



DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

**PROYECTO “CONSTRUCCIÓN ALAMEDA
ESTUDIANTIL CAHUMA LOCOMBOO EN EL
MUNICIPIO DE MELGAR TOLIMA”.**

AGOSTO 2021



CONTENIDO

1. LOCALIZACIÓN	7
2. OBJETIVOS	8
2.1 OBJETIVO GENERAL.	8
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.	8
3. JUSTIFICACION	9
4. ALCANCE	10
5. ESTUDIO DE TRANSITO	11
5.1 DETERMINACIÓN DEL TPD	11
5.2 CÁLCULO DEL FACTOR CAMIÓN.	12
5.3 TASA DE CRECIMIENTO	12
5.4 PERIODO DE DISEÑO (N)	12
5.5 FACTOR DIRECCIONAL (FD).	12
5.6 FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL (FCA).	12
5.7 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (NEE).	13
6. CARACTERIZACIÓN DE LA SUB-RASANTE	14
6.1 VALORACIÓN DEL CBR DE DISEÑO	14
7. DISEÑO DE ESPESORES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	17



7.1 DISEÑO DE ESPESORES DE CAPAS GRANULARES Y CAPA DE CONCRETO ASFÁLTICO CON METODOLOGÍA AASHTO-93 Y ACTUALIZACIONES	17
7.1.1 Capa asfáltica MDC-19.	20
7.2 PERFIL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	27
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28



LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización Regional del proyecto en el Municipio de Flandes.	7
Ilustración 2. Resultado del número estructural SN1, con metodología AASHTO-93.....	19
Ilustración 3. Valores del coeficiente estructural (ab) para bases granulares no-tratadas AASHTO-93	21
Ilustración 4. Resultado del número estructural SN1, con metodología AASHTO-93.....	22
Ilustración 5. Valores del coeficiente estructural.....	23
Ilustración 6. Valores del coeficiente estructural (asb) para subbases granulares no tratadas AASHTO-93.....	24
Ilustración 7. Resultado del número estructural SN2, con metodología AASHTO-93	25
Ilustración 8. Estructura de pavimento flexible en metros.....	27



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición vehicular típica	11
Tabla 2. Método del percentil	14
Tabla 3. Resultado de los CBR obtenidos en el laboratorio	15
Tabla 4. Características de drenaje del material y/o sub-base	19
Tabla 5. Valores recomendados del coeficiente de ajuste (m) para los coeficientes estructurales de las capas y/o Sub-bases no-tratadas.....	19
Tabla 6. Espesores de materiales de acuerdo al número de ejes equivalentes.....	26



INTRODUCCIÓN

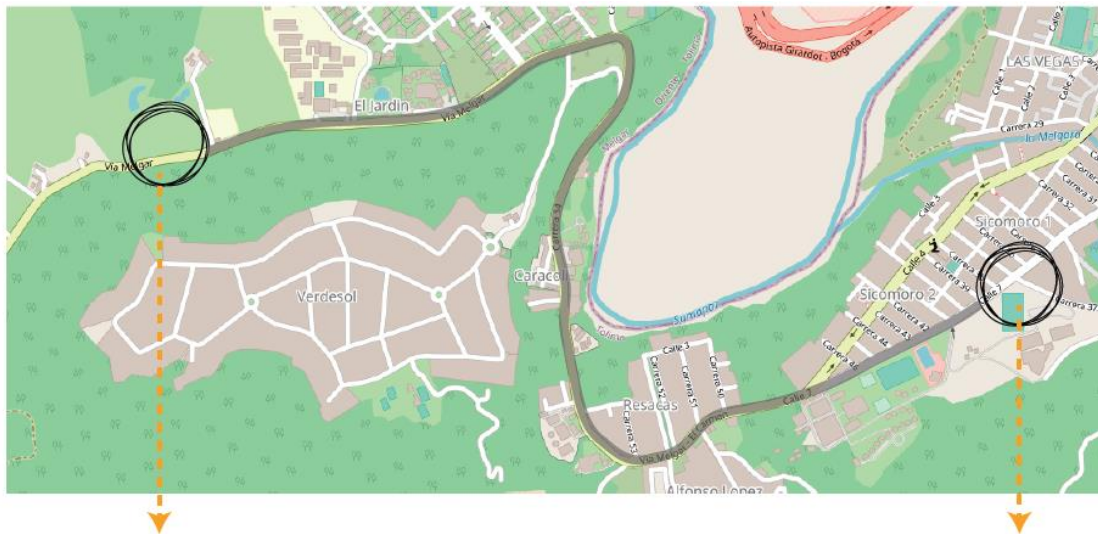
El presente documento contiene el diseño de la estructura del Pavimento Flexible para el proyecto: **“CONSTRUCCIÓN ALAMEDA ESTUDIANTEL CAHUMA LOCOMBOO EN EL MUNICIPIO DE MELGAR TOLIMA”**, con un periodo de diseño de 10 años.

