N° INFORME	**1**	**FECHA INFORME:**	28/enero/2023
TIPO DE INFORME DISEÑO PARA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO:		DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO	
PROYECTO:	**DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE VEHICULAR SOBRE LA QUEBRADA SEVERINERA EN LA VÍA QUE COMUNICA A LOS MUNICIPIOS DE PLANETA RICA Y TIERRALTA.**		
CLIENTE:	**CLIENTE:**	CONSORCIO PUENTES DE CÓRDOBA	
	DIRECCIÓN:	TIERRALTA, CÓRDOBA	

CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN	MOTIVO DEL CAMBIO	RUTA DE ATENCIÓN A OBSERVACIONES	FECHA DEL CAMBIO

REVISADO	VERIFICADO	VALIDADO
FIRMA 	FIRMA 	FIRMA 
LIC. PROFESIONAL	LIC. PROFESIONAL	LIC. PROFESIONAL
NOMBRE: MANUEL SANTIAGO DORIA NARVÁEZ	NOMBRE: YIMMI ROMERO PEÑATA	NOMBRE: JESUS PIZARRO
PROFESION/ESPECIALIDAD: Especialista en vías y trasportes - Ingeniero Civil	PROFESION/ESPECIALIDAD: Ingeniero Civil	PROFESION/ESPECIALIDAD: Ingeniero Civil Coordinador de Consultoria

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

1. *INDICE DE CONTENIDO*

2. INTRODUCCIÓN 4
3. LOCALIZACIÓN 5
4. OBJETIVOS Y ALCANCES 6
   4.1. OBJETIVOS GENERALES 6
   4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 6
5. VARIABLES DE DISEÑO 7
   5.1. OBTENCION DEL TRANSITO DE DISEÑO 7
   5.2. CARACTERIZACION GEOTECNICA DE LA SUBRASANTE 9
      5.2.1. Exploración de Campo y Resumen de Ensayos de Laboratorio 9
      5.2.2. MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE 9
   5.3. MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO (MR) 10
   5.4. MECANISMO DE TRANSFERENCIA DE CARGA Y SOPORTE LATERAL 11
   5.5. PERIODO DE DISEÑO 11
6. ALTERNATIVAS DE DISEÑO 11
7. DISEÑO DE LA LOSA 12
   7.1. SUBBASE GRANULAR 12
   7.2. ESPESOR DE LOSA 12
   7.3. DIMENSIÓN DE LA LOSA 13
   7.4. 14
   7.5. DISEÑO DE LAS JUNTAS DEL PAVIMENTO 14
      7.5.1. JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN 14
      7.5.2. SISTEMA PARA LA TRANSMISIÓN DE CARGAS 15
      7.5.3. JUNTAS DE EXPANSIÓN 17
   7.6. SELLADO DE JUNTAS 18
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 19
9. Bibliografía 20

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

INDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1. Ubicación Nacional del Proyecto 4
Ilustración 2. Ubicación Regional del Proyecto 5
Ilustración 3. Zona Del Proyecto 6
Ilustración 4. Corte y Sellado de Juntas de Construcción Transversal 15
Ilustración 5. Vista de planta típica de una losa de pavimento rígido 15
Ilustración 6. Detalle de junta de expansión 17
Ilustración 7. Juntas de expansión alrededor de elementos incorporados dentro del pavimento. 17
Ilustración 8. Perfil típico de juntas: cuando el concreto se ha construido a ambos lados de la junta 18

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo del TPDs Estación de Conteo 7
Tabla 2. Calculo Transito Equivalente Diario y Total 8
Tabla 3. Información por Calculo Espectro de Carga 8
Tabla 4. Caracterización de la Subrasante 9
Tabla 5. Módulo combinado de Reacción de la Subrasante 10
Tabla 6. Resumen de parámetros de diseño 12
Tabla 7. Alternativas de solución para SBG = 150 mm y KCOMB. = 197 PCI 13
Tabla 8. Configuración geométrica de las losas 13
Tabla 9. Dimensiones recomendadas de los pasadores, dovelas o barras de transferencia.. 16
Tabla 10. Dimensiones recomendadas de la barra de anclaje H, L y S; Espesor de losa, longitud de la barra, y ancho de carril respectivamente 16

INDICE DE ECUACIÓNES

Ecuación 1. número de ejes equivalentes de 8.2 tn 7
Ecuación 2. Módulo De Reacción De La Subrasante 9
Ecuación 3. Espesor de la Losa de Concreto 12

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

2. INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene como objeto desarrollar el diseño de las estructuras de pavimento rígido, ubicada en la zona rural del municipio de Tierra Alta Córdoba, que ensambla con el puente vehicular a construir en la zona.



