"Contrato De Obra No. 20231800032817 de 2023 Objeto : Mejoramiento De La Infraestructura Vial Desde El Complejo Deportivo En La Vereda Santa Rosa, Hacia El Sector De La Tetilla (K0+000 Al K1+000), Para La Reactivación Económica Rural Del Municipio De Popayán"

Informe de REVISIÓN Y AJUSTE A LOS DISEÑOS

Por:

NELSON ENRIQUE PAREJA LÓPEZ

Ingeniero Civil - M.P. 63202088587 QND

Esp. en Infraestructura Vial y de Transporte

Esp. en Ingeniería de Pavimentos

Popayán, Cauca

Agosto de 2024

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 4
2. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO 5
   2.1 INFORMACIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO 5
   2.2 PERIODO DE DISEÑO 6
   2.3 TRÁNSITO DE DISEÑO 6
   2.4 GEOTECNIA PARA PAVIMENTOS 6
      2.4.1 SUBRASANTE 7
      2.4.2 CÁLCULO ESPESOR DE MEJORAMIENTO 7
   2.5 VERIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO EN EL SECTOR DE MEJORAMIENTO 8
   2.6 ESTRUCTURA DE PAVIMENTO PARA EL SECTOR DE MEJORAMIENTO 11
      2.6.1 BERMA-CUNETA Y EL BORDILLO 12
   2.7 VERIFICACIÓN DEL DISEÑO POR METODO RACIONAL 13
3. DRENAJE 15
   3.1 SUPERFICIAL 15
      3.1.1 CUNETAS 15
      3.1.2 DISEÑO DE CUNETAS 15
   3.2 ALCANTARILLAS 18
4. CONCLUSIONES 21

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Valores de CBR con inmersión 6
Tabla 2 Propiedades del suelo de subrasante natural 6
Tabla 3 Descripción de la ubicación en planta de las alcantarillas diseñadas 19

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Representación gráfica del perfil del suelo encontrado en el sector K00+190 a K00+300 7
Ilustración 2 Detalle del acero de refuerzo de la Berma-cuneta 12
Ilustración 3 Alcantarilla tipo de concreto reforzado: planta y perfil longitudinal 19

1. INTRODUCCIÓN

El proceso de licitación MP-SI-LP-004-2023 previó que dentro de las actividades necesarias para la ejecución del Proyecto "MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DESDE EL COMPLEJO DEPORTIVO EN LA VEREDA SANTA ROSA, HACIA EL SECTOR DE LA TETILLA (K0+000 AL K1+000), PARA LA REACTIVACIÓN ECONÓMICA RURAL DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN", se debía realizar una "Revisión y ajuste a los diseños"[1], la cual expresa: que "Previamente a la iniciación de las obras de construcción se debe efectuar la revisión de los documentos entregados por la Secretaría de Infraestructura, los cuales deben si se requiere ser ajustados con las características y normas vigentes en los estudios y diseños...". Por lo cual, en calidad de Contratista de Obra y a que se acordó en un Comité de obra realizado conjuntamente entre la Interventoría y Supervisión del Contrato, la revisión y/o ajustes a los estudios y diseños previos.

El presente documento recopila la revisión ajustes hechos a los estudios y diseño del Proyecto de pavimentación de 1.00 km de la vía de acceso a la Vereda Santa Rosa del Municipio de Popayán (Cauca): ampliación del estudio de topografía a un corredor de 1000m y un buffer de ancho de 150 m, 75 m a cada lado del eje longitudinal de la carretera; rediseño del pavimento; rediseño geométrico de la carretera; rediseño de las obras de drenaje y ajustes de los subdrenajes.

Colocamos a consideración de la Interventoría del Contrato los ajustes realizados al Proyecto, para evaluar las modificaciones sustanciales que tiene del Proyecto y tal como lo indica el Anexo Técnico del proceso precontractual, los ajustes queden acordados y autorizados antes del inicio de las obras.

[1] Tomado de: ANEXO 1— ANEXO TÉCNICO. MP-SI-LP-004-2023. Página 6.

2. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

La presente revisión del DISEÑO DE PAVIMENTOS se realizó con base en el documento "VOLUMEN DISEÑO DE PAVIMENTOS. ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DESDE EL COMPLEJO DEPORTIVO EN LA VEREDA SANTA ROSA, HACIA EL SECTOR DE LA TETILLA, PARA LA REACTIVACIÓN ECONÓMICA RURAL DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN SOLICITÓ: ALCALDÍA MUNICIPAL DE POPAYAN. CITEC LTDA. Versión 1. MAYO DE 2022"

En atención al Contrato de Obra 20231800032817 DEL 2023 y con base en el estudio acabado de referenciar, la revisión y/o los ajustes se hará para la alternativa de ***PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO***.

2.1 INFORMACIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO

Como conclusión de los comités técnicos sostenido entre la Supervisión del contrato de la Secretaría de Infraestructura Municipal de Popayán, la Interventoría y el Contratista de Obra; se concluyó que se considerara la alternativa de definir como subrasante la actual superficie de rodadura de la vía a Santa Rosa, por las siguientes consideraciones:

1. En términos generales la resistencia del suelo superficial de la actual subrasante es bueno
2. La topografía de del terreno en el que se ejecutará el contrato, 1.00km, es prácticamente plano, por lo cual no es conveniente colocar la estructura de pavimento nueva en cota inferior
3. La condición casi plana del terreno no permite la construcción de los drenajes transversales diseñados inicialmente, pues algunos no pueden desaguar al terreno; por lo cual se debe rediseñar

Por todas estas consideraciones, se rediseñó la geometría del proyecto a ejecutar, resultando aproximadamente la siguiente sección transversal típica para el Proyecto (ver Figura No. 1).

