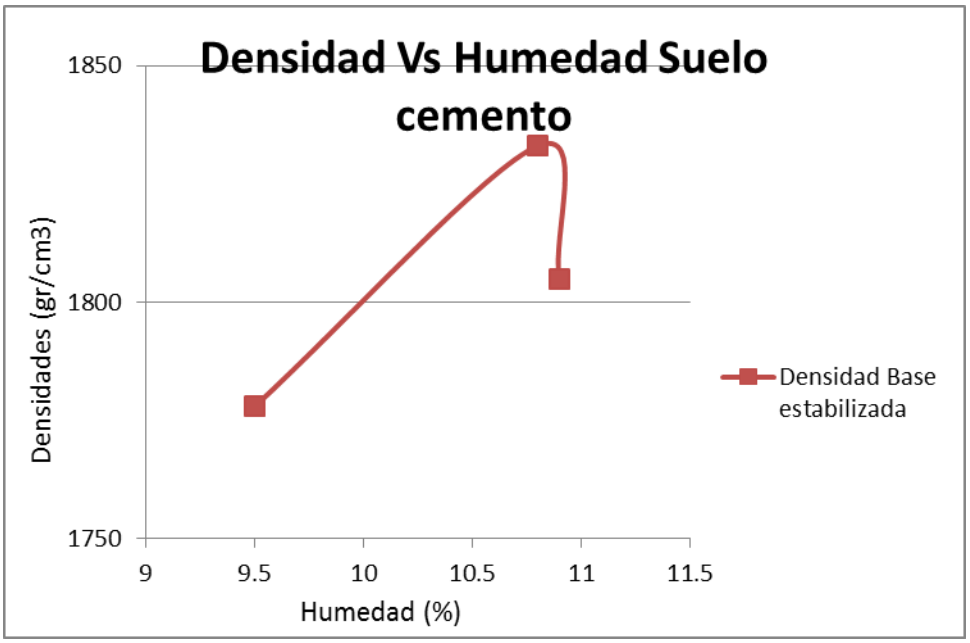
Tabla 6. Datos de ensayo toma de densidades obtenidos en campo.

	Densidad de Campo - Metodo del Cono y Arena INV E-161			
		Carrera 88 Bis entre Calle 40b sur y Calle 41 sur		
Densidad N°	-	1	2	3
Capa	-	Base	Base	Base
Profunidad	m			
Abscisa	-	K0+015	K0+055	K0+084
Margen	-	Derecha	Eje	Izquierda
Peso Frasco y arena inicial	gr	6670	6668	6659
Peso frasco y arena restante	gr	2812	2713	2614
Peso arena total usada	gr	3858	2457	4045
Constante del cono	gr	1636	1636	1636
Pero arena en el hueco	gr	2222	1821	2409
Densidad de la arena	$gr/[\![cm]\!]$^3	1356	1356	1356
Volumen del hueco	$[\![cm]\!]$^3	1638	1605	1776
Peso material extraido humedo	gr	3280	3260	3460
Humedad	%	10.9	10.8	9.5
Peso material extraido seco	%	2957	2942	3159
Densidad del material	$gr/[\![cm]\!]$^3	1805	1823	1778
Densidad max. Laboratorio	$gr/[\![cm]\!]$^3	1819	1819	1819
Humedad optima laboratorio	%	13.1	13.1	13.1
Compactación en el terreno	%	99.2	100.7	97.7
Compactación especificada	%			

Fuente: Tabla de Excel, reescribiendo los valores tomados en campo del ensayo hecho en campo cono de arena.



.Foto 9. Tabla de datos ensayo cono de arena echo en cambo
Fuente: Propia



Los valores del peso específico máximo varían entre un valor mínimo de 1778 gr/m3 hasta un valor máximo de 1833 gr/m3 mientras que la humedad óptima se encuentra en un rango que va desde 9,50% hasta 10,9%.
Se evidencio que el material cumple con soportar las cargas a las cuales fue diseñado, ya que la compactación representa valores entre el 95% y el 100%.

- **Limites de Atterberg**

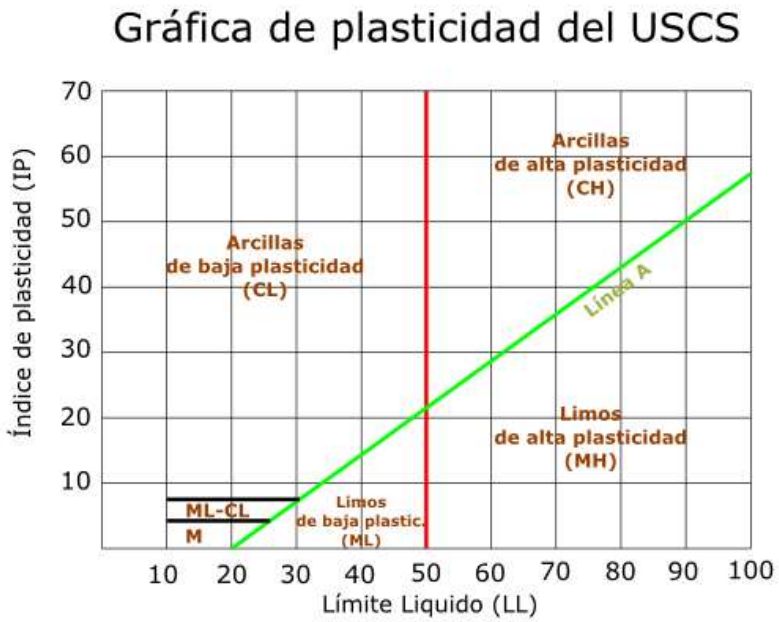
Para conocer el índice de plasticidad, se deben analizar muestras de material extraídas en obra, conocerlos valores del limite liquido (LL es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo-agua pasa a un estado líquido.) y su limite plástico (LP es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo-agua pasa a un estado plástico.) y limite de contracción, los cuales son obtenidos mediante el ensayo de limites plástico e índice de plasticidad de los suelos, cuyas especificaciones se encuentran en INV. E – 126 – 07, donde se realizan rollos del material extraído en obra para evidenciar su comportamiento físico cuando es sometido a varias fuerzas.

Tabla 7. Índices y límites de plasticidad

ÍNDICE	DEFINICIÓN	CORRELACIÓN
De Plasticidad	IP = LL - LP	Resistencia, compresibilidad, compactibilidad, etc.
De Liquidez	$IL = \frac{w_n - LP}{IP}$	Compresibilidad, resistencia del suelo y estado de esfuerzos.
De Contracción	IC = LP - LC	Potencial de contracción.
Actividad de las Arcillas	$A = \frac{IP}{Fraccion\ de\ Arcilla\ (\% < 2\mu m)}$	Potencial de expansión y otros.

Fuente: Límites de Atterberg. Blog

Para conocer las propiedades que tendrá la muestra se calculo el índice de plasticidad y el Limite liquido y se clasificara el suelo según la carta de plasticidad



Valores de limites de Atterberg

LL	49.4
LP	35.9
IP	13.5
Clasificación	ML

- **Granulometría**

Se analizara la granulometría de la muestra obtenida en obra, dentro de los limites establecidos por las especificaciones invias 2013 donde clasifican el tipo de gradación de la base estabilizada con cemento, basándose en su granulometría.