ILUSTRACIÓN 1. UBICACIÓN NACIONAL DEL PROYECTO

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

3. LOCALIZACIÓN



ILUSTRACIÓN 2. UBICACIÓN REGIONAL DEL PROYECTO

Tierralta es un municipio ubicado al sur del departamento de Córdoba, en la región Caribe de Colombia y a 78 kilómetros de Montería, capital departamental, conocido por tener uno de los parques nacionales naturales más grande del mundo llamado el Nudo de Paramillo, protegido por las Naciones Unidas. Tierralta es un municipio agrícola y ganadero.

Coordenadas geográficas

Latitud: 8.167
Longitud: -76.067
Latitud: 8° 10' 1" Norte
Longitud: 76° 4' 1" Oeste

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.



ILUSTRACIÓN 3. ZONA DEL PROYECTO

4. OBJETIVOS Y ALCANCES

4.1. OBJETIVOS GENERALES

Determinar la estructura de pavimento idónea para la vía rural del municipio de Tierra Alta – Córdoba.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Analizar las variables Geotécnicas y Transito para el diseño de estructura de pavimento.
- ✓ Estimar la estructura del pavimento acorde a la vía estudiada.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

5. VARIABLES DE DISEÑO

Para este proyecto, se ha establecido conveniente la implementación de una estructura de pavimento en concreto rígido, teniendo en cuenta su alta durabilidad. Para tal fin, se tiene contemplado la utilización del método de la ASSHTO por medio de una hoja de cálculo formulada por el presente consultor.

a continuación, se establecen las variables de diseño.

5.1. OBTENCION DEL TRANSITO DE DISEÑO

Se calcula el tránsito promedio diario semanal de las estaciones de conteos en donde se relaciona la cantidad de vehículos según la clasificación con la suma del tránsito diario; esta actividad, se realiza en valores absolutos y relativos como se muestra en la tabla #1.

Es necesario resaltar que, el criterio antes mencionado también se realiza para conocer los porcentajes de camiones según su categoría en función de la sumatoria del total de camiones (C) (S.A.S, 2023)

Tipo de Vehículo	Porcentaje de Vehículos	Transito Promedio Diario
% A	71	131
% B	14	25
% C	16	29
% C2P	42	12
% C2G	33	10
% C3	21	6
% C5	3	1
% >C5	1	0
SUMA (%)	**100**	**186**

TABLA 1. CÁLCULO DEL TPDS ESTACIÓN DE CONTEO

(S.A.S, 2023)

$$N = Nd * 365 * Fs * Fc * \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

ECUACIÓN 1. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TN

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

A continuación, se presentan los cálculos obtenidos de tránsito equivalente diario asociado al periodo de diseño de las dos estaciones de aforo contempladas para la planificación del tránsito mediante la ***ecuación 1***, que no es más que el número acumulado de ejes equivalentes de 8.2 Ton en el carril de diseño durante el periodo de diseño, adicional se presenta el espectro de carga ver tablas 2 y 3. (S.A.S, 2023)

Calculo Transito Equivalente Diario y Total			
TPD	186	Tasa de Crecimiento	3
Factor Sentido	0.5	Factor Carril	1
		Periodo de Diseño (Años)	20

Vehiculos	Porcentaje (%)	Numero de Vehiculos Diarios	Factor Daño	Transito Equivalente Diario
Vehiculos		186		
Autos	71	131	0.00	0
Buses	14	25	0.42	11
Camiones	16	29		
C2P	42	12	0.42	5
C2G	33	10	3.92	38
C3	21	6	5.31	33
C3S2	3	1	9.94	10
C3S3	1	0	6.50	2
Transito Equivalente Diario				98
Transito Equivalente Total Acumulado				480535

