

LEIXER ALFONSO RIVERO LONDOÑO**ESTRUCTURAS CONCRETOS GEOTECNIA**CLLE 15 N° 6-54 FAX 5742635 LAR CLLE 15 N° 19B-34 TEL. 5858081
VALLE DEL CAUCA**1.1 COMPACTACION**

La densidad media del tramo (Dm) deberá ser como mínimo, el noventa por ciento (90%) de la máxima obtenida en el ensayo proctor modificado, para cimientos y núcleos y deberá ser del noventa y cinco por ciento (95%) con respecto a la máxima obtenida en el mismo ensayo cuando se verifique la corona del terraplén. (Tomado del artículo 220.5.2.2 E-INV)

TABLA 300.1
REQUISITOS DE LOS MATERIALES PARA, SUBBASES GRANULARES

CAPA	Partículas fracturadas mecánicamente (Agregado grueso)	Desgaste de los angeles	Pérdida en ensayos de solidez en		Índices de aplanamiento y alargamiento	I.P.	Equivalente de arena
			Sulfato de sodio	Sulfato de magnesio			
Norma INV	E-227	E-218 y E-216	E-220	E-220	E-230	E-125 y E-126	E-133
Subbase granular		50% máx.	12% máx.	18% máx.		≤6	25% min

METODO RACIONAL
DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PCA 1984

2.1. PARAMETROS DE DISEÑO

2.1.1 Subrasante: (k)

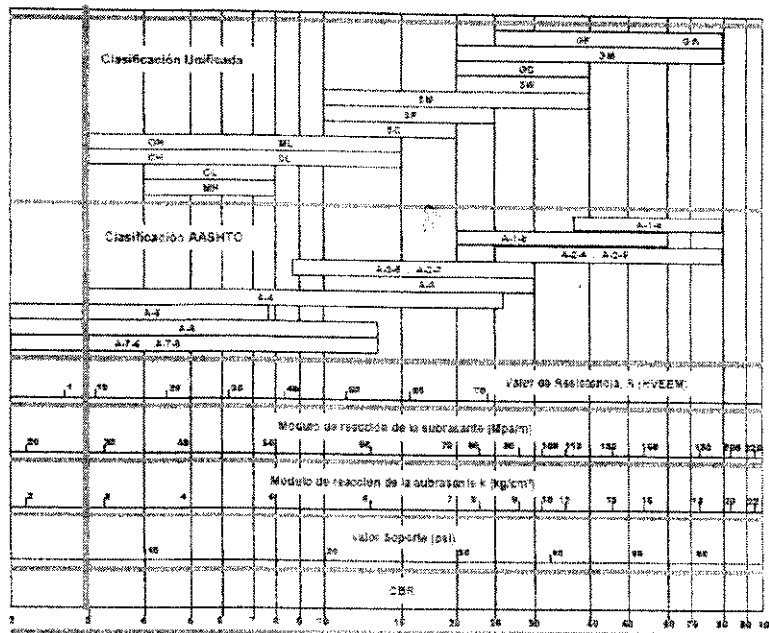
- K subrasante:

El valor del modulo de reacción de la subrasante se obtendrá mediante correlaciones con el CBR:

Con el valor del CBR = 3% y utilizando la grafica que relaciona el valor de soporte de California y el modulo de reacción de la subrasante (k), obtenemos que:

$K = 2,8 \text{ Kg./cm}^3 = 28 \text{ Mpa/m}$

Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes ensayos



Fuente: Generada por el Consistor

LEIXER ALFONSO RIVERO LONDOÑO

ESTRUCTURAS CONCRETOS GEOTECNIA

CLLE 15 N° 6-54 FAX 5742635 LAB. CLLE 15 N° 19B-34 TEL. 5858081
VALLEDUPAR

• **K conjunto subrasante - subbase:**

Con un K de subrasante igual a 28Mpa/m y un espesor de subbase no tratada de 22,5 mm, se obtiene interpolando de la tabla un valor de K del conjunto igual 35,2Mpa/m.

K de subr(MpA/m)	h(mm)	K de sub/subr(Mpa/m)
28	22,5	42

3.1.2 Tránsito

• **FSC:**

Se utilizara un FSC de 1.1

- Tránsito de diseño:

2.1.3 Periodo de diseño (T)

El periodo de diseño al cual se va a diseñar es 20 años.