Tabla 9. Limites granulométricos para bases estabilizadas con cemento INVIAS 2013

FRANJAS GRANULOMÉTRICAS DEL MATERIAL GRANULOMÉTRICAS DEL MATERIAL ESTABLZIADO SEGÚN ARTICULO 350 INVIAS (Gradación A-50)		
DIAMETRO (mm)	**Limite Inferior % PASA**	**Limite Superior % PASA**
50	100	100
37.5	70	95
25	60	90
9.5	40	80
4.75	30	70
2	20	55
0.425	10	40
0.075	2	20

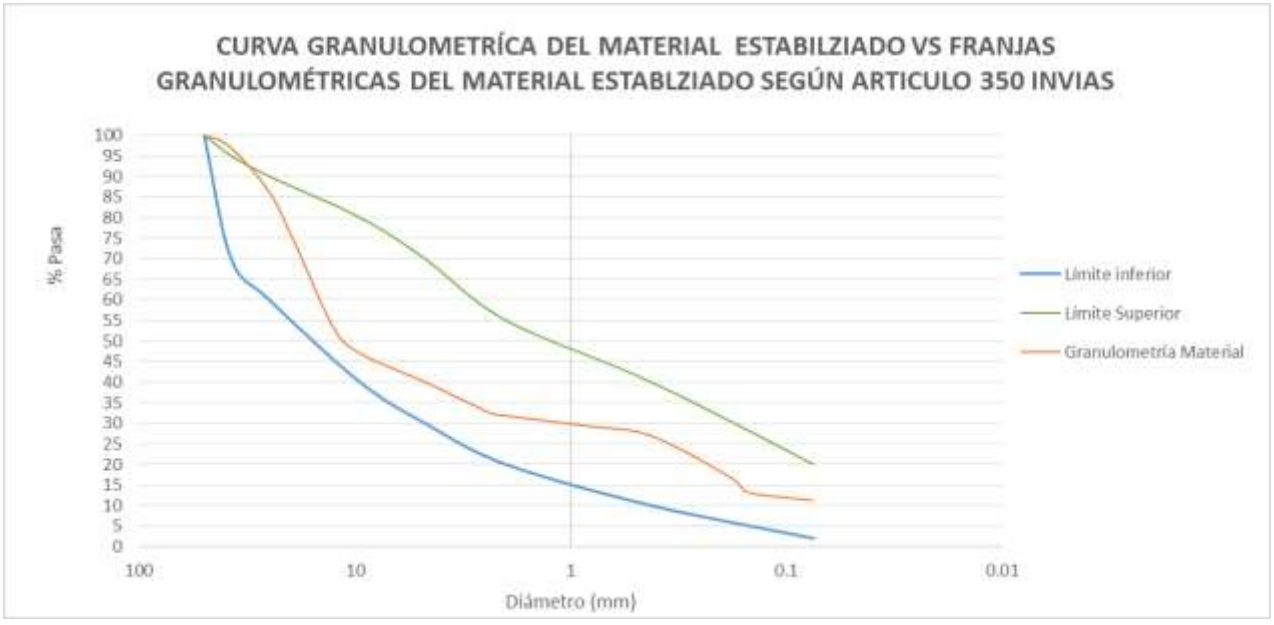
Fuente: Articulo 350-13 Especificaciones Invias 2013

Tabla 10. Granulometría del material estabilizado, datos de laboratorio

Granulometría del material estabilizado	
DIAMETRO	**% PASA**
50	100
38.1	97.22
25	86.29
19	73.76
12.5	52.91
9.5	47
4.75	39.99
2.36	32.51
2	31.8
0.85	29.34
0.425	26.92
0.18	16.65
0.15	13.17
0.075	11.2

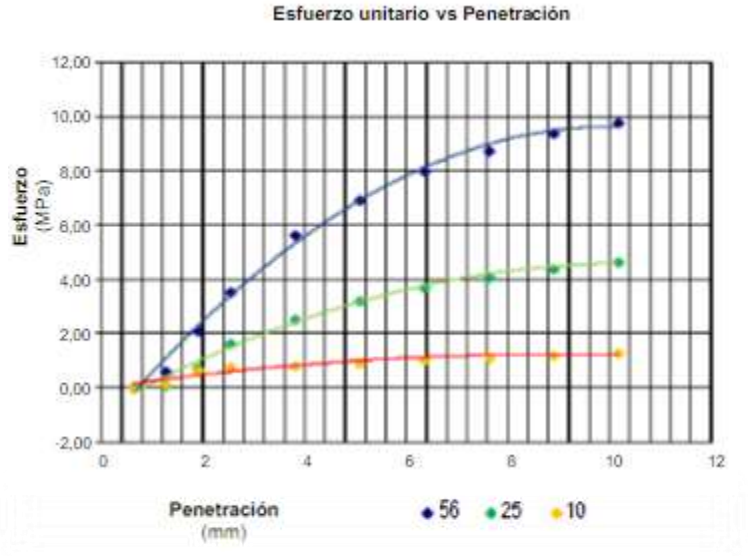
Fuente: Base de datos empresa contratista BOLT. S.A.

Figura 7. Análisis curva granulométrica dentro de los limites establecidos por el INVIAS 2013



- **Ensayo resistencia al corte**

Mediante el ensayo relación de soporte del suelo en el laboratorio (cbr de laboratorio) I.N.V. E – 148 – 07 se determina el índice de resistencia de los suelos denominado relación de soporte de California , que es muy conocido debido a su origen, como CBR, se utilizara material que pase por el tamiz ¾”.
Para verificar el CBR del suelo cemento del tramo,se utilizara suelo cuyos límites de sus densidades compactadas sean de 95% (o menos) a 100% (o mayor) de la máxima densidad seca, según los ensayos el CBR es de 4%



7. CAPITULO II: Proceso constructivo Estructura de Pavimento Flexible.

En este capitulo se darán a conocer las capas que conforman la estructura del pavimento flexible, como debe ser su correcto proceso constructivo

Figura 3. Diseño estructura pavimento flexible Cra 88b

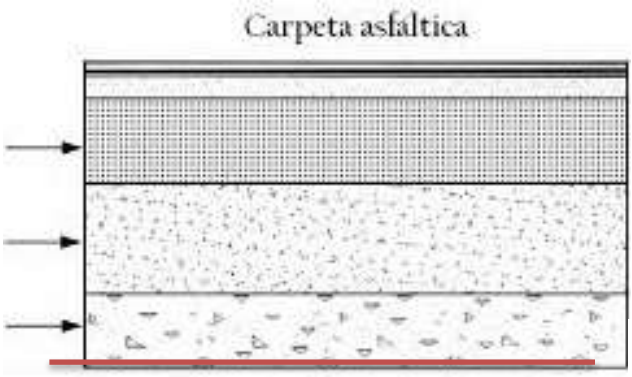
Carpeta asfáltica MD-20 e= 9.0 cm

Base granular tipo C e: 18.0cm

Subbase granular tipo C e: 20.0cm

Mejoramiento Rajón 25.cm + sello 5.0 cm

Sub rasante CL y Relleno existente CBR= 1.0%



Geomalla BX-50 o similar

Fuente: Alterativa de diseño. Unión temporal vías Kennedy 2016. Convenio 119-2015

7.1 CAPAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Para la construcción, instalación de las capas que componen estructura de la vía se debía seguir las especificaciones del Instituto de Desarrollo Urbano ET-2011, donde se dan las especificaciones de la estructura del pavimento flexible además de las especificaciones cada una de las capas, las cuales son:

7.1.1 Sub-rasante

Es el suelo de cimentación del pavimento, pudiendo ser suelo natural, debidamente perfilado y compactado; o material de préstamo, cuando el suelo natural es deficiente o por requerimiento del diseño geométrico de la vía a proyectar. Los materiales que pueden ser empleados como subrasante serán de preferencia materiales de tipo granular.