TABLA 2. CALCULO TRANSITO EQUIVALENTE DIARIO Y TOTAL

(S.A.S, 2023)

Información por Calculo Espectro de Carga											
Vehiculos	Numero de Vehiculos Acumulados	Simples de Rueda Simple (Tn)				Simple de Rueda Doble (Tn)		Tandem (Tn)			Tridem
		0	4	6	7	6	11	20	21	22	25
Vehiculos											
Autos	644365										
Buses	124312		124312			124312					
Camiones											
C2P	60317		60317			60317					
C2G	47077			47077			47077				
C3	30159			30159						30159	
C3S2	4904			4904					4904	4904	
C3S3	1471			1471					1471		1471
TOTAL	912605	0	184630	83611	0	184630	47077	0	6375	35062	1471

TABLA 3. INFORMACIÓN POR CALCULO ESPECTRO DE CARGA

(S.A.S, 2023)

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

5.2. CARACTERIZACION GEOTECNICA DE LA SUBRASANTE

5.2.1. Exploración de Campo y Resumen de Ensayos de Laboratorio

Se realizaron dos (2) apiques exploratorios ubicadas a lo largo de los tramos viales, con el fin de tomar muestras alteradas e "inalteradas" para realizar los respectivos ensayos de laboratorio y evaluar las características geotécnicas de cada una de las capas que conforman el soporte (subrasante) existente. Estos apiques se realizaron a una profundidad de 1.50 metros, indicando la profundidad del nivel de agua freático NAF.
Se realizaron ensayos, y se procedió con los resultados a determinar los módulos de reacción (k) correspondientes por correlaciones, además de las características necesarias para su clasificación por granulometría e índices de plasticidad.

APIQUE	PROFUNDIDAD (m)	CBR (%)	CLASIFICACION	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	Mejoramiento Cm
Apique N°1	1,50	3,57	SM	BAJO	20
Apique N°2	1,50	2,98	ML	BAJO	20

TABLA 4. CARACTERIZACIÓN DE LA SUBRASANTE

Fuente: Elaboración propia

5.2.2. MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE

La expresión que correlaciona el valor de K con el CBR < 10% es la siguiente:

$$K = 2.55 + 52.5 \log(CBR), \text{ para } CBR \leq 10\%$$

ECUACIÓN 2. MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE

(Quintana, 2015)

Por tanto:

K = 45.64 (MPa/m)
K = 166.6 PCI

Las subbases se recomiendan para prevenir el fenómeno de bombeo, sin embargo, su presencia tiene como consecuencia un incremento en la capacidad de soporte del pavimento que se puede aprovechar para efectos de diseño.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

Si Consideramos 0,15 m de subbase granular, en la tabla 5, se muestra el incremento que es de esperar, dando como resultado el Módulo combinado de Reacción de la Subrasante.

K Subrasante		***Valores de K***							
		Capa granular no tratada							
		10 cm		***15 cm***		***22.5 cm***		***30 cm***	
MPa/m	pci	MPa/m	pci	MPa/m	pci	MPa/m	pci	MPa/m	pci
20	73	23	85	**26**	**96**	32	117	38	140
40	147	45	165	**49**	**180**	57	210	66	245
60	220	64	235	66	245	76	280	90	330
80	295	87	320	90	330	100	370	117	430
K Subrasante		***Capa Estabilizada con Cemento Hidráulico***							
MPa/m	***pci***	***10 cm***		***15 cm***		***20 cm***		***25 cm***	
MPa/m	pci	MPa/m	pci	MPa/m	pci	MPa/m	pci	MPa/m	pci
20	73	60	220	80	300	105	400	135	500
40	147	100	370	130	500	185	680	230	850
60	220	140	520	190	700	245	900	-	-

TABLA 5. MÓDULO COMBINADO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE

(Quintana, 2015)

Interpolando entre los valores señalados en la tabla correspondiente al espesor de la subbase indicado tenemos:

$K_{comb.}$ = 197.45 PCI, el cual aproximamos a 197 PCI.

