

REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.



ALCALDÍA MUNICIPAL DE MONTERREY

CONTRATO DE CONSULTORÍA

00388 DE 2022

OBJETO.

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN
CONCRETO HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL
MUNICIPIO DE MONTERREY CASANARE.**

**SECTOR 2.
BARRIO RIVERAS DE SAN ANDRÉS
BARRIO 15 DE SEPTIEMBRE
BARRIO PALMARES**

DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

MONTERREY – CASANARE 2023

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO HIDRÁULICO
DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY CASANARE.**



TABLA DE CONTENIDO

- 13. DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO
 - 13.1 DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO MÉTODO AASTHO
 - 13.1.1 DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE LA LOSA D
 - 13.1.1.2 Dimensiones de la Losa de Concreto
 - 13.1.1.3 Sistema de transferencia de carga
 - 13.1.2 CHEQUEO DE LOS ESFUERZOS Y DEFLEXIONES DE LA LOSA MÉTODO AASTHO.
 - 13.1.2.1 Esfuerzos Producidos por Cambio de Temperatura
 - 13.1.2.1.1 Alabeo por Gradiente Térmico
 - 13.1.2.1.3 EXPANSIÓN Y CONTRACCIÓN DE LAS LOSAS
 - 13.1.2.3 CALCULO DE DEFLEXIONES EN LA LOSA
 - 13.1.2.3.1 Deflexión en la esquina
 - 13.1.2.3.2 Deflexión al interior de la losa
 - 13.1.2.3.3 Deflexión al borde de la losa
 - 13.1.2.3.4 DEFLEXIONES EN LA LOSA DE CONCRETO
 - 13.1.2.3.5 RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO MÉTODO AASTHO.
 - 13.2 DETERMINACIÓN ESTRUCTURA DE PAVIMENTO POR MÉTODO PCA.
 - 13.2.1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.
 - 13.2.2 RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO MÉTODO PCA
 - 13.3 DISEÑO JUNTAS Y SU MODULACION
 - 13.3.1 Sistema de transferencia de carga
 - 13.3.2 Barras de anclaje.
 - 13.3.3 Acero continuo en losas
 - 13.3.4 DISEÑO GEOMETRICO DE JUNTAS.
 - 13.3.4.1 Juntas de expansión o aislamiento
 - 13.3.4.2 Juntas longitudinales y transversales
 - 13.3.5 Detalles de Juntas.
 - 13.3.5.1 Juntas transversales y longitudinales de contracción
 - 13.3.5.2 Juntas de expansion
 - 13.3.5.3 Juntas de aislamiento.
 - 13.3.5.4 Sellado de juntas
 - 13.4 CONCLUSIONES.

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



13. DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

13.1 DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO MÉTODO AASTHO

13.1.1 DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE LA LOSA D

a) Nivel de Serviciabilidad (IPS)

De acuerdo con consideraciones de AASHTO para vías en pavimento rígido se tiene:

$$P_o = 4.5$$

$$P_t = 2$$

$$\Delta IPS = 2.5$$

b) Nivel de Confiabilidad

Se considera un nivel de confiabilidad del 70%

$$Z_r = 0.524$$

Tabla 13-1 Valores del Parámetro Z_r (Suponiendo una Distribución Normal)

Confiabilidad	Z_r
70%	0.524
75%	0.674
80%	0.842
85%	1.036
90%	1.282
95%	1.645
96%	1.751
97%	1.881
98%	2.055
99%	2.328

c) Error Normal Combinado (S_o)

Se asume $S_o = 0.4$

Tabla 13-2 Error Normal Combinado para Pavimentos Rígidos, S_o

PROYECTO DE PAVIMENTO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR, S_o
Rango para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
Construcción nueva	0.35
Sobrecapas	0.40

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures. Washington D.C. 1993 p. I-62

d) Transferencias de carga.

$$J = 3$$

Carrera 13 N°19A-17 Los Esteros

Monterrey - Casanare

310 579 6495

amcivconstruding@gmail.com

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



Tabla 13-3 Coeficiente de Transferencia de Carga, J

BERMA	DE ASFALTO		DE CONCRETO	
	SI	NO	SI	NO
Dispositivos de transmisión de carga				
Pavimento no reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 – 4.4	2.5 – 3.1	3.6 – 4.2
Pavimento reforzado continuo	2.9 – 3.2	–	2.3 – 2.9	–

Fuente: AASHTO Guide for Desing of Pavement Structures. Washington D.C. 1993 p. II-26

e) Características del concreto

$f'c = 30 \text{ Mpa}$ 300 Kg/cm^2 (Resistencia a la compresión)

Las canteras presentes en la zona explotan material de origen sedimentario.

$$E_c = 3,600 (f'c)^{0.5} = 19,718 \text{ Mpa} \quad 2,859,110.0 \text{ psi} \quad (\text{Modulo Elasticidad})$$

Tabla 13-4 Modulo de Elasticidad del Concreto, E_c

TIPO DE AGREGADO	MÓDULO DE ELASTICIDAD, E_c	
	MPa	kg/cm^2
Grueso ígneo	$5,500 (f'c)^{0.5}$	$17,500 (f'c)^{0.5}$
Grueso metamórfico	$4,700 (f'c)^{0.5}$	$15,000 (f'c)^{0.5}$
Grueso sedimentario	$3,600 (f'c)^{0.5}$	$11,500 (f'c)^{0.5}$
Sin información	$3,900 (f'c)^{0.5}$	$12,500 (f'c)^{0.5}$

Fuente: LONDOÑO N, Cipriano A. Diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos de concreto. ICPC, Medellín, 2000. p.47.

_ Modulo de Rotura del Concreto.

$$S_c = 2.2 (f'c)^{0.5} = S_c = 38.105 \text{ Kg/cm}^2 \quad 3.8 \text{ Mpa} \quad 551 \text{ psi}$$

f) Resistencia de la subrasante - Modulo Resiliente (M_r)

CBR = 3.5 %

$$M_r \left(\frac{\text{MPa}}{\text{m}} \right) = 10 * \text{CBR} \quad M_r = 35 \text{ Mpa/m}$$

$$M_r \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = 100 * \text{CBR} \quad M_r = 350 \text{ Kg/cm}^2$$

$$M_r \left(\frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} \right) = 1500 * \text{CBR} \quad M_r = 5250 \text{ lb/pulg}^2$$

g) Modulo de reacción de la subrasante (K)

$$K = 2.55 + 52.5 \log (\text{CBR})$$

$$K = 31.1 \text{ Mpa/m} \quad 114 \text{ lb/pulg}^2/\text{pul} \quad 3156 \text{ Ton/m}^2/\text{m}$$

Carrera 13 N°19A-17 Los Esteros

Monterrey - Casanare

310 579 6495

amcivconstruding@gmail.com

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



13.1.1.1 Predimensionamiento espesor losa

Con el software desarrollado por la Universidad del Cauca Ing. Luis R. Vásquez se predimensiona el espesor de la losa de concreto hidráulico, encontrando el espesor de losa.

DATOS DE ENTRADA

Zr =	0.524	Sc=	551	psi
Po =	4.5	J=	3	
Pt=	2	Cd =	0.9	
W18	295,165 Ejes equivalentes	Ec=	2,859,110.0	psi
K =	114 lb/pul2/pul	So =	0.4	

E_{losa} = 5.46 pulg 13.9 cms Predimensionamiento espesor losa
20 cms Espesor adoptado

Figura 13-1 Modelación losa software Universidad del cauca

Fuente. Propia.

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



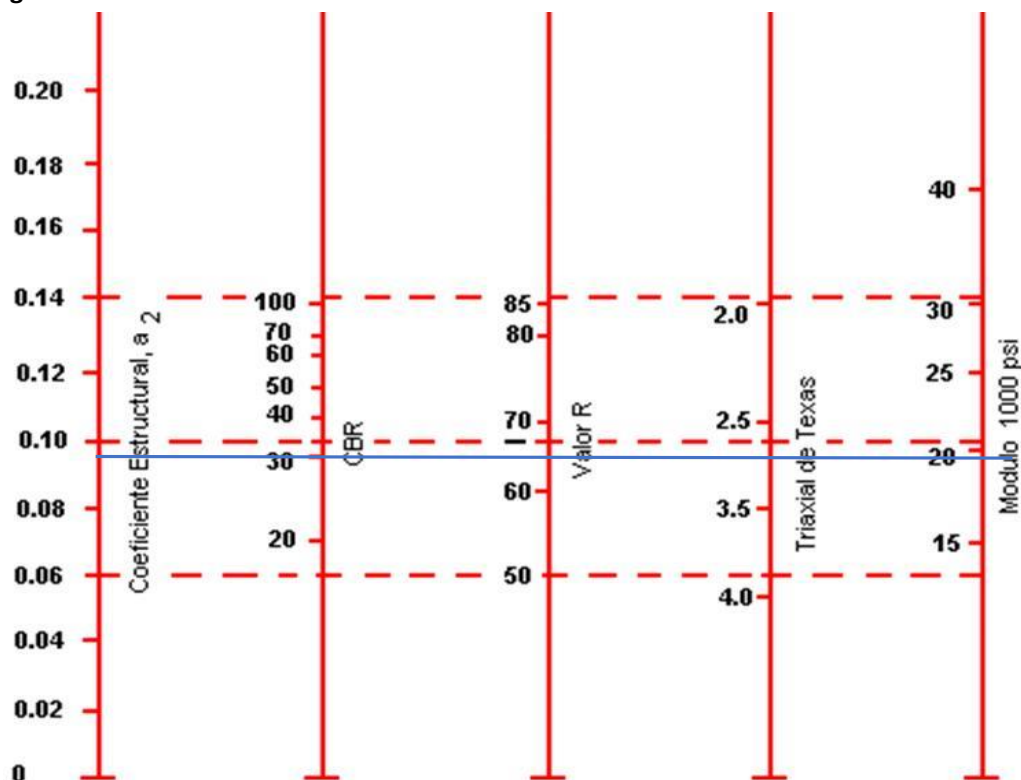
h) Propiedades de la sub-base granular

Para tránsito NT1 se puede usar una sub-base granular CLASE C, con CBR mínimo de 30%, en correspondencia con el artículo 320 de las especificaciones generales de construcción del INVÍAS

$e = 25 \text{ cms}$ (espesor)

$M_{r\text{sub}} = 19,000 \text{ psi} \quad 131.0 \text{ Mpa}$ (Modulo resiliente sub-base)

Figura 13-2. Variación del coeficiente a_3 con diferentes parámetros de resistencia de la sub-base granular.