- **Mejoramiento Subrasante**

Debido a que el suelo natural, contiene residuos de material orgánico o de construcción, o presenta suelo arcilloso, limos se debe realizar un mejoramiento que contrarreste las adversidades que presente la cimentación, ese mejoramiento esta compuesto por:

- **Geomalla Biaxial:**

  Las Geomallas Biaxiales son estructuras bidimensionales fabricadas de polipropileno, químicamente inertes y con características uniformes y homogéneas. Producidas mediante un proceso de extrusión y estiramiento longitudinal y transversalmente. Se colocan sobre la subrasante y sirve como base para la estructura de la vía, su aplicación en carreteras tiene impactos positivos en lo económico, reduciendo volúmenes de movimiento de tierras; en lo técnico, incrementando la vida útil de los pavimentos; en lo ambiental, reduciendo el impacto de la emisión de carbono en las actividades de construcción realizadas con esta tecnología.

- **Rajón**

  Es material pétreo, de buena resistencia de treinta centímetros (30 cm.), al cual se le debe colocar posteriormente un material de sello, que reúna las características de una subbase granular, con el fin de llenar los vacíos ínter granulares y lograr de esta manera un grado de compactación, lo cual en este caso, por los tamaños de partículas utilizados, se refiere, en la práctica, más bien a la acomodación del material.
  El rajón se colocará directamente en la excavación, evitando su vertido desde alturas mayores a dos metros (2,0 m), con el fin de reducir su segregación. Deberá extenderse con procedimientos manuales o con equipos livianos. Se podrá compactar con pasadas de mini cargador retroexcavadora, de manera que las puntas del rajón penetren parcialmente en el terreno natural.



Foto 1. Capa de geotextil + capa de rajón
Fuente: Propia



Foto 2. Geomalla+Capa de Rajón+ Capa Mejoramiento
Fuente: Propia

7.1.2 Capas granulares

El uso de los tipos de material granular (Base o Subbase) y clases (A, B o C) de capas granulares en proyecto se deberán especificar en los documentos según estudios realizados al inicio y durante de las actividades del proyecto, en función de la importancia de la vía, del nivel de tránsito, del tipo de pavimento y de la posición de la capa dentro de la estructura del pavimento. Las vías en las que se realizaron las pasantías eran vías secundarias que comunicaban barrios de la localidad de Kennedy.

Siendo las vías pertenecientes al barrio de Patio Bonito en la localidad de Kennedy que fueron intervenidas dentro el del convenio 119 – 2015 se clasificaron según estudios impuestos por el IDU. Donde el trafico vehicular esta dentro de la categoría T0 Y T1, según los estudios anteriormente realizados por los contratistas y personal técnico del grupo de interventoría.

Tabla 1. Categorías de Transito

Categoria de transito	Nivel de Tránsito	
	Criterio 1 VPDo	Criterio 2
		NAEE_80, millones
T0	VPDo < 20	NAEE_80 < 0.2
T1	20 ≤ VPDo < 50	0.2≤NAEE_80 < 0.5
T2	50 ≤ VPDo < 150	0.5 ≤ NAEE_80 < 1.5
T3	150 ≤ VPDo < 300	1.5 ≤ NAEE_80 < 3.0
T4	300≤ VPDo < 750	3.0 ≤ NAEE_80 < 7.5
T5	VPDo ≥ 750	NAEE_80 ≥ 7.5

VPDo: número de vehículos pesados por día en el carril de diseño, durante el primer año de servicio de las obras, donde vehículos pesados son buses y camiones con peso de 3.5 toneladas o más.

NAEE_80: número acumulado de ejes equivalentes de 80kN en el período de diseño, en el carril de diseño.

Fuente: Especificaciones IDU ET – 2005, SECCIÓN 107 - 05

Teniendo en cuenta la clasificación de las vías según las categorías de transito donde el pasante realizo sus actividades, se sabrá que tipo de material granular esta permitido extender en los tramos, teniendo en cuenta los diseños y especificaciones que rigen el proceso constructivo de cada tramo.

En los casos de los tres tramos viales a los cuales se les hizo un seguimiento durante las pasantías, utilizaron capas granulares Tipo C; Base granular Tipo C y Sub base granular Tipo C.

Tabla 2.

Correspondencia entre clases de capas granulares, el tipo de pavimento y las categorías de tránsito

Tipo de Capa	Categorías de Tránsito			
	T0 – T1	T2 – T3	T4 – T5	PEATONAL (1)
Pavimento Asfáltico				
Base Granular	BG_C	BG_B	BG_A	
Subbase Granular	SBG_C	SBG_B	SBG_A	
Pavimento de Losas de Concreto de Cemento Pórtland				
Base Granular	BG_B	BG_A	NA	
Subbase Granular	SBG_C	SBG_B	SBG_A	
Andenes y Estructuras peatonales				
Base Granular				NA
Subbase Granular				SBG PEA

Fuente: CAPAS GRANULARES DE BASE Y SUBBASE. Especificaciones IDU, SECCIÓN 400-11

- **Subbase**

  Es la capa que está apoyada sobre el mejoramiento de la subrasante, compuesta por materiales granulares de buena gradación. Deberá ser nivelada y compactada entre el 95% y 100% de su máxima densidad seca valores obtenidos mediante el ensayo proctor estándar.
  El empleo de una subbase implica mejorar la capacidad de soporte de suelo que se traduce en una reducción del espesor de carpeta de rodadura. Sin embargo, el impacto no es significativo.
  "Se definen tres capas granulares para subbase, que se denominan Clase A (SBG_A), Clase B (SBG_B) y Clase C (SBG_C) clasificadas según en las categorías de transito en que se encuentren"[1].

- **Base granular**
  Es la capa que se encuentra bajo la capa de rodadura de un pavimento asfáltico y la Sub Base. Debido a su proximidad con la superficie, posee alta resistencia a la deformación, para soportar las altas presiones que recibe. Se construye con materiales granulares procesados o estabilizados y, eventualmente, con algunos materiales marginales. Se utiliza para la conformación de las estructuras de pavimentos

- **Bases estabilizadas con cemento**
  Las bases estabilizadas permiten el empleo de materiales locales y reciclados, teniendo como ventajas: subbases menos erosionables, reducción de esfuerzos de tensiones y de flexiones, mejoramiento de la transferencia de carga entre paños, entre otras. Se podrá estabilizar con cemento siempre y cuando el material a estabilizar sea libre de partículas orgánicas, con equivalentes de arena superiores a veinte.