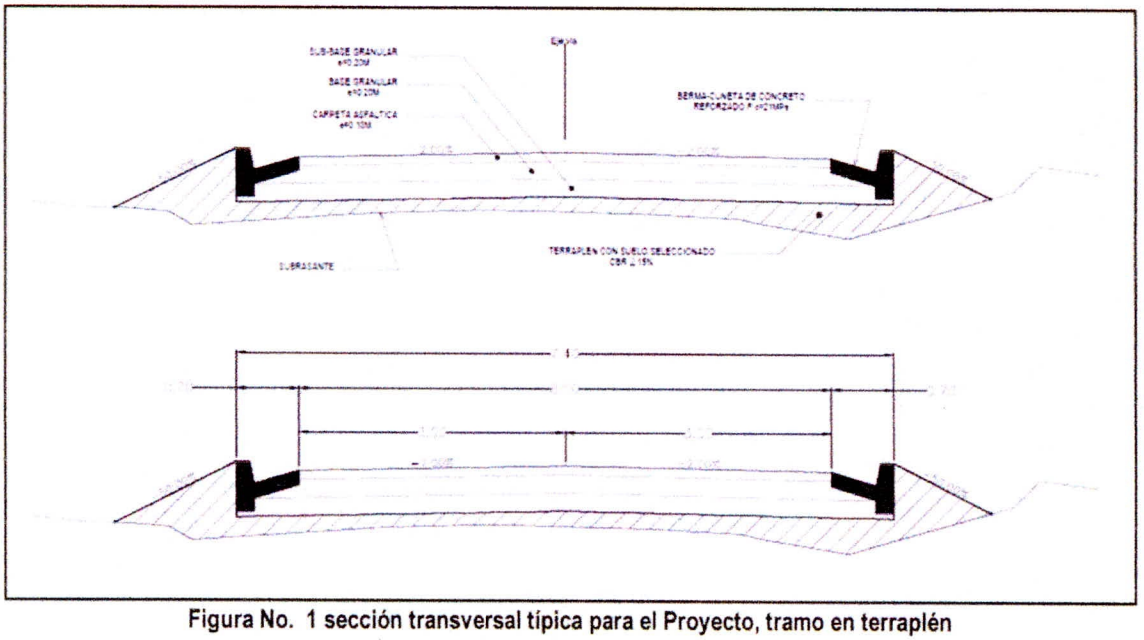


Figura No. 1 sección transversal típica para el Proyecto, tramo en terraplén

Se conserva el *camión de diseño*: C5 (C3-S2).

2.2 PERIODO DE DISEÑO

Se conserva el criterio de 15 años.

2.3 TRÁNSITO DE DISEÑO

Tránsito equivalente de diseño: 683.539 (700000 EE)

2.4 GEOTECNIA PARA PAVIMENTOS

El Proyecto inicial encontró que en el Apique No.1 (ver Tabla 1) el valor de resistencia de la subrasante es menor que el permitido para para construcción de pavimentos (CBR < 3%). En atención a esta situación se realizaron apiques adicionales para verificar el tipo de suelo; pues entre la abscisa K00+000 y la K00+250, no hay información; tampoco la hay entre las abscisas la K00+250 y la K00+500.

Tabla 1 Valores de CBR con inmersión[2]

APIQUE No.	Abscisa	Profundidad (m)	CBR (%)	
			0.1"	0.2"
1	K00+250	0.4	2.1	2.2
2	K00+500	0.3	8.8	8.7
3	K00+750	0.5	11	10.8
4	K01+000	0.6	8	8.3

En la Tabla 2 se presenta el detalle del suelo de subrasante determinado para la versión inicial del Proyecto.

APIQUE N°	PROF. (m)	ABSCISA	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	CLASIFICACIÓN (U.S.C)
1	0.40	K0+250	80.9	83.6	60.1	23.5	MH

Tabla 2 Propiedades del suelo de subrasante natural[3]

Como resultado de los apiques de verificación se encontró que, efectivamente, el suelo de subrasante es limo altamente plástico – MH (Método de clasificación SUC); entre la superficie de rodadura actual, existe una capa de material mezclado entre afirmado, escombros de construcción y desechos de carpeta asfáltica de diferentes tamaños, esta capa tiene un espesor que varía hasta los 0.28m de

[2] Tomado de: "VOLUMEN DISEÑO DE PAVIMENTOS. ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DESDE EL COMPLEJO DEPORTIVO EN LA VEREDA SANTA ROSA, HACIA EL SECTOR DE LA TETILLA, PARA LA REACTIVACIÓN ECONÓMICA RURAL DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN SOLICITÓ: ALCALDÍA MUNICIPAL DE POPAYAN. CITEC LTDA. Versión 1. Mayo de 2022"

[3] Tomado de: "VOLUMEN ESTUDIO DE SUELOS PARA DISEÑO DE PAVIMENTO ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DESDE EL COMPLEJO DEPORTIVO EN LA VEREDA SANTA ROSA, HACIA EL SECTOR DE LA TETILLA, PARA LA REACTIVACIÓN ECONÓMICA RURAL DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN. Versión 1. CITEC Ltda. Mayo de 2022". Página 28

profundidad y luego aparece el LIMO PLÁSTICO (ver Ilustración 1).