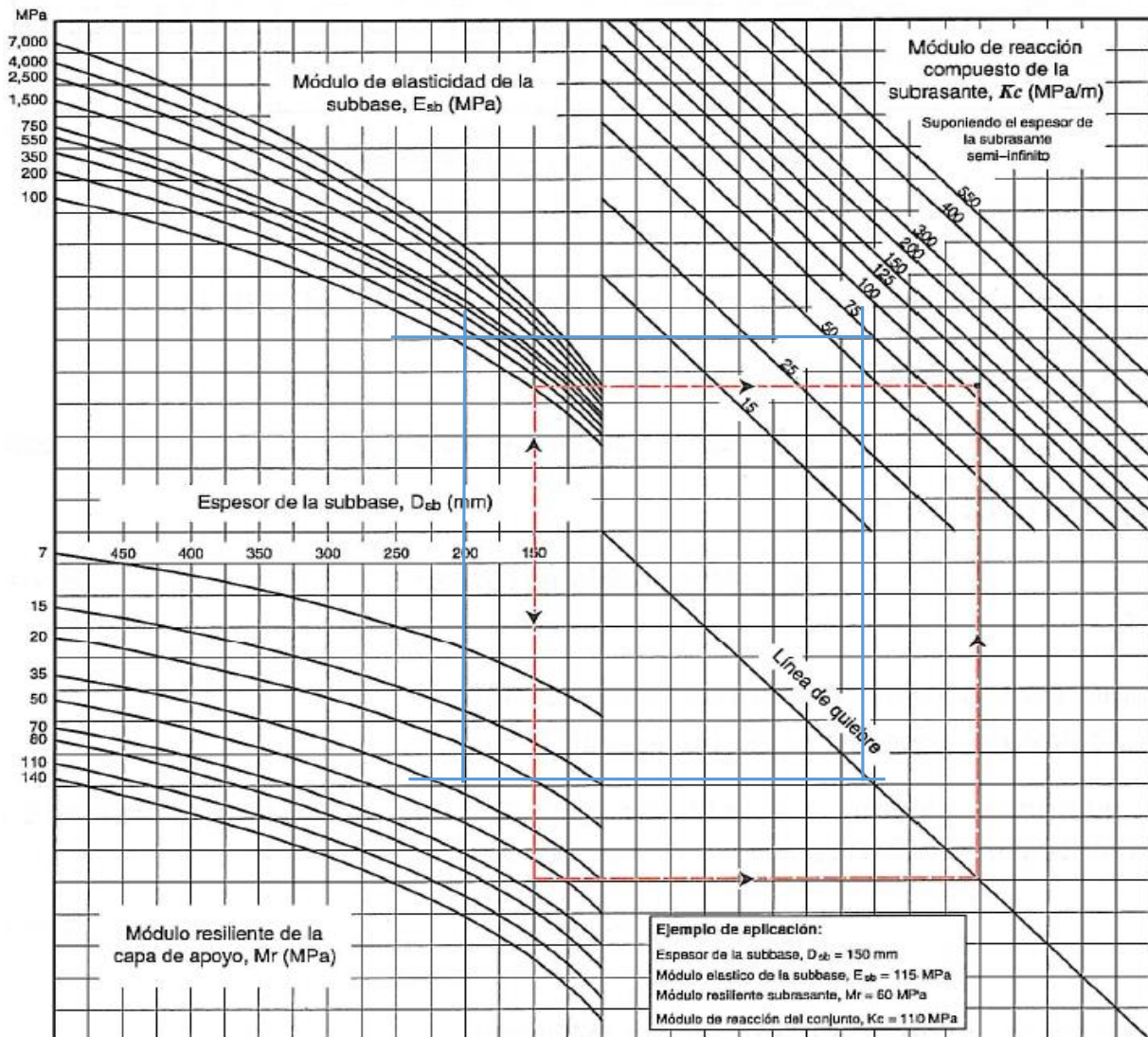
Fuente: AASHTO guide for desing of pavement structures, Whashington D.C 1993 P. II -19

i) Modulo de reacción del conjunto subrasante / sub-base K_c

Se determina en figura 13-3.

$K_c = 67 \text{ Mpa/m} \quad 247 \text{ lb/pul}^2/\text{pul}$

Figura 13-3 Carta para estimar el modulo de reacción compuesto asumiendo una profundidad semi-infinita de la capa de soporte



Fuente: AASHTO guide for desing of pavement structures, Whashington D.C 1993 P. II -39

k) Daño Relativo (U_r)

Se calcula con figura 13-4

Tabla 13-5. Daño relativo para los diferentes valores de K

VALOR K (Mpa)	ESPESOR ESTIMADO DE LA LOSA (mm)	U_r	OBSERVACIÓN
31.1	200	75	K Subrasante
67	200	52	K Compuesto
49	200	63.5	Kcc promedio

Fuente propia.

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**

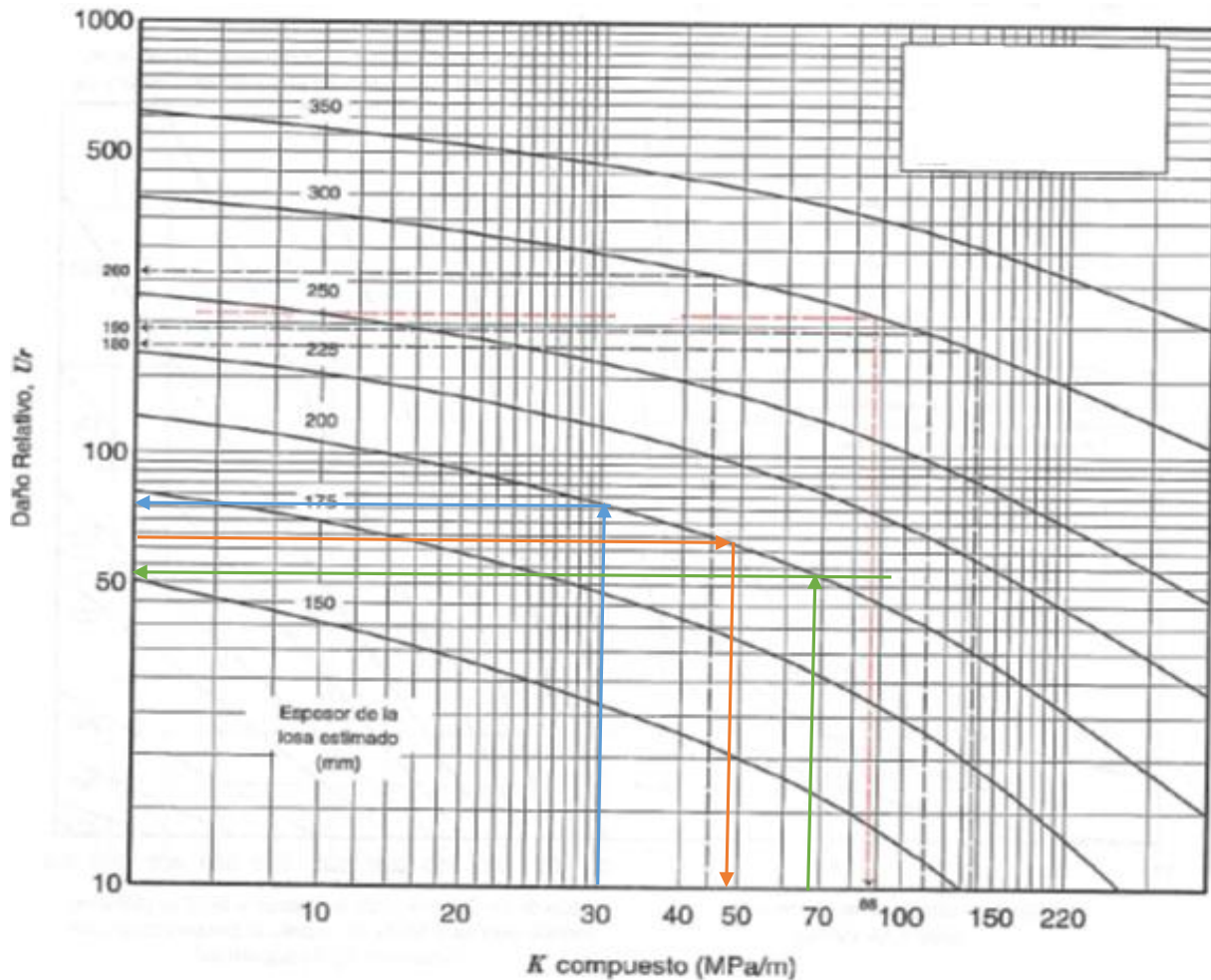


Modulo de reacción promedio corregido Kcc

49 Mpa/m

180 psi/pulg

Figura 13-4 Carta para estimar el daño relativo (U_r) en pavimentos rígidos



Fuente: AASHTO guide for desing of pavement structures, Whashington D.C 1993 P. II -41

l) Factor perdida de soporte Ls

Ls = 1.5 (ver tabla 13-6 Factor de perdida de soporte)