2.1.4 Losa de concreto

El modulo de rotura para la losa de concreto a los 28 días es 42 Kg/cm²

2.1.5 Tipo de juntas y bermas

En el diseño se contemplan juntas con pasadores y bermas, con el fin de minimizar los daños ocasionados por la acción de esfuerzos producidos por la acción repetitiva de las cargas y los efectos de la deflexión del pavimento en los bordes de las losas, juntas y esquinas.

2.2 ANALISIS DE FATIGA

▪ **Bermas:**

Si no se contemplan bermas.

▪ **Determinación de esfuerzos equivalentes (σ_{eq}) en función del espesor de losa, K y tipo de eje:**

Con un K de conjunto igual 42 Mpa/m y un espesor de losa de 150mm, se obtiene interpolando los valores de esfuerzos equivalentes para cada tipo de eje:

EJE SIMPLE

ESPEJOR DE LOSA (mm)	K DE SUBR(Mpa/m)	ESFUERZO EQUIVALENTE
150	40	2,70
	60	2,51
	42	2,614

EJE TANDEM

ESPEJOR DE LOSA (mm)	K DE SUBR(Mpa/m)	ESFUERZO EQUIVALENTE
150	40	2,23
	60	2,04
	42	2,144

- Factor de relación de esfuerzos (Fro):

El factor de relación de esfuerzos para cada eje es igual a:

42	Simple	2,614	0,622
	Tandem	2,144	0,510

2.3 ANALISIS DE EROSION

- Bermas y pasadores:

Sí no se contemplan bermas.

- Determinación de factores de erosión (Fe) en función del espesor de losa, K y tipo de eje:

EJE SIMPLE

ESPEJOR DE LOSA (mm)	K DE SUBR(Mpa/m)	FACTORES DE EROSION
150	40	3,40
	60	3,38
	42	3,39

LEIXER ALFONSO RIVERO LONDOÑO
ESTRUCTURAS CONCRETOS GEOTECNIA
 CALLE 15 N° 6-54 FAX 5742635 LAB. CALLE 15 N° 19B-34 TEL. 9858061
 VALLE DEL PAR

EJE TANDEM

ESPESOR DE LOSA (mm)	K DE SUBR(Mpa/m)	FACTORES DE EROSION
150	40	3,5
	60	3,45
	42	3,48

Se anexan los resultados del programa Bs pca para el cual se observa que el nivel de esfuerzo es infinito y el control de erosión también

Esfuerzo equivalente y factor de erosión calculados con el programa para el tránsito con ejes simples.

LEIXER ALFONSO RIVERO LONDOÑO
ESTRUCTURAS CONCRETOS GEOTECNIA
 C/LE 15 N° 6-54 FAX 5742635 LAB C/LE 15 N° 19B-34 TEL 5858081
 VALLEDUPAR

BS-PCA - DISEÑO PAVIMENTOS RIGIDOS PCA

Resistencia K del Apoyo: 42
 Espesor de la Losa: 150
 Módulo de Rotura Losa: 4.2

Con Bermas
 Con Pasadores

TRANSITO: N.R.
 Factor de Seguridad Carga: 1.1
 Factor de Mayoración de Repeticiones: 1

Ejes Sencillos Ejes Tandem Ejes Tridem

Total Consumo Esfuerzo (K):
 Total Consumo Erosión (K):

TRANSITO EJES SIMPLES

Esfuerzo Equivalente: 7.381
 Factor de Esfuerzo: 0.5703 Factor de Erosión: 3.7838

#	Carga Eje (KN)	Repeticiones Esperadas
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Esfuerzo equivalente y factor de erosión calculados con el programa para el tránsito con ejes Tandem

BS-PCA - DISEÑO PAVIMENTOS RIGIDOS PCA

Resistencia K del Apoyo: 42
 Espesor de la Losa: 150
 Módulo de Rotura Losa: 4.2

Con Bermas
 Con Pasadores

TRANSITO: N.R.
 Factor de Seguridad Carga: 1.1
 Factor de Mayoración de Repeticiones: 1

