

Cordial saludo

De acuerdo a su solicitud se realizó una revisión de los datos presentados por el interventor y contratista de la obra de la VÍA RURAL SOFÍA – YOLOMBÓ teniendo lo siguiente:

Revisado el estudio de suelos realizado por la gobernación se puede establecer dos tramos homogéneos los cuales consisten tramo 1 K0+000 al K3+000 donde se puede evidenciar por registros fotográficos que se presenta un material granular y afloramientos de roca y el tramo K3+000 al K5+350 la subrasante directa igual como se establece en la siguiente tabla

TRAMO	UNIDAD HOMOGÉNEA	INICIO	FIN
Km0+000 – km1+000	1	k0+000	K1+000
Km1+000 – km 3+000	2	K1+000	K3+000
km 3+000 – km5+000	3	K3+000	K5+000
km5+000 – km5+350	4	K5+000	K5+350

Fuente: ESTUDIOS Y DISEÑOS TÉCNICOS PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍAS EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA. VÍA RURAL SOFÍA – YOLOMBÓ

Que durante el estudio no se presentó niveles freáticos, se realizó un ensayo para analizar el potencial de expansión encontrándose que estos suelos no tenían dicho comportamiento.

Para los tramos donde se presenta un material granular se presenta clasificación como grava limosa pobremente gradada

Y para material de subrasante se presenta la clasificación como limos arenosos que en su fracción fina presenta alta plasticidad.

Se determino los CBR de diseño de la siguiente manera:

Tramo 1 CBR de laboratorio entre 9.4% y 21.6% tomando como CBR de diseño 14% valor acorde a la inspección visual del tramo que se encuentra en material de afirmado.

Tramo 2 CBR de laboratorio entre 4.1% y 10.0% tomando como CBR de diseño 7.6% valor acorde a la inspección visual del tramo que se encuentra en material de afirmado

Tramo 3 CBR de laboratorio 5.9% y 12.4 % tomando como CBR de diseño 9.5%

Tramo 4 CBR de laboratorio 11.0% y 11.6 % tomando como CBR de diseño 11.4%

Dentro de los resultados de los ensayos de CBR se puede identificar que la variación entre el CBR natural y el Inmerso no hay variaciones significativas por lo que se deduce que no hay cambios en cuanto a capacidad del suelo ratificando la condición de expansibilidad de los suelos.

De acuerdo a los ensayos de humedad natural el material presenta bajo contenido.

Se reviso la estructura diseñada la cual dio los siguientes datos:

TRAMO	MÓDULO DE LA SUBRASANTE ($M_r = 2555 \text{ CBR}^{0.64}$)	NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO - AASHTO - 93	CARPETA ASFÁLTICA, espesor cm	BASE GRANULAR, espesor, cm
TRAMO 1: K0+133 – K1+133	13832 psi, (95,4 MPa)	2,042	6	25
TRAMO 2: K1+133 – K2+133	9357 psi, (64,5 MPa)	2,368	7	24
TRAMO 3: K2+133 – K4+133	9863 psi, (68,0 MPa)	2,224	6	25
TRAMO 4: K4+133 – K5+133	12128 psi, (83,6 MPa)	2,147	6	25

Por lo anterior y debido a la ola invernal que afectó la región en los meses de octubre y noviembre los materiales presentaron cambios en sus propiedades debido al remoldeo efectuado por la carga de los vehículos el contratista efectuó la validación de los parámetros de diseño iniciales encontrando cambios sustanciales por lo cual recalculó el CBR de diseño empleando, el método de percentil e involucrando todo el tramo debido a la poca variación entre los datos y obteniendo un CBR 3.4 de diseño para todo el tramo de estudio.

De lo anterior se revisa el CBR de diseño y se verifica las estructuras en cuanto a análisis de esfuerzos encontrando que las estructuras propuestas inicialmente cumplen con los parámetros de esfuerzos, deformaciones y deflexiones admisibles para este tipo de estructura, para lo cual se utilizó el programa DEPAV, como se presenta a continuación

Se analizó la estructura de 6 cm de carpeta asfáltica, 25 de base granular

- PROGRAMA DEPAV -				
DATOS :				
Título : 0002 2			Alternativa : 1	
		Radio de Carga =	10.80 cm	
		Presión de Contacto =	5.60 Kg/cm ²	
		Distancia Entre Ejes de Llantas =	32.40 cm	
Capas	E [Kg/cm ²]	μ []	H [cm]	L/N
1ª	25600.00	0.35	6.00	Ligada
2ª	2141.00	0.40	25.00	No Ligada
3ª	398.00	0.50		
RESULTADOS :				
Posición del valor máximo para una carga :				

Alternativa : 1

Capa N ^o	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm ²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm ²)
1 ^a	0.00 6.00	4.8800E-04 B -3.8800E-04 B	2.0904E+01 B -1.2746E+01 B	-3.2200E-04 B 4.5700E-04 A	5.5982E+00 A 3.0591E+00 B
2 ^a	6.00 31.00	-3.8800E-04 B -7.4000E-04 C	7.4540E-01 A -2.0292E+00 C	1.1300E-03 A 9.3300E-04 C	3.0591E+00 B 5.2617E-01 C
3 ^a	31.00	-7.1100E-20 B	5.2617E-01 C	-7.1100E-20 B	5.2617E-01 C

