

EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A. - E.E.R.S.S.A

SUBESTACIÓN CATAMAYO

CONSULTOR: ING. NORMAN JIMÉNEZ LEÓN
DISEÑO: ING. FERNANDO ERAZO BUSTAMANTE
FECHA: FEBRERO DEL 2021

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE (ADOQUINES)

1.- ANTECEDENTES:

La EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A. - E.E.R.S.S.A, ante la necesidad de la ampliación de la SUBESTACIÓN CATAMAYO, contrata los servicios de CONSULTORIA al ING. NORMAN JIMÉNEZ LEÓN, el cual a su vez con el personal técnico de apoyo ING. FERNANDO ERAZO BUSTAMANTE realizan el presente estudio.

2.- OBJETIVOS:

El presente estudio tiene como finalidad el análisis y diseño de la estructura de pavimento flexible (adoquinado) a ser implementado en nuestro proyecto. Para lo cual partimos del estudio de suelos correspondiente, proporcionado por el Laboratorio correspondiente.

3.- MÉTODO APLICADO:

Para el diseño del pavimento, tomamos el método empleado por el Ing. Williams Milis, el cual tiene como base los valores de C.B.R (California Bearing Ratio "Relación de soporte de California") y el índice de grupo, de acuerdo a la AASHTO

4.- NORMAS UTILIZADAS:

- American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO
- Norma ecuatoriana vial NEVI-12 (Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes) del Ministerio de Transportes y Obras Públicas del Ecuador MTOP.
- Normas INEN

5.- DATOS DE LABORATORIO:

El punto de partida para el diseño de una estructura de pavimento sea rígido o flexible, es determinar las condiciones o propiedades del suelo existente "Subrasante" que servirá de apoyo para nuestra vía.

De la calidad de esta capa depende en gran medida el espesor total del pavimento, de ahí la importancia de hacer una correcta evaluación de la misma, para lo cual se cuenta con el estudio de suelos respectivo, el cual se detalla a continuación:

Del estudio de suelos: ---> Subrasante: **Calicata 1**

- Tipo de material:		Arcilla de alta plasticidad arenosa, color café claro
- Nivel freático:		No se encontro hasta los 6.00 m de profundidad
- Clasificación SUCS:		CH
- Clasificación AASHTO:		A-7-6
- Índice CBR de la subrasante:	CBR =	2,14%
- Límite líquido:	LL =	73,60%
- Índice de plasticidad:	IP =	50,00%
- % pasa tamiz 200:	F200 =	86,70%

- Índice de Grupo IG de la Subrasante:

El índice de grupo IG de la AASTHO sirve para determinar la calidad del suelo como material para terraplenes, sub rasantes, sub bases y bases de carreteras, y se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}IG &= (F_{200} - 35) [0.2 + 0.005 (LL - 40)] + 0.01 (F_{200} - 15) (IP - 10) \\IG &= (86,7 - 35) \cdot [0,2 + 0.005 (73,6 - 40)] + 0.01 (86,7 - 15) (50 - 10) \\IG &= 48\end{aligned}$$

- Si IG es negativo, entonces:
 $IG = 0$
- Si el suelo no es plastico, por lo que no se puede determinar el Límite Líquido, entonces:
 $IG = 0$
- El índice de grupo para suelos A-2-6 y A-2-7 se calcula:
 $IG = 0.01 (F_{200} - 15) \cdot (IP - 10)$

- Clasificación de la Subrasante:

De acuerdo al CBR

CBR	CONDICIÓN
> 20	EXCELENTE
10 - 19	BUENO
6 - 9	REGULAR
3 - 5	MALO
< 3	MUY MALO

<--

Como: CBR = 2,14 ----> **SUELO:MUY MALO**

De acuerdo al Índice de grupo:

IG	CONDICIÓN	
> 9	MUY MALO	<--
9 - 4	MALO	
4 - 2	REGULAR	
2 - 1	BUENO	
< 1	EXCELENTE	

Como: IG = 48,0 ----> **SUELO:MUY MALO**

Se considera que si el suelo es clasificado como MALO a MUY MALO, se necesita realizar un mejoramiento del mismo.