Para el diseño de la estructura del Pavimento Flexible se sigue la metodología AASHTO-93, teniendo en cuenta el estudio de suelos realizado, las características del tránsito, el Manual de Especificaciones para construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y los criterios del diseñador.



1. LOCALIZACIÓN

Ilustración 1. Localización del proyecto en el Municipio de Melgar.



Sena
FIN DEL TRAMO

Observación del tramo entre la Cra 37 con Calle 7ma hasta el Sena, tomando notas de los ocurrido en cuanto a :

- Peatón
- Vehículo
- Ciclista



Cra 37 con Cll 7ma
INICIO DEL TRAMO



2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL.

Diseñar una Estructura de Pavimento Flexible para el proyecto “**CONSTRUCCIÓN ALAMEDA ESTUDIANTEL CAHUMA LOCOMBOO EN EL MUNICIPIO DE MELGAR TOLIMA**”.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Determinar las condiciones geotécnicas del terreno por medio de toma de muestras en campo y ensayos de laboratorio.
- Determinar el tipo de tránsito, volúmenes y las cargas a las que el pavimento será sometido durante el periodo de diseño.
- Determinar las características de los materiales que constituirán las capas del Pavimento.
- Determinar las condiciones ambientales.
- Determinar los espesores de las capas del Pavimento, por medio de la Metodología AASHTO – 93.



3. JUSTIFICACION

La construcción de una ciclo-vía desarrolla una alternativa de movilidad de la población, si se tiene en cuenta que la gran mayoría de las vías nacionales, se encuentran saturadas de tránsito vehicular, que pone en alto riesgo la vida de los usuarios y peatones que en muchas ocasiones tienen que ocupar las vías nacionales al mismo tiempo. Las ciclo-vías generan un espacio público importante, que permite a la población que las utiliza como sitios de recreación y esparcimiento.



4. ALCANCE

El proyecto **“CONSTRUCCIÓN ALAMEDA ESTUDIANTIL CAHUMA LOCOMBOO EN EL MUNICIPIO DE MELGAR TOLIMA”**.

El diseño consistirá en un Pavimento Flexible empleando la metodología AASHTO-93, con todas las variables o parámetros necesarios que la involucran y que garanticen una estructura durable y resistente durante su vida útil.



5. ESTUDIO DE TRANSITO

Se calcula mediante la siguiente formula:

$$N = 365 * TPDS * \frac{A}{100} * \frac{B}{100} * \frac{(1+r)^n - 1}{Ln(1+r)} * f_c$$

Dónde:

N = Número de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn

TPD= Tránsito Promedio Diario.

A = % de vehículos comerciales en el conteo

B = % de vehículos comerciales en el carril de diseño

R = Tasa de crecimiento anual del tránsito

n = Periodo de diseño estructural

f_c = Factor camión

5.1 DETERMINACIÓN DEL TPD

En este caso como no disponemos de conteos ni de series históricas que proporcionen la composición del tránsito vehicular y con el propósito de diseñar un pavimento flexible para el proyecto, se utiliza la información registrada en la Tabla 2.2, composición vehicular típica página 9, del capítulo 2, contemplada en el “Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito”, teniendo en cuenta que es una ciclo-vía para la alameda estudiantil 2020 Melgar-Tolima.

Tabla 1. Composición vehicular típica

TPDS	A	B	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5
180	74.4	9.1	12.2	4.1	0.1	0	0
300	61.7	8.4	13	14.3	2.2	0.3	0.1
410	56	12	14.1	16.6	1.2	0.1	0

Fuente: Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito (INVIAS 2007)



El tránsito promedio diario semanal TPDS para el presente cálculo del tránsito es 180 vehículos mixtos.