m) Modulo de reacción efectivo de la subrasante Kef

Se calcula con figura 13-5

Kef = 10.0 Mpa/m 36.50 psi/pulg

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**

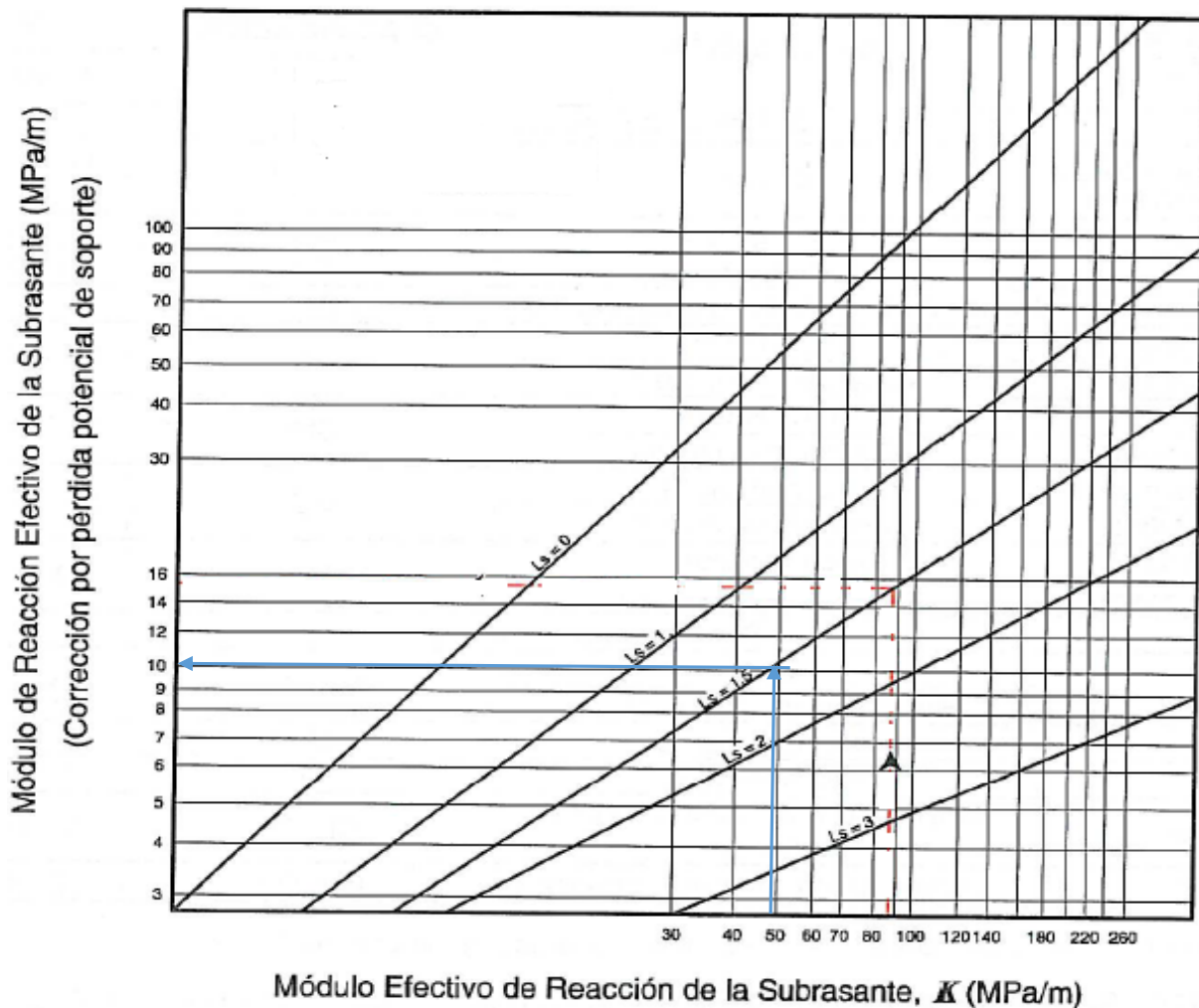


Tabla 13-6 Factor de pérdida de soporte, L_s

TIPO DE BASE O SUBBASE	FACTOR DE PÉRDIDA DE SOPORTE, L_s
Bases granulares tratadas con cemento ($E = 7,000$ a $14,000$ Mpa)	0.0 – 1.0
Subbases tratadas con cemento ($E = 3,500$ a $7,000$ MPa)	0.0 – 1.0
Bases asfálticas ($E = 2,500$ a $7,000$ MPa)	0.0 – 1.0
Subbases estabilizadas con asfalto ($E = 300$ a $2,000$ MPa)	0.0 – 1.0
Estabilización con cal ($E = 150$ a $1,000$ MPa)	1.0 – 3.0
Materiales granulares sin tratar ($E = 100$ a 300 MPa)	1.0 – 3.0
Suelos finos y subrasantes naturales ($E = 20$ a 300 MPa)	2.0 – 3.0

Fuente: AASHTO guide for desing of pavement structures, Whashington D.C 1993 P. II -27

Figura 13-5 Carta para corregir el modulo de reacción efectivo de la subrasante por perdida potencial de sopc



**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



Fuente: AASHTO guide for desing of pavement structures, Whashington D.C 1993 P. II -42

n) Coeficiente de drenaje

Estos coeficientes están ligados a la calidad del drenaje, se define en términos del tiempo en que el agua tarda en ser eliminada de las capas granulares (capa base y sub-base)

Tabla 13-7 Valores del coeficiente de drenaje, Cd

CARACTERÍSTICAS DEL DRENAJE	PORCENTAJE DEL TIEMPO QUE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTA EXPUESTA A GRADOS DE HUMEDAD PRÓXIMA A LA SATURACIÓN			
	Menos del 1%	1 – 5 %	5 – 25%	Más de 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy malo	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Fuente: AASHTO guide for desing of pavement structures, Whashington D.C 1993 P. II -26

En el capitulo 10 ESTUDIO HIDROLÓGICO Y CLIMATOLOGÍA del presente estudio, se analizó la serie histórica de precipitación proporcionada por la página web del IDEAM en la estación meteorológica de Tauramena, y se determinó que mas del 25% del año, la zona en estudio presenta precipitaciones, en este orden de ideas los coeficientes de drenaje para diseño es:

Cd = 0.9

13.1.1.2 Dimensiones de la Losa de Concreto

Se adopto como dimensiones de diseño una losa 3,5 x 3,5 mts al cual se le hacen las respectivas comprobaciones de acuerdo al Artículo 500 Especificaciones Generales de Construcción INVIAS así:

L < 24 veces e

L < 1.2a

L = 3.5 m $\frac{3.5}{0.2} = 17.5$ 17.5 > 17 OK

a = 3.5 m $\frac{3.5}{0.35} = 10$ 10 > 10 OK

e = 0.2 m L < 24 veces e 4.8 > 4.8 OK

El mejor desempeño que presenta la losa en repartición de esfuerzos es con geometría cuadrada

13.1.1.3 Sistema de trasferencia de carga

Según Tabla 13-8 del Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Transito se seleccionan las siguientes características de pasadores de carga

Barra lisa de 1" Pulg 420 Mpa
Longitud 0,35 m
Separación entre centros = 0.3 m

Calle 13 N 19A-17 Los Esteros

Monterrey - Casanare

310 579 6495

amcivconstruding@gmail.com

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



Tabla 13-8 Recomendaciones para la selección de los pasadores de carga

Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud	Separación entre centros
	mm	Pulgada		
0 - 100	13	1/2	250	300
110 - 130	16	5/8	300	300
140 - 150	19	3/4	350	300
160 - 180	22	7/8	350	300
190 - 200	25	1	350	300
210 - 230	29	1 1/8	400	300
240 - 250	32	1 1/4	450	300
260 - 280	35	1 3/8	450	300
290 - 300	38	1 1/2	500	300

Fuente. Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto -INVIAS (tabla 6-2)

Barras de anclaje.

Según Tabla 13-9 del Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Transito se seleccionan las siguientes características de barras de anclaje

Fy = 60,000 psi

Barra corrugada de 1/2"

Longitud 1.00 m

Separación entre centros = 1.2 m

Tabla 13-9 Recomendaciones para barras de anclaje

Espesor de losa (mm)	Barras de ϕ 9,5 mm (3/8")				Barras de ϕ 12,7 mm (1/2")				Barras de ϕ 15,9 mm (5/8")			
	Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)		
		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)
Acero de fy= 187,5 MPa (40,000 psi)												
150	0,45	0,80	0,75	0,65	0,60	1,20	1,20	1,20	0,70	1,20	1,20	1,20
175		0,70	0,60	0,55		1,20	1,10	1,00		1,20	1,20	1,20
200		0,60	0,55	0,50		1,05	1,00	0,90		1,20	1,20	1,20
225		0,55	0,50	0,45		0,85	0,85	0,80		1,20	1,20	1,20
250		0,45	0,45	0,40		0,85	0,80	0,70		1,20	1,20	1,10
Acero de fy= 280 MPa (60,000 psi)												
150	0,65	1,20	1,10	1,00	0,85	1,20	1,20	1,20	1,00	1,20	1,20	1,20
175		1,05	0,95	0,85		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
200		0,90	0,80	0,75		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
225		0,80	0,75	0,65		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
250		0,70	0,65	0,60		1,20	1,15	1,10		1,20	1,20	1,20

Fuente. Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Transito (tabla 6-1)

Carrera 15 N 15A-17 Los Esteros

Monterrey - Casanare

310 579 6495

amcivconstruding@gmail.com

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



13.1.2 CHEQUEO DE LOS ESFUERZOS Y DEFLEXIONES DE LA LOSA MÉTODO AASHTO.

_ Semieje de carga	8.2 ton	82	KN	
_ Carga aplicado semieje	P=	41	KN	
_ Espesor de la losa	h=	20	cms	7.87402 pulg
_ Ancho losa	Bx =	3.5	m	11.5 pies
_ largo losa	By=	3.5	m	11.5 pies
_ Radio del área circular de carga	a=	15	cm	5.91 pulg
_ Modulo de reacción efectivo de la subrasante	K _{ef} =	10.0	Mpa/m	36.5 psi/in
_ Modulo de elasticidad del concreto	E=	19,718	Mpa	2,859,110 psi
_ Modulo de rotura del concreto	Sc=	3.8	MPA	551 psi
_ Relación de Poisson del concreto	μ =	0.15		
_ Coeficiente de dilatación térmica del concreto	α =	0.000005	°F	
_ Diferencia de temperatura entre las dos caras de la losa (gradiente)	Δt	2.03 °F/pulg		
_ Coeficiente que depende de la longitud de la losa y del radio de rigidez relativa	C	0.33		
Coeficiente en la dirección en la cual se calcula el esfuerzo	C ₁	0.33		
Coeficiente en la dirección perpendicular a C ₁	C ₂	0.33		
_ Radio de rigidez relativa	l	42.5	pulg	

13.1.2.1 Esfuerzos Producidos por Cambio de Temperatura

13.1.2.1.1 Alabeo por Gradiente Térmico

Borde de la losa	$\sigma_t = \frac{C * E * \alpha * \Delta t}{2}$
Interior de la losa	$\sigma_t = \frac{E * \alpha * \Delta t}{2} \left[\frac{(C_1 + \mu C_2)}{1 - \mu^2} \right]$
Esquina de la losa	$\sigma_t = \frac{E * \alpha * \Delta t}{3(1 - \mu)} \left[\sqrt{\frac{a}{l}} \right]$

Formulas de Bradbury

$$l = \sqrt[4]{\frac{E * h^3}{12(1 - \mu^2)k}}$$

h = espesor de la losa

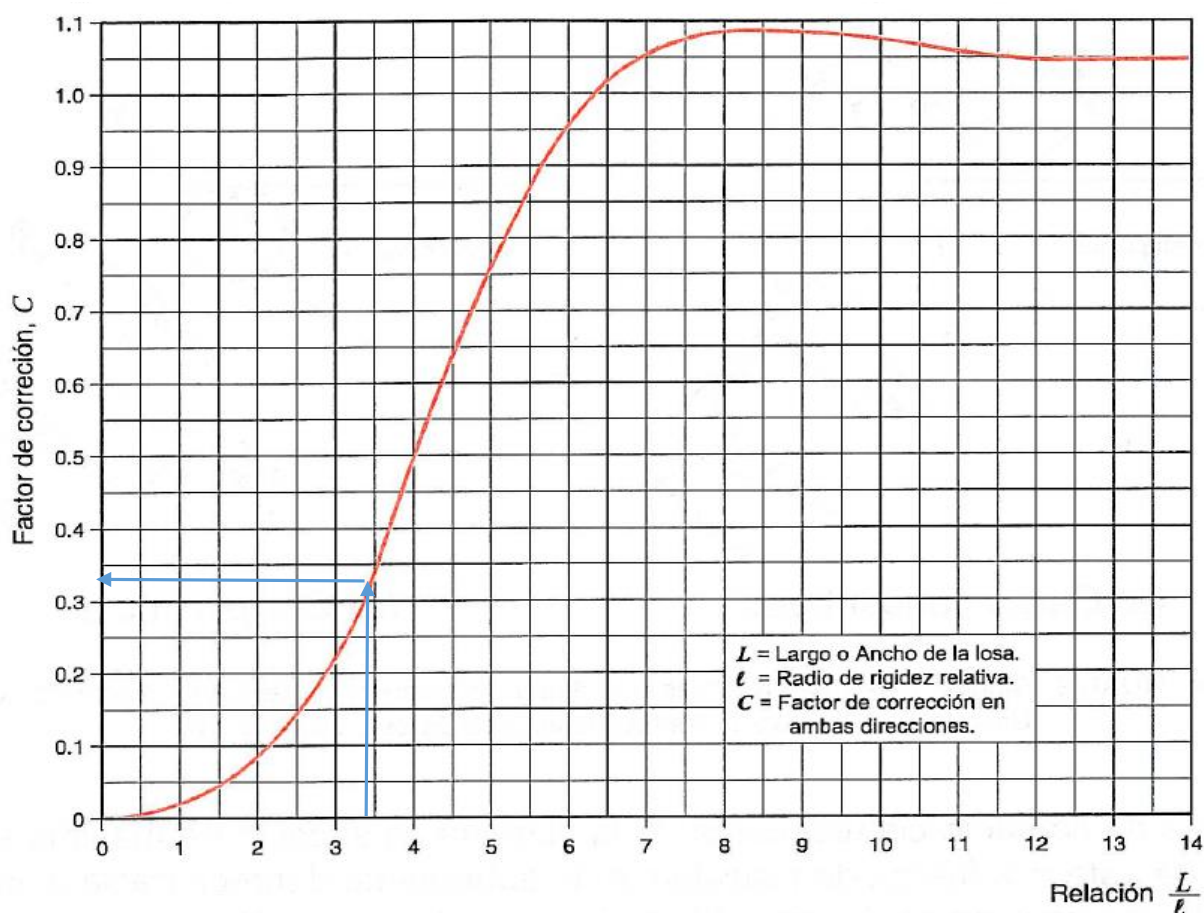
k = módulo de reacción del soporte

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



$l = 42.5$ pul
 $B/l = 3.25$ $C = 0.33$ (Se calcula figura 13-6)
 $Bx/l = 3.25$ $C_1 = 0.33$
 $By/l = 3.25$ $C_2 = 0.33$

Figura 13-6 Factor de corrección de esfuerzos para losas finitas.