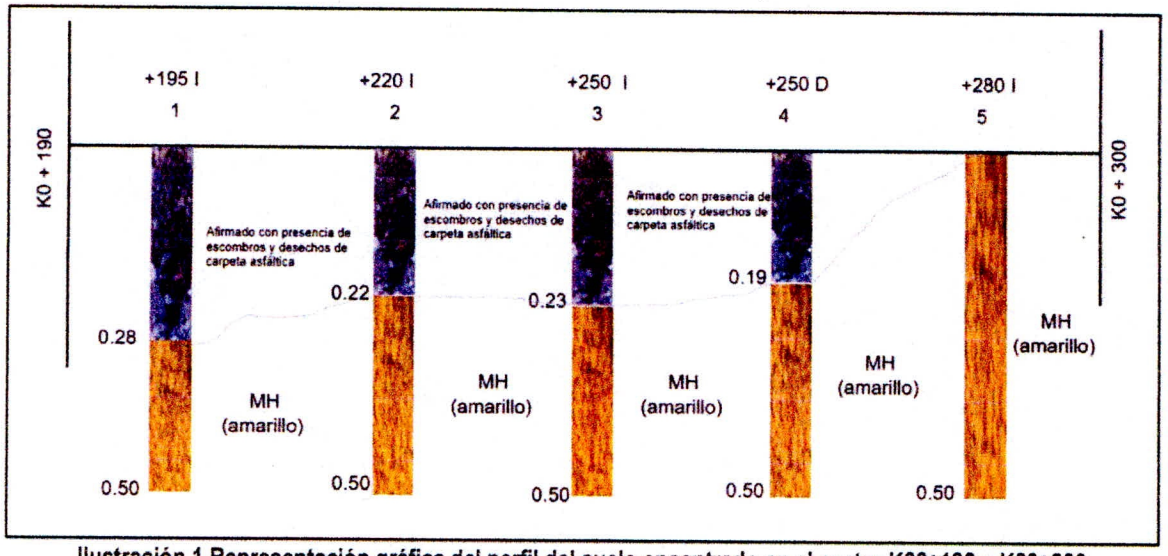


Ilustración 1 Representación gráfica del perfil del suelo encontrado en el sector K00+190 a K00+300

En consecuencia a las evidencia de la verificación hecha para establecer el tipo de suelo que existe en la superficie de la vía Popayán-Santa Rosa; el cual corresponde a un material indeseable, por lo cual, se propone el *reemplazo* de este material "Afirmado con presencia de escombros y desechos de carpeta asfáltica" por un material granular importado con un CBR >= 15%. En adelante haremos la modelación teórica para establecer las especificaciones de la estructura multicapa para pavimentar el sector K00+150 al K00+300.

2.4.1 SUBRASANTE

CBR = 2.2%; profundidad muestreo, 0.40m; tipo de suelo MH

2.4.2 CÁLCULO ESPESOR DE MEJORAMIENTO

Debido a la baja capacidad de soporte de la subrasante natural, hay la necesidad de considerar un espesor de mejoramiento (sector K00+150 a K00+300), el CBR equivalente de la interacción subrasante-mejoramiento será calculado con base la teoría de Ivanov para la determinación del módulo elástico equivalente en pavimentos multicapa.

$$E_{eq} = \frac{E_{sbr}}{1 - \frac{2}{\pi}\left[1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right] tan^{-1}\left[n\,\frac{e_{mej}}{2a}\right]}$$

E_{eq}: Módulo elástico equivalente del sistema, Kg/cm2

E_{sbr}: Módulo elástico de la subrasante, Kg/cm2

E_{mej}: Módulo elástico del mejoramiento, Kg/cm2

e_{mej} : Espesor de la capa de mejoramiento, cm

a: Radio del área de carga, 15.27cm

n: Parámetro adimensional determinado con la expresión

$$n = \sqrt[2.5]{E_{mej}/E_{sbr}}$$

Correlación para módulo de elasticidad – E (PSI).

$$E = 2555\ x\ (CBR)^{0.64}$$

Para CBR >= 10

$$E_{mejoramiento} = 130 \times CBR^{0.714}$$

Para CBR < 10

$$E = 100 \times CBR$$

CBR_{SR}	=	2.2
$CBR_{mejoramiento}$	=	15
E_{SR}	=	220
$E_{mejoramiento}$	=	898.8
$e_{mejoramiento}$	=	30
a	=	15.27
n	=	1.76
E_{eq}	=	514.92
CBR_{eq}	=	5.15

2.5 VERIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO EN EL SECTOR DE MEJORAMIENTO

N(W18) = 700000 EE

E_{MA} = 304580 PSI

CBR_{SR} = 5.15%

CBR_{BG} = 90%

CBR_{SBG} = 40%

2.5.1.1 Resultados

1. TRANSITO DE DISEÑO

Ejes Equiv. (W18) = 700000 Ejes de 8.2 Toneladas

2. CONFIABILIDAD

Se entiende por confiabilidad de un proceso diseño-comportamiento de un pavimento a la probabilidad de que una sección diseñada usando dicho proceso, se comportará satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y ambientales durante el periodo de diseño.

Confiabilidad(R) (%) =	90
Desv. Estándar (So) =	0.45
Nivel de confianza (Zr) =	-1.282

3. SERVICIABILIDAD

Se define como la capacidad del pavimento de desempeñarse adecuadamente ante todo tipo de tráfico que circula en la vía, se mide en una escala del 0 al 5, en donde 0 (cero) significa pavimento intransitable y 5.0 (cinco) significa pavimento en excelentes condiciones.