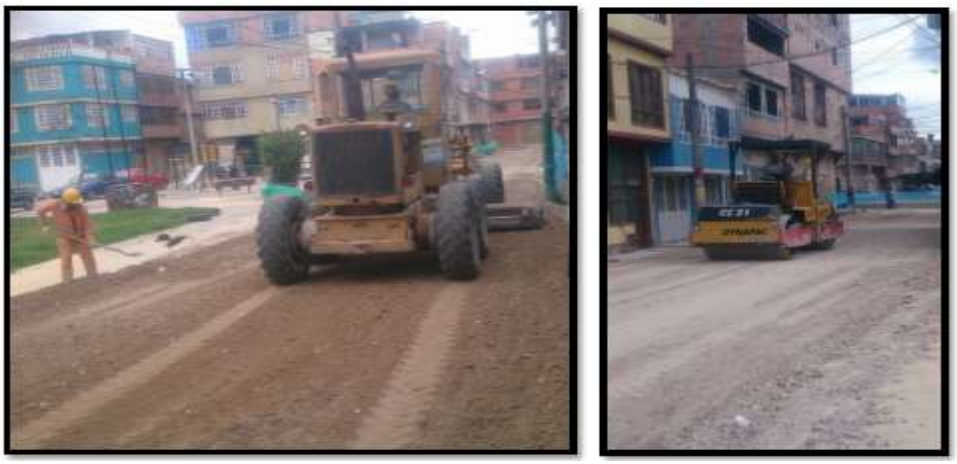


Foto3. Nivelación y compactción de capa granular
Fuente: Propia

[1] Bases y Sub bases granulares. Especificaciones Idu 2013. Sección 400-11

7.1.3 Capa de rodadura

- **Ligante bituminoso**

  Material que contiene betún (bitumen), el cual es un hidrocarburo soluble en bisulfuro de carbono (CS2). El asfalto y el alquitrán son materiales bituminosos, este ligante se aplica sobre la capa de la base granular, preparando el terreno para la instalación de la capa de asfalto.

- **Capa de asfalto**

  La capa de rodadura se es de material aglomerante de color marrón oscuro a negro, de consistencia variable, constituido principalmente por betunes. El asfalto puede ser natural u obtenido por refinación de petróleo. Es la capa final de la estructura de la vía. El momento que se extendía el material asfaltico, se debía supervisar la temperatura con la que llegaba al tramo la cual es de 120°, al momento de salir de la Finisher, debía estar a una temperatura e 110° según lo estipula la sección 510-11 del IDU. Se debía humedecer y compactar la capa asfáltica, para que estuviera lista y cumpliera con la densidad esperada. El grosor de la capa asfáltica era de 9 cm a 11 cm.
  Ya por ultimo, se procedían con los detalles para la entrega, estos detalles, era arreglo de los andenes que se habían visto afectados por la construcción de la vía, la nivelación y limpieza de marcos de sumideros, y tapas de pozos de inspección.



Foto 4. Toma de temperatura en la finisher
Fuente: Propia



Foto 5. Capa asfáltica ABS K0+168 hasta ABS K0+210
Fuente: Propia



Foto 6. Capa asfáltica ABS K0+210 ABS K0+235
Fuente: Propia

7.2 BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO

Esta estabilización se realiza con el fin de disminuir costos, obtención de cimientos de mayor calidad permite una economía en los firmes y en el volumen total de áridos empleados en los mismos, además de una elevada capacidad de soporte a la explanada, disminuyendo las tensiones que llegan a las capas del firme, con lo que aumenta la vida de servicio del mismo.

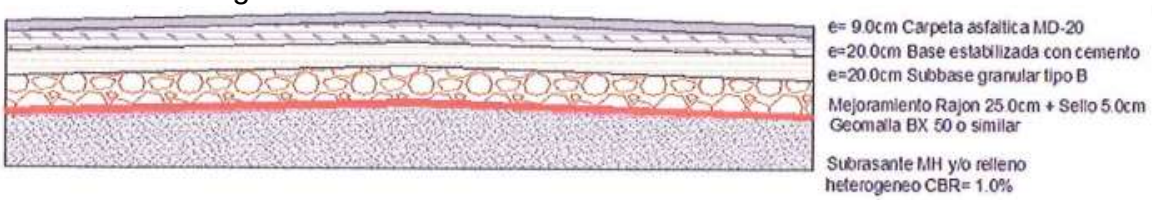
Al agregar cemento este actúan sobre el suelo adhiriendo a sus partículas lo que genera una cementación dando origen a una cohesión por cementación lo que incrementa la resistencia al corte del material final, necesitando mayor humedad para que este reaccione y se evidencie problemas en la estructura.

"El material por estabilizar con cemento hidráulico podrá provenir de la escarificación de la capa superficial existente, o ser un suelo natural proveniente de excavaciones o zonas de préstamo, o agregados locales, o escorias, o mezclas de ellos. El material, ya combinado, deberá estar libre de materia orgánica u otra sustancia que pueda perjudicar el correcto fraguado del cemento."[2]

Dos de los tres CIV'S donde el pasante realizo sus actividades, tenían estipulado en su diseño la incorporación de suelo cemento, para mejorar aún más la estructura de la vía y contrarrestar las propiedades negativas que brindan el material de relleno y residuos de construcción que predominan la subrasante.

[2] SUELO CEMENTO. Articulo 350-13. Especificaciones invias 2013. Pág. 01. Disponible en: http://giv.com.co/invias2013/350%20SUELO%20-%20CEMENTO.pdf

Figura 4. Alternativa de diseño con base estabilizada



Fuente: Alterativa de diseño. Unión temporal vías Kennedy 2016. Convenio 119-2015

Tabla 3. Requisitos del material para la construcción de base estabilizada con cemento

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	GRADACIÓN TIPO A	GRADACIÓN TIPO B
Composición (F)			
- Granulometría del material pulverizado, listo para estabilizar. - Tamaño máximo, fracción máxima del espesor de la capa compactada	E-123	Tabla 350 - 3 1/2	
Limpieza (F)			
Límite líquido, % máximo	E-125	30	35 (Nota 1)
Índice de plasticidad, % máximo	E-125 y E-126	12	15 (Nota 1)
Contenido de materia orgánica, % máximo	E-121	1.0	
Características químicas (O)			
Proporción de sulfatos del material combinado, expresado como $SO_4^=$, % máximo	E-233	0.5	
Reactividad álcali - agregado: Concentración SiO_2 y reducción de alcalinidad R	E-234	$SiO_2 \leq R$ cuando $R \geq 70$ $SiO_2 \leq 35 + 0.5R$ cuando $R < 70$	

Nota1 .Si los documentos del proyecto lo permiten, estos límites se pueden exceder siempre y cuando el Constructor demuestre al Interventor que el equipo de construcción tiene una capacidad de disgregación suficiente para conseguir una mezcla íntima y homogénea de un suelo más plástico con el cemento.