5.3. MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO (MR)

Para este caso se considerarán cuatro alternativas de diseño en función de igual número de valores de resistencia a la flexión del concreto, recomendados por el Instituto Nacional de Vías, a saber: 3.8, 4.0, 4.2 y 4.5 MPa. Sin embargo, el uso de concretos con resistencia Mr = 3,8 MPa, se limita a casos especiales; tal es el caso de zonas donde las características de los agregados pétreos no permitan la elaboración de concretos con resistencias superiores.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

5.4. MECANISMO DE TRANSFERENCIA DE CARGA Y SOPORTE LATERAL

Mecanismo de transferencia de carga: existencia o no de barras de transferencia de carga. En general, se recomienda proveer la transferencia de carga mediante el mecanismo de dovelas (barras lisas pasa juntas) para proyectos con más de 5 millones de repeticiones de ejes estándar equivalentes o con un tránsito de vehículos comerciales superior a los 80 o 120 diarios, ya que se ha encontrado con la experiencia que un tránsito mayor a este produce molestas fallas en las juntas, tales como las diferencias de elevación, es decir, que no empatan ambos lados de la junta. Sin embargo, a pesar de ser un proyecto con bajo tránsito vehicular; pero que tendrá zonas de movilidad libre (maniobras para parqueo) se proyectarán dovelas de transferencia de carga a través de las juntas transversales, en la vía de acceso al parqueadero y dovelas tanto en juntas longitudinales como transversales en aquellas zonas donde los vehículos se desplazarán libremente para ingresar o sacar sus vehículos de la zona de parqueo en Adoquín.

Soporte lateral: existencia o no de bermas de concreto. Para este proyecto No se considerará la existencia de bermas de concreto.

5.5. PERIODO DE DISEÑO

Dado que es difícil predecir el transito con suficiente aproximación para un término demasiado largo, comúnmente se toma un lapso de 20 años, como periodo para el diseño de un pavimento.

T = 20 años

6. ALTERNATIVAS DE DISEÑO

Se plantean cuatro alternativas de diseño, considerando para ello un análisis de sensibilidad con respecto a los valores de módulo de rotura del concreto recomendado por INVIAS (3.8, 4.0, 4.2 y 4,5 Mpa), resultando entonces un total de cuatro opciones de diseño técnicamente equivalentes.

A continuación, se plantean los parámetros de diseño requeridos para correr la hoja programada con el diseño ASSHTO 98:

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

PARÁMETRO	ATRIBUTOS ASIGNADOS PARA LAS DIFERENTES PARÁMETROS
Tránsito	véase Tabla 2
k de diseño	197 PCI
Módulo rotura	3.8, 4.0, 4.2 y 4.5 MPa
Soporte lateral	NO
Pasadores de carga	SI

TABLA 6. RESUMEN DE PARÁMETROS DE DISEÑO

FUENTE: PROPIA

7. DISEÑO DE LA LOSA

Para la obtención de los espesores de cada una de las cuatro alternativas consideradas, se realizó en una hoja de cálculo programada por el presente consultor. Para tal efecto, se tienen en cuenta los parámetros de diseño relacionados en el numeral anterior.

7.1. SUBBASE GRANULAR

Teniendo en cuenta que la subrasante tiene un espesor de mejoramiento, se recomienda un espesor de subbase granular de 0.15 m.

7.2. ESPESOR DE LOSA

El espesor de la losa de concreto (D, en pulgadas) que compone la estructura del pavimento rígido se determina a través de la ecuación

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \log(D+1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1+\frac{1.624\times10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 \times P_t) \times \log\left[\frac{MR \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J\left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{K}\right)^{0.25}}\right]}\right]$$

ECUACIÓN 3. ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

(Quintana, 2015)

Los procedimientos se pueden evidenciar en los anexos del informe

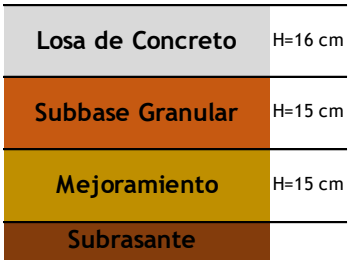
Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

ALTERNATIVA No	ESPESOR DE LOSA (mm)	ESPESOR DE SUBBASE (mm)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)	Log W18 Proyectado	Log W18 Diseño
1	160	150	3.8	5.682	5.747
2	160		4.0		5.747
3	160		4.2		5.747
4	160		4.5		5.747

TABLA 7. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA SBG = 150 MM Y KCOMB. = 197 PCI

FUENTE: PROPIA

De acuerdo con la Tabla 7, se puede plantean la siguiente alternativa de solución técnicamente equivalentes: Una losa de 160 mm de espesor con un Módulo de rotura de 3.8/4,0/4.2/4.5 MPa.