5.2 CÁLCULO DEL FACTOR CAMIÓN.

$$F_c = \frac{(1 * 0.091) + (1.14 * 0.122) + (3.44 * 0.041) + (3.76 * 0.001)}{0.256} = 1.46$$

5.3 TASA DE CRECIMIENTO

Según los estudios realizados por INVIAS, la caracterización a la cual corresponde este tipo de vía es una de carácter local cuyo crecimiento se encuentra en un rango entre el 3% y 4.5%. Se suma una tasa de crecimiento del 3,5 % anual. Sin embargo, el tránsito de estas vías locales prácticamente permanece constante durante la vida útil del pavimento, ya que en su mayoría son vehículos livianos que pertenecen a los propietarios de las viviendas y de algunos visitantes que esporádicamente llegan al conjunto.

5.4 PERIODO DE DISEÑO (N)

De acuerdo al tipo de vía colectora y al tipo de estructura que es Pavimento Flexible, el método sugiere una vida útil entre los 10 y los 20 años de servicio, se asume un periodo de 10 años.

5.5 FACTOR DIRECCIONAL (FD).

Se adopta una distribución direccional correspondiente al 50% cuando no se obtiene del conteo, para cada dirección.

5.6 FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL (FCA).

Como el número total de carriles en cada dirección es 1.0, se adopta un factor de distribución por carril igual a 1.0



5.7 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES (NEE).

Es el método más utilizado para estimar el tránsito con fines de diseño de pavimentos y consiste en convertir las repeticiones esperadas del tránsito real a un número de aplicaciones de un eje de referencia normalizado de 80 kN o 8.2 Ton, produciendo el mismo deterioro en el pavimento.

Datos de entrada para cálculo.

TPD	= 180 veh/día
A	= 25.60%
B	= 50 %
r	= 3,5%
n	= 10 años
F _c	= 1,46

$$N = 365 * 180 * \frac{25.60}{100} * \frac{50.00}{100} * \frac{(1 + 0.035)^{10} - 1}{\ln(1 + 0.035)} * 1,46 = 146,544 \text{ EE}$$

$$\mathbf{N = 0.147 \times 10^6 \text{ EE}}$$



6. CARACTERIZACIÓN DE LA SUB-RASANTE

6.1 VALORACIÓN DEL CBR DE DISEÑO

Se realizaron los estudios de suelos necesarios para determinar la capacidad portante del suelo de subrasante, y se caracterizaron los materiales que constituirán las diferentes capas del pavimento flexible para determinar su calidad. Para conocer el perfil estratigráfico del subsuelo y la profundidad donde se cimentará la estructura del pavimento se realizaron cuatro (4) apiques a una profundidad máxima de 2.00 m. Las muestras que se tomaron para establecer las características físicas y mecánicas del suelo de sub-rasante fueron alteradas y permitieron determinar los CBR.

Se utiliza para el cálculo del CBR de Diseño el método del percentil propuesto por el instituto del asfalto, el cual recomienda tomar un valor total, que el 60, el 75 o el 87.5 por ciento (%) de los valores individuales sea igual o mayor que él, de acuerdo con el tránsito que se espera circule sobre el pavimento. Página 68 del tomo No. 1 del libro de ingeniería de pavimentos de Alfonso Montejó Fonseca

Tabla 2. Método del percentil

Límites para selección de resistencia	
Numero de ejes 8.2 toneladas en el carril de diseño (N)	Percentil a seleccionar para hallar la resistencia
$<10^4$	60
$10^4 - 10^6$	75
$>10^6$	87.5

El tipo de suelo encontrado se clasifica como: arena limosa (SM), arcilla de baja compresibilidad (CL), arenas arcillosas (SC) y limos de baja compresibilidad (ML).

A continuación, se presenta un resumen de los CBR obtenidos en el laboratorio:



Tabla 3. Resultado de los CBR obtenidos en el laboratorio (tomados del estudio de la capacidad portante)

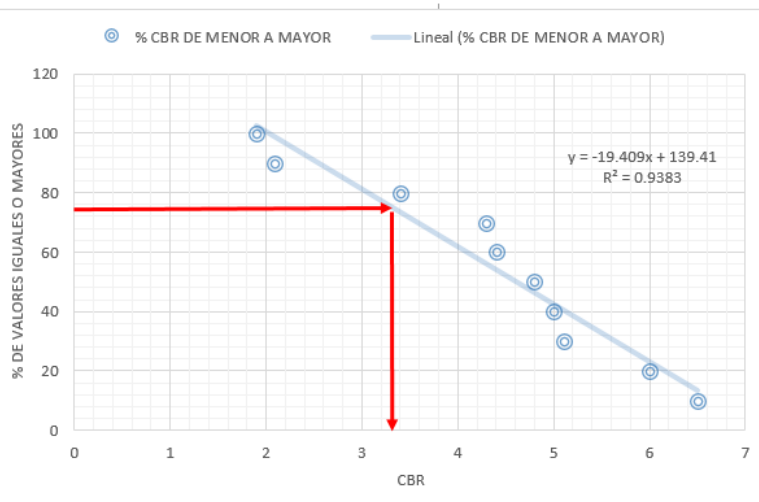
Calicata	CBR
1	4.4
2	3.4
3	5.0
4	6.5
5	5.1
6	2.09
7	4.3
8	6.0
9	1.9
10	4.8

Fuente: propia.