Fuente: Articulo 350-13 Especificaciones Invias 2013

Tabla 4. Requisititos granulométricos para la construcción de base estabilizada con cemento

TIPO DE GRADACIÓN		TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
		50.0	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
		2"	1 ½"	1"	3/4"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
		% PASA								
Tipo A	A-50	100	70-100	60-100	50-90	40-80	30-70	20-55	10-40	2-20
	A-25	-	-	100	70-100	60-100	50-85	40-70	20-45	2-25
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)		0 %	7 %				6 %			3 %
Tipo B	B-50-1	100	-	-	-	-	40-80	-	-	2-35
	B-50-2	100	-	-	-	-	60-100	-	-	0-50
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)		0 %	-				8 %			5 %

Fuente: Articulo 350-13 Especificaciones Invias 2013

Para los materiales involucrados en la estructura propuesta se debe tener en cuenta las especificaciones técnicas del IDU para bases estabilizadas con cemento sección 420-11 Capas de material granular estabilizado con Cemento y sección 00-11 para subbase granular, sección 342-11, cemento tipo I Portland.

6.2.1 **Etapas de la ejecución**

La estabilización de un suelo puede realizarse in situ o en central. Este último proceso es similar al de otras unidades de obra como el suelo cemento, pero es poco frecuente. Las operaciones a realizar en la estabilización in situ son en general las siguientes:

• Preparación del suelo al menos en tres aspectos básicos: granulometría (perfilar, retirada de gruesos y materia orgánica), humedad (humectación o secado) y nivelación.

• Distribución del cemento: Se realizo la estabilización por vía seca (el cemento se extiende en polvo sobre la superficie de la capa a estabilizar) o por vía húmeda (se incorpora como lechada al suelo dentro de la estabilizadora). En los tramos se

extendía el cemento de manera seca, donde se colocaban 2.5 bultos de cemento por cada m3 de material granular.

• Mezclado: un adecuado proceso de mezclado con ayuda de maquinaria como un mini cargador de manera manual, con la humedad apropiada para asegurar una buena homogeneidad del suelo estabilizado en todo el espesor requerido, es muy importante para lograr un aprovechamiento óptimo de esta unidad.

• Compactación inicial: tras el mezclado se realizan varios ciclos de compactación con el rodillo vibrando a su máxima amplitud para compactar bien el fondo de la capa anteriormente se debe humedecer la capa para mantener la humedad.

• Perfilación o nivelación: posteriormente se lleva a cabo una perfilación con la motoniveladora para obtener el nivel de la rasante estipulada por la cuadrilla topográfica.

• Compactación final: se realiza con un rodillo liso, que a veces se combina con un rodillo de neumáticos para cerrar la superficie, hasta obtener como mínimo la densidad especificada. Tanto en esta etapa como en la compactación inicial es importante mentalizar al maquinista de la importancia de su trabajo por lo monótono que resulta y controlar a menudo que el proceso se realiza correctamente.

• Curado y/o protección superficial: El curado se puede realizar manteniendo la superficie húmeda mediante un riego con agua o extender el riego de liga bituminoso que proteja de la capa estabilizada, del paso de vehículos u otros medios sobre ella.



Foto 7. Verificación de niveles en la capa de subbase Granular
Fuente: Propia



Foto 8. Material estabilizado
Fuente: Propia



Foto 9. Bultos de cemento utilizados
Fuente: Propia

8. CAPITULO III: BENEFICIOS DEL MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO CON CEMENTO

El mezclado en seco de cemento y base granular es una técnica enfocada claramente a lograr una mayor sostenibilidad, a cuyas ventajas medioambientales y técnicas, se suman importantes beneficios económicos.

El aprovechamiento de los suelos existentes mediante la estabilización, incluso en el caso de suelos contaminados, evita la reducción de los recursos naturales disponibles al disminuir el empleo de suelos de mejor calidad mezclándolos con aditivos como el cemento. Por otra parte, en el caso que el suelo existente cumpla con las especificaciones se suprimen las operaciones de remoción de dichos suelos y su transporte a vertedero, así como las de extracción y transporte a obra de los suelos que los sustituyen.

Algunas de las ventajas que se obtienen con el uso de material estabilizado sobre la base granular sin estabilizar son:

Tabla 5. Ventajas de utilizar base estabilizada con cemento

Ventajas de base estabilizada con cemento	
Economicas	*Reducen los plazos de ejecución dado que la estabilización se realiza con equipos de alto rendimiento y que se disminuye el espesor total la estructura del pavimento flexible
	*Obtención de cimientos de mayor calidad permite una economía en las capas evitando a largo costos en cambio de capas o reconstrucción de la estructura vial
Ambientales	*Ya que se puede utilizar el suelo que se encuentra presente, se puede estabilizar de forma seca, evitando la explotación, transporte de nuevos centros de producción. (Esto funciona siempre y cuando, el suelo presnte cumpla con las espcificaciones del IDU.
	*Debido a que el cemento utilizado presenta grandes cantidades de adiciones, se pueden llegar a disminuir la producción de clinker y utilizar productos como cenizas provenientes de industrias, generando una gran ayuda para el medio ambiente
Tecnicas	*Proporciona una elevada capacidad de soporte y resistencia , disminuyendo las tensiones y fuerzas que llegan a las capas inferiores, con lo que aumenta la vida util de la via.
	*Asegura la estabilidad de los suelos, disminuye la porosidad, incrementa la resistencia a la erosión.
	* Pueden obtenerse importantes reducciones de espesor con respecto a las diseños con capas de material sin tratar

Fuente: Propia

Teniendo en cuenta la granulometría se evidencia presencia de finos, el material estabilizado con cemento, se cataloga dentro de la gradación A-50, se evidencia que el material cumple con las especificaciones y se podrá utilizar dentro de la alternativa de diseño del pavimento flexible aumentado sus propiedades siendo más adecuada que el uso de base granular sin estabilizar.

9. APORTES DEL PASANTE

Teniendo en cuenta la experiencia adquirida durante el periodo de pasantía, debo decir que ha sido una de las mejores oportunidades que he tenido, ya que aumente mi conocimiento acerca de lo que es un proyecto vial, de todo lo que implica llevar a cabo la concesión y planificación de un contrato, la importancia de la interventoría, el seguimiento y supervisión de las actividades para el cumplimiento del proyecto.

Observar los beneficios económicos, ambientales y técnicos que genera la utilización de base estabilizada con cemento, permitirá al pasante conocer alternativas de diseño estructural del pavimento flexible, que permitan el desarrollo adecuado en un proyecto vial.

Para el grupo de interventoría, fui “los ojos” en la obra, debido a que estaba pendiente de todo lo que ocurría en los frentes de obra, gracias a que había una constante supervisión, se tenia conocimiento de todo lo que ocurría en los frentes de obra, interactuar con la sociedad resolviendo sus dudas, aclarándoles aspectos técnicos que no tienen en cuenta, previniendo accidentes, al exigir a los obreros el uso de todos los implementos de seguridad, además de ayudarles en la toma de decisiones en cualquier percance, teniendo claramente el aval del grupo de interventoría, de igual manera se lograron solucionar problemas inmediatamente evitando atrasos con el proyecto, además de mantener informados a todo el personal técnico, ambiental y social del grupo de interventoría.