Serv. Inicial (Pi)=	4.0
Serv. Final (Pf)=	2.0

4. PROPIEDADES DEL SUELO

Mód. Elástico Asfalto a 68°F (psi)		Mr_1 = 400000	Mr : Módulo Resiliente
CBR Base Granular (%) =	90	Mr_2 = 29759 psi	
CBR Sub-Base (%) =	40	Mr_3 = 16590 psi	$Mr_2 = -0.147(CBR)^2 + 29.9(CBR) + 592$
CBR Sub-Rasante (%) =	5.15	Mr = 4347 psi	$Mr_3 = -0.152(CBR)^2 + 22.4(CBR) + 512$
			$Mr = 115.247(CBR)^{0.595}$

5. CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES ESTRUCTURALES (a1, a2 y a3)

Este método asigna a cada capa del pavimento un coeficiente (Di), los cuales son requisitos para el diseño estructural normal de los pavimentos flexibles. Estos coeficientes permiten convertir los espesores reales a números estructurales (SN), siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura de pavimento.

a1 =	0.42	$a_1 = 0.184\ x\ Ln(Mr_1) - 1.9547$
a2 =	0.14	$a_2 = 0.249\ x\ Log(Mr_2) - 0.977$
a3 =	0.12	$a_2 = 0.227\ x\ Log(Mr_3) - 0.839$

6. COEFICIENTE DE DRENAJE

Días prom. lluvia en la zona	=	60	
Término de remoción del agua	=	1 DÍA	
% del tiempo próx. a saturación	=	16.7	%
Coeficiente de drenaje	=	1.15	

Calidad de drenaje
BUENO

7. CÁLCULO DE LOS NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN_1 - SN_2 y SN_3)

Los números estructurales de capa se determinaron a través de la ecuación de la AASHTO 93. Para obtener los SN_1, SN_2 y SN_3 se introducen todos los parámetros de diseño, descritos anteriormente, en la referida ecuación.

$$Log_{W18} = Z_r x S_o + 9.36\ x\ Log(SN_i + 1) - 0.20 + \left[\frac{Log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4\left(\frac{1094}{(SN_i)^{5.19}}\right)}\right] + 2.32\ x\ Log(Mr) - 8.07$$

Zr = Nivel de confianza
So = Desviación Estándar
Mr = Módulo resiliente
SNi = Número estructural
ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad (Pi - Pf)

8. RESULTADO DEL MÉTODO

D1 =	4.55 Pulg.	=	11.56 cm	Carpeta Asfáltica
D2 =	2.96 Pulg.	=	7.52 cm	Base Granular
D3 =	10.79 Pulg.	=	27.41 cm	Sub-Base
ESPESOR TOTAL ESTRUCTURA		=	46.48 cm	

Observando los resultados anteriores, se establece que el espesor de la carpeta asfáltica es un valor cercano o mucho mayor que las capas subyacentes, por lo anterior se toma como referencia los espesores mínimos mostrados en tabla #1, en función del tránsito proyectado. Lo descrito anteriormente se realiza con el objeto de construir un proyecto de pavimentación que sea lo más viable económicamente.

Tabla #1 - Espesores mínimos de capas

W_{18} (10^6)	Espesores mínimos en Plg.	
	Capa Asfáltica	Base Granular
<0.05	1.0	4.0
0.05 - 0.15	2.0	4.0
0.15 - 0.50	2.5	4.0
0.50 - 2.00	3.0	6.0
2.00 - 7.00	3.5	6.0
> 7.00	4.0	6.0

Fuente: AASHTO 93

A. Disminuyendo el espesor de la carpeta asfáltica, según lo estipula la tabla #1, se retrocalcula SN_1

Espesor Carpeta Asfáltica = 3.0 plg = 7.62 cm $D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$ $SN_1^* = D_1 * a_1$

SN_1^* = 1.26 plg

B. Disminuyendo el espesor de la base granular, según lo estipula la tabla #1, se retrocalcula SN_2

Espesor Base Granular = 6.0 plg = 15.24 cm $D_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 * m_2}$

SN_2^* = 2.2 plg

C. Basado en los resultados anteriores, el valor de la capa sub-base es: $SN_2^* = D_2 * (a_2 * m_2) + SN_1^*$

Espesor Sub-Base = 11.9 plg = 30.28 cm $D_3 = \frac{SN_3 - SN_2^*}{a_3 * m_3}$

Los espesores de la estructura de pavimento flexible Método AASHTO 93 son:

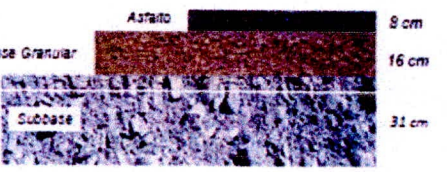
Carpeta Asfáltica	=	8.00 cm
Base Granular	=	16.00 cm
Sub-Base	=	31.00 cm

ALTERNATIVA # 1

Carp. Asfáltica: MDC 19 mm M.E - 400000 psi

Base Granular: Mód. Elástico - 29759 psi

Subbase: Mód. Elástico - 16590 psi



SN_1 =	1.91 plg	Base Granular
SN_2 =	2.39 plg	Sub-Base
SN_3 =	3.87 plg	Sub-Rasante

ALTERNATIVA # 2

A. Disminuyendo el espesor de la carpeta asfáltica a criterio del diseñador, se retrocalcula SN_1

Espesor Carpeta Asfáltica = 3.9 plg = 10.00 cm $D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$ $SN_1^* = D_1 * a_1$

SN_1^* = 1.65 plg

B. Disminuyendo el espesor de la base granular a criterio del diseñador, se retrocalcula SN_2

Espesor Base Granular = 7.9 plg = 20.00 cm $D_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 * m_2}$

SN_2^* = 2.9 plg

$SN_2^* = D_2 * (a_2 * m_2) + SN_1^*$

C. Basado en los resultados anteriores, el valor de la capa sub-base es:

Espesor Sub-Base = 6.9 plg = 17.58 cm $D_3 = \frac{SN_3 - SN_2^*}{a_3 * m_3}$

Los espesores de la estructura de pavimento flexible Método AASHTO 93 son:

Carpeta Asfáltica	=	10.00 cm
Base Granular	=	20.00 cm
Sub-Base	=	18.00 cm



2.6 ESTRUCTURA DE PAVIMENTO PARA EL SECTOR DE MEJORAMIENTO

Para el SECTOR K00+150 a K00+300 se deberá construir la estructura para el pavimento conforme a lo indicado en la Figura No. 2.