Figura. Percentil con los resultados de los ensayos realizados

CBR DE MENOR A MAYOR	% CBR DE MENOR A MAYOR
1.9	100
2.09	90
3.4	80
4.3	70
4.4	60
4.8	50
5.0	40
5.1	30
6.0	20
6.5	10

CBR DE MENOR A MAYOR	% CBR DE MENOR A MAYOR
1.9	100
2.09	90
3.4	80
4.3	70
4.4	60
4.8	50
5	40
5.1	30
6	20
6.5	10





Fuente: propia.

El CBR de diseño es del **3.32%**

Se calculó el módulo resiliente con la siguiente forma:

$$MR = 1500 * \text{CBR en psi}$$

$$MR = 1500 * 3.32 = 4980.0 \text{ psi}$$

Este parámetro es uno de los que se empleará en la metodología AASTHO, para determinar los espesores de las diferentes capas del Pavimento Flexible.



7. DISEÑO DE ESPESORES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

7.1 DISEÑO DE ESPESORES DE CAPAS GRANULARES Y CAPA DE CONCRETO ASFÁLTICO CON METODOLOGÍA AASHTO-93 Y ACTUALIZACIONES

Los procedimientos involucrados en el método de diseño, versión 1993, están basados en las ecuaciones originales de la AASHTO que datan de 1961, producto de las pruebas en Ottawa, Illinois, con tramos realizados en escala real, con pruebas reales y espesores de pavimento dados. Para las versiones más recientes (1986 y 1993), se han modificado para incluir factores o parámetros de diseño que no se habían tenido en cuenta y que son resultantes de la experiencia adquirida por ese organismo entre el método original y su versión más moderna.

El diseño está basado en encontrar un “número estructural SN” para que el pavimento flexible pueda soportar el nivel de carga solicitado. La ecuación original empleada por la AASHTO para determinar el número estructural es la siguiente:

$$\log W_{18} = ZR \times S_o + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log Mr - 8.07$$

Dónde:

$\log W_{18}$ = Número estimado de ejes simples equivalentes de 8.2 toneladas.
 ZR = Desviación estándar normal.

S_o = Error estándar combinado de la predicción del tránsito y de la predicción del comportamiento.

ΔPSI = Diferencia entre en índice de servicio inicial y final.

Mr = Modulo resiliente.

SN = $a_1 d_1 + a_2 d_2 m_2 + a_3 d_3 m_3$

a_i = Coeficiente estructural de cada capa.

d_i = Espesor de cada capa en pulgadas.

m_i = Coeficiente de drenaje de las capas granulares.



Para esto es necesario determinar los siguientes parámetros:

Nivel de confianza (R). Los valores de nivel de confianza están supeditados al tipo en escala de orden de importancia de la vía, se asume un valor del 50%. (Recomendaciones del IDU).

Desviación normal estándar (ZR). El correspondiente valor para el nivel de confianza aplicado es de -1.282.

Error normal combinado (So). Tiene en cuenta el error o desviación del diseño, la variación de las propiedades de los materiales, la variación de las condiciones climáticas y la variación de la calidad de la construcción. Para el diseño se asumirá un valor de 0.45

Nivel de servicio (ΔPSI). Se determina como la diferencia entre el nivel de servicio inicial y final:

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

Dónde:

P_o = índice de servicio inicial = 4.2

P_t = índice de servicio final = 2.2

$$\Delta PSI = 4,2 - 1,5$$

$$\Delta PSI = 2,7$$

Coeficiente de Drenaje. Para manejar la pluviosidad de la zona se hace necesario la construcción de dispositivos de drenaje que evacuen los excesos de agua en tiempos inferiores a un día. El coeficiente de drenaje se determina de acuerdo a las tablas IX y X de las paginas 3-38 y 3-39 respectivamente y se toma por seguridad un valor de $m = 1.00$.