7.3. DIMENSIÓN DE LA LOSA

Los criterios para determinar la longitud de la losa son:
a. Criterio ideal: Longitud = ancho, losas cuadradas
b. Longitud de la losa = 25 D (D = espesor de la losa)
c. Longitud de la losa = ancho del carril x 1.25 (Criterio AASHTO)
Cuando se diseñan losas rectangulares se toma el menor valor de los criterios b. y c.

La relación de esbeltez se define como:

$$RELACION\ DE\ ESBELTEZ = \frac{LARGO}{ANCHO} < 1.25$$

Criterio	Ancho (m)	Long. (m)	R. Esbeltez	Cumple
Losas cuadradas	3.5	3.5	1.00	SI
Espesor de la losa	3.5	4.0	1.14	SI
Aashto.	3.5	4.4	1.25	SI

TABLA 8. CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA DE LAS LOSAS

FUENTE: PROPIA

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

7.4. DISEÑO DE LAS JUNTAS DEL PAVIMENTO

Las juntas son parte importante de los pavimentos rígidos y se proyectan con el fin de controlar los esfuerzos que se presentan en el concreto como consecuencia de los movimientos de contracción y de dilatación del material y los generados por los cambios de temperatura y humedad entre la cara superficial y la de soporte de las losas de concreto.

7.4.1. JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

Lo más frecuente es construir los pavimentos de concreto por carriles, generando juntas longitudinales. Este es el caso del presente proyecto, en donde se recomienda seguir esta metodología durante la construcción, con el fin de contar con espacio disponible para la circulación del personal de obra y disposición de materiales y equipos. Dicha junta cumple también la función de disipar los esfuerzos generados por alabeo en las losas debido principalmente a gradientes térmicos.

Con el fin de impedir el desplazamiento de las losas de un carril, respecto a las del otro, se recomienda dotar las juntas longitudinales con barras de anclaje, cuyo acero debe cumplir con el Artículo INV 500-13 y lo que sea aplicable del Artículo 640-13, admitiéndose aceros con resistencia de 187,5 MPa (40.000 psi) y 280 MPa (60.000 psi). La selección del diámetro, separación, longitud y resistencia de las barras de anclaje, se puede hacer según los criterios indicados en la Tabla 9, **tomada del Libro Pavimentos, Materiales construcción y diseño (Hugo Alexander Rondón Quintana, Fredy Alberto Reyes Lizcano).**

Además de las juntas longitudinales descritas, se presentan juntas de construcción transversales, cuando se suspenden las labores de colocación del concreto, bien sea por la finalización de la jornada laboral, por alguna interrupción en el suministro del material o por averías en alguno de los equipos empleados para su producción, transporte o colocación. En todo caso, el método más común para finalizar las labores de construcción es rematando la obra contra una formaleta de madera que genera una cara lisa, por lo cual es necesario dotar esta junta de pasadores de carga, a través de dovelas que podemos observar en la tabla 10.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