Por lo tanto se realizara el cambio del mismo con material de mejoramiento de acuerdo a la NEVI-12

- Tipo de material de mejoramiento de la Subrasante:

El material de mejoramiento adoptado será una mezcla homogénea de grava y arcilla o arena y arcilla, exento de materiales vegetales, que formen una capa de espesor compacto y uniforme, que debe cumplir los siguientes parámetros:

- Especificación de la Subrasante:

CONDICION	REQUISITO
DESGASTE A LA ABRASIÓN	< 50 %
LIMITE LIQUIDO	< 35 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	< 9 %
PASANTE DEL TAMIZ No. 200	< 20 %
CBR	> 10 %

∴ CBR de subrasante mejorada:

CBR = 10%

$$IG = (F_{200} - 35) [0.2 + 0.005 (LL - 40)] + 0.01 (F_{200} - 15) (IP - 10)$$

$$IG = (20 - 35) . [(0,2 + 0.005 (35- 40)) + 0.01 (20 - 15) (9 - 10)$$

$$IG = -3 \quad \text{---> Como es negativo:}$$

IG = 0

- Espesor de la Subrasante:

El espesor mínimo de la Subrasante, esta en relación con el CBR del material es:

CBR	ESPESOR MINIMO
1,5	24" - 60 cm
1	30" - 76 cm
0,5	38" - 97 cm

como, Subrasante mejorada: CBR = 10%

∴ Espesor Subrasante: **Tra = 60 cm**

6.- AFORO VEHICULAR O VOLUMEN DE TRANSITO

Una vez determinada las características de la base de apoyo de nuestro pavimento "Subrasante" el punto primordial para el diseño de pavimentos rígidos o flexibles el determinar el flujo vehicular a la que estará sometida la vía, para lo cual se realiza conteos diarios durante todo el día y durante varios días a la semana, teniendo:

$$Q = N / T$$

donde: Q = Vehículos que pasan por unidad de tiempo
 N = Numero total de vehículos que pasan por la vía
 T = Periodo determinado (Día)

AFORO VEHICULAR				DIA:	1
HORA	TIPOS DE VEHÍCULOS				TOTAL
	MOTOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	
06h00 - 07h00	0	0	0	0	0
07h00 - 08h00	0	1	0	0	1
08h00 - 09h00	0	1	0	0	1
12h00 - 13h00	0	0	0	0	0
13h00 - 14h00	0	2	0	0	2
17h00 - 18h00	0	2	0	0	2
18h00 - 19h00	0	0	0	0	0
19h00 - 20h00	0	0	0	0	0
TOTAL	0	6	0	0	6
(%)	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%
TRAFICO ACTUAL (TA)					6

BUSES = MEDIANOS

AFORO VEHICULAR				DIA:	2
HORA	TIPOS DE VEHÍCULOS				TOTAL
	MOTOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	
06h00 - 07h00	0	0	0	0	0
07h00 - 08h00	0	1	0	0	1
08h00 - 09h00	0	1	0	0	1
12h00 - 13h00	0	1	0	0	1
13h00 - 14h00	0	1	0	0	1
17h00 - 18h00	0	2	0	0	2
18h00 - 19h00	0	0	0	0	0
19h00 - 20h00	0	0	0	0	0
TOTAL	0	6	0	0	6
(%)	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%
TRAFICO ACTUAL (TA)					6

AFORO VEHICULAR				DIA: 3	
HORA	TIPOS DE VEHÍCULOS				TOTAL
	MOTOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	
06h00 - 07h00	0	0	0	0	0
07h00 - 08h00	0	1	0	0	1
08h00 - 09h00	0	1	0	0	1
12h00 - 13h00	0	0	0	0	0
13h00 - 14h00	0	2	0	0	2
17h00 - 18h00	0	1	0	0	1
18h00 - 19h00	0	1	0	0	1
19h00 - 20h00	0	0	0	0	0
TOTAL	0	6	0	0	6
(%)	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%
TRAFICO ACTUAL (TA)					6