Fuente. HUANG, Yang H. Pavement análisis and desing. University of kentucky. Segunda edición. University of Kentucky Prentice Hall. New Jersey, 2004. p.150 (Figura 110)

Tabla 13.10 ESFUERZOS DE TENSIÓN EN LA LOSA DE CONCRETO POR CAMBIOS DE TEMPERATURA

POSICIÓN EN LA LOSA	ESFUERZO DE TENSIÓN (psi)	ESFUERZO DE TENSIÓN (psi) Programa UNALOSA	Mr concreto Sc (psi)	$(\sigma/Sc) \times 100$	CUMPLE
Interior $\sigma_i =$	44.36	33.51	551	8.1%	SI
Borde σ_b	37.70	28.49		6.8%	SI
Esquina $\sigma_{es} =$	33.40			6.1%	SI

$$\sigma_c = (\gamma_c)(L)(f_a)/2$$

_ Longitud de la losa	L =	11.5 Pies
_ Peso Unitario concreto	γ_c =	150 lb/pie ³
_ coeficiente de fricción entre losa y capa de soporte	f_a =	1.5 Tabla 13-11 Factores de Fricción (f_a)

$\sigma =$	1,294 lb/pie2	8.92 psi	<	551 CUMPLE
		8.97 psi	<	551 CUMPLE CHEQUEO PROGRAMA UNALOSA

Tabla 13-11 Factores de Fricción (fa)

Tipo de material bajo la losa	Factor de fricción (f_a)
Tratamiento superficial	2.2
Estabilización con cal	1.8
Estabilización con asfalto	1.8
Estabilización con cemento	1.8
Grava de río	1.5
Piedra triturada	1.5
Arenisca	1.2
Subrasante natural	0.9

Fuente. <https://docplayer.es/8842324-Esfuerzos-en-pavimentos-rigidos.html>

13.1.2.1.3 EXPANSIÓN Y CONTRACCIÓN DE LAS LOSAS

Con los datos de la estación en estudio del IDEAM se realizó un análisis de 10 años para determinar el mayor gradiente por temperatura, encontrando que este se originó el 20 de agosto de 2018 con una temperatura máxima diaria de 35,2 °C y una temperatura mínima diaria de 19,2 °C

_ Temperatura máxima diaria	35.2	°C	(Ver anexo IDEAM)
_ Temperatura mínima diaria	19.2	°C	(Ver anexo IDEAM)

$$\Delta T = 16\text{ }^{\circ}\text{C}$$

C = 0.8 Losa soportada en sub-base granular

$$L = 3.5 \text{ m}$$
$$\alpha = 0.00001 \text{ } / ^\circ\text{C}$$
 $\delta = 0.00035$ a los 28 días de edad Tabla 13 -12 Coeficientes de contracción

$\Delta L = 0.001428 \text{ m}$ **1.4 mm** Se requieren varillas de transferencia.

Monterrey - Casanare

310 579 6495

amcivconstruding@gmail.com

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



$$\Delta L = CL (\alpha \Delta T + \delta)$$

ΔL = abertura de la junta o cambio en la longitud de la losa.
(Si $\Delta L > 1$ mm, se requieren varillas de transferencia de carga)

C = factor de ajuste debido a la fricción entre losa y soporte
(0.65 para subbase estabilizada y 0.80 para subbase granular)

L = longitud de la losa (espacio entre juntas)

α = coeficiente de dilatación del concreto (aprox. $0.00001/^{\circ}\text{C}$)

ΔT = rango máximo de diferencia de temperatura

δ = coeficiente de contracción del concreto (depende de la resistencia a la tracción indirecta)

Tabla 13 -12 Coeficientes de contracción δ
(Experiencias de SIKA Colombia)

Edad del Concreto (Días)	Coeficiente de contracción
2	0.00015
7	0.00020
14	0.00025
28	0.00035
56	0.00045
900	0.00080

Fuente. <https://docplayer.es/8842324-Esfuerzos-en-pavimentos-rigidos.html>

13.1.2.2 ESFUERZOS PRODUCIDOS POR LAS CARGAS DE TRANSITO

FORMULAS DE WESTERGAARD PARA ÁREA CIRCULAR

Interior	$\sigma_i = \frac{0.3162 P}{h^2} \left[4 \log (l/b) + 1.069 \right]$	esfuerzo de tensión en el fondo de la losa
Borde	$\sigma_b = \frac{0.572 P}{h^2} \left[4 \log (l/b) + 0.359 \right]$	esfuerzo de tensión en el fondo de la losa
Esquina	$\sigma_e = \frac{3P}{h^2} \left[1 - \left(\frac{a\sqrt{2}}{l} \right)^{0.6} \right]$	Esfuerzo de tensión en la parte superior de la losa

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



SIGNIFICADO DE LOS TÉRMINOS DE LAS FÓRMULAS	
$\sigma_i, \sigma_b, \sigma_e$	Esfuerzos máximos en las localizaciones respectivas
P	Carga por rueda
h	Espesor de la losa
a	Radio del área cargada
l	Radio de rigidez relativa
b	Radio de la sección resistente
b	$\sqrt{1.6 (a)^2 + h^2} - 0.675 (h)$

b = a ; Cuando a > 1.724h

FORMULAS DE WESTERGAARD TENIENDO EN CUENTA ÁREA SEMICIRCULAR

$$\sigma_{b \text{ (semicírculo)}} = \frac{0.803 P}{h^2} \left[4 \log \left(\frac{\ell}{a} \right) + 0.282 \frac{a}{\ell} + 0.650 \right]$$

13.1.2.2.1 DATOS DE ENTRADA ESFUERZOS PRODUCIDOS POR LAS CARGAS DE TRANSITO

P= 41 KN 9217 lb
h= 7.87 pulg
a= 5.91 pulg
l= 42.5 pulg
b= 5.54 pulg

TABLA 13 - 14 ESFUERZOS DE TENSIÓN EN LA LOSA DE CONCRETO POR CARGAS DE TRANSITO

POSICIÓN EN LA LOSA	ESFUERZO DE TENSIÓN (psi)	ESFUERZO DE TENSIÓN (psi) Programa UNALOSA	Mr concreto Sc (psi)	(σ/Sc)x100	CUMPLE
Interior σ_i =	216.87	216.54	551	39.3%	SI
Borde σ_b círculo =	331.88	415.97		75.5%	SI
Borde σ_b semicírculo =	492.04	491.22		89.2%	SI
Esquina σ_e =	278.25	277.87		50.4%	SI

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



TABLA 13 - 15 ESFUERZOS COMBINADOS DE TENSIÓN EN LA LOSA DE CONCRETO POR CAMBIOS DE TEMPERATURA Y CARGAS DE TRANSITO

POSICIÓN EN LA LOSA	ESFUERZO TOTAL DE TENSIÓN (psi)	MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO Sc (psi)	(σ/Sc)x100	CUMPLE
Interior $\sigma_i =$	250.05	551	45.4%	SI
Borde σ_b círculo =	444.46		80.7%	SI
Borde σ_b semicírculo =	519.71		94.3%	SI
Esquina $\sigma_e =$	311.27		56.5%	SI

Fuente. Propia

13.1.2.3 CALCULO DE DEFLEXIONES EN LA LOSA

$$\Delta_e = \frac{P}{k \ell^2} \left[1.1 - 0.88 \left(\frac{a\sqrt{2}}{\ell} \right) \right] \quad \text{Deflexión en la esquina de la losa}$$

Δ_e : Deflexión en la esquina de la losa (pulgadas)

a : Radio del área circular de carga (pulgadas)

K : Módulo de reacción de la subrasante (libras/pulgada³)

ℓ : Radio de rigidez relativa (pulgadas)

$$\Delta_i = \frac{P}{8 k \ell^2} \left\{ 1 + \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{a}{2\ell} \right) - 0.673 \right] \left(\frac{a}{\ell} \right)^2 \right\} \quad \text{Deflexión al interior de la losa}$$

$$\Delta_{b \text{ (círculo)}} = \frac{0.431 P}{k \ell^2} \left[1 - 0.82 \frac{a}{\ell} \right] \quad \text{Deflexión en el borde de la losa}$$

DATOS DE ENTRADA.

_ Carga aplicado semieje	P=	41	KN	9217 lbs
_ Radio del área circular de carga	a =	15	cm	5.906 pulg
_ Modulo de reacción efectivo de la subrasante	Kef=	10	Mpa/m	36.5 psi
_ Radio de rigidez relativa	l	42.5	pulg	

13.1.2.3.1 Deflexión en la esquina

$$\Delta_e = 0.1296053 \text{ pulg} \quad 3.29 \text{ mm}$$

13.1.2.3.2 Deflexión al interior de la losa

$$\Delta_i = 0.0182307 \text{ pulg} \quad 0.46 \text{ mm}$$

13.1.2.3.3 Deflexión al borde de la losa

$$\Delta_b = 0.0533887 \text{ pulg} \quad 1.36 \text{ mm}$$

Carrera 13 N 19A-17 Los Esteros

Monterrey - Casanare

310 579 6495

amcivconstruding@gmail.com

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



13.1.2.3.4 DEFLEXIONES EN LA LOSA DE CONCRETO

POSICIÓN EN LA LOSA	DEFLEXIÓN (mm)	DEFLEXION PROGRAMA UNALOSA (mm)
Esquina	3.29	3.3
Interior	0.46	0.433
Borde	1.36	1.335

Se realiza un chequeo por medio del programa computacional UNALOSA creado por la Universidad Nacional Sede Manizales, encontrando consistencia en los datos obtenidos de esfuerzos y deflexiones

UNALOSA

Archivo Calcular Acerca de

Descripción del Proyecto: Diseño de pavimento rígido vias urbanas municipio de Monterrey

Unidades: ☐ SI ☒ ENG

Datos iniciales

Espesor de losa: 7.874 plg
 Módulo de Elasticidad: 2859110 psi
 Relación de Poisson: 0.15
 Módulo de reacción de la subrasante: 36.5 pci
 Carga semieje: 9217 lb
 Radio de contacto: 5.91 plg
 Largo de losa (dimensión mayor): 137.8 plg
 Ancho de losa (dimensión menor): 137.8 plg
 Coeficiente de dilatación térmica: 5.0E-06 /°F
 Gradiente de temperatura: 15.98 °F
 Densidad del concreto: 0.08680556 pci
 Coeficiente de fricción losa/suelo: 1.5

Esfuerzo en la Esquina

Radio de rigidez relativa: 42.49 plg
 Esfuerzo psi Deflexión plg
 Westergaard (1924): 277.87 1.296E-01 37.72 plg c
 Ioannides (1985): 283.29 1.447E-01 34.87 plg 10.47 plg

Esfuerzo de alabeo

Esfuerzo de borde Largo 28.49 psi
 Esfuerzo de borde Ancho 28.49 psi
 Esfuerzo interior Largo 33.51 psi
 Esfuerzo interior Ancho 33.51 psi

Esfuerzo Interior

b 5.54 plg
 Esfuerzo psi Deflexión plg
 216.54 1.730E-02

Esfuerzo en el Borde

Esfuerzo psi Deflexión plg
 Círculo 415.97 5.342E-02
 Semicírculo 491.22 5.737E-02

Esfuerzo de fricción

Esfuerzo de fricción: 8.97 psi

Las deflexiones mas representativas se presentan en las esquinas de la losa, y los esfuerzos actuantes son menores a los admisibles, por tanto la losa diseñada por método AASTHO cumple con criterios de diseño, en tal sentido su comportamiento estructural y funcional es adecuado durante el periodo de diseño, y la estructura por método AASTHO será la siguiente.