Figura No. 2 Mejoramiento de la subrasante SECTOR K00+150 a K00+300

Para el resto de la longitud del Proyecto a ejecutarse se aplicará la estructura de pavimento que se presenta en la Figura No. 3.

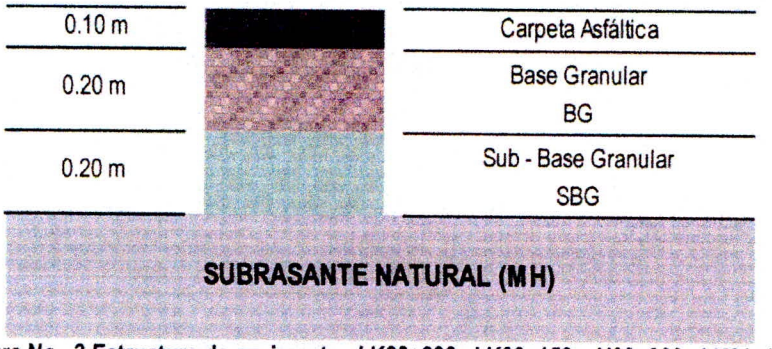


Figura No. 3 Estructura de pavimento al K00+000 al K00+150 y K00+300 al K01+000

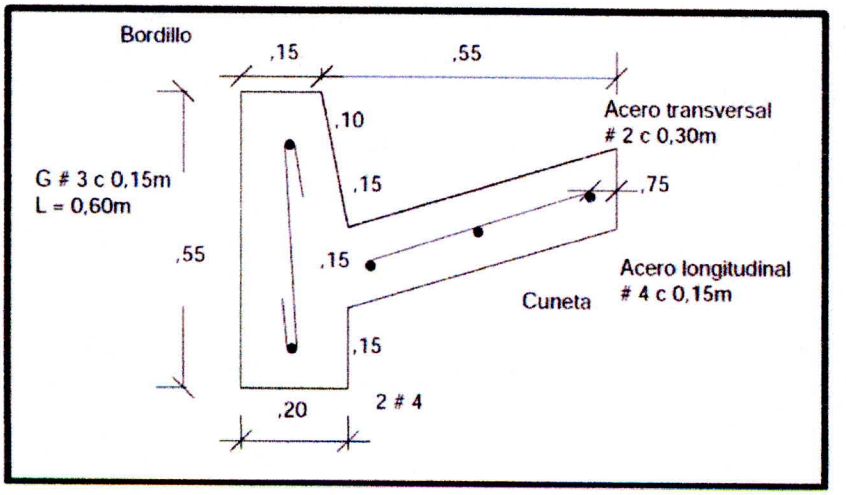
La estructura de pavimento definida en la Figura No. 2, resulta de los valores obtenidos en la ALTERNATIVA #2 que se ajustaron para obtener una magnitud de capa de sub base granular que sea constructivamente manejable y cumpla los requerimientos técnicos del método de diseño de pavimentos de la AASHTO 93 para las condiciones determinadas para este tramo vial (K00+150 al K00+300).

Los valores de la estructura de pavimento presentados en la Figura No. 3, corresponden a la estructura que se deberá construir en los tramos K00+000 al K00+150 y desde el K00+300 al K01+000; para esta estructura se conserva el diseño inicial, que consideró un CBR de diseño de 8.5%, magnitud similar a los que se dispone en los primeros 1000 m del proyecto inicialmente estudiado y diseñado.

2.6.1 BERMA-CUNETA Y EL BORDILLO

Aunque la solicitación sea eventual la berma-cuneta debe poder soportar los esfuerzos producidos por el vehículo de diseño y, por ende, el espesor, el refuerzo requerido y las características de los materiales deben ser similares a los utilizados en la placa-huella. La berma-cuneta tiene adosado el bordillo de confinamiento por lo que su geometría es sustancialmente diferente a la de la placa-huella.

Ilustración 2 Detalle del acero de refuerzo de la Berma-cuneta



2.7 VERIFICACIÓN DEL DISEÑO POR METODO RACIONAL

	DATOS				Metodología Shell [1987]	Metodología Shell [Confiabilidad = 85%]	PORCENTAJE DE CONSUMO	
EJE	Carga (Ton)	Repeticiones Esperadas	Épsilon t (μEt)	Épsilon z (μEz)	# Repeticiones admisibles Fatiga – Carpeta Asfáltica	# Repeticiones admisibles Ahuellamiento – Subrasante	Fatiga(%)	Ahuell.(%)
SRS	2.5	374	185	231	14633796	68132419	0	0
	6	10758	273	508	2091233	2913043	0.51	0.37
	7	173534	287	579	1628569	1726186	10.66	10.05
	8	9585	299	647	1326966	1107094	0.72	0.87
	11	4622	326	836	861247	397170	0.54	1.16
TANDEM	22	460	434	931	205952	258228	0.22	0.18
TRIDEM	24	0	388	702	360626	798828	0	0

Profundidad		10 cm	50 cm
Delta X (mm)	=	0	0
Delta Y (mm)	=	-0.000277	-0.00053
Delta Z (mm)	=	0.277947	0.190485
Sigma XX (kPa)	=	441.623751	0.09803
Sigma YY (kPa)	=	237.108708	-0.042448
Sigma ZZ (kPa)	=	-82.682338	-8.172023
Tau XY (kPa)	=	0	0
Tau XZ (kPa)	=	0	0
Tau YZ (kPa)	=	-0.314171	0.055425

