

TESISTA: SANTAMARIA RIVAS DEYVIS NIXON

CALCULO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

MÉTODO DE DISEÑO DE AASHTO

La ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

CALCULO INICIAL, CALCULAR SN ??

DATOS DE CAMPO :

- * DEL ESTUDIO DE TRÁFICO SE UTILIZARÁ = 160,000 EE ≈ TP1 (TRAFICO)
- * DEL ESTUDIO DE SUELOS = 7.40% ≈ CBR
(CALICATAS DE SUBRASANTE ,SE TOMO EL CBR MÁS BAJO)
- * PAVIMENTO REALIZADO PARA UNA ETAPA

*DEFINICIÓN DE TIPO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE

TP1 ; PORQUE ES 160,000 EE
W18 ; 160,000 EE

Cuadro 6.15
Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes
de 8.2t, en el Carril de Diseño Para Pavimentos Flexibles,
Semi-rígidos y Rígidos

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
TP0	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
TP1	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
TP2	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
TP3	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
TP4	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
TP5	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
TP6	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
TP7	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
TP8	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE

* COEF. DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (So)

So= 0.45

*** COEF. ESTADIST. DE LA DESV. ESTÁNDAR NORMAL (Zr)**

Zr = -0.524

Cuadro 12.8
Coefficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr)
Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años)
Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,001	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	-0.842

*** COEF. MODULO DE RESILENCIA (Mr)**

Mr = 9198.1228 psi

b) Modulo de Resiliencia (M_R)

El Modulo de Resiliencia es (M_R) es una medida de la rigidez del suelo de subrasante, el cual para su cálculo se empleará la ecuación, que correlaciona con el CBR, recomendada por el MEPDG (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide):

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

Datos:

* CBR = 7.40%

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

Reemplazando en fórmula :

$$Mr(\text{psi}) = 2555 \times (7.4)^{0.64} = 9198.1228 \text{ psi}$$

$$\mathbf{Mr(\text{psi}) = 9198.1228 \text{ psi}}$$

*** COEF. VARIACIÓN DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)=**

(ΔPSI)= 1.80

f.3) Variación de Serviabilidad (ΔPSI)

(ΔPSI) es la diferencia entre la Serviabilidad Inicial y Terminal asumida para el proyecto en desarrollo.

f.3) Variación de Serviabilidad (ΔPSI)

(ΔPSI) es la diferencia entre la Serviabilidad Inicial y Terminal asumida para el proyecto en desarrollo.

Cuadro 12.12
Diferencial de Serviabilidad (ΔPSI)
Según Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.80
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80
	T _{P3}	500,001	750,000	1.80
	T _{P4}	750 001	1,000,000	1.80

TESISTA:

SANTAMARIA RIVAS DEYVIS NIXON

CALCULO DE PAVIMENTO FLEXIBLE - BASE ESTABILIZADO CON CEMENTO

MÉTODO DE DISEÑO DE AASHTO

La ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

CALCULO INICIAL, CALCULAR SN ??

DATOS DE CAMPO :

- * DEL ESTUDIO DE TRÁFICO SE UTILIZARÁ = 160,000 EE ≈ TP1 (TRAFICO)
- * DEL ESTUDIO DE SUELOS = 7.40% ≈ CBR
- (CALICATAS DE SUBRASANTE ,SE TOMO EL CBR MÁS BAJO)
- * PAVIMENTO REALIZADO PARA UNA ETAPA

DATOS OBTENIDOS :

- *W18 ; 160,000 EE
- *TP1 ; CORRESPONDIENTE A 160,000 EE
- *So= 0.45
- *Zr = -0.524
- *Mr = 9198.1228 psi
- *(ΔPSI)= 1.80

* CON LOS DATOS OBTENIDOS DE TABLAS, REEMPLAZAMOS EN FÓRMULA:

Obtenemos que:

$$\begin{aligned} *SN &= 2.07846 \\ *SN &= 2.08 \end{aligned}$$

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: ☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 70 % Zr = -0.524 So = 0.45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial = 3.8 PSI final = 2

Módulo resiliente de la subrasante: Mr = 9128.1228 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi): Coeficiente de transmisión de carga - (J):

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi): Coeficiente de drenaje - (Cd):

Tipo de Análisis: ☒ Calcular SN ☐ Calcular W18

Número Estructural: SN = 2.08

W18 = 160000

Calcular Salir

* Asimismo, comprobamos con Software "Ecuación ASSHTO 93", Obteniendo datos de coherentes.

*** DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES ESTRUCTURALES**

***Cálculo de a1 = 0.170/cm**

Cuadro 12.13
Coefficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a_i

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a _i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a ₁	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico

***Cálculo de a2 =**

BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 5'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 5'000,000 EE

Extrapolamos :

Base Granular CBR 80% 0.052/cm
 Base Granular CBR 100% 0.054/cm
 Base Granular CBR 177% x

$$\frac{177-80}{177-100} = \frac{X-0.052}{X-0.054}$$

$$x = 0.0617$$

BASE GRANULAR CBR 177%; a2= 0.0617 / cm

***Cálculo de a3 = 0.047 / cm**

SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico > 15'000,000 EE

*** DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DRENAJE**

m2=	1
m3=	1

- Calidad del drenaje: Bueno

Cuadro 2.41:
Calidad del drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

- Coeficiente de drenaje m1: Bueno

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 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

*** CON LOS DATOS OBTENIDOS DE TABLAS, REEMPLAZAMOS EN FÓRMULA:**

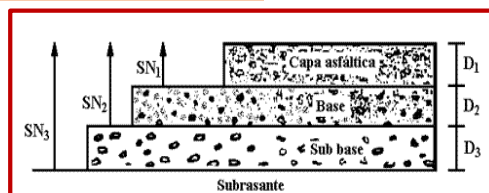
$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

a1= 0.170 /cm
 a2= 0.0617 /cm
 a3= 0.047 /cm
 m2= 1
 m3= 1
 SN = 2.08 (Mr Subrasante)
 d1 = 5.00 cm (mínimo recom. por norma)
 d3 = 15.00 cm (mínimo recom. Por norma)

SE OBTIENE UN ESPESOR

d2 = 8.51 cm

POR LO TANTO SE USARA ; d2 = 8.5 cm



12.2 SECCIONES DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Para determinar las secciones de estructuras de pavimento flexible, se consideraron los siguientes espesores mínimos recomendados:

Cuadro 12.17
Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial y Base Granular

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Carreteras de Bajas Volúmenes de Tránsito	T ₁₀	150,001 - 300,000	T15B o Lechada Asfáltica (Sturry seal) 12mm, 6 Micropulimento 25mm; Carpeta Asfáltica en Fric: 50mm; Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm	150 mm
	T ₁₇	300,001 - 500,000	T15B o Lechada Asfáltica (Sturry seal) 12mm, 6 Micropulimento 25mm; Carpeta Asfáltica en Fric: 60mm; Carpeta Asfáltica en Caliente: 60mm	150 mm
	T ₂₀	500,001 - 750,000	T15B o Lechada Asfáltica (Sturry seal) 12mm, 6 Micropulimento 25mm; Carpeta Asfáltica en Fric: 60mm; Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm

RESUMEN

CAPAS	ESPEORES	Coef. Estruct.	Coef. Drenaje
Carpeta Asfáltica	5.00 cm	a1= 0.170 /cm	
Base Granular	8.50 cm	a2= 0.062 /cm	m2= 1
Sub-base Granular	15.00 cm	a3= 0.047 /cm	m3= 1

*** Estructura del Pavimento**



TESISTA:

SANTAMARIA RIVAS DEYVIS NIXON

CALCULO DE PAVIMENTO FLEXIBLE - BASE ESTABILIZADO CON ADITIVO

MÉTODO DE DISEÑO DE AASHTO

La ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

$$\log_{10}(W'_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1.094}{(SN + 1)^{1.9}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

CALCULO INICIAL, CALCULAR SN ??