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



13.1.2.3.5 RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO MÉTODO AASTHO.

Espeor losa	h =	20	cms
Modulo de rotura del concreto	Sc=	3.8	Mpa
Espeor sub-base granular	hsub	25	cms
Sistema de transferencia de carga			
Barra lisa de	1"	Pulg	420 Mpa
Longitud	0,35	m	
Separación entre centros =	0.3	m	
Barras de anclaje.			
Fy =	60,000	psi	
Barra corrugada de	1/2"	Pulg	
Longitud	1	m	
Separación entre centros =	1.2	m	

REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.



13.2 DETERMINACIÓN ESTRUCTURA DE PAVIMENTO POR MÉTODO PCA.

El método considera dos criterios de diseño 1) el análisis de fatiga controla el agrietamiento en las losas, y 2) el análisis de erosión controla el desgaste del terreno de soporte y evita el fenómeno de bombeo y el escalonamiento. para determinar estas variables se hace uso del programa PCAcalcula para el Diseño de Pavimentos Rígidos desarrollado por la Universidad del Valle Ingenieros Jefferson Castro y Armando Orobio, se realizó el analisis teniendo en cuenta el Modulo de reacción del conjunto subrasante / sub-base Kcc

Datos de entrada

_ Periodo de diseño	n = 20 años
_ Se asume el espesor de losa determinado por el Método AASTHO	h = 7.87 Pulg
_ Modulo de rotura del concreto	Sc = 551 psi
_ Se usaran dovelas	
_ Se usaran Bermas	
_ Capacidad resistente de la subrasante	CBR 3.5 %
_ Modulo de reacción de la subrasante	K 114 psi
_ i) Modulo de reacción del conjunto subrasante / sub-base Kc corregido	Kcc 49 Mpa/m 180 psi/in
_ Espesor Sub-base	e = 10.0 pulg
_ Factor de seguridad	Fsc 1.1
_ Numero esperado de ejes en el carril de diseño para el periodo de diseño (ver cuadro)	

Imagen 13-1. Estructura de pavimento modelada con el software PCAcalcula

PCAcalcula

Archivo Ayuda

Datos generales

Proyecto: Vias Urbanas Municipio de Monterrey Casanare

Descripción: Metodo PCA

Periodo de diseño: 20 años

Espesor de la losa: 7.87 in

Módulo de rotura: 551 psi

Dovelas: ☒ Si ☐ No

Bermas: ☒ Si ☐ No

Módulo de reacción de la subrasante (K)

Subrasante

☐ Ingreso directo

K = pci

☒ Correlación con CBR

CBR = 3.5

☒ Subbase

Espesor: 10 in

☒ Sin tratar ☐ Tratada con cemento

Tránsito

Factor de seguridad: 1.1

Tipo de Ejes: Ejes Simples

Ejes Simples kips

Carga	Repeticiones
20	60097
18	528
17	0
13	813940
11	179236
11	60097
9	813940
6	179236
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0

Barras de anclaje

Diámetro de barra: 1/2" in

Acero (fy): 420 MPa

Ancho de carril: 3.35 m

Análisis

Calcular

Espesor de losa: 7.87 in

Módulo de rotura: 551 psi

K del conjunto: 183 pci

Periodo de diseño: 20 años

Porcentaje de fatiga: 0.00

Porcentaje de erosión: 0.01

Recomendación para barras de anclaje:

Longitud: 33 in

Separación entre barras: 47 in

Recomendación para pasadores (fy=60 ksi):

Longitud: 14 in

Separación entre barras: 12 in

Diámetro de barras: 1.00 in

Análisis de sensibilidad

Guardar **Abrir**

TXT **Salir**

Sistema de unidades: ☐ SI ☒ Inglés

REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.



Fuente. Propia

Imagen 13-2. Resultados obtenidos con el software PCAcálculo

PCAcálculo
DISEÑO PARA PAVIMENTO RÍGIDO METODOLOGÍA PCA-84

Nombre del Proyecto: Vías Urbanas Municipio de Monterrey Casanare
Descripción: Metodo PCA

Periodo de Diseño: 20 años
Espesor de Losa: 7.87 in
Módulo de rotura (MR): 551 psi
Espesor de Subbase: 10.0 in
Base tratada con Cemento: No
CBR de subrasante: si
Módulo de reacción (K): 183.28 pci
Factor de seguridad: 1.10
Unión con Dovelas: Si
Pavimento con Bermas: Si

EJES SIMPLES:

Carga por eje Kips	Multiplicado por F.S	Expectativa de repeticiones	Repeticiones admisibles	Análisis de fatiga porcentaje de fatiga	Repeticiones admisibles	Análisis de erosión porcentaje de erosión
20	22	60097	Inf	0.00	Inf	0.00
18	20	528	Inf	0.00	Inf	0.00
17	19	0	Inf	0.00	Inf	0.00
13	14	813940	Inf	0.00	Inf	0.00
11	12	179236	Inf	0.00	Inf	0.00
11	12	60097	Inf	0.00	Inf	0.00
9	10	813940	Inf	0.00	Inf	0.00
6	7	179236	Inf	0.00	Inf	0.00

EJES TÁNDEM:

Carga por eje Kips	Multiplicado por F.S	Expectativa de repeticiones	Repeticiones admisibles	Análisis de fatiga porcentaje de fatiga	Repeticiones admisibles	Análisis de erosión porcentaje de erosión
43	47	528	Inf	0.00	7179565	0.01

Recomendación para barras de anclaje:
Longitud de barras: 33.5 in
Separación entre centros: 47.2 in

Recomendación para pasadores:
Longitud de barras: 14.0 in
Separación entre centros: 12.0 in
Diámetro de la barra: 1.0 in