La vinculación de la universidad con sectores públicos, busca un bienestar a la sociedad y comunidad académica. Como pasante y representante de la comunidad académica y técnica de la Universidad Distrital, que pertenecía a un grupo de extensión, debía actuar responsablemente y mantener un buen comportamiento durante el desarrollo de las pasantías, tanto con mis superiores, como con la sociedad, los empleados y contratistas, con el fin de no manchar y mejorar la reputación que ha construido la universidad como institución.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La estabilización de suelos con cemento para mejorar sus características y permitir su aprovechamiento es una técnica moderna, económica y sostenible es una alternativa de diseño viable, si se lleva a cabo con el material existente genera más desarrollo.
- El diseño de estructura que incluye una capa de suelo cemento, tendrá una estabilidad estructural, teniendo una menor deformación, mayor resistencia, menor permeabilidad, con lo que se reducen los daños del pavimento evitando el fracaso de la estructura.
- La capa de suelo cemento tendrá un CBR del 4%, con una dosificación de 2.5 bultos de cemento por m3 de material granular.
- Analizando los datos obtenidos en los ensayos, se determino que la base estabilizada cumple con los requisitos de invias, teniendo una gradación tipo A-50 y un IP de plasticidad aceptable.
- Al utilizar material granular nuevo para la estabilización, si se generara un incremento en los costos debido a que se tendrá en cuenta, el retiro del material existente, su acarreo, el transporte del material nuevo y los materiales para la estabilización. En el caso de que se hubiera estabilizado el suelo existente, los costos del proceso serán menores, a la alternativa de diseño con capa de base granular sin estabilizar.
- Con el fin de obtener una base estabilizada con cemento de buena calidad, es necesario realizar una mezcla homogénea, evitando así obtener zonas en las que se den concentraciones de cemento superiores a otras.
- Es necesario dar la importancia que ameritan los estudios y diseños con el fin de garantizar que éstos y los trabajos que se ejecutan en base a ellos se relacionen entre sí y sean lo más ajustados a la realidad.
- Las actividades constructivas se vieron muy bien realizadas ya que con apoyo del residente de la Interventoría, se cumpliría con los estándares de calidad para la cual fue diseñada y con errores que cada vez afectaran menos la finalidad del producto.
- Durante las pasantías, aparte de la parte técnica, también se desarrollaron actividades sociales, de seguridad y ambiental, ampliando la experiencia del pasante, generando un profesional integro.

11. BIBLIOGRAFÍA

- MANUAL DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PARQUES Y ESCENARIOS PÚBLICOS DE BOGOTÁ D.C. IDRD. Capitulo materiales. En: http://www.idrd.gov.co/especificaciones/index.php

- MANUAL DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PARQUES Y ESCENARIOS PÚBLICOS DE BOGOTÁ D.C. IDRD. Capitulo 6.2 POZOS DE INSPECCIÓN. En: http://www.idrd.gov.co/especificaciones/index.php?option=com_content&view=article&id=1397&Itemid=2099

- UNIDAD DE MANTENIMIENTO VIAL: Manual de Interventoría, Alcaldía Mayor de Bogotá, 2008

- PAVCO. Refuerzo de Vías, Geomallas Biaxiales. Consultado Agosto 2016. En: http://www.pavco.com.co/21/refuerzo-de-vias/5-47-406/i/406

Normas Consultadas

- Bordillos, cunetas y tope llantas de concreto. NTC 4109

- Base granular INVIAS 330-07. En: ftp://ftp.ani.gov.co/Americana%20GZ/2.%20CONTRACTUALES/B.%20DISE%C3%91O%20TRAMO%201%20-%20CONSORCIO%20VIAL%20HELIOS/5.%20Dise%C3%B1o%20Pavimento/ANEXOS/A11_Especificaciones%20T%C3%A9cnicas/Articulo330-07.pdf

- CAPAS GRANULARES DE BASE Y SUBBASE, SECCIÓN 400-11. IDU. Versión 20. En: http://app.idu.gov.co/espec_tecnicas/Capitulo_4/400-11.pdf.

- Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción, para proyectos de infraestructura vial y de espacio publico, para Bogotá D.C. Instituto de Desarrollo Urbano ET-2011. En: http://app.idu.gov.co/espec_tecnicas/espec_tecnicas_2011.htm

- MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON RAJÓN, SECCIÓN 321-11. IDU. Versión 1.0. En: http://app.idu.gov.co/espec_tecnicas/Capitulo_3/321-11.pdf

- Ensayo. DENSIDAD O MASA UNITARIA DEL SUELO EN EL TERRENO MÉTODO DEL CONO DE ARENA. INV. E – 161 – 07. Disponible en: ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-161-07.pdf

- Ensayo. LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS. INV. E – 126 – 07. Disponible en: ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIC/IngCivil/Especificaciones_Normas_INV-07/Normas/Norma%20INV%20E-126-07.pdf

- BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO. Articulo 350-13. Especificaciones invias 2013. Pág. 01. Disponible en: http://giv.com.co/invias2013/350%20SUELO%20-%20CEMENTO.pdf

12. ANEXOS

Anexo 1: Aprobación Pasantía por el consejo curricular.
Anexo 2: Acta inicio pasantías firmada por Tutor académico.
Anexo 3: Acta inicio pasantías firmada por Director de Obra.
Anexo 4: Acta inicio pasantías firmada por Tutor de la Pasantía.
Anexo 5: Formato de horas pasantías firmado por ingeniero residente.
Anexo 6: Acta finalización pasantías firmada por Tutor académico.
Anexo 7: Acta finalización pasantías firmada por Tutor de la Pasantía.
Anexo 8: Acta finalización pasantías firmada por Director de Obra.
Anexo 9: Diseño alternativa estructura pavimento flexible Cra 88B entre Cll 40s y Cll 40BS

Anexo 1: Aprobación de pasantía consejo curricular.

APROBACIÓN PROPUESTAS DE GRADO, CAMBIO DE DIRECTOR TRABAJO DE GRADO Y CANCELACIONES TRABAJOS DE GRADO

Fecha Consejo Curricular: JULIO 1o. DE 2016

Nombre Estudiante	Carrera	Código	Modalidad	Nombre de la Propuesta	Tutor Designado	OBSERVACIÓN	RESPUESTA
Sebastián Rodríguez Ariza	379	20122079107	Pasantía	Auxiliar de Ingeniería de Obras Civiles en Idexud, Instituto de Extensión Universidad Distrital F.J.D.C.	Ing. Milton Mena Serna	Aval docente planta: Ing. Carlos G. Pastrán Beltrán	Aprobado

Documento enviado por la coordinación de construcciones civiles el 07 de julio de 2016

Anexo 2: Acta inicio pasantías firmada por Tutor académico

ACTA DE INICIO DE PASANTÍA

Por medio de este documento se da a conocer del inicio al proceso de pasantia entre el estudiante Sebastian Rodriguez Ariza y el IDEXUD por medio de la interventoría como auxiliar de interventoria de obras civiles de la Universidad Distrital Francisco José De Caldas.