**Tabla 4. Características de drenaje del material y/o sub-base**

Nivel de drenaje	Agua eliminada dentro de
Excelente	Dos (2) horas
Buena	Un (1) día
Regular	Una (1) semana
Pobre	Un (1) mes
Muy pobre	El agua no drena

Tabla 5. Valores recomendados del coeficiente de ajuste (m) para los coeficientes estructurales de las capas y/o Sub-bases no-tratadas.

Calidad de Drenaje de la Base o sub-base	Porcentaje del tiempo durante el cual la estructura del pavimento está sometido a condiciones de humedad cercanas a saturación			
	Menos del 1 %	Entre el 1 y 5 %	Entre el 5 y 25 %	Más del 25 %
Excelente	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,20
Buena	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1,00
Regular	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80
Pobre	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,60
Muy pobre	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

Datos de entrada:

W18= 0.146x10⁶ EE R= 50% ZR= 0.00 So= 0,45 ΔPS= 2.7 MR= 4980.0 PSI

Ilustración 2. Resultado del número estructural SN3, con metodología AASHTO-93.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento:
☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):
 50 % Zr=0.000 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final:
 PSI inicial 4.2 PSI final 1.5

Módulo resiliente de la subrasante:
 Mr 4890 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)		Coefficiente de transmisión de carga - (J)	
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)		Coefficiente de drenaje - (Cd)	

Tipo de Análisis:
☒ Calcular SN **W18 = 146000**
☐ Calcular W18

Número Estructural:
SN = 2.32

Calcular Salir

EZ

M.P. 25202-187790
 Ingeniero Civil



Con el análisis respectivo, e introduciendo los valores correspondientes, se obtuvo un número estructural equivalente a:

$$SN_3 = 2.32$$

Como se logró determinar el valor SN3 y con el fin de establecer la estructura que cumpla con este requisito se procederá a calcular los espesores con la respectiva caracterización estándar de los materiales a utilizar, con respecto a la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot d_3 \cdot m_3$$

Dónde:

a_i = Coeficiente estructural de la capa considerada

d_i = Espesor de la capa estructural, en pulgadas

m_i = Coeficiente de drenaje de la capa estructural considerada.

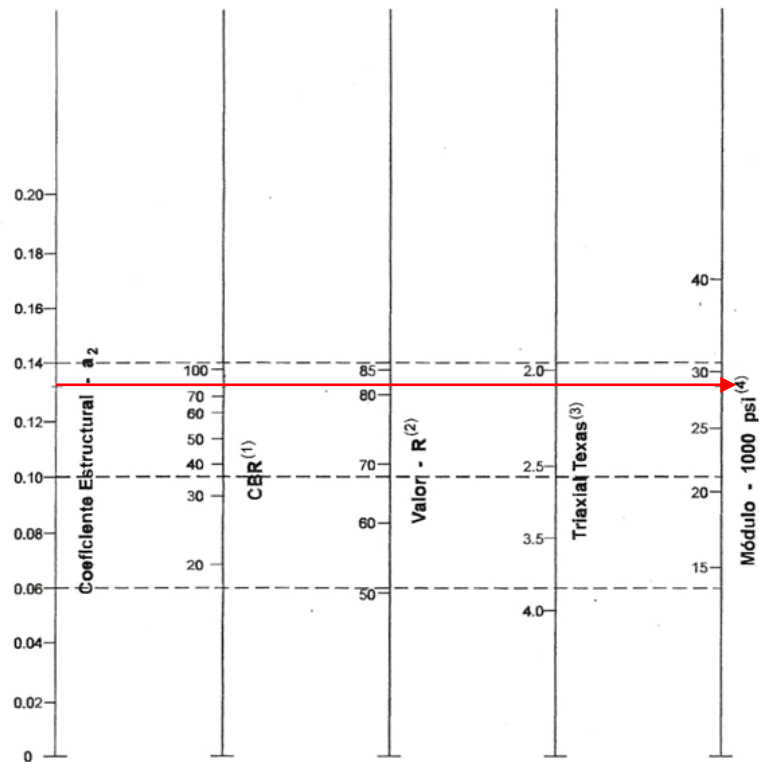
7.1.1 Capa asfáltica MDC-19.

Con el monograma o las tablas suministradas por el método, se puede calcular el valor del coeficiente estructural a_1 , el cual oscila entre 0,20 y 0,44.

Se calcula el número estructural SN1 determinando el Módulo resiliente de la base granular con un CBR mínimo del 80% utilizando la Figura 8 de la página 3-34 de la guía de Diseño AASHTO-93, de la cual se obtienen los siguientes datos:



Ilustración 3. Valores del coeficiente estructural (a_2) para bases granulares no-tratadas AASHTO-93



$$a_2 = 0.13$$

$$Mr_{BG} = 28.800 \text{ PSI}$$



Ilustración 4. Resultado del número estructural SN1, con metodología AASHTO-93.