Deflexión = 99.260 mm/100

Radio de Curvatura = 72.430 m

F1 Ayuda

Se analizo la estructura de 7 cm de carpeta asfáltica, 24 de base granular

– PROGRAMA DEPAU –

DATOS :

Título : 0002 2

Radio de Carga = 10.80 cm

Presión de Contacto = 5.60 Kg/cm²

Distancia Entre Ejes de Llantas = 32.40 cm

Capas	E [Kg/cm ²]	μ []	H [cm]	L/N
1 ^a	25600.00	0.35	7.00	Ligada
2 ^a	2141.00	0.40	24.00	No Ligada
3 ^a	398.00	0.50		

RESULTADOS :

Posición del valor máximo para una carga :

UNIVERSIDAD DEL CAUCA – INSTITUTO DE VÍAS
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS – DEPAU 05-1994

Título del Trabajo : 2
Número de Capas : 3 **Alternativa : 2**

Capa N°	Z (cm)	Epsilon T	Sigma T (Kg/cm²)	Epsilon Z	Sigma Z (Kg/cm²)
1ª	0.00	4.5600E-04 B	1.9680E+01 B	-2.8600E-04 B	5.5982E+00 A
	7.00	-3.8100E-04 B	-1.2542E+01 B	4.2500E-04 A	2.5900E+00 B
2ª	7.00	-3.8100E-04 B	4.8232E-01 A	1.0000E-03 B	2.5900E+00 B
	31.00	-7.0500E-04 C	-1.9476E+00 C	8.9900E-04 C	5.0883E-01 C
3ª	31.00	-1.0700E-19 B	5.0883E-01 C	1.4200E-19 A	5.0883E-01 C

Deflexión = 97.310 mm/100
Radio de Curvatura = 82.840 m

Ayuda
Inform.
Posic
Estruc
Imprim
Salir

De lo anterior se realizó el respectivo análisis de acuerdo a los parámetros entregados por el contratista

ESTRUCTURA	ESPESOR EN CM			N proyectado 10 años	E1	E2	E3	E4	σt Admisible (mezcla asfáltica)	σt Calculado (mezcla asfáltica)	CUMPLE	σ z Esfuerzo admisible (subrasante)	σ z Esfuerzo calculado (subrasante)	CUMPLE	Δ z Maxima Admisible	Δ z Calculada Admisible	CUMPLE
	CA	BG	SBG		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	SHELL	BISAR		DORMON	BISAR		Ivanov		
TRAMO 1	6	25		2,79E+05	2510	212		39	5,42E-04	3,89E-04	OK	0,057	7,11E-20	OK	1,166	0,9926	OK
TRAMO 2	7	24						39		3,81E-04	OK	0,057	1,42E-19	OK		0,9731	OK
TRAMO 3	6	25						39		3,89E-04	OK	0,057	7,11E-20	OK		0,9926	OK
TRAMO 4	6	25						39		3,89E-04	OK	0,057	7,11E-20	OK		0,9926	OK

De lo anterior las estructuras cumplen en cuanto a esfuerzos, deformaciones y deflexiones admisibles.

Se procede a realiza verificación del SN con las nuevas condiciones encontrando lo siguiente:

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento

☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confianza (R) y Desviación estándar (So)

80 % Zr=0.841 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final

PSI inicial 4.2 PSI final 2.2

Módulo resiliente de la subrasante

Mr 5646 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)

Coefficiente de transmisión de carga - (J)

Coefficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis

☒ Calcular SN **W18 = 100000**

☐ Calcular W18

Número Estructural

SN = 2.43

Calcular

Salir

Se encontró que el SN de diseño es de 2.43, se verifican los espesores encontrándose lo siguiente, para un espesor de carpeta asfáltica de 6 cm y 25 de base granular:

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MÉTODO AASHTO

PROYECTO: VIA RURAL YOLOMBO

ANTIOQUIA

Tránsito N = 1,00E+05 Ejes eq. De 8.2T

Confiabilidad 80%

Serviciabilidad

Desviación Estándar	σ =	0,45
	ZR =	-0,841
Índice de servicio inicial	Po =	4,2
Índice de servicio Final	Pf =	2,2
Pérdida de Servicios	ΔPSI =	2,0

Propiedades de los Materiales

CBR 3,4

Subrasante	MR=	5646	Psi	39 Mpa
Subbase	Coeficiente Estructural a_3 = Módulo resiliente EB psi= Coeficiente de drenaje =			
Base	Coeficiente Estructural a_2 = 0,14 Módulo resiliente EB psi = 30451 Coeficiente de drenaje = 0,9			
Carpeta Asfáltica	Módulo de mezcla E_{mezcla} = 364109 MDC (a_1) = 0,33 Coeficiente de drenaje = 1,0			