AFORO VEHICULAR				DIA: 4	
HORA	TIPOS DE VEHÍCULOS				TOTAL
	MOTOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	
06h00 - 07h00	0	0	0	0	0
07h00 - 08h00	0	2	0	0	2
08h00 - 09h00	0	1	0	0	1
12h00 - 13h00	0	0	0	0	0
13h00 - 14h00	0	2	0	0	2
17h00 - 18h00	0	2	0	0	2
18h00 - 19h00	0	1	0	0	1
19h00 - 20h00	0	0	0	0	0
TOTAL	0	8	0	0	8
(%)	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	100,0%
TRAFICO ACTUAL (TA)					8

- Trafico actual (TA):

Es el número de vehículos que circulan sobre una vía antes de ser mejorada o aquel volumen que circularía al presente.

$$TA = \sum_{i=1}^n \frac{TA_i}{n}$$

donde: TA = TRAFICO ACTUAL
n = NUMERO DE MUESTRAS

$$TA = \frac{6 + 6 + 6 + 8}{4}$$

$$TA = 6,5 \text{ Vehiculos / día}$$

- Clase de vehículos que predominan la vía.

DIA	TIPOS DE VEHÍCULOS			
	MOTOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS
DIA 1	0	6	0	0
DIA 2	0	6	0	0
DIA 3	0	6	0	0
DIA 4	0	8	0	0
TOTAL	0	26	0	0

---> Predomina: LIVIANOS

Del AFORO VEHICULAR, se puede observar que predomina los vehiculos LIVIANOS

- Tasa de crecimiento anual del trafico (i):

Esta dado por cuadros estadísticos publicados por el MTOP. (De no contar son estos datos, se puede tomar como referencia el crecimiento poblacional o el crecimiento del consumo de combustibles).

TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL DEL TRAFICO [%]			
PERIODO	TIPO DE VEHÍCULOS		
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS
2010 – 2015	4,47	2,22	2,18
2015 – 2020	3,97	1,97	1,94
2020 – 2025	3,57	1,78	1,74
2025 – 2030	3,25	1,62	1,58
2030 – 2035	3,35	1,72	1,67
2035 – 2040	3,59	1,97	1,88

BUSES = MEDIANOS

Tomando la tasa de crecimiento anual de trafico (i) correspondiente, tenemos:

PERIODO: 2020 – 2025 ---> i = 3,57% ---> LIVIANOS

6.1.- TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA)

Es el numero de vehículos que transitan por una carretera en ambos sentidos durante una año, dividido entre 365 y está dado por:

$$TPDA = TF + TG + TD$$

donde: TF = TRAFICO FUTURO PROYECTADO
 TG = TRAFICO GENERADO
 TD = TRAFICO DESARROLLADO O DESVIADO

6.1.1- Transito futuro o proyectado (TF)

Es la proyección o el pronóstico del volumen y composición del tráfico tomando como dato de partida el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 20 años, periodo que corresponde además a la vida útil de la estructura del pavimento.

$$\begin{aligned} \text{TF} &= \text{TA} \cdot (1 + i)^n & \text{---} > \text{Método Aritmético} \\ \text{TF} &= \text{TA} \cdot e^{(i \cdot n)} & \text{---} > \text{Método Geométrico} \end{aligned}$$

donde: TA = TRAFICO ACTUAL
i = TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DEL TRAFICO
n = NUMERO DE AÑOS DE PROYECCIÓN (PERIODO DE DISEÑO O VIDA ÚTIL)
(DE ACUERDO AL MTOP, n = 20 años)

$$\text{TF} = \text{TA} \cdot (1 + i)^n \quad \text{---} > \text{Método Aritmético}$$

$$\text{TF} = (6,5) \cdot (1 + 0,0357)^{20}$$

$$\text{TF} = 13 \text{ Veh / día}$$

$$\text{TF} = \text{TA} \cdot e^{(i \cdot n)} \quad \text{---} > \text{Método Geométrico}$$

$$\text{TF} = (6,5) \cdot e^{(0,0357 \cdot 20)}$$

$$\text{TF} = 13 \text{ Veh / día}$$

Escogemos el mayor:

$$\text{TF} = 13 \text{ Veh / día}$$

6.1.2- Transito generado (TG)