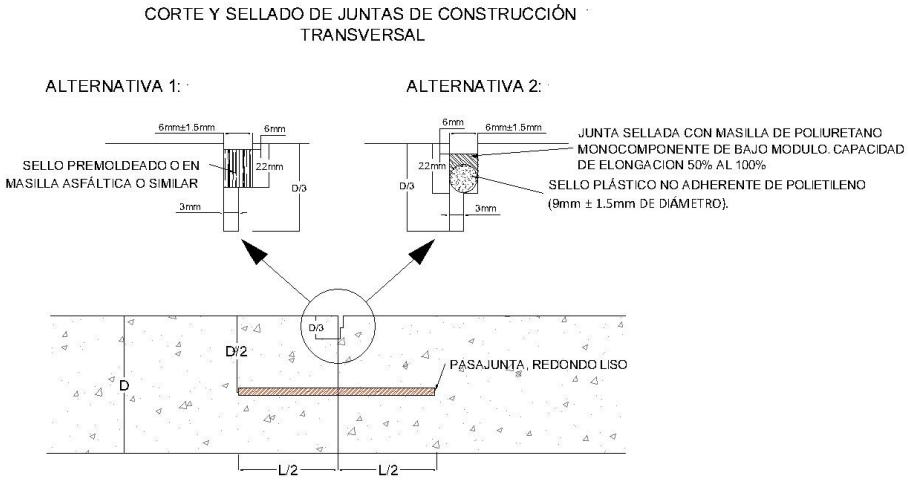


ILUSTRACIÓN 4. CORTE Y SELLADO DE JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN TRANSVERSAL

(INVÍAS, 2008)

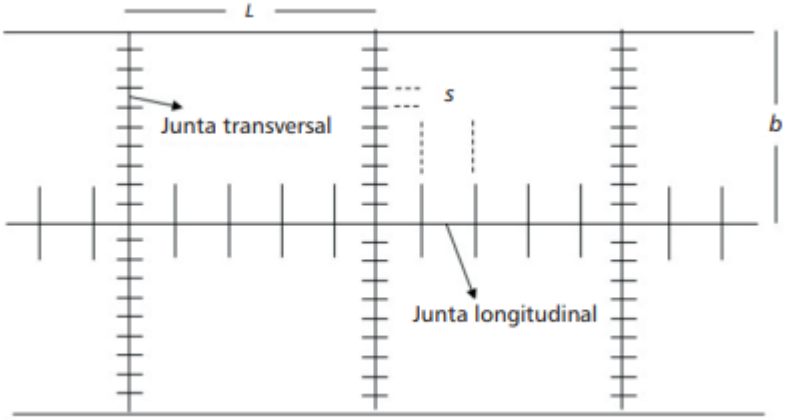


ILUSTRACIÓN 5. VISTA DE PLANTA TÍPICA DE UNA LOSA DE PAVIMENTO RÍGIDO

(Quintana, 2015)

7.4.2. SISTEMA PARA LA TRANSMISIÓN DE CARGAS

Para los sectores viales en que tiene aplicación el presente diseño de pavimento, se ha considerado conveniente que la transmisión de cargas de una losa a su vecina se realice a través del mecanismo denominado trabazón de agregados, motivo por el cual no será necesaria la utilización de barras de transferencia de carga a través de las juntas transversales.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

Espesor de losa [cm]	Diámetro del pasador [pulgadas]	Longitud pasador [cm]	Separación entre centros de barras [cm]
14 – 15	¾	35	30
16 – 18	7/8	35	
19 – 20	1	35	
21 – 23	1 1/8	40	
24 – 25	1 ¼	45	
26 – 28	1 3/8	45	
29 – 30	1 ½	50	

TABLA 9. DIMENSIONES RECOMENDADAS DE LOS PASADORES, DOVELAS O BARRAS DE TRANSFERENCIA.

(Quintana, 2015)

H (cm)	Barra de ϕ3/8"				Barra de ϕ1/2"				Barra de ϕ5/8"			
	L (cm)	S (cm)			L (cm)	S (cm)			L (cm)	S (cm)		
		3.05	3.35	3.65		3.05	3.35	3.65		3.05	3.35	3.65
Acero de f_y=280 MPa (40 000 psi)												
15	45	80	75	65	60	120	120	120	70	120	120	120
17.5		70	60	55		120	110	100		120	120	120
20		60	55	50		105	100	90		120	120	120
22.5		55	50	45		95	85	80		120	120	120
25		45	45	40		85	80	70		120	120	120
Acero de f_y=420 MPa (60 000 psi)												
15	65	120	110	100	85	120	120	120	100	120	120	120
17.5		105	95	85		120	120	120		120	120	120
20		90	80	75		120	120	120		120	120	120
22.5		80	75	65		120	120	120		120	120	120
25		70	65	60		120	115	110		120	120	120

TABLA 10. DIMENSIONES RECOMENDADAS DE LA BARRA DE ANCLAJE H, L Y S; ESPESOR DE LOSA, LONGITUD DE LA BARRA, Y ANCHO DE CARRIL RESPECTIVAMENTE

(Quintana, 2015)

El espesor de la losa D=16 cm según ecuación (3). De acuerdo con (la tabla 9), para el pasador o dovela se recomienda un diámetro de barra de acero de 7/8", con longitud y espaciamiento de 35 cm y 30 cm respectivamente. Para una barra de anclaje cuyo diámetro es 1/2" y fy=60000 psi, se recomienda longitud y

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

espaciamiento de acero de 85 cm y 120 cm respectivamente (ver tabla 10), la longitud máxima aproximada de la losa debe ser 3.5 m véase en la Tabla 8.