DATOS DE CAMPO :

- * DEL ESTUDIO DE TRÁFICO SE UTILIZARÁ = 160,000 EE \approx TP1 (TRAFICO)
- * DEL ESTUDIO DE SUELOS = 7.40% \approx CBR
- (CALICATAS DE SUBRASANTE ,SE TOMO EL CBR MÁS BAJO)
- * PAVIMENTO REALIZADO PARA UNA ETAPA

DATOS OBTENIDOS :

- *W18 ; 160,000 EE
- *TP1 ; CORRESPONDIENTE A 160,000 EE
- *So= 0.45
- *Zr = -0.524
- *Mr = 9198.1228 psi
- *(Δ PSI)= 1.80

*** CON LOS DATOS OBTENIDOS DE TABLAS, REEMPLAZAMOS EN FÓRMULA:**

Obtenemos que:

*SN = 2.07846
*SN = 2.08

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The window is titled 'Ecuación AASHTO 93'. It contains several input fields and buttons. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento flexible' selected. The 'Confianza (R) y Desviación estándar (So)' section has '70 % Zr=-0.524' and 'So = 0.45'. The 'Serviciabilidad inicial y final' section has 'PSI inicial = 3.8' and 'PSI final = 2'. The 'Módulo resiliente de la subrasante' section has 'Mr = 9128.1228 psi'. The 'Información adicional para pavimentos rígidos' section has fields for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (k)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular SN' selected. The 'Número Estructural' section has 'SN = 2.08'. The 'Calcular' button is highlighted.

* Asimismo, comprobamos con Software "Ecuación AASHTO 93", Obteniendo datos de coherentes.

*** DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES ESTRUCTURALES**

***Cálculo de a_1 = 0.170/cm**

Cuadro 12.13 Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a_i			
COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a_1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico.

***Cálculo de a_2 =**

BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 5'000,000$ EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $> 5'000,000$ EE

Extrapolamos :

$$\begin{array}{lcl}
 \text{Base Granular CBR 74\%} & x & \\
 \text{Base Granular CBR 80\%} & 0.052/\text{cm} & \\
 \text{Base Granular CBR 100\%} & 0.054/\text{cm} & \\
 \\
 \frac{100-74}{100-80} & = & \frac{0.054-X}{0.054-0.052}
 \end{array}$$

$$x = 0.0514$$

BASE GRANULAR CBR 74%; a_2 = 0.0514 / cm

***Cálculo de a_3 = 0.047 / cm**

SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $> 15'000,000$ EE

*** DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE DRENAJE**

m2=	1
m3=	1

- Calidad del drenaje: Bueno

Cuadro 2.41:
Calidad del drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

- Coeficiente de drenaje mi: Bueno

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 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

*** CON LOS DATOS OBTENIDOS DE TABLAS, REEMPLAZAMOS EN FÓRMULA:**

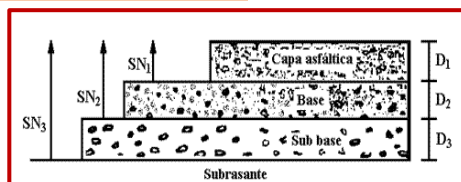
$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

a1= 0.170 /cm
 a2= 0.0514 /cm
 a3= 0.047 /cm
 m2= 1
 m3= 1
 SN = 2.08 (Mr Subrasante)
 d1 = 5.00 cm (mínimo recom. por norma)
 d3 = 15.00 cm (mínimo recom. Por norma)

SE OBTIENE UN ESPESOR

d2 = 10.21 cm

POR LO TANTO SE USARA ; d2 = 10.20 cm



12.2 SECCIONES DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Para determinar las secciones de estructuras de pavimento flexible, se consideraron los siguientes espesores mínimos recomendados:

Cuadro 12.17
Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial y Base Granular

TIPO DE CARROS	TRÁFICO	Ejes EQUIVALENTES ACUMULADOS	CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito	T=1	150,001 - 300,000	150, 0 Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, 0 Mantoasfáltico: 25mm Capeta Asfáltica en Frío: 50mm Capeta Asfáltica en Caliente: 50mm	150 mm
	T=2	300,001 - 500,000	150, 0 Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, 0 Mantoasfáltico: 25mm Capeta Asfáltica en Frío: 60mm Capeta Asfáltica en Caliente: 60mm	150 mm
	T=3	500,001 - 750,000	150, 0 Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, 0 Mantoasfáltico: 25mm Capeta Asfáltica en Frío: 60mm Capeta Asfáltica en Caliente: 60mm	150 mm

RESUMEN

CAPAS	ESPESORES	Coef. Estruct.	Coef. Drenaje.
Carpeta Asfáltica	5.00 cm	a1= 0.170 /cm	
Base Granular	10.20 cm	a2= 0.051 /cm	m2= 1
Sub-base Granular	15.00 cm	a3= 0.047 /cm	m3= 1

*** Estructura del Pavimento**