Es el aforo vehicular que se originaría si las mejoras propuestas como consecuencia de la adecuación de la vía ocurren. Es decir, el uso de la vía por curiosidad antes que por necesidad. Se estima que este tipo de tráfico se produce en un periodo de hasta dos años.

En el Ecuador no existen estudios que respalden el comportamiento del Tráfico Generado para diferentes tipos de vías. En tal virtud, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas recomienda determinar el Tráfico Generado TG como un porcentaje del tráfico futuro TF correspondiente al primer año de vida del proyecto, y no mayor al 20% del mismo.

$$\text{TG} = 0.20 \text{ TF} \quad \text{donde:} \quad \text{TF} = \text{TRAFICO FUTURO O PROYECTADO}$$

$$\text{TG} = 0.20 (13)$$

$$\text{TG} = 3 \text{ Veh / día}$$

6.1.3- Transito Desarrollado o Desviado (TD)

Es aquel volumen de tránsito atraído de otras carreteras o medios de transporte localizados dentro del área de influencia de la vía, una vez que entra en servicio la vía mejorada en razón del ahorro en tiempo, distancia y costos.

En el Ecuador no existen estudios que respalden el comportamiento del Tráfico Desarrollado para diferentes tipos de vías. En tal virtud, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas recomienda determinar el Tráfico Desarrollado TD como un porcentaje del tráfico futuro TF no mayor al 25% del mismo.

$$TD = 0.25 TF \quad \text{donde:} \quad TF = \text{TRAFICO FUTURO O PROYECTADO}$$

$$TD = 0.25 (13)$$

$$TD = 3 \text{ Veh / día}$$

---> Retomando:

Transito de diseño (TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL)

$$TPDA = TF + TG + TD$$

$$TPDA = 13 + 3 + 3$$

$$TPDA = 19 \text{ Veh / día}$$

7 - DISEÑO DEL PAVIMENTO - MÉTODO DE MILLS:

Como se indico inicialmente, para el calculo de los espesores del pavimento, se tomará el método de Mills, donde se toda como factor principal el CBR y como factor secundario el Índice de grupo.

- CARGA DE DISEÑO:

En algunos métodos de diseño es tan solo necesario conocer el número de vehículos que transitarán por cierta vía. Mientras que, en otros, utilizan un factor de daño, que es la relación del deterioro que un vehículo dado causa a la estructura del pavimento.

En el Ecuador como en los Estados Unidos y muchos otros países se utiliza un eje sencillo con ruedas simples que soporta 8.2 toneladas de peso. Para el diseño, el número y tipo de vehículos que transitarán en la vía se los traduce en el número total de ejes equivalentes de 8.2 toneladas que afectarán a la estructura del pavimento a lo largo de su vida útil.

El método de Mills estima más importante el peso máximo de los vehículos que su número; un solo vehículo excesivamente pesado, puede causar más daño a un pavimento que mil vehículos ligeros. Sin embargo, el número de aplicaciones de carga tiene un efecto y por ello la clasificación del tránsito se considera tanto el número como el peso de los vehículos, como se ve en la siguiente tabla:

TIPO DE TRANSITO	TRANSITO TOTAL DURANTE 24 HORAS			CARGA DE DISEÑO (LB/RUEDA)
	VEHÍCULOS LIVIANOS	CAMIONES AUTOBUSES	CAMIONES PESADOS *	
PESADOS	> 3000	> 700	> 150	14.000
MEDIANOS	1000 - 3000	250 - 700	50 - 150	12.000
LIVIANOS	< 1000	< 250	< 50	10.000