7.4.3. JUNTAS DE EXPANSIÓN

La distribución geométrica de las juntas se inicia con la definición de los lugares en los cuales se colocan las juntas de expansión o aislamiento, que por regla general se localizan en la losa anterior al punto en donde se presenta la particularidad (véase la Imagen 4), deberán tener un ancho máximo de 20 mm y entre sus caras se colocará un material compresible, ubicado desde el fondo de la losa y hasta 25 mm por debajo de la superficie final de losa.

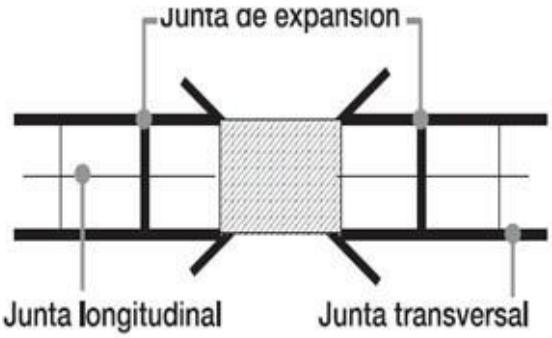


ILUSTRACIÓN 6. DETALLE DE JUNTA DE EXPANSIÓN

(INVÍAS, 2008)

Las juntas de expansión alrededor de elementos incorporados dentro del pavimento, tales como sumideros, cámaras de inspección o cajas, deben estar como mínimo a 300 mm de los bordes de dichos elementos y su forma deber ser poligonal, circular, o semicircular, tal como se observa en la imagen 5.

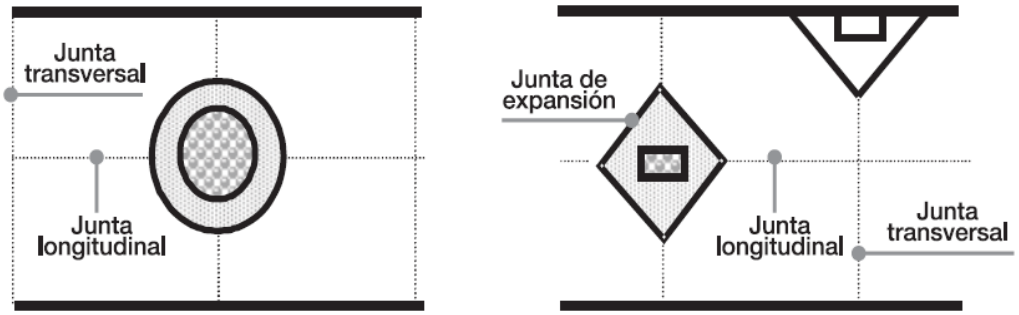


ILUSTRACIÓN 7. JUNTAS DE EXPANSIÓN ALREDEDOR DE ELEMENTOS INCORPORADOS DENTRO DEL PAVIMENTO.

(INVÍAS, 2008)

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

7.5. SELLADO DE JUNTAS

La profundidad del corte de la junta se determinará debido al espesor de la losa, se debe dar especial cuidado al espacio libre entre el sello y el tope de la junta, con el fin de poder garantizar una adecuada durabilidad, dado que un exceso en el material de sello ocasionará desgarres del mismo debido a la acción del tránsito. Se recomienda que el material de sello lo constituya una masilla de poliuretano monocomponente de bajo módulo u otro material de características adecuadas, la cual debe ser contenida en la cavidad de la junta. En la imagen 8 se presenta un detalle de la geometría y el sellado de una junta de contracción.