Ejes Sencillos Ejes Tandem Ejes Tridem

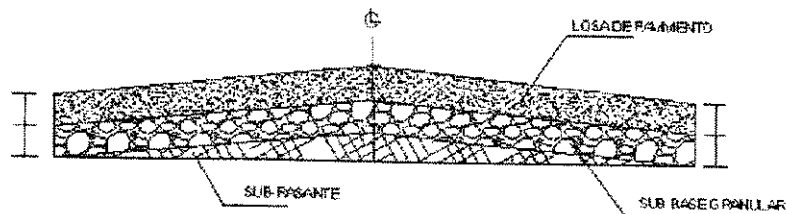
Total Consumo Esfuerzo (K):
 Total Consumo Erosión (K):

TRANSITO EJES TANDEM

Esfuerzo Equivalente: 7.311
 Factor de Esfuerzo: 0.5727 Factor de Erosión: 3.987

#	Carga Eje (KN)	Repeticiones Esperadas
1		
2		
3		
4		
5		
6		

3. ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO



4. ESPECIFICACIONES PARA CONSTRUCCIÓN

4.1 Modulaci3n de Losas:

Con el objetivo de controlar la fisuraci3n del concreto, mantener la capacidad estructural y la calidad del pavimento con un bajo costo anual y as3 mismo para dividir el pavimento en tramos l3gicos, se deben tener en cuenta dos criterios fundamentales para la modulaci3n de las losas:

- La longitud de la losa (L) debe ser m3ximo veinticinco veces el espesor (e) $L = 25e$
- La relaci3n de esbeltez debe de estar comprendida entre el rango (1 – 1.4) por lo tanto (L/a), donde a es el ancho de la losa debe estar dentro de este rango.

Se debe tomar el menor de los dos criterios para determinar la longitud de la losa. As3 mismo entre las losas tengan una relaci3n de esbeltez cercana a 1, es decir la longitud y ancho sean los mismos, estas presentaran un mejor comportamiento para la distribuci3n de esfuerzos.

Para el presente proyecto se tiene:

- Control de Espesor :

$$L = 25 * 15 = 375 \text{ cm} \cong 3.75 \text{ m}$$

➤ Chequeo Numero de Carriles :

$$\frac{5.0}{3.75} = 1.33 \cong 2 \text{ Carriles} = 2,5 \text{ m}$$

➤ Chequeo de Esbeltez :

$$1.33 * 3.65 = 4,86 \text{ m} \cong 4,90 \text{ m}$$

Se tomara una longitud de las losas de 3.75m

4.2 Tipos de Juntas Utilizadas en Pavimentos de Concreto:

Las juntas son parte esencial de los pavimentos, ya que son superficies de falla controladas, que se han diseñado previamente logrando así efectos estéticos y funcionales deseables. El diseño de las juntas tiene como objetivo controlar la fisuración del concreto y mantener la capacidad estructural y la calidad del pavimento con un bajo costo anual, en los pavimentos rígidos estos tienen las siguientes funciones:

- Controlar el agrietamiento transversal y longitudinal generado por la contracción restringida del concreto y por los efectos combinados del alabeo y de las cargas del tránsito.
- Dividir el pavimento en tramos lógicos para la construcción.
- Permitir los movimientos de la losa.
- Mantener la transferencia de carga deseable. Proveer la caja para el material de sello.

El sistema de juntas se diseña teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Condiciones Ambientales: Los cambios de temperatura y de humedad inducen movimiento en las losas generando concentración de esfuerzos, ondulaciones y alabeos.

- **Espesor de la Losa:** Influye En los esfuerzos generados por el alabeo y en las deflexiones.
- **Transferencia de Carga:** Es necesaria a través de cualquier junta en el concreto, cuando se usan las barras de transferencia de cargas o dovelas, el tipo y tamaño de las barras elegidas son un factor para tener en cuenta en el diseño de las juntas.
- **Características de los Materiales que Constituyen el Concreto:** Los constituyentes básicos del concreto no afectan solo su resistencia, sino también las características de las juntas, el material seleccionado para el concreto determina los movimientos de las losas, y de ellos depende que las juntas presenten descascaramientos por la intrusión de materiales duros a lo largo de las juntas cuando son de mala calidad.
- **Tipo de Sub-base:** El valor de soporte y las características de fricción de la interfase afectan el movimiento y el soporte de las losas.
- **Diseño de la Berma:** El tipo de berma (de concreto unida al pavimento, asfáltica, granular o de tierra).