PORCENTAJE TOTAL DE FATIGA: 0.00
PORCENTAJE TOTAL DE EROSIÓN: 0.01

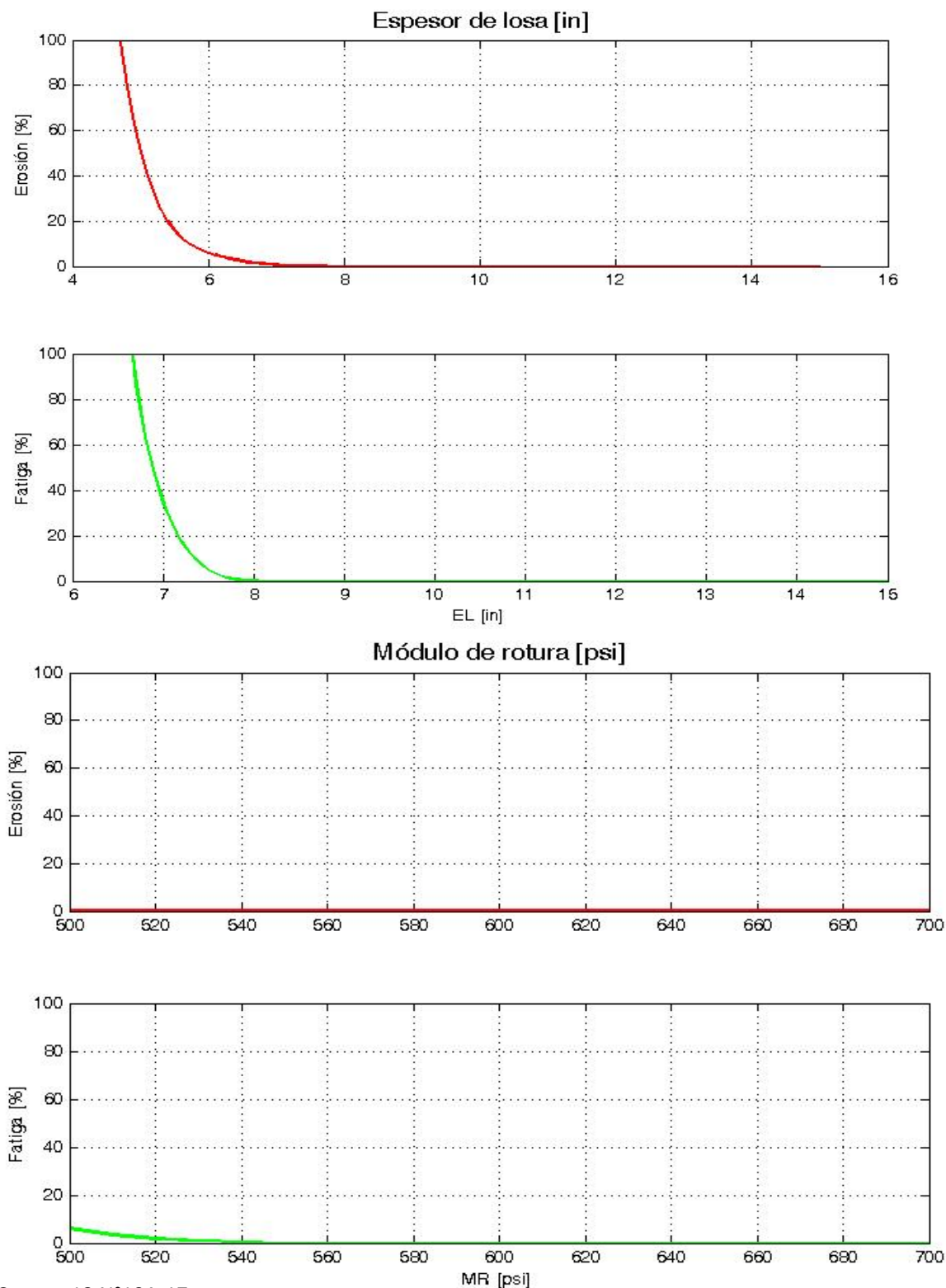
Fuente. Propia

Análisis de fatiga = 0.0 < 100% CUMPLE
Análisis de erosión = 0.01 < 100% CUMPLE

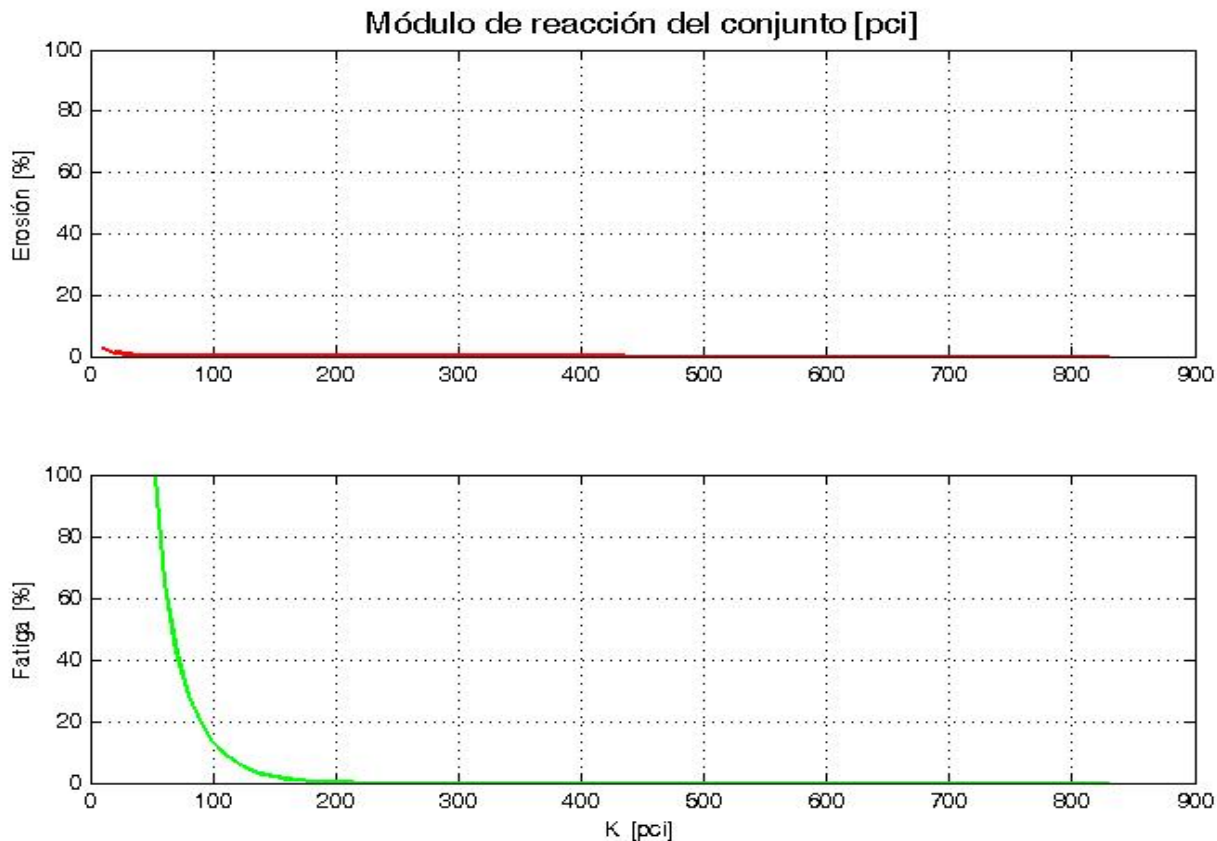
Carrera 13 N°19A-17
Los Esteros
Monterrey - Casanare
310 579 6495

13.2.1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.

En las conclusiones se realiza el analisis de sensibilidad de sensibilidad realizado a la estructura



REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.



RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURA DE PAVIMENTO MÉTODO PCA

Espesor losa	h =	20 cms
Modulo de rotura del concreto	Sc=	3.8 Mpa
Espesor sub-base granular	hsub	25 cms
Sistema de transferencia de carga		
Barra lisa de	1" Pulg	420 Mpa
Longitud	0,35 m	
Separación entre centros =	0.3 m	
Barras de anclaje.		
Fy =	60,000 psi	
Barra corrugada de	1/2" pulg	
Longitud	1 m	
Separación entre centros =	1.2 m	

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



13.3 DISEÑO JUNTAS Y SU MODULACION

Para el diseño de las juntas se tendra en cuenta los preceptos del articulo 500 del INVIAS y al el Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos con bajos Volúmenes de Transito

$L < 24 \text{ veces } e$

$L < 1.2a$

Se tiene los siguientes escenarios de largo y ancho de losas.

Losa de 3.5 x 3.5 m

L =	3.5 m	$\frac{3.5}{3.5} =$	1 OK
a =	3.5 m		
e =	0.2 m	$L < 24 \text{ veces } e$	4.8 OK

Losa de 3.0 x 3.0 m

L =	3	$\frac{3}{3} =$	1 OK
a =	3		
e =	0.2	$L < 24 \text{ veces } e$	4.8 OK

Losa de 2.5 x 2.5 m

L =	2.5	$\frac{2.5}{2.5} =$	1 OK
a =	2.5		
e =	0.2	$L < 24 \text{ veces } e$	4.8 OK

Losa de 2.0 x 2.0 m

L =	2.0	$\frac{2.0}{2.0} =$	1 OK
a =	2.0		
e =	0.2	$L < 24 \text{ veces } e$	4.8 OK

El mejor desempeño que presenta la losa en repartición de esfuerzos es con geometría cuadrada

13.3.1 Sistema de trasferencia de carga

Según Tabla 13-8 del Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Transito se seleccionan las siguientes características de pasadores de carga

Barra lisa de	1" Pulg	420 Mpa
Longitud	0,35 m	
Separación entre centros =	0.3 m	

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



Tabla 13-8 Recomendaciones para la selección de los pasadores de carga

Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud	Separación entre centros
	mm	Pulgada		
0 - 100	13	1/2	250	300
110 - 130	16	5/8	300	300
140 - 150	19	3/4	350	300
160 - 180	22	7/8	350	300
190 - 200	25	1	350	300
210 - 230	29	1 1/8	400	300
240 - 250	32	1 1/4	450	300
260 - 280	35	1 3/8	450	300
290 - 300	38	1 1/2	500	300

Fuente. Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto -INVIAS (tabla 6-2)

13.3.2 Barras de anclaje.

Según Tabla 13-9 del Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Transito se seleccionan las siguientes características de barras de anclaje

Espesor de losa (mm)	Barras de ϕ 9,5 mm (3/8")				Barras de ϕ 12,7 mm (1/2")				Barras de ϕ 15,9 mm (5/8")			
	Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)			Longitud (m)	Separación entre barras según el ancho del carril (m)		
		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)		3,05 (m)	3,35 (m)	3,65 (m)
Acero de $f_y=187,5$ MPa (40.000 psi)												
150	0,45	0,80	0,75	0,65	0,60	1,20	1,20	1,20	0,70	1,20	1,20	1,20
175		0,70	0,60	0,55		1,20	1,10	1,00		1,20	1,20	1,20
200		0,60	0,55	0,50		1,05	1,00	0,90		1,20	1,20	1,20
225		0,55	0,50	0,45		0,85	0,85	0,80		1,20	1,20	1,20
250		0,45	0,45	0,40		0,85	0,80	0,70		1,20	1,20	1,10
Acero de $f_y=280$ MPa (60.000 psi)												
150	0,65	1,20	1,10	1,00	0,85	1,20	1,20	1,20	1,00	1,20	1,20	1,20
175		1,05	0,95	0,85		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
200		0,90	0,80	0,75		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
225		0,80	0,75	0,65		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
250		0,70	0,65	0,60		1,20	1,15	1,10		1,20	1,20	1,20

Fy = 60000 psi

Barra corrugada de 1/2"

Longitud 1 m

Carrera 13 N°19A-17 Los Esteros

Monterrey - Casanare

310 579 6495

amcivconstruding@gmail.com

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



Separación entre centros = 1.2 m

13.3.3 Acero continuo en losas

De acuerdo al artículo 500 de las Especificaciones Generales de Construcción del INVIAS Como guía general, se requiere la colocación de, al menos, una parrilla de refuerzo en las losas que tengan las siguientes características:

- 1 Característica. Longitud de la losa (paralela al sentido del tránsito) superior a cinco coma cinco (5,5) veces el radio relativo de rigidez (relación entre la rigidez de la losa y la rigidez del soporte).
2. Característica. Losas con relación largo/ancho mayor que uno coma veinticinco (1,25).
3. Característica. Losas de forma irregular (diferente de la rectangular o cuadrada).
4. Característica. Losas con aberturas en su interior para acomodar elementos tales como pozos de inspección o sumideros.
5. Característica. Losas en las cuales no coinciden las juntas con las losas adyacentes

Verificación de características de la losa

1. Característica $3.5 < 5.94$ **No requiere acero**

2. Característica

$L < 1.2a$

$L = 3.5 \text{ m}$ $\frac{3.5}{3.5} = 1$ **No requiere acero**
 $a = 3.5 \text{ m}$

$L < 24 \text{ veces } e$

$e = 0.2 \text{ m}$ $L < 24 \text{ veces } e$ **CUMPLE**

3. Característica

Forma irregular **SI Se requiere acero en las intersecciones**

4. Característica.

Aberturas **SI Se requiere acero en losas que contengan pozos y sumideros**

5. Característica

No Coinciden juntas **SI Se requiere acero en las intersecciones o zonas de empalme**

13.3.3.1 Calculo de acero requerido para las características de la losa

Se dispone acero minimo de acuerdo a NSR 10 y CCP14

$A_{smin} = 3.6 \text{ cm}^2/\text{mlosa}$ por cada direccion

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



Especificaciones

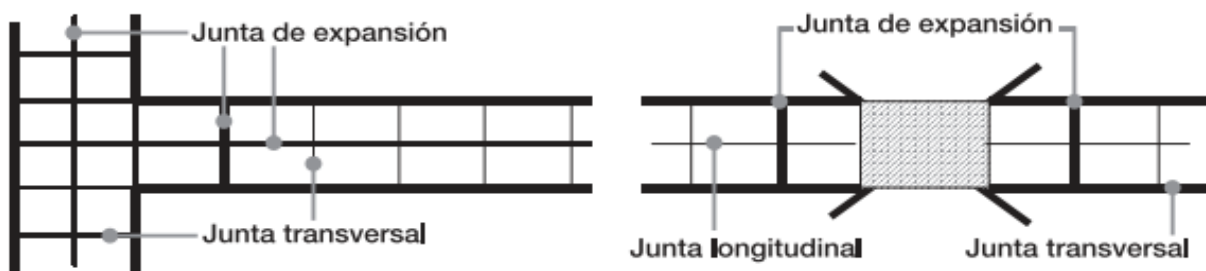
Malla electrosoldada Q8 "o" M-378
 $F_y \geq 420$ Mpa
Diametro long y transv. : 8.5 mm
Separacion longitud 15 cm
Separacion Transvers 15 cm

13.3.4 DISEÑO GEOMETRICO DE JUNTAS.

13.3.4.1 Juntas de expansión o aislamiento

Por regla general se localizan en la losa anterior al punto en donde se presenta la particularidad, como se indica en la Figura 13-7. En el caso de intersecciones, se recomienda que la junta de expansión se construya sobre la vía de menor importancia

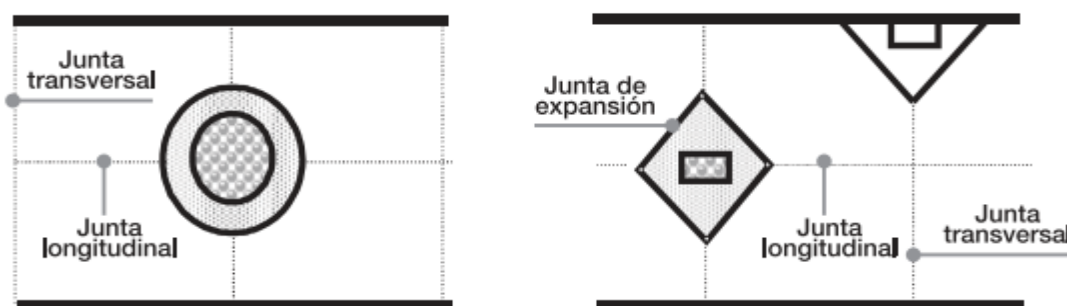
Figura. 13-7 Junta de expansion en las intersecciones y cerca de algun obstaculo.