Profundidad		10 cm	50 cm
Epsilon XX (μEt)	=	184.559296	106.738169
Epsilon YY (μEt)	=	53.08534	101.00842
Epsilon ZZ (μEt)	=	-152.494618	-230.577647
Gamma XY (μEt)	=	0	0
Gamma XZ (μEt)	=	0	0
Gamma YZ (μEt)	=	-0.403934	4.521269
Sigma 1 (kPa)	=	-82.682646	-8.172401
Sigma 2 (kPa)	=	237.109017	-0.04207
Sigma 3 (kPa)	=	441.623751	0.09803

Profundidad		10 cm	50 cm
Tau 1 (kPa)	=	102.257367	0.07005
Tau 2 (kPa)	=	159.895832	4.065166
Tau 3 (kPa)	=	262.153199	4.135216
Epsilon 1 (μEz)	=	-152.494817	-230.593058
Epsilon 2 (μEz)	=	53.085538	101.023831
Epsilon 3 (μEz)	=	184.559296	106.738169
Gamma XY (μEt)	=	131.473758	5.714338
Gamma XZ (μEt)	=	205.580355	331.616889
Gamma YZ (μEt)	=	337.054113	337.331227

Valor (+): Compresión
Valor (-): Tensión

Consumo de Fatiga = 12.65 %

Consumo de Ahuellamiento = 12.63 %

3. DRENAJE

3.1 SUPERFICIAL

3.1.1 CUNETAS

En atención a que los desagües transversales de la escorrentía superficial fueron modificados con el rediseño geométrico y de pavimentos del Proyecto, fue necesario modificar la longitud de las cunetas que evacuarán la calzada. Para la revisión de la capacidad hidráulica de las cuentas se empleó la información previa de Hidrología del documento ". ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DESDE EL COMPLEJO DEPORTIVO EN LA VEREDA SANTA ROSA, HACIA EL SECTOR DE LA TETILLA, PARA LA REACTIVACIÓN ECONÓMICA RURAL DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA. DIRECCIÓN DE HIDRÁULICA. SOLICITÓ: ALCALDÍA MUNICIPAL DE POPAYAN. CITEC LTDA. Junio de 2022". Del numeral "4.8 INTENSIDAD DE LA LLUVIA DE DISEÑO", recuperamos la siguiente información para la verificación de cuentas:

Tr = 5 años

I (mm/h) = 118.82 mm (Tc=15min)

Obras: cunetas

3.1.2 DISEÑO DE CUNETAS

CAUDAL DE ESCORRENTÍA

$$Q_P = 0.278\ C\ i\ A$$

Qp	=	Caudal de escorrentia, en metrso cúbicos por segundo (m3/s)
C	=	Coeficiente de escorrentía (adimensional)
i	=	Intensidad (mm/hr)
A	=	Área de drenaje (Km^2)

CAUDAL DE DISEÑO

$$Q = \frac{1}{n}\left(A\ R^{2/3}\ S^{1/2}\right)$$

Q	=	Caudal de diseño, em metros cúbicos por segundo (m3/s)
n	=	Coeficiente de rugosidad de Manning
A	=	Área mojada, en metros cuadrados (m2)
R	=	Radio hidráulico, en metros (m)
S	=	Pendiente, en metros por metro (m/m)

CRITERIO DE DISEÑO

El criterio de diseño empleado, basado en la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa Huella es el siguiente:

Qp=Q

CUNETA ENTRE EL K00+000 - K00+181

DATOS REQUERIDOS PARA ESTIMAR EL CAUDAL DE ESCORRENTÍA

C	0.9	CALLES	
i	118.82	mm/Hr	Tomado de estudio de CITEC LTDA. (2022)
L	182	m	Longitud cuneta
b	3	m	Ancho del carril
A2	0.000546	Km2	La longitud crítica tomada como longitud para el cálculo del área de diseño parte desde la abscisa 030 hasta la abscisa 0120

DATOS REQUERIDOS PARA ESTIMAR EL CAUDAL DE DISEÑO

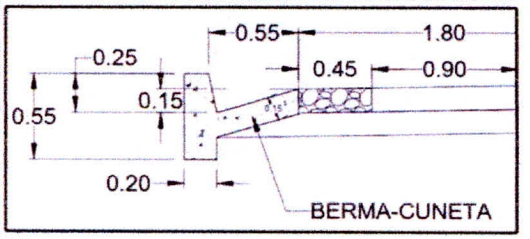


Figura 5.3 Berma-cuneta (recomendada en la presente Guía)

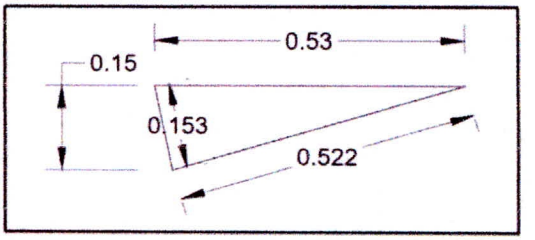


Figura 5.4 Lámina de agua en la berma-cuneta (recomendada en la presente Guía)

CAUDAL DE ESCORRENTÍA				CAUDAL DE DISEÑO					Verificación
C (Adimensional)	i (mm/hr)	A (Km2)	Qp (m3/s)	n	A (m2)	R (m)	S (m/m)	Q (m3/s)	Qp<=(0.90)Q
0.9	118.82	0.000546	0.016	0.014	0.039	0.0326	0.01995	0.04	OK

CUNETA ENTRE EL K00+181 - K00+250

DATOS REQUERIDOS PARA ESTIMAR EL CAUDAL DE ESCORRENTÍA

C	0.9	CALLES	
i	118.82	mm/Hr	Tomado de estudio de CITEC LTDA. (2022)
L	69	m	Longitud cuneta
b	3	m	Ancho del carril
A2	0.000207	Km2	La longitud crítica tomada como longitud para el cálculo del área de diseño parte desde la abscisa 030