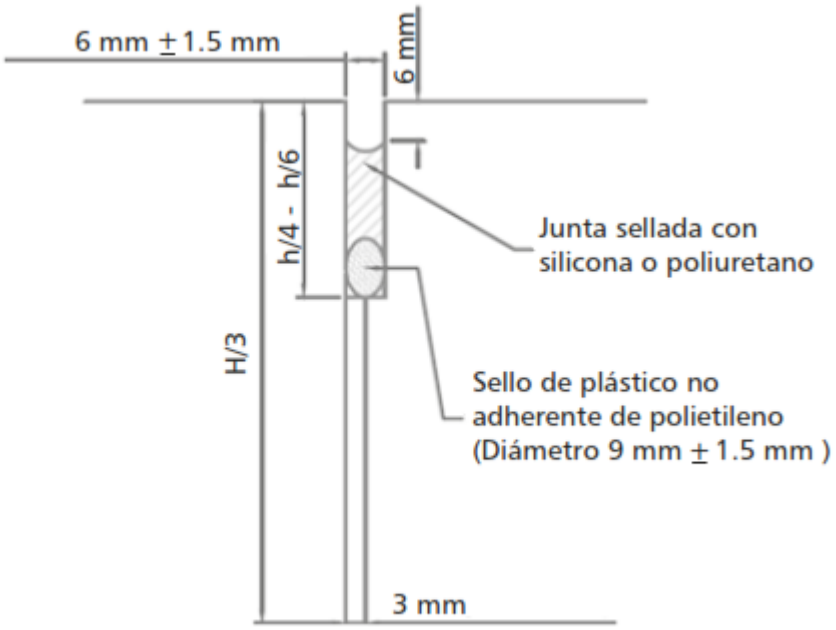


ILUSTRACIÓN 8. PERFIL TÍPICO DE JUNTAS: CUANDO EL CONCRETO SE HA CONSTRUIDO A AMBOS LADOS DE LA JUNTA

(Quintana, 2015)

Ancho de Corte: 0.003m

Corte de Juntas: H/3 = 0.15m/3 = 0.05m

Sello de Juntas, Instalación de Cordón: H/6 = 0.15m/6 = 0.025m

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se recomienda conformar la base granular con una densidad igual o mayor al 100% del próctor modificado y cumplir con las demás disposiciones de la especificación INV 320-13.
- Se recomienda que el pavimento rígido cumpla con las siguientes especificaciones mínimas discriminadas así:

Espesor losa de pavimento: 0,16 m
Espesor Subbase granular: 0,15 m
Espesor Mejoramiento: 0,15 m
Módulo de rotura (Mr) concreto: 4.0 MPa (40 kg/cm2)
Barras lisas transferencia carga: Ø7/8" @0,30 m Long. 0,35 m.
Barras corrugadas o anclaje: Ø1/2" @1,20 m Long. 0,85 m

- Se recomienda un control de calidad en la etapa constructiva, de forma tal que garantice que los materiales cumplan con las normas y especificaciones técnicas tenidas en cuenta en el diseño.
- A una altura promedio del e/2 se colocará el refuerzo de transferencia de carga apoyado en una canastilla, con el fin garantizar la horizontalidad del pasador y su correcta posición después de fundida la losa.
- Se recomienda utilizar el vibrador de aguja teniendo en cuenta que el espesor de la losa, de tal manera que se minimicen defectos y vacíos.
- Cuando empiece el fraguado inicial se procederá a efectuar el primer corte (ancho de corte=3mm, profundidad=50mm) con el fin de inducir las juntas transversales de contracción.
- El sellado de las juntas debe garantizar la hermeticidad del espacio sellado, la adherencia del sello a las caras de la junta, la resistencia a la fatiga por tracción y compresión, el arrastre por las llantas de los vehículos y la resistencia a la acción del agua.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.

9. Bibliografía

INVÍAS. (2008). *Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.*

Quintana, R. (2015). *Pavimentos Materiales y Construcciónes.* Bogota: Ecoe Ediciones.

S.A.S, S. (2023). *Estudio de Transito.* Montería.

Los informes presentados por la empresa INGELABCON S.A.S., son realizados bajo el alcance de la presente consultoría, los cuales no podrán ser editados, reproducidos o usados en cualquier tipo de campaña de información técnica sin autorización escrita de gerencia.