DATOS GENERALES DEL SOLICITANTE DEL ESTUDIANTE			
Apellidos completos		Nombre completo	
Rodriguez Ariza		Sebastian	
No. Documento identidad	Código estudiantil	Número telefónico fijo	Número celular
1022408578	20122079107	4688201	3134436365

Fecha Inicio Pasantia: 01 Julio 2016

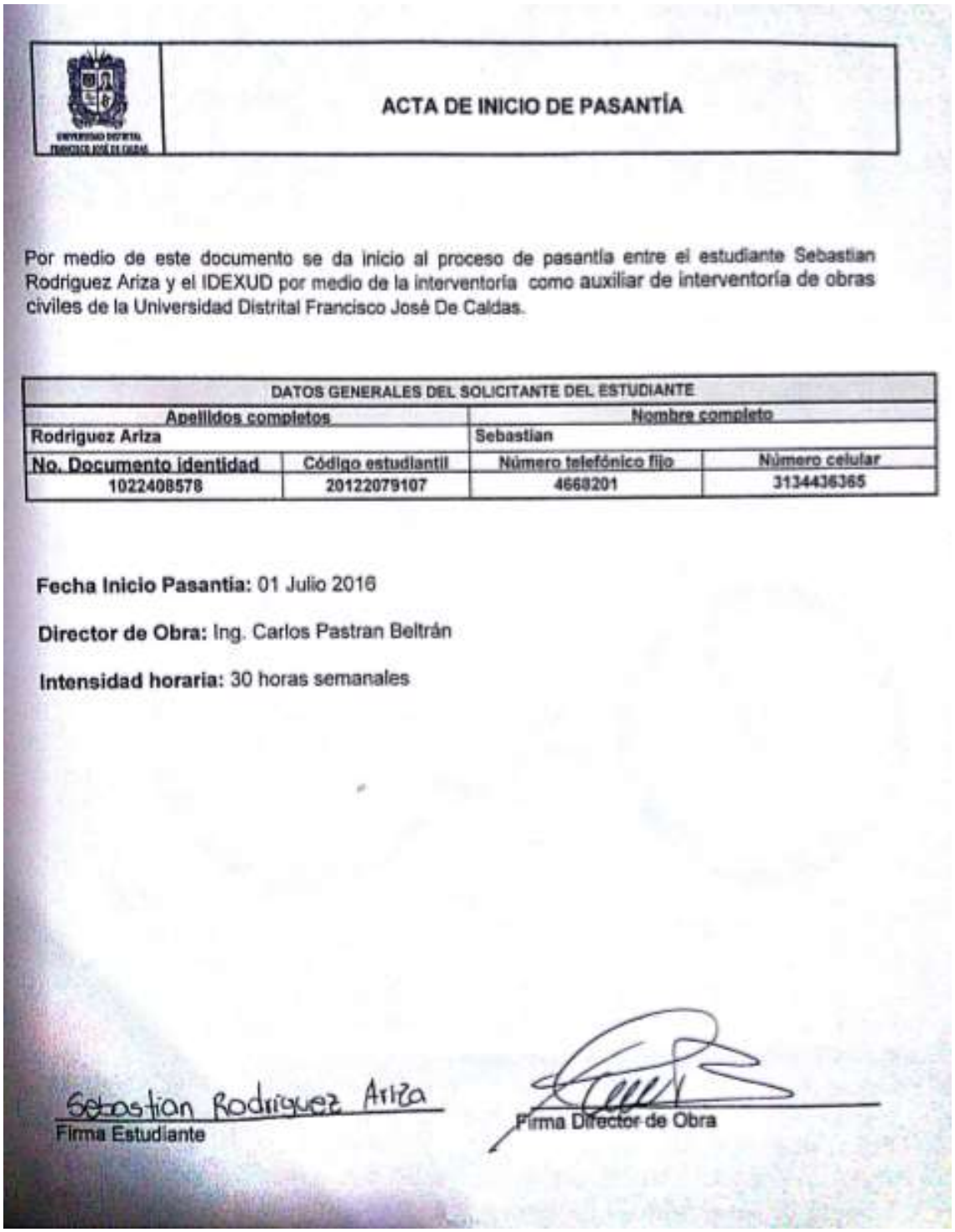
Tutor Académico: Ing. Carlos Pastran Beltrán

Intensidad horaria: 30 horas semanales

Sebastian Rodriguez Ariza
Firma Estudiante

Firma Tutor Académico

Anexo 3: Acta inicio pasantías firmada por Director de Obra.



ACTA DE INICIO DE PASANTÍA

Por medio de este documento se da inicio al proceso de pasantía entre el estudiante Sebastian Rodriguez Ariza y el IDEXUD por medio de la interventoría como auxiliar de interventoría de obras civiles de la Universidad Distrital Francisco José De Caldas.

DATOS GENERALES DEL SOLICITANTE DEL ESTUDIANTE			
Apellidos completos		Nombre completo	
Rodriguez Ariza		Sebastian	
No. Documento identidad	Código estudiantil	Número telefónico fijo	Número celular
1022408578	20122079107	4668201	3134436365

Fecha Inicio Pasantia: 01 Julio 2016

Director de Obra: Ing. Carlos Pastran Beltrán

Intensidad horaria: 30 horas semanales

Sebastian Rodriguez Ariza
Firma Estudiante

Firma Director de Obra

Anexo 4: Acta inicio pasantías firmada por Tutor de la Pasantía

ACTA DE INICIO DE PASANTIA

Por medio de este documento se da inicio al proceso de pasantía entre el estudiante Sebastian Rodríguez Ariza y el IDEXUD por medio de la interventoría como auxiliar de interventoría de obras civiles de la Universidad Distrital Francisco José De Caldas.

DATOS GENERALES DEL SOLICITANTE DEL ESTUDIANTE			
Apellidos completos		Nombre completo	
Rodriguez Ariza		Sebastian	
No. Documento identidad	Código estudiantil	Número telefónico fijo	Número celular
1022408578	20122079107	4668201	3134436365

Fecha Inicio Pasantia: 01 Julio 2016

Tutor Asignado: Ing. Armando Caicedo

Intensidad horaria: 30 horas semanales

Sebastian Rodriguez Ariza
Firma Estudiante

Firma Tutor

Anexo 5: Formato de horas pasantías firmado por ingeniero residente

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

INTERVENTORIA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS

TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES CIVILES

Nombre: Sebastian Rodriguez Ariza

Nombre Tutor Asignado: Armando Caicedo

FORMATO CONTROL DE HORAS DIARIO

FECHA	HORA ENTRADA	HORA SALIDA	ACTIVIDADES ASIGNADAS	HORAS REALIZADAS	FIRMA TUTOR
01-Julio-2016	14:00	16:00	Interventoria Tecnica	2	
04-Julio-2016	8:00	16:00	Interventoria Tecnica	8	
05-Julio-2016	8:00	16:00	Interventoria Tecnica	8	
06-Julio-2016	8:00	16:00	Interventoria Tecnica	8	
07-Julio-2016	8:00	16:00	Interventoria Tecnica	8	
08-Julio-2016	8:00	16:00	Interventoria Tecnica	8	
11-Julio-2016	8:00	16:00	Interventoria Tecnica	8	
12-Julio-2016	8:00	16:00	Interventoria Tecnica	8	
13-Julio-2016	8:00	16:00	Interventoria Tecnica	8	
14-Julio-2016	8:00	16:00	Interventoria Tecnica	8	
15-Julio-2016	8:00	16:00	Interventoria Tecnica	8	
18-Julio-2016	8:00	16:00	Interventoria Tecnica	8	
19-Julio-2016	8:00	16:00	Interventoria Tecnica	8	
21-Julio-2016	8:00	16:00	Interventoria Tecnica	8	
22-Julio-2016	9:00	16:00	Interventoria Tecnica	7	
25-Julio-2016	9:00	15:00	Interventoria Tecnica	6	
26-Julio-2016	9:00	15:00	Interventoria Tecnica	6	