Fuente: Rodolfo Girón. Diseño de pavimentos de adoquín

* 18.000 a 24.000 libras por eje

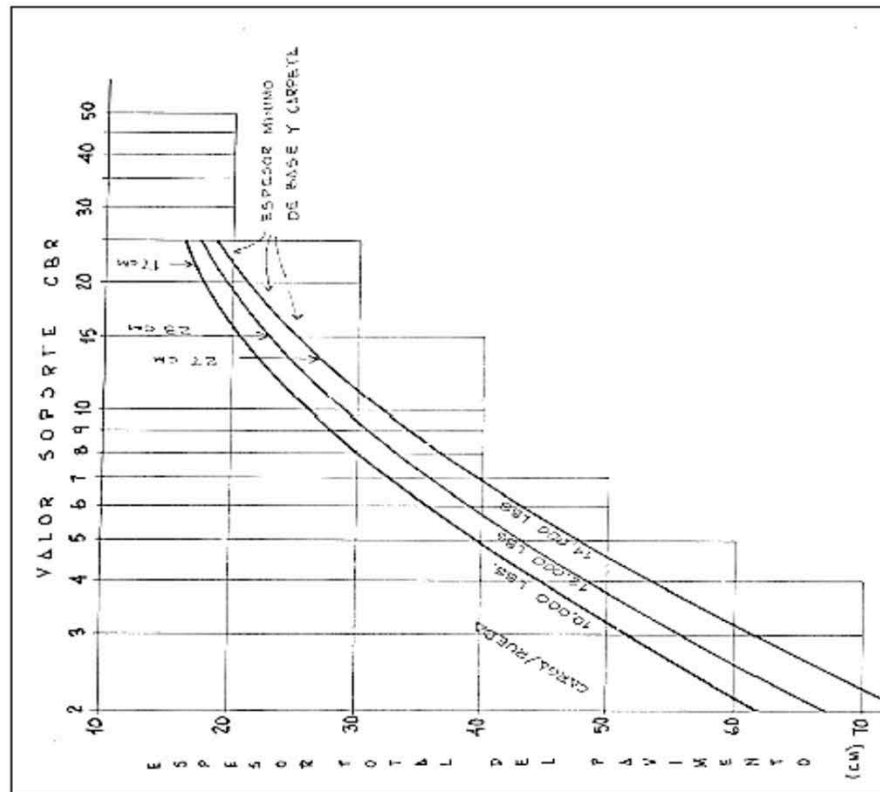
De la Tabla: para:

TIPO DE TRANSITO: LIVIANOS

TPDA = 19 Veh / día

CARGA DE DISEÑO = 10.000 Lb / Rueda

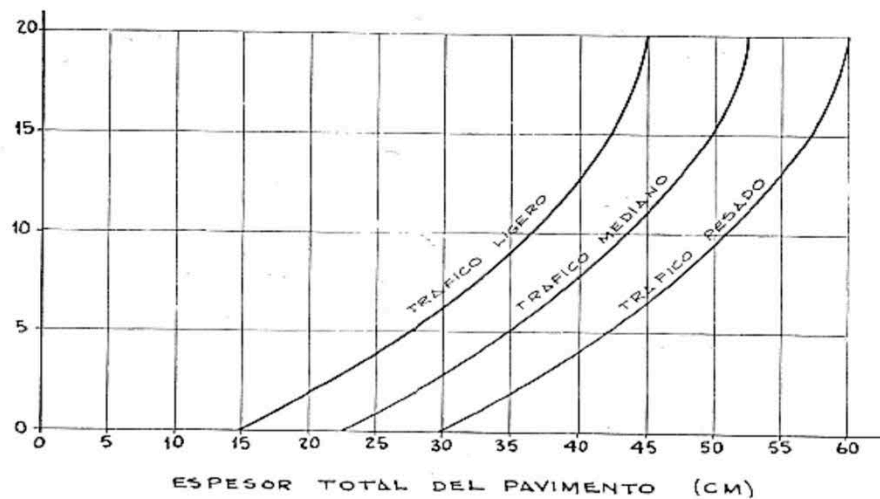
- ESPESOR TOTAL DEL PAVIMENTO POR EL CBR (T_c):