Ec. Número Estructural SN

$$N = ZR \cdot S_o + 9.36 \cdot \log(SN+1) - 0.20 + \left\{ \log(\Delta PSI / 4.2 - 1.5) \right\} / 0.40 + \left\{ 1094 / (SN+1)^{5.19} \right\} + 2.32 \cdot \log MR - 8.07$$

A	5,000000	D	-0,13033377
B	-0,37845	E	4,95172929
C	0,434039		
E	4,944411		

SN = 2,43

Espesores de Diseño cm					
Alternativa	Capa	Espesor	a	d	SN
Base granular	C.A	6	0,33	1,0	0,7795
	BG	25	0,14	0,9	1,2402
Total		31			2,02

Se encontró que el SN de diseño es de 2.86, se verifican los espesores encontrándose lo siguiente para un espesor de carpeta asfáltica de 7 cm y 24 de base granular:

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MÉTODO AASHTO

PROYECTO: VIA RURAL YOLOMBO

ANTIOQUIA

Tránsito N = 1,00E+05 Ejes eq. De 8.2T

Confiabilidad 80%

Serviciabilidad

Desviación Estándar	σ =	0,45
	ZR =	-0,841
Índice de servicio inicial	Po =	4,2
Índice de servicio Final	Pf =	2,2
Pérdida de Servicios	ΔPSI =	2,0

Propiedades de los Materiales

CBR 3,4

Subrasante	MR=	5646	Psi	39 Mpa
Subbase	Coeficiente Estructural a_3 = Módulo resiliente EB psi= Coeficiente de drenaje =			
Base	Coeficiente Estructural a_2 =	0,14	Psi	
	Módulo resiliente EB psi =	30451		
	Coeficiente de drenaje =	0,9		
Carpeta Asfáltica	Módulo de mezcla E_{mezcla} =	364109	Psi	
	MDC (a_1) =	0,33		
	Coeficiente de drenaje =	1,0		

Ec. Número Estructural SN

$$N = ZR \cdot S_o + 9.36 \cdot \log(SN+1) - 0.20 + \left\{ \log(\Delta PSI / 4.2 - 1.5) \right\} / 0.40 + \left\{ 1094 / (SN+1)^{5.19} \right\} + 2.32 \cdot \log MR - 8.07$$

A	5,000000
B	-0,37845
C	0,434039
E	4,944411

D	-0,13033377
E	4,95172929

SN = 2,43

Espesores de Diseño cm					
Alternativa	Capa	Espesor	a	d	SN
Base granular	C.A	7	0,33	1,0	0,9094
	BG	24	0,14	0,9	1,1906
Total		31			2,10

De lo anterior y con el fin de cumplir con el numero estructural requerido se propone la siguiente estructura convencional:

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE MÉTODO AASHTO

PROYECTO: VIA RURAL YOLOMBO

ANTIOQUIA

Tránsito N = 1,00E+05 Ejes eq. De 8.2T

Confiabilidad 80%

Serviciabilidad

Desviación Estándar	σ =	0,45
	ZR =	-0,841
Índice de servicio inicial	Po =	4,2
Índice de servicio Final	Pf =	2,2
Pérdida de Serviciosibilidad	ΔPSI =	2,0

Propiedades de los Materiales

CBR 3,4

Subrasante	MR=	5646	Psi	39 Mpa
Subbase	Coeficiente Estructural a_3 = Módulo resiliente EB psi= Coeficiente de drenaje =			
Base	Coeficiente Estructural a_2 = 0,14 Módulo resiliente EB psi = 30451 Coeficiente de drenaje = 0,9			
Carpeta Asfáltica	Módulo de mezcla E_{mezcla} = 364109 MDC (a_1) = 0,33 Coeficiente de drenaje = 1,0			

Ec. Número Estructural SN

$$N = ZR \cdot So + 9.36 \cdot \log(SN+1) - 0.20 + \{ \log(\Delta PSI / 4.2 - 1.5) \} / 0.40 + \{ 1094 / (SN+1)^{5.19} \} + 2.32 \cdot \log Mr - 8.07$$

A	5,000000	D	-0,13033377
B	-0,37845	E	4,95172929
C	0,434039		
E	4,944411		

SN = 2,43

Espesores de Diseño cm					
Alternativa	Capa	Espesor	a	d	SN
Base granular	C.A	7	0,33	1,0	0,9094
	B.G	32	0,14	0,9	1,5874
	Afirmado	10			
Total		49			2,50

Con lo que se cumple con el numero estructural.

CONCLUSIONES

Debido a la ola invernal las características de la subrasante se vieron modificadas disminuyendo el módulo de reacción lo que conlleva a una nueva estructura la cual puede ser de tipo convencional de carpeta asfáltica de 7 cm de espesor y base granular de 32 cm, pasando de una estructura de 31 cm a una estructura de 39 cm, con una base de alivio de 10cm, una vez se renivele la superficie que servirá de subrasante.



JUAN GABRIEL CHILATRA PERDOMO

ESPECIALISTA EN INGENIERÍA DE PAVIMENTOS

MP. 25202-156902 CND