Fuente. Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto -INVIAS (figura 6-1)

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, como se observa en la en la Figura 13-8

Figura 13-8 Juntas de expansión alrededor de elementos incorporados dentro del pavimento



Fuente. Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto -INVIAS (figura 6-2)

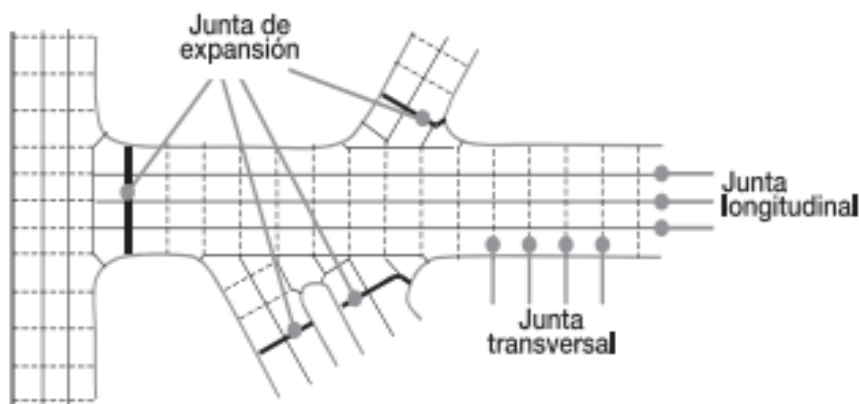
**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



13.3.4.2 Juntas longitudinales y transversales

Se deben evitar siempre que la separación entre dos juntas longitudinales (ancho de las losas), sea mayor que cuatro metro, y el espaciamiento entre las juntas transversales debe estar comprendido entre 3,60 y 5,0 m tener en cuenta las recomendaciones del numeral 13.3 del presente documento A manera de ejemplo en la figura 13-9 se presenta un esquema en el que se indican las juntas que debe llevar un pavimento de concreto,

Figura 13-9 Ejemplo del diseño de las juntas



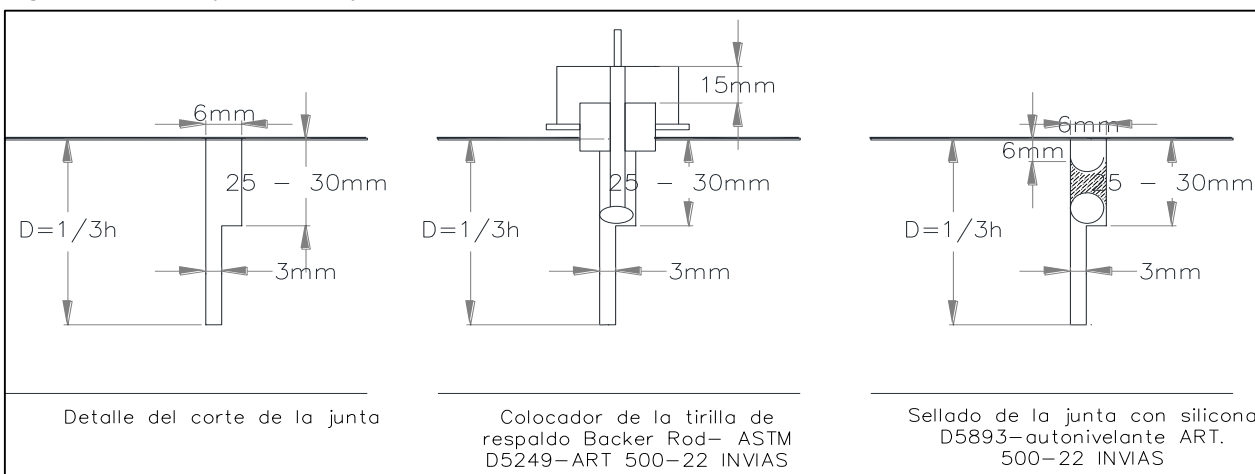
Fuente. Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto -INVIAS (figura 6-5)

13.3.5 Detalles de Juntas.

13.3.5.1 Juntas transversales y longitudinales de contracción

Se debe realizar un corte inicial con un ancho de tres milímetros (3 mm) y a una profundidad de al menos un tercio ($1/3$) del espesor de la losa de concreto, 20 cms con el fin de inducir la falla.

Figura 13-9 Corte y sellado de juntas



Fuente. Propia

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



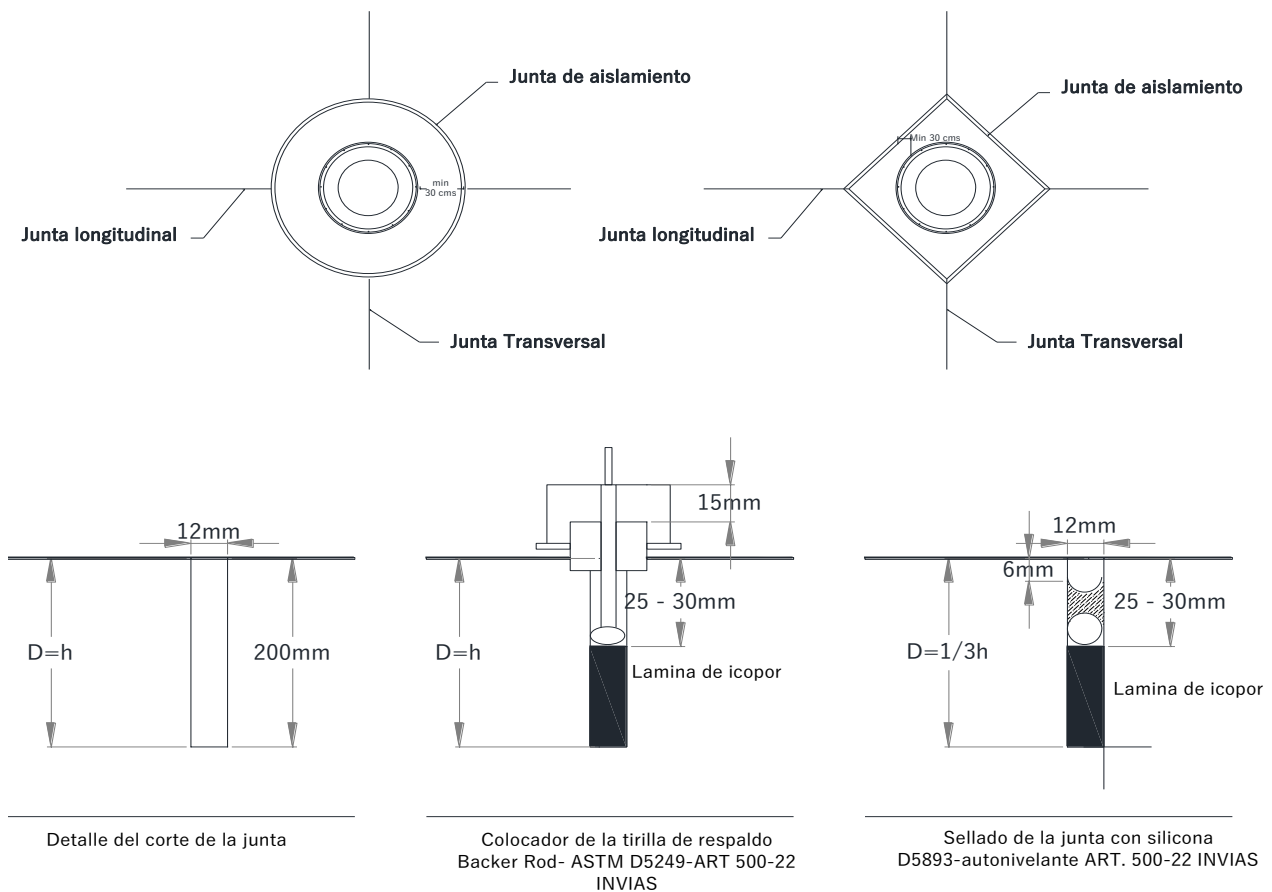
13.3.5.2 Juntas de expansion

De acuerdo al capítulo 10 estudio hidrológico y clima del presente estudio no se registraron temperaturas ambiente menores a los cuatro grados Celsius (4 °C) por tal motivo no se recomiendan estas juntas; esto, en correspondencia con el artículo 500 del INVIAS

13.3.5.3 Juntas de aislamiento.

Estas juntas disminuyen los esfuerzos a compresión que se presentan en el pavimento y una estructura, Estas juntas se emplean también cuando existen estructuras como pozos o sumideros. La profundidad es completa, hasta la capa base del pavimento, y a todo lo largo del contacto entre estructuras.

Figura 13-10 Detalle constructivo junta de aislamiento



Fuente. Propia.