* Rodolfo Girón. Diseño de pavimentos de adoquín

de la grafica, para: $\left[\begin{array}{l} \text{CBR} = 10\% \\ \text{CARGA DE DISEÑO} = 10.000 \text{ Lb / Rueda} \end{array} \right. \rightarrow T_c = 26 \text{ cm}$

- ESPESOR TOTAL DEL PAVIMENTO POR EL ÍNDICE DE GRUPO (T_g):



* Rodolfo Girón. Diseño de pavimentos de adoquín

de la grafica, para: $\left[\begin{array}{l} \text{TRAFICO: LIVIANOS} \\ \text{IG} = 0 \end{array} \right. \rightarrow T_g = 15 \text{ cm}$

- ESPESORES DE CAPA DE RODADURA DE ADOQUÍN (S):

Esta capa es aquella que está constituida por los adoquines que de forma directa soportan carga vehicular. El espesor de esta se elegirá dependiendo del tráfico para el cual se proyecte la vía.

- Espesor:

TIPO TRAFICO	ESPEJOR DEL ADOQUÍN	RECOMENDACIÓN APLICADO PARA
PESADOS	12 cm	Autopistas Calles de trafico de autobuses y camiones Aeropuertos Patios para maquinaria pesada Patios para vehículos militares Patios industriales
MEDIANOS	10 cm	Autopistas para trafico moderado Calles de trafico de vehículos de carga liviana Caminos vecinales con trafico pesado escaso
LIVIANOS	8 cm	Parqueos para vehículos livianos Estaciones de servicio y gasolineras Calles secundarias de colonias y lotizaciones Calles de pequeñas poblaciones Accesos a residencias Parqueos en centros comerciales
OTROS	5 cm	Aceras peatonales Calles para bicicletas y motocicletas Veredas en parques, zoológicos, etc.

* Rodolfo Girón. Diseño de pavimentos de adoquín

para: **LIVIANOS** ---> **S = 8 cm**

- Resistencia a la compresión:

El valor promedio de la resistencia a la compresión debe ser como mínimo lo siguiente:

ESPEJOR DEL ADOQUÍN (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MIN.	
	Kg / cm ²	lb / pl ²
8 a 10	245	3500
> 10	350	5000

* Rodolfo Girón. Diseño de pavimentos de adoquín

como S = 8 cm ----> **f'c = 245 Kg/cm²**

- CAMA DE ASIENTO (L):

Es una capa de arena colocada debajo de los adoquines que proporcionan un acomodo uniforme a lo largo del proyecto y sirve como drenaje por si existiese alguna filtración en las juntas evitando que se dañe la capa de base. y, cuyas funciones principales son:

- Servir de capa de nivelación para ayudar a transmitir y distribuir los esfuerzos verticales que sufre el pavimento.
- Brindar apoyo uniforme para toda el área de cada uno de los adoquines.
- El material debe tener un tamaño máximo de agregado de 5 mm y no debe contener materia orgánica, ni finos arcillosos.
- El espesor de la capa de arena, una vez compactada, debe ser de 3 a 5cm

- Espesor:

L = 3 cm

- Tipo de material:

Arena fina

---> NEVI-12 813-6

- Especificaciones del material:

CONDICION	REQUISITO
- % pasa tamiz No. 10	100%
- % pasa tamiz No. 200	< 3%
- Resistencia a la abrasión:	NEVI-12: 803
- Durabilidad:	NEVI-12: 803

- BASE (B):

Es la capa más importante de la estructura de un pavimento, por lo que se debe emplear materiales de alta calidad, resistencia, plasticidad y granulometría de acuerdo a la norma; y, cuyas funciones principales son:

- Absorber los esfuerzos producidos por el tráfico vehicular sobre la capa de rodadura y transmitirlos a la subbase (o subrasante).
- Servir como elemento de drenaje del agua que por capilaridad hayan atravesado la subbase (o la subrasante) impidiendo que lleguen a la capa de rodadura.
- Pueden servir como capas de rodadura para tráfico livianos.