DATOS REQUERIDOS PARA ESTIMAR EL CAUDAL DE DISEÑO

CAUDAL DE ESCORRENTÍA				CAUDAL DE DISEÑO					Verificación
C (Adimensional)	i (mm/hr)	A (Km2)	Qp (m3/s)	n	A (m2)	R (m)	S (m/m)	Q (m3/s)	Qp<=(0.90)Q
0.9	118.82	0.000207	0.006	0.014	0.039	0.0326	0.01995	0.04	OK

CUNETA ENTRE ELK00+250 - K00+320

DATOS REQUERIDOS PARA ESTIMAR EL CAUDAL DE ESCORRENTÍA

C	0.9	CALLES	
i	118.82	mm/Hr	Tomado de estudio de CITEC LTDA. (2022)
L	70	m	Longitud cuneta
b	3	m	Ancho del carril
A2	0.00021	Km2	La longitud crítica tomada como longitud para el cálculo del área de diseño parte desde la abscisa 030

DATOS REQUERIDOS PARA ESTIMAR EL CAUDAL DE DISEÑO

CAUDAL DE ESCORRENTÍA				CAUDAL DE DISEÑO					Verificación
C (Adimensional)	i (mm/hr)	A (Km2)	Qp (m3/s)	n	A (m2)	R (m)	S (m/m)	Q (m3/s)	Qp<=(0.90)Q
0.9	118.82	0.00021	0.006	0.014	0.039	0.0326	0.00212	0.013	OK

CUNETA ENTRE EL K00+320 - K00+550

DATOS REQUERIDOS PARA ESTIMAR EL CAUDAL DE ESCORRENTÍA

C	0.9	CALLES	
i	118.82	mm/Hr	Tomado de estudio de CITEC LTDA. (2022)
L	230	m	Longitud cuneta
b	3.0	m	Ancho del carril
A2	0.00069	Km2	La longitud crítica tomada como longitud para el cálculo del área de diseño parte desde la abscisa 030

DATOS REQUERIDOS PARA ESTIMAR EL CAUDAL DE DISEÑO

CAUDAL DE ESCORRENTÍA				CAUDAL DE DISEÑO					Verificación
C (Adimensional)	i (mm/hr)	A (Km2)	Qp (m3/s)	n	A (m2)	R (m)	S (m/m)	Q (m3/s)	Qp<=(0.90)Q
0.9	118.82	0.00069	0.021	0.014	0.039	0.0326	0.02628	0.046	OK

CUNETA ENTRE EL K00+550 - K00+665

DATOS REQUERIDOS PARA ESTIMAR EL CAUDAL DE ESCORRENTÍA

C	0.9	CALLES	
i	118.82	mm/Hr	Tomado de estudio de CITEC LTDA. (2022)
L	115	m	Longitud cuneta
b	3.0	m	Ancho del carril
A2	0.000345	Km2	La longitud crítica tomada como longitud para el cálculo del área de diseño parte desde la abscisa 030

DATOS REQUERIDOS PARA ESTIMAR EL CAUDAL DE DISEÑO

CAUDAL DE ESCORRENTÍA				CAUDAL DE DISEÑO					Verificación
C (Adimensional)	i (mm/hr)	A (Km2)	Qp (m3/s)	n	A (m2)	R (m)	S (m/m)	Q (m3/s)	Qp<=(0.90)Q
0.9	118.82	0.000345	0.010	0.014	0.039	0.0326	0.001	0.009	OK

CUNETA ENTRE EL K00+665 - K00+960

DATOS REQUERIDOS PARA ESTIMAR EL CAUDAL DE ESCORRENTÍA

C	0.9	CALLES	
i	118.82	mm/Hr	Tomado de estudio de CITEC LTDA. (2022)
L	295	m	Longitud cuneta
b	3.0	m	Ancho del carril
A2	0.000885	Km2	La longitud crítica tomada como longitud para el cálculo del área de diseño parte desde la abscisa 030

DATOS REQUERIDOS PARA ESTIMAR EL CAUDAL DE DISEÑO

CAUDAL DE ESCORRENTÍA				CAUDAL DE DISEÑO					Verificación
C (Adimensional)	i (mm/hr)	A (Km2)	Qp (m3/s)	n	A (m2)	R (m)	S (m/m)	Q (m3/s)	Qp<=(0.90)Q
0.9	118.82	0.000885	0.026	0.014	0.039	0.0326	0.04556	0.061	OK

Los datos para la verificación hidráulica de las cuentas fueron tomados del diseño geométrico de junio de 2024.

3.2 ALCANTARILLAS

Las alcantarillas diseñadas para el presente Proyecto corresponden a la alcantarilla básica de la

"CARTILLA DE OBRAS MENORES DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS VIALES. MINISTERIO DE TRANSPORTE. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS - INVIAS. UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN - 2019", en atención a que la vía sujeto de la presente revisión y ajuste corresponde a una carretera de orden terciario (ver Ilustración 3).