4.2.1 Juntas Transversales de Contracción:

Las juntas transversales de contracción, son las que controlan las grietas transversales ocasionadas por los esfuerzos de tracción originados en la retracción del concreto. Así mismo controlan las grietas causadas por el alabeo del pavimento.

Las juntas longitudinales de contracción permiten controlar las grietas longitudinales ocasionadas por el fenómeno de retracción. Adicional a esto estas juntas se presentan debido a la limitación en el ancho del equipo de construcción.

La transferencia de carga entre losas adyacentes se da mecánicamente por pasadores de carga principalmente y en casos donde el tránsito sea menos exigente se da por trabazón de agregados.

4.2.2 Juntas Longitudinales de Contracción:

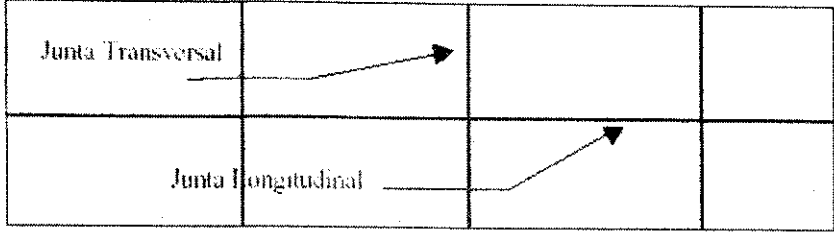
LEIXER ALFONSO RIVERO LONDOÑO
ESTRUCTURAS CONCRETOS GEOTECNIA
 CLLE 15 N° 6-54 FAX 5742635 LAB. CLLE 15 N° 19B-34 TEL 5856081
 VALLEUPAR

Las juntas longitudinales de contracción permiten controlar las fisuras longitudinales ocasionadas por el fenómeno de retracción. Cuando el extendido del concreto se realiza carril por carril la junta longitudinal será coincidente con la junta de construcción, por lo cual no será necesario inducir la fisuración por medio de cortes. Pero, cuando el ancho del extendido corresponde a dos carriles o más, se deberá inducir la fisuración de la junta longitudinal por medio de cortes antes de las 48 horas de haberse colocado el concreto e incluso antes de las 24 horas si existe un alto riesgo de fisuración. La profundidad del corte será igual a 1/3 del espesor de la losa.

La carga entre losas adyacentes se transfiere mecánicamente por pasadores de carga principalmente. En los casos de tráfico bajo, la transferencia puede realizarse mediante trabazón de agregados. Las juntas longitudinales se hacen en el límite de las vías de circulación teniendo en cuenta la ubicación de la señalización horizontal que se colocará posteriormente (no deben colocarse juntas sobre las bandas de pintura).

En las zonas donde puedan presentarse deformaciones del suelo por cambios de humedad, deben colocarse barras de refuerzo en las juntas longitudinales de unión durante la construcción.

En la siguiente figura se observa la localización en planta de este tipo de Juntas.



4.2.4 Juntas de Construcción:

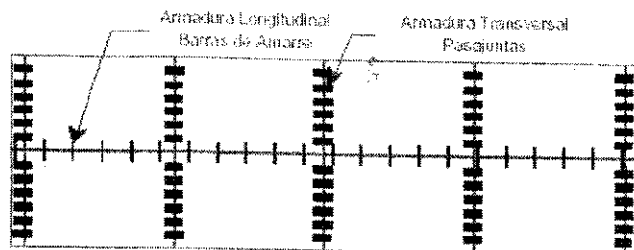
Este tipo de juntas se utiliza en juntas transversales cuando se deba detener la construcción de la placa y esta no coincida con la junta transversal de diseño.

En el caso de que se requiera reforzar dicha adherencia, se pueden utilizar aditivos epóxicos. Estas juntas deben llevar barras de refuerzo corrugadas, ubicadas en el eje neutro. El diámetro, la longitud y el espaciamiento se deben especificar con los mismos criterios de las juntas transversales.

Las juntas longitudinales de construcción se realizan cuando se utilizan dos franjas de pavimentación.