TOTAL HORAS: 222

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

INTERVENTORIA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS

TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES CIVILES

Nombre: Sebastian Rodriguez Ariza

Nombre Tutor Asignado: Armando Caicedo

FORMATO CONTROL DE HORAS DIARIO

FECHA	HORA ENTRADA	HORA SALIDA	ACTIVIDADES ASIGNADAS	HORAS REALIZADAS	FIRMA TUTOR
27/Julio/2016	9:00	15:00	Interventoria Tecnica	6	
28/Julio/2016	9:00	15:00	Interventoria Tecnica	6	
29/Julio/2016	9:00	15:00	Interventoria Tecnica	6	
1/Agosto/2016	9:00	15:00	Interventoria Tecnica	6	
2/Agosto/2016	9:00	15:00	Interventoria Tecnica	6	
3/Agosto/2016	9:00	15:00	Interventoria Tecnica	6	
4/Agosto/2016	9:00	15:00	Interventoria Tecnica	6	
5/Agosto/2016	9:00	15:00	Interventoria tecnica	6	
8/Agosto/2016	9:00	15:00	Interventoria Tecnica	6	
9/Agosto/2016	9:00	15:00	Interventoria Tecnica	6	
10/Agosto/2016	9:00	15:00	Interventoria Tecnica	6	
11/Agosto/2016	9:00	15:00	Interventoria Tecnica	6	
12/Agosto/2016	9:00	14:00	Interventoria Tecnica	5	
—	—	—	—	—	—
16/Agosto/2016	9:00	14:00	Interventoria Tecnica	5	
17/Agosto/2016	9:00	14:00	Interventoria Tecnica	5	
18/Agosto/2016	9:00	14:00	Interventoria Tecnica	5	
19/Agosto/2016	9:00	14:00	Interventoria Tecnica	5	

TOTAL HORAS: 222

Anexo 6: Acta finalización pasantías firmada por Tutor académico.



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

ACTA DE FINALIZACIÓN DE PASANTÍA

Por medio de este documento se da fin al proceso de pasantía entre el estudiante Sebastian Rodriguez Ariza y el IDEXUD por medio de la interventoría como auxiliar de interventoría de obras civiles de la Universidad Distrital Francisco José De Caldas.

DATOS GENERALES DEL SOLICITANTE DEL ESTUDIANTE			
Apellidos completos		Nombre completo	
Rodriguez Ariza		Sebastian	
No. Documento identidad	Código estudiantil	Número telefónico fijo	Número celular
1022408578	20122079107	4668201	3134436365

Fecha Fin Pasantía: 19 Agosto 2016

Tutor Académico: Ing. Carlos Pastran

Intensidad horaria: 30 horas semanales

Sebastian Rodriguez Ariza
Firma Estudiante

Firma Tutor Académico

Anexo 7: Acta finalización pasantías firmada por Tutor de la Pasantía.

ACTA DE FINALIZACIÓN DE PASANTIA

Por medio de este documento se da fin al proceso de pasantía entre el estudiante Sebastian Rodriguez Ariza y el IDEXUD por medio de la interventoría como auxiliar de interventoria de obras civiles de la Universidad Distrital Francisco José De Caldas.

DATOS GENERALES DEL SOLICITANTE DEL ESTUDIANTE			
Apellidos completos		Nombre completo	
Rodriguez Ariza		Sebastian	
No. Documento identidad	Código estudiantil	Número telefónico fijo	Número celular
1022408578	20122079107	4668201	3134436365

Fecha Fin Pasantia: 19 Agosto 2016

Tutor Asignado: Ing. Armando Caicedo

Intensidad horaria: 30 horas semanales

Sebastian Rodriguez Ariza
Firma Estudiante

Firma Tutor

Anexo 8: Acta finalización pasantías firmada por Director de Obra.

ACTA DE FINALIZACIÓN DE PASANTÍA

Por medio de este documento se da fin al proceso de pasantía entre el estudiante Sebastian Rodriguez Ariza y el IDEXUD por medio de la interventoría como auxiliar de interventoría de obras civiles de la Universidad Distrital Francisco José De Caldas.

DATOS GENERALES DEL SOLICITANTE DEL ESTUDIANTE			
Apellidos completos		Nombre completo	
Rodriguez Ariza		Sebastian	
No. Documento identidad	Código estudiantil	Número telefónico fijo	Número celular
1022408578	20122079107	4668201	3134436365

Fecha Fin Pasantía: 19 Agosto 2016

Director de Obra: Ing. Carlos Pastran

Intensidad horaria: 30 horas semanales

Sebastian Rodriguez Ariza
Firma Estudiante

Firma Director de obra

Anexo 9: Diseño alternativa estructura pavimento flexible Cra 88B entre Cll 40s y Cll 40BS

7. CONCLUSIONES

- El análisis de diseño de las estructuras propuestas para la Carrera 88B entre Calle 40S y Calle 40BS correspondiente a los CIV'S 8002991, 8003029, 30000716 fue realizado conforme los parámetros consignados en la *GUÍA DE DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO Y VÍAS LOCALES PARA BOGOTÁ D.C* y *MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PARA VIAS CON BAJOS, MEDIOS Y ALTOS VOLUMENES DE TRANSITO del INVIAS*, de acuerdo a la exploración de subsuelo el tipo de suelo de cimentación es una arcilla, limo y material de relleno contaminado con residuos de construcción, para lo cual se proponen las siguientes alternativas de construcción para el tramo en estudio:

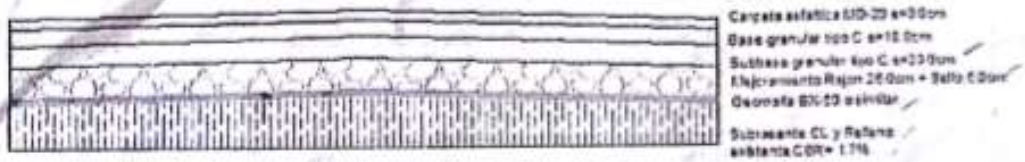


Tabla 22 Alternativas de diseño

Nota: Se debe tener en cuenta 10.0cm de material de sello adicionales con el fin de llenar vacíos.

- El material de subrasante encontrado corresponde una arcilla y un limo de color negro con vetas carmelitas su clasificación según la USC es ML y según la AASHTO es A-4 (10) también se encontró un material de relleno compuesto por limos y residuos de construcción. .

- Las estructura recomendada en el presente documento corresponden a un periodo de 10 años para pavimento flexible para prolongar la vida útil del pavimento es necesario garantizar un programa de mantenimiento de la vía adecuado (mantenimiento de drenes, bacheos y parcheos puntúales, sello de fisuras periódico) de forma tal que la estructura no sea afectada por la carencia de esta actividad y envejezca normalmente hasta su periodo de iseño.

- Los materiales a emplear en la construcción de la vía en estudio deberán cumplir en todo con las especificaciones de construcción del Instituto de Desarrollo Urbano ET-2011, para capas granulares bases y subbase sección 400-11, para base estabilizada con cemento sección 420-11, para base estabilizada con emulsión asfáltica sección 440-11 y sección 321-11 material de mejoramiento.

- El periodo de diseño de la vía en estudio es de 10 años y el número de ejes equivalentes de diseño son 234.900.