SN1= 1.14

Para calcular el espesor de capa asfáltica se procede de la siguiente manera:

$$SN1 = a_1 d_1$$

Dónde:

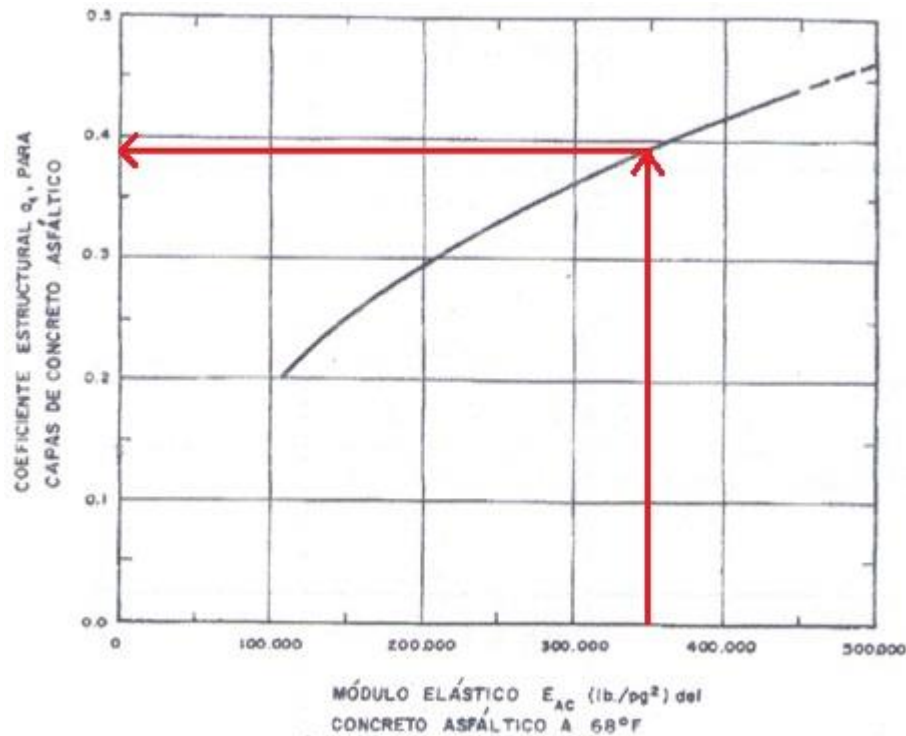
a_1 = Coeficiente estructural de la mezcla asfáltica.

d_1 = Espesor de la capa de rodadura.

El coeficiente estructural de la mezcla asfáltica se calcula con la figura No 6 de la página 3-32 de la guía de Diseño AASHTO-93 para un concreto asfáltico con un módulo de elasticidad de 350.000 psi a 20 °C y una estabilidad Marshall mínima de 1650 libras.