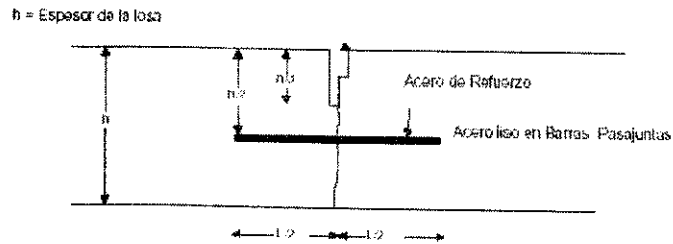
4.3 Armadura de Refuerzo:

Se debe colocar el acero de refuerzo necesario para la construcción del pavimento de acuerdo al diseño del proyecto como se muestra en la ilustración, el cual se utilizará como pasadores de cortante o pasajuntas ó como barras de amarre. Las barras de amarre (Usadas en Juntas Longitudinales), las cuales se utilizan con el propósito de evitar el corrimiento y o desplazamiento de las losas, deben ser de acero corrugado, y deben quedar ahogadas en la mitad de la losa.



Las barras pasajuntas (Usadas en Juntas Transversales, de Construcción y en algunos casos de Expansión) se utilizan como mecanismos para garantizar la transferencia efectiva de carga entre las losas adyacentes. Las barras serán de acero liso, engrasado en ambos extremos y deberán quedar ahogadas en las losas con las dimensiones y en la posición indicada de acuerdo al proyecto, lo anterior se puede observar en la siguiente imagen:

LEIXER ALFONSO RIVERO LONDOÑO
ESTRUCTURAS CONCRETOS GEOTECNIA
 C.C.E 15 N° 6-54 FAX 5742635 LAB. C.C.E 15 N° 19B-34 TEL. 5858081
 VALLEQUÍPAR



La longitud y el diámetro de las Barras Pasajuntas, dependerán del espesor de la losa. Cuando el pavimento necesite pasadores en las juntas transversales, estos se escogerán de la siguiente Tabla, de acuerdo a las recomendaciones de la PCA, las cuales fueron calculadas con base a consideraciones teóricas y en ensayos de campo y de laboratorio.

ESPESOR DEL PAVIMENTO cm	DIÁMETRO DEL PASADOR		LONGITUD TOTAL cm	SEPARACIÓN ENTRE CENTROS cm
	cm	in		
10	1,27	1/2"	25	30
11 - 13	1,59	5/8"	30	
14 - 15	1,91	3/4"	35	
16 - 18	2,22	7/8"	35	
19 - 20	2,54	1"	35	
21 - 23	2,86	1 1/8"	40	
24 - 25	3,18	1 1/4"	45	
26 - 28	3,49	1 3/8"	45	
29 - 30	3,81	1 1/2"	50	

(Requisitos mínimos para pasadores de acero en Juntas Transversales)

Las pasajuntas podrán ser instaladas en la posición indicada en el proyecto por medios mecánicos, o bien por medio de la instalación de canastas metálicas de sujeción

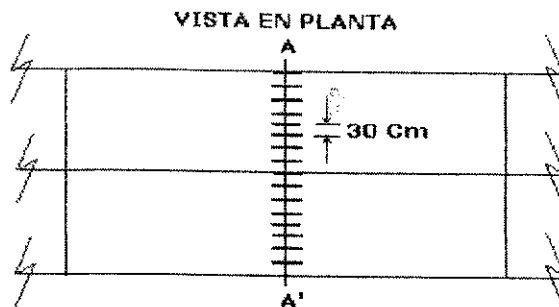
LEIXER ALFONSO RIVERO LONDOÑO
ESTRUCTURAS CONCRETOS GEOTECNIA
CALLE 15 N° 6-84 FAX 5742635 LAB. CALLE 15 N° 19B-34 TEL 5858081
VALLEDUPAR

4.4 DISEÑO DE LOS PASADORES

Teniendo en cuenta que el espesor del pavimento es de 15 cm., los pasadores para la transmisión de carga tienen las siguientes características:

Diámetro del pasador : 3/4" (25mm)
Longitud del pasador : 35Cm (350mm)
Separación entre centros de los pasadores: 30 cm. (300mm)

4.5 ESTRUCTURA DEFINITIVA DEL PAVIMENTO RIGIDO



LEIXER ALFONSO RIVERO LONDOÑO
ESTRUCTURAS CONCRETOS GEOTECNIA
CLLE 15 N° 6-54 FAX 5742635 LAB. CLLE 15 N° 19D-34 TEL 5558981
VALLEDUPAR