13.3.5.4 Sellado de juntas

Previamente al vaciado del material de sello, se debe colocar una tirilla de respaldo, presionándola dentro de la junta con un instalador adecuado de rueda metálica, de manera que quede colocada a la profundidad requerida. La tirilla, que debe cumplir los requisitos citados en el numeral 500.2.5.2, no puede ser estirada ni torcida durante la operación de colocación

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



13.4 CONCLUSIONES.

Se realizó el análisis de la estructura de pavimento por método PCA y AASHTO encontrando:

Que la estructura cumple con parámetros de: fatiga y erosión respectivamente y del análisis de sensibilidad se concluye:

Análisis de fatiga =	0	<	100%	CUMPLE
Análisis de erosión =	0.01	<	100%	CUMPLE

a) El espesor de losa es la variable de mayor incidencia en el control de la fatiga y erosión, a las cuales está sometida la estructura, tal es así que con un espesor de 8 pulgadas se tendría un cero (0) de fatiga y erosión

b) El módulo de rotura del concreto (M_r) no presenta mayor incidencia en la erosión y con M_r mayores a 500 psi se obtiene una erosión cercana al 0,0% y a medida que aumenta el M_r la fatiga disminuye

c) El módulo de reacción del conjunto (K) cercano a los 30 psi presentan erosión de 0% y con módulos mayores a 190 psi se obtiene una fatiga del 0%

d) En el método PCA la fatiga influye principalmente en el diseño de pavimentos con volúmenes de tránsito bajos (calles residenciales y caminos secundarios) mientras que la erosión que controla el desgaste al terreno de soporte influye principalmente en el diseño de pavimentos sin dovelas, con volúmenes de tránsito medios y pavimentos con dovelas para volúmenes de tránsito altos

Con el método AASHTO se realizaron iteraciones para determinar la estructura de pavimento con ayuda del software desarrollado por la Universidad del Cauca, y posteriormente se realizó el análisis de esfuerzos por cargas y por temperatura junto con las deflexiones encontrando:

TABLA 13 - 15 ESFUERZOS COMBINADOS DE TENSIÓN EN LA LOSA DE CONCRETO POR CAMBIOS DE TEMPERATURA Y CARGAS DE TRÁNSITO

LA LOSA	DE TENSIÓN (psi)	CONCRETO S_c (psi)	$(s/S_c) \times 100$	CUMPLE
Interior σ_i =	250.05	551	45.4%	SI
Borde σ_b	444.46		80.7%	SI
Borde σ_b	519.71		94.3%	SI
Esquina σ_e =	311.27		56.5%	SI

DEFLEXIONES EN LA LOSA DE CONCRETO

POSICIÓN EN LA LOSA	DEFLEXIÓN (mm)
Esquina	3.29
Interior	0.46
Borde	1.36

ESTRUCTURA DEFINITIVA DE PAVIMENTO

Carrera 13 N°19A-17 Los Esteros
Monterrey - Casanare
310 579 6495
amcivconstruding@gmail.com

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



Dando cumplimiento a los criterios de AASHTO y PCA la estructura de pavimento es la siguiente.

Espesor losa	$h =$	20 cms
Modulo de rotura del concreto	$Sc =$	3.8 Mpa
Espesor sub-base granular	h_{sub}	25 cms

Sistema de transferencia de carga

Barra lisa de	1"	Pulg	420 Mpa
Longitud	0,35	m	
Separación entre centros =	0.3	m	

Barras de anclaje.

$F_y =$	60,000	psi
Barra corrugada de	1/2"	Pulg
Longitud	1	m
Separación entre centros =	1.2	m

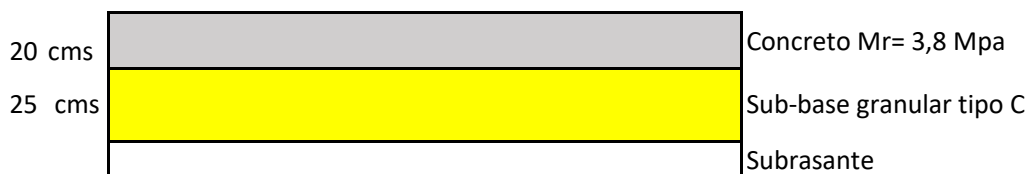
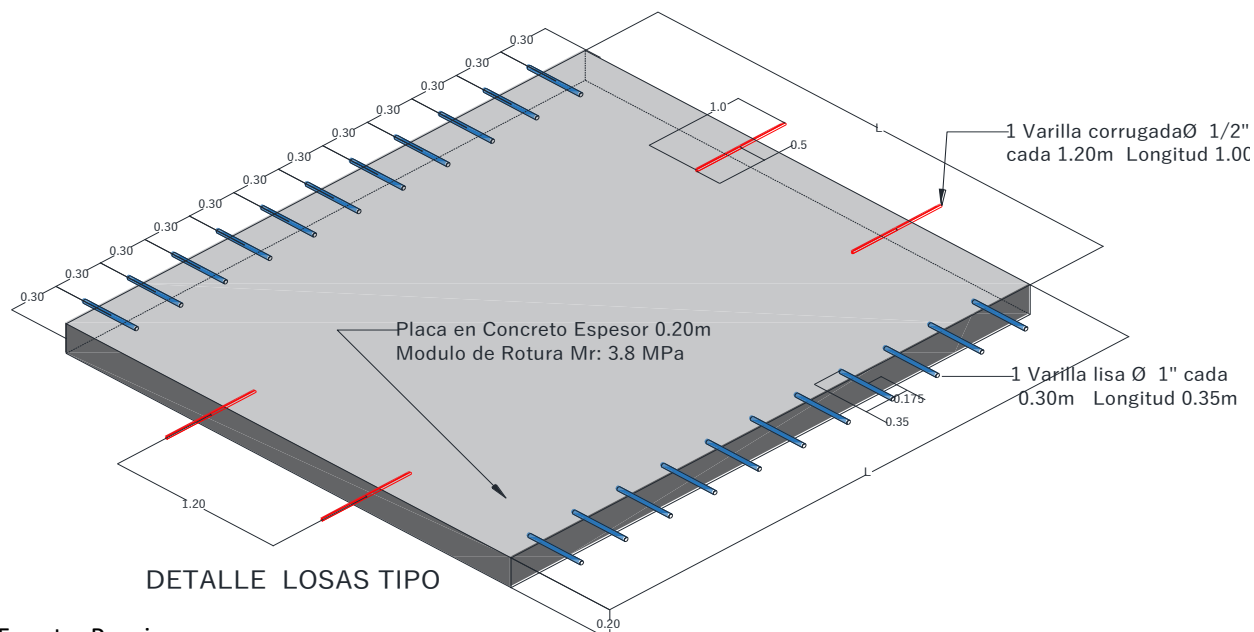


Figura. 13-11 Detalle losa Tipo



Fuente. Propia

De acuerdo con articulo 500.2.2.3 INVIAS cuando las losas tengan las siguientes características requeriran acero.

3. Característica

Carrera 13 N°19A-17 Los Esteros
Monterrey - Casanare
310 579 6495
amcivconstruding@gmail.com

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



Forma irregular SI Se requiere acero en las intersecciones

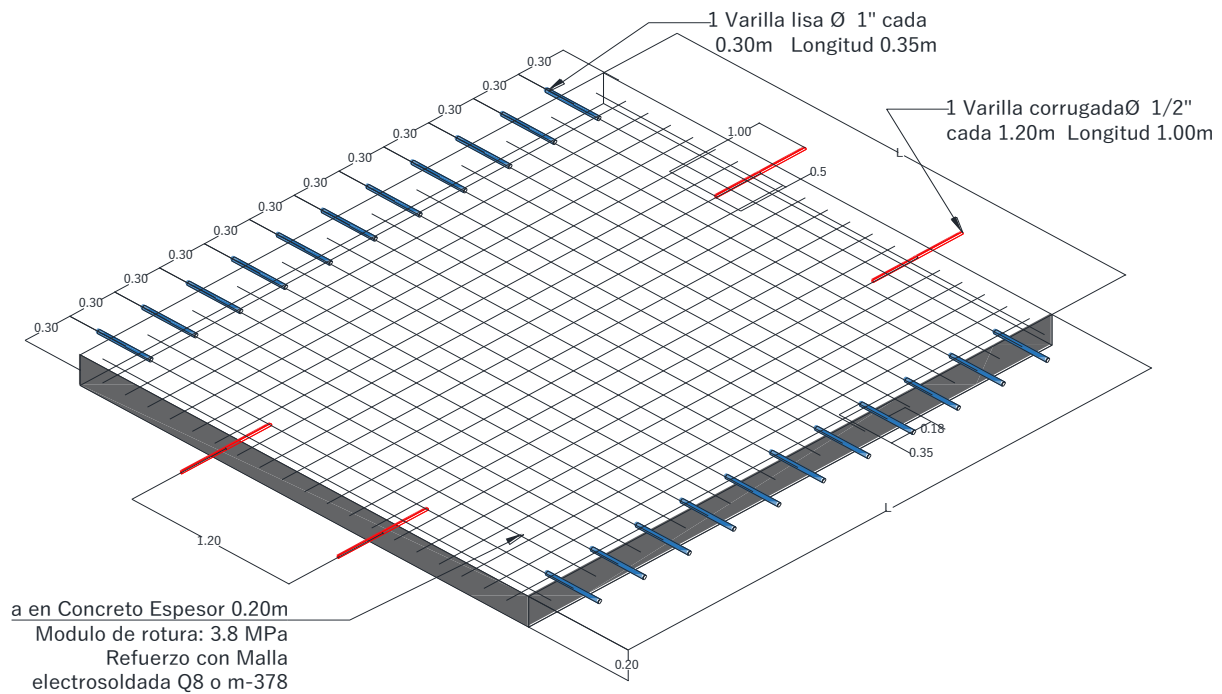
4. Característica.

Aberturas SI Se requiere acero en losas que contengan pozos y sumideros

5. Característica

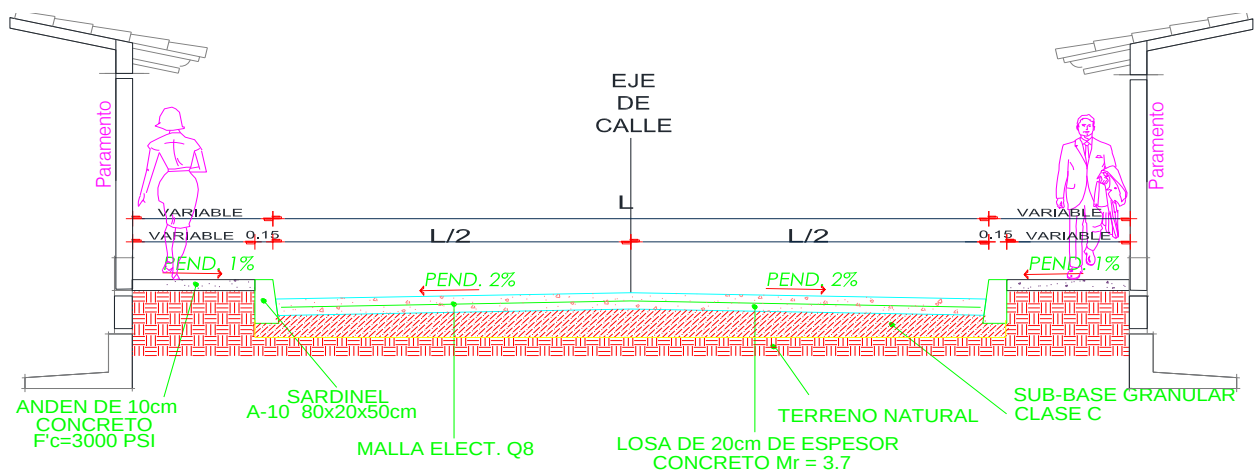
No Coinciden juntas SI Se requiere acero en las intersecciones o zonas de empalme

Figura 13-12 Detalle refuerzo losas según artículo 500.2.2.3 INVIAS



**DETALLE REFUERZO LOSAS
ARTICULO 500.2.2.3 INVIAS**

Fuente. Propia
Perfil vial



Fuente. Propia

**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA PAVIMENTACIÓN EN CONCRETO
HIDRÁULICO DE VÍAS EN EL PERÍMETRO URBANO DEL MUNICIPIO DE MONTERREY
CASANARE.**



d) El diseño es consistente con las estructuras recomendadas por el Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Tránsito

Firma: _____

ING. PEDRO EXEHOMO TRIANA ÁLVAREZ

MP. 25202-339341 CND

Ingeniero Civil

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA VIAL Y PAVIMENTO