Ilustración 5. Valores del coeficiente estructural



$$a_1 = 0.39$$

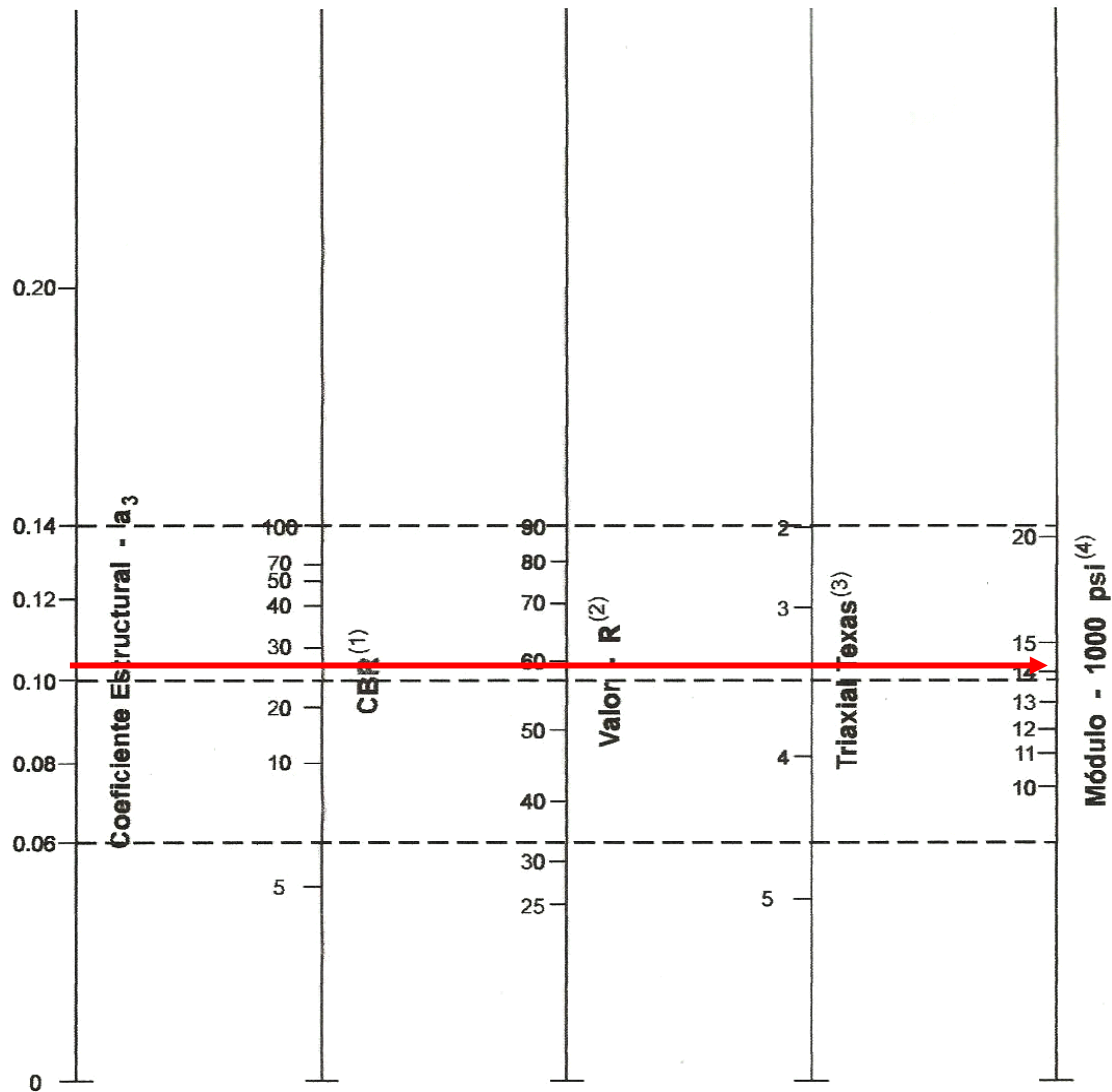
Por consiguiente.

$$d_1 = 1.14 / 0.39 = 2.92 \text{ Pulg.}$$

Se calcula el número estructural SN2 determinando el Módulo resiliente de la sub-base granular con un CBR mínimo del 30% utilizando la Figura 9 de la página 3-35 de la guía de Diseño AASHTO-93, de la cual se obtienen los siguientes datos:



Ilustración 6. Valores del coeficiente estructural (a_3) para subbases granulares no tratadas AASHTO-93.



$a_3 = 0.11$

$M_{r_{SBG}} = 15.000 \text{ PSI}$



Ilustración 7. Resultado del número estructural SN2, con metodología AASHTO-93 .

SN2= 1.52

Se determina el numero estructural de la base granular de la siguiente manera.

$$SN_{BG} = SN_2 - SN_1 = 1.52 - 1.14 = 0.38$$

Entonces.

$$SN_{BG} = a_2 \cdot d_2 \cdot m_2$$

$$d_2 = 0.38 / (0.13 \times 1.00) = 2.92 \text{ Pulg}$$

Se determina el número estructural de la subbase granular de la siguiente manera.

$$SNs_{BG} = SN_3 - SN_2 = 2.32 - 1.52 = 0.80$$

Entonces.

$$SNs_{BG} = a_3 \cdot d_3 \cdot m_3$$



$$d_3 = (0.80/0.11 \times 1.00) = 7.27 \text{ Pulg}$$

$$\text{Subbase granular} = 7.27 \text{ Pulg}$$

$$\text{Base granular} = 2.92 \text{ Pulg}$$

$$\text{Mezcla Asfáltica} = \underline{2.92 \text{ Pulg}}$$

$$\text{Total espesor} = 13.13 \text{ Pulg}$$

Este dimensionamiento se puede optimizar teniendo en cuenta que se trata de una ciclo-vía que no tendrá un tránsito vehicular, utilizando los valores mínimos por criterios y experiencias para Mezclas Asfálticas y Base Granular que recomienda la AASHTO, INVIAS Y EL DISEÑADOR.