Se debe lograr la compactación del material hasta lograr el 95% del peso específico seco máximo, determinado según la prueba AASHTO T-99.

Generalmente la capa base y la capa de superficie se conservan con un espesor uniforme a lo largo de todo el proyecto, variando solamente el espesor de la sub-base de acuerdo con la calidad del suelo de subrasante. La siguiente tabla de los espesores de base en función del tráfico previsto, y establece ciertos valores límites en las propiedades de los materiales a usar.

Podrá reducirse el espesor de la base en un 25% cuando el material de la subrasante tiene un valor soporte CBR mayor de 40 y un índice de Grupo de 0.

- Espesor:

TIPO TRAFICO	GRANULOMETRÍA PARA MATERIALES	ESPESOR MÍNIMO (cm)	CBR DE 65 GOLPES MIN.	LL MÁXIMO	IP MÁXIMO
PESADOS	Col. A o B	20	90	25	6
MEDIANOS	Col. A, B, C o D	18	75	25	7
LIVIANOS	Col. A, B, C, D, E o F	15	60	27	8

* Rodolfo Girón. Diseño de pavimentos de adoquín

TRAFICO = **LIVIANOS**

--->

B = 15 cm

- Tipo de Base:

TIPO	TIPO DE CARRETERA	No. CARRILES	TPDA
CLASE 1	Para uso principalmente en aeropuertos y carreteras con intenso nivel de trafico	8 a 12	> 50.000
CLASE 2	Carreteras de 2 hasta 6 carriles con una ancho minimo por carril de 3.65 m.	2 a 6	8.000 - 50.000
CLASE 3	Vías internas de urbanizaciones con bajo nivel de trafico	2 a 4	1.000 - 8.000
CLASE 4	Caminos vecinales	2	< 1000

<--

Como: TPDA = 19 Veh / día

Adoptamos: **BASE - CLASE 4** ---> Debe cumplir con NEVI: 814

- Especificaciones de la Base:

CONDICION	REQUISITO
- Limite liquido (pasa tamiz No. 40):	< 25%
- Índice plasticidad (pasa tamiz No. 40):	< 6%
- Resistencia a la abrasión:	< 40%
- CBR:	≥ 80%

- SUB BASE:

Es la capa estructural que se coloca sobre el suelo (subrasante) previamente trabajada, esta puede ser suprimida dependiendo de la calidad de la subrasante, base o el tipo de tránsito que sea de tipo liviano, y sus funciones son:

- Previene las deformaciones en la subrasante.
- Controlar e eliminar la acción del bombeo..
- Aumentar el valor soporte y proporcionar una resistencia más uniforme a la carpeta de rodadura.
- Transmitir y distribuir las cargas provenientes de la base.
- Controlar los cambios de volumen que puedan tener los materiales de la subrasante.
- Disminuir costos de construcción.

Se debe lograr la compactación del material hasta lograr el 95% del peso específico seco máximo, determinado según la prueba AASHTO T-99.