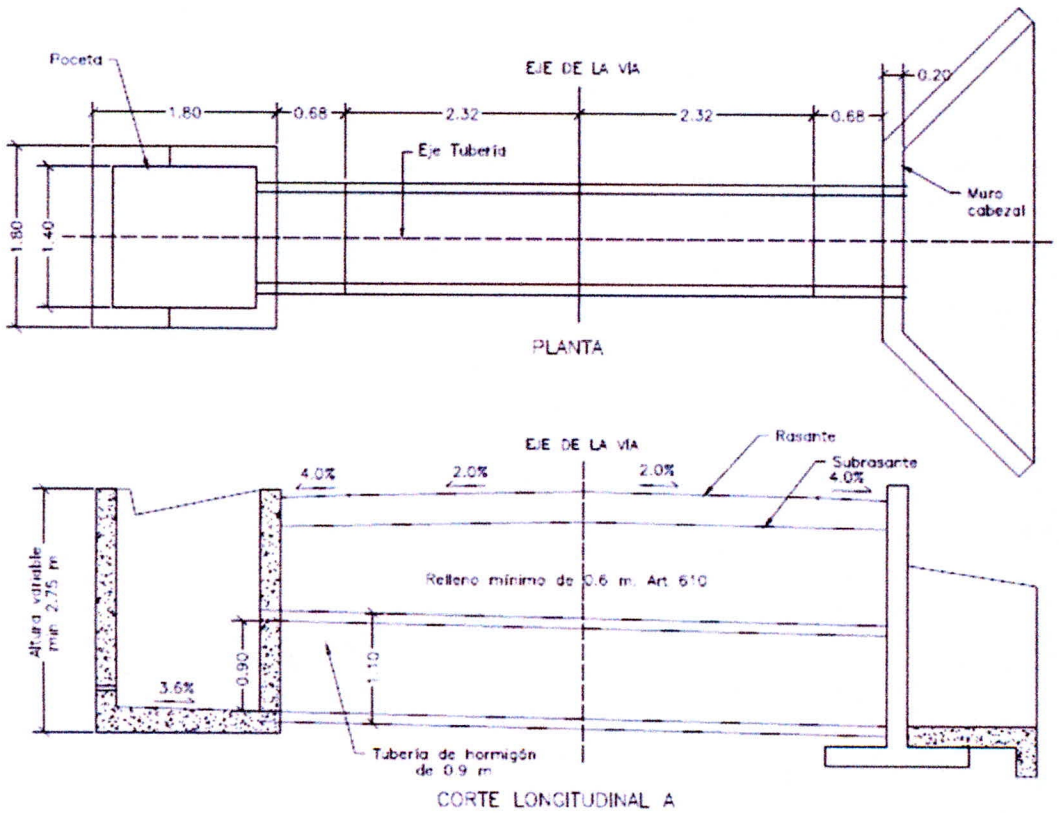


Ilustración 3 Alcantarilla tipo de concreto reforzado: planta y perfil longitudinal[4]

No.	ABSCISA	CONDICIÓN	ESTRUCTURA DE			ESTRUCTURA DE SALIDA			TUBERÍA			
			TIPO	MATERIAL	COSTADO	TIPO	MATERIAL	COSTADO	GEOMETRÍA DUCTO	MATERIAL	DIÁMETRO INTERNO DE TUBERÍA (m)	PENDIENTE DE LA TUBERÍA
1	K00+190.00	OBRA NUEVA	POCETA	CONC. REF.	IZQUIERDO	ALETAS	CONC. REF.	DERECHO	CIRCULAR	CONC. REF.	0.90	2%
2	K00+240.00	OBRA NUEVA	POCETA	CONC. REF.	IZQUIERDO	ALETAS	CONC. REF.	DERECHO	CIRCULAR	CONC. REF.	0.90	2%
3	K00+305.00	OBRA NUEVA	POCETA	CONC. REF.	IZQUIERDO	ALETAS	CONC. REF.	DERECHO	CIRCULAR	CONC. REF.	0.90	2%
4	K00+630.00	OBRA NUEVA	POCETA	CONC. REF.	DERECHO	ALETAS	CONC. REF.	IZQUIERDO	CIRCULAR	CONC. REF.	0.90	2%
5	K00+910.00	OBRA NUEVA	POCETA	CONC. REF.	DERECHO	ALETAS	CONC. REF.	IZQUIERDO	CIRCULAR	CONC. REF.	0.90	2%

Tabla 3 Descripción de la ubicación en planta de las alcantarillas diseñadas[5]

La Tabla 3 presenta los detalles técnicos de las alcantarillas que se deberá construir para el Proyecto.

[4] Tomado de: "CARTILLA DE OBRAS MENORES DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS VIALES. MINISTERIO DE TRANSPORTE. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS - INVIAS. UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN - 2019". PLANO 03 DE 127

[5] Fuente: elaboración propia

Los caudales que evacuarán las alcantarillas corresponden a los de las cuentas y los subdrenes, pues todo el tramo a pavimentar se desarrollará, según el diseño geométrico, en plataforma superior y no captarán agua de otras áreas.

4. CONCLUSIONES

- CAPAS GRANULARES: i) SUBBASE GRANULAR, CLASE B; ii) BASE GRANULAR, CLASE B
- La estructura de pavimento determinada para el Proyecto: CARPETA ASFÁLTICA (10cm); SUBBASE GRANULAR (20cm); BASE GRANULAR (20 cm)
- La estructura de pavimento flexible fue diseñada con el MÉTODO DE AASHTO 93 y verificada positivamente por el método racional para pavimentos
- En lo posible se debe evitar alterar las condiciones iniciales de la subrasante, ya que el pavimento fue diseñado con el valor de CBR inalterado. Excepto si los documentos técnicos del Proyecto así lo indiquen.

- Dado el caso en que la subrasante sea un suelo expansivo se plantea dos soluciones: excavar a una profundidad aproximada de un metro o elevar la rasante del proyecto.

- El vehículo de diseño es un camión tipo C3S2 con las cargas máximas legales y un factor de seguridad.

- Además de la buena compactación de las capas granulares se debe garantizar una superficie uniforme de rodadura lo cual evitará empozamientos de agua que deterioren la estructura de pavimento.

- Se deben garantizar la construcción de todas las obras de drenaje superficial y subsuperficial.

Presentado por:

NELSON ENRIQUE PAREJA LÓPEZ
C.C. No. 76.285.472
MP: 632.2.88587 QND
Esp. en Infraestructura Vial y Transporte
Esp. en Ingeniería de Pavimentos