En la siguiente tabla, teniendo en cuenta el número de ejes equivalentes acumulados en el periodo de diseño, se tiene:

Tabla 6. Espesores de materiales de acuerdo al número de ejes equivalentes.

NEE $_{8,2} \times 10^6$	Concreto asfáltico (pulgadas)	Base granular (pulgadas)
< 0.05	1 o TSD	4
0.05 – 0.15	2.0	4
0.15 – 0.50	2.5	4
0.50 – 2.00	3.0	6
2.00 – 7.00	3.5	6
7.00	4.0	6

Sin alterar el valor del SN3 obtenido de 2.32, se determina el espesor de una sola capa granular, en este caso la capa d2 correspondiente a la Base Granular.

$$\text{SN}_3 = (a_1 d_1) + (a_2 d_2 m_2) =$$

$$2.32 = (0.39 \times 2.0'') + (0.15 \times d_2'' \times 1.00) =$$

$$D_2 = 10.26'' = 26.0 \text{ cm}$$

Dimensionamiento definitivo de la Estructura del Pavimento Flexible.

$$\text{Base granular} = 10.26 \text{ Pulg} \quad 26.00 \text{ cm}$$



Mezcla asfáltica

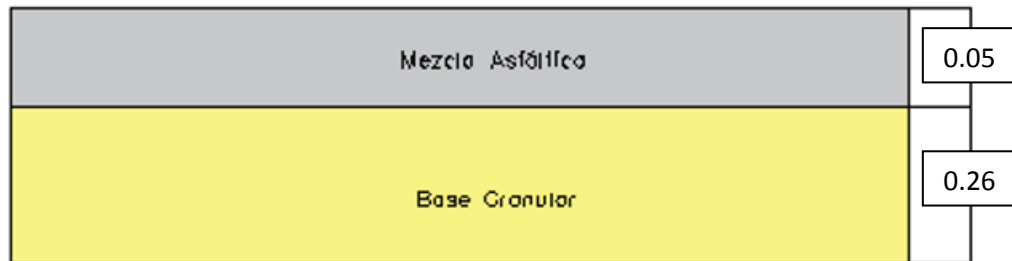
= 2,00 Pulg 5.0 cm

Total

= 12.26 Pulg 31.00 cm

7.2 PERFIL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

Ilustración 8. Estructura de pavimento flexible en metros.





8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En concordancia con los aspectos y las características observadas y descritas para el diseño del pavimento, se menciona:

- La estructura de pavimento fue calculada por el método AASHTO-93 y criterios del diseñador.
- Con el fin de garantizar una vida útil óptima del pavimento, se deben construir a lado y lado del hombro de la carpeta asfáltica, bordillos de confinamiento de 0.20m de ancho y 0.20 de espesor en toda la longitud de la ciclo-vía.
- La capacidad de soporte fue determinada de acuerdo a los estudios de CBR realizados en el laboratorio. Sin embargo, si durante el proceso constructivo de la vía se llegasen a encontrar suelos de capacidad portante no aptos para cimentar la estructura del pavimento, estos se tendrán que mejorar, reemplazándolos hasta 0.30m con material con CBR por encima de 3%.
- Se diseñó un pavimento flexible para la ciclo-vía, con el propósito de garantizar una capa de rodadura uniforme y continua, que brinde seguridad y comodidad a los usuarios de la misma.
- Se construirán las obras de drenaje necesarias que garanticen la estabilidad y la vida útil del pavimento diseñado y construido.
- Se consideró en el diseño una sola capa granular para facilitar el proceso constructivo de la ciclo-vía, la cual tendrá un ancho mínimo de 2 metros.
- Los diseños realizados están basados con respecto a los criterios de calidad de los materiales consignados en las especificaciones técnicas del INVIAS 2013, por lo tanto, es fundamental trabajar y comprobar el cumplimiento estricto de tales especificaciones, con el fin de asegurar un buen comportamiento, efectividad y estabilidad de la estructura del pavimento.
- La estructura del pavimento considera la capacidad drenante de la sub-rasante, el mejoramiento y las capas granulares, tal como lo indica la metodología AASHTO-93.
- El diseño permitirá optimizar las metas físicas del proyecto.

Ing. JOSE FERNANDO OSORIO MARTÍNEZ

M.P. 25202-187790

Ingeniero Civil



ING. JOSE FERNANDO OSORIO MARTINEZ

T.P. 25202-187790