- Espesor:

Mediante la formula de Mills, se tiene:

$$Tbs = \left[\frac{2 Tc + Tg}{3} - (S + B + L) \right] \cdot Fd.$$

donde:	Tbs =	Espesor de la Sub - base
	Tc =	Espesor total del pavimentos indicado por el método de CBR
	Tg =	Espesor total del pavimento por el método del índice de grupo
	S =	Espesor de la capa de rodadura
	B =	Espesor de la base
	L =	Espesor de la cama de asiento
	Fd =	Factor de incremento de espesores por mal drenaje

- Factor de incremento de espesores por mal drenaje (Fd):

El factor no se aplica cuando la subrasante está compuesta de material de alta estabilidad y buenas propiedades de permeabilidad, o sea cuando el suelo de la subrasante tiene un CBR igual o mayor que 20 y un Índice de Grupo igual o menor que 3.

SECCIÓN TRANSVERSAL	PENDIENTE LONGITUD. (%)	ESPESOR EXTRA MÍNIMO (cm)	FACTOR DE INCREMENTO
CORTE	0	20	1,25
RELLENO	0	15	1,20
CORTE	1	10	1,15
RELLENO	1	5	1,10
CORTE	2	0	1,05
RELLENO	2	0	1,00

adoptamos: Fd = **1,00**

retomando: $Tbs = \left[\frac{2 Tc + Tg}{3} - (S + B + L) \right] \cdot Fd.$

debe cumplirse:

$$\frac{2 Tc + Tg}{3} \geq Tc$$

$$\frac{(2) \cdot (26) + 15}{3} \geq 26$$

$$22,33 \geq 26$$

∴ NO CUMPLE ---> $\frac{2 Tc + Tg}{3} = 26,00$

$$Tbs = [(26) - (8 + 15 + 3)] \cdot (1)$$

$$Tbs = 0 \text{ cm}$$

adoptamos: **Tbs = 0 cm** ---> ∴ No se necesita capa de subbase

RESUMEN ESTRUCTURA PAVIMENTO:

ADOQUINADO	8 cm
	3 cm
BASE	15 cm
SUB BASE	0 cm
SUB RASANTE	60 cm

DESCRIPCION	ESPESOR
ADOQUIN	S = 8 cm
CAMA DE ARENA	L = 3 cm
BASE - CLASE 4	B = 15 cm
SUB BASE	Tbs = 0 cm
SUBRASANTE MEJORADA	Trs = 60 cm

8 - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ADOQUÍN:

a) Resistencia a la compresión:

$$f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$$

b) Desgaste a la Abrasión:

En la prueba de desgaste, los adoquines no deben presentar perdidas de volumen mayor a 15 cm³ / 50 cm²

El valor medio de pérdida de espesor en ningún caso debe ser mayor de 3 mm

c) Dimensiones:

La tolerancia para las dimensiones será de un máximo de +/- 3 mm.

d) Toma de muestras

Se realizara toma de muestras del adoquín para los ensayos correspondientes cada 3.000 unidades.

Si el total de adoquines es menos a las 15,000 unidades, deberá tomarse al menos 5 muestras, para la prueba de compresión y 3 para de abrasión o desgaste.

e) Bermas

Son elementos transversal de hormigón simple cuya finalidad es restringir el desplazamiento longitudinal de los adoquines.

Se colocaran bermas de hormigón simple de $f'c=300 \text{ Kg/cm}^2$ de 20 cm de ancho, por 40 cm de alto, cada 50 m como máximo o donde se produzca cambios de pendiente de la vía, o donde indican los planos de diseño del adoquinado.

f) Pendiente o bombeo lateral:

Sirve para drenar rápida y eficazmente las aguas pluviales que inciden sobre el pavimento, más cuando son de adoquín, ya que la superficie de los adoquinados no es lo suficientemente impermeable, por filtraciones en las juntas.

La pendiente transversal depende de la pendiente longitudinal, de esta forma; a mayor pendiente longitudinal menor pendiente transversal.

PENDIENTE LONGITUDINAL	PENDIENTE TRASNVERSAL
2% - 4%	3%
> 4%	2%

* Jesús Moncayo. Manual de Pavimentos.

Ing. Fernando Erazo Bustamante

Reg. Senescyt: 1031-02-269661

Mat. Prof.: 802 C.I.C.L.

Reg. Mun.: 975