

INFORME DE ENTREGA.	
PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS DIFERENTES SECTORES DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CERETÉ, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA	
TITULO: DISEÑO DE PAVIMENTO PARA “CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS DIFERENTES SECTORES DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CERETÉ, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA”	
ESTUDIO DE ESTRUCTURA Y DISEÑO DE PAVIMENTOS.	
VERSION	OBSERVACIONES DE LA VERSION
V1	Versión final
	ING. DAVID PEREZ

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

INFORME ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.

OBJETO: "CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS DIFERENTES SECTORES DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CERETÉ, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA"

**UBICACIÓN:
MUNICIPIO DE CERETE**

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. ALCANCE Y OBJETIVOS	8
2.1. ALCANCE	8
2.2. OBJETIVOS.....	8
2.2.1. General.....	8
2.2.2. Específicos.	8
3. DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACION DEL PROYECTO	9
3.1. LOCALIZACIÓN GENERAL.....	9
3.2. LOCALIZACIÓN ESPECIFICA.....	10
3.3. Clima.....	11
3.4. Temperatura	12
3.5. Precipitación	13
4. CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA.....	14
4.1. INFORMACIÓN EXISTENTE.....	14
4.1.1. Geología de la zona.....	14
4.1.2. Topografía	14
4.1.3. Diseño de pavimentos:	14
5. TRABAJO DE CAMPO Y LABORATORIO	15
5.1. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LA SUB RASANTE DE ACUERDO A LOS ENSAYOS REALIZADO.....	16
6. CBR	0
6.1. CBR Representativo y sectorización	1
6.2. Mejoramiento con material granular.	3
6.3. Determinación del CBR de diseño	6
6.4. RESUMEN DE RESULTADO DE CBR DE DISEÑO.....	7
7. PERIODO DE DISEÑO	9
8. ESPESOR DE LA SUB BASE.....	9
9. METODOLOGIA DE DISEÑO.....	9
9.1. American Association Of State Highway And Transportation Officials (AAHSTO)	10
9.2. VARIABLES DE DISEÑO	11
9.2.1. CONFIABILIDAD	11

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

9.2.2.	ERROR NORMAL COMBINADO	11
9.2.3.	NIVEL DE SERVICIABILIDAD	12
9.2.4.	MODULO DE REACCION K DE LA SUBRSANTE	13
9.2.5.	TRANSITO	14
9.2.6.	MODULO DE ROTURA DEL PAVIMENTO	15
9.2.7.	DRENAJE.....	16
9.2.8.	TRANSFERENCIA DE CARGA.....	16
9.2.9.	ESPESOR DE LOSA.....	17
9.3.	LONGITUD DE LA LOSA.....	17
10. RESULTADOS DEL PREDIMENCIONAMIENTO DEL ESPESOR DE LA LOSA 18		
10.1.	PASADORES.....	19
10.2.	BARRAS DE ANCLAJE	19
11. RESUMEN		20
12. METODO DE LA PCA		22
12.1.	PARAMETROS DEL METODO PCA.	22
13. RESULTADOS METODO PCA.....		23
14. ESFUERZO Y DEFLEXIONES EN PAVIMENTO RIGIDO.....		27
14.1.	ESFUERZO POR ALABEO	27
14.2. ESFUERZO A LOSAS DEBIDO A CARGAS EXTERNAS		27
14.2.1.	Carga en la esquina de la losa de concreto.....	27
14.2.2.	Esfuerzos en el borde de la losa de concreto.....	28
14.3. ESFUERZOS DEBIDO A LA FRICCIÓN.....		28
14.4.	ANALISIS DE SENSIBILIDAD.....	28
15. CÁLCULO DE ESFUERZOS EN LA LOSA DE CONCRETO.....		29
15.1.	Esfuerzos de tensión y deflexiones en losas de 3.00x2.5 mts.....	29
15.3.	Esfuerzos de tensión y deflexiones en el borde de una losa	30
15.4.	Esfuerzos de tensión por fricción de una la losa	30
15.5.	Esfuerzos de tensión en el interior por alabeo de la losa	31
15.7.	Análisis de sensibilidad por variación de carga para losas de 3.0X2.5 mts.	32
16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		36
17. BIBLIOGRAFÍA		37

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1 Localización General -Municipio de cerete- Córdoba.....	9
Figura 2 Localización Específica del Tramo para pavimentar	10
Figura 3 Temperatura media anual Colombia. Fuente: IDEAM, 2020	11
Figura 4 Temperatura media anual departamento de córdoba	12
Figura 5 Temperatura máxima y promedio en el año en la ciudad de cerete.	12
Figura 6 Precipitación total anual en el país.....	13
Figura 7. Localización de apiques fuentes:	15
Figura 8 Perfil estratigráfico del tramo del proyecto	1
Figura 9 Calculo de mejoramiento Cbr.....	3
Figura 10 Calculo de mejoramiento Cbr.....	4
Figura 11 Calculo de mejoramiento Cbr.....	4
Figura 12 Modelo grafico estadístico para obtener CBR con un percentil según el nivel de tránsito. Fuente: THE ASPHALT INSTITUTE, Manual serie No.1(MS-1) ...	6
Figura 13. Gráfico de Cbr de diseño	8
Figura 14 Grafico de esal futuro.....	14
Figura 15 Resumen de proyecciones de tránsito a 20 años.....	15
Figura 16 Longitud de losa.....	17
Figura 17. Estructura de pavimento de la predimensión	20
Figura 18 longitud de losa	21
Figura 19 Resultado software calculo PCA.....	23
Figura 20 Hoja de cálculo software PCA.....	24
Figura 21 Resultado software PCA.....	25
Figura 22 Hoja de cálculo software PCA.....	26
Figura 23 esfuerzo por alabeo	27
Figura 24 carga concentrada en la esquina de la losa	27
Figura 25 esfuerzo debido a la fricción	28
Figura 26 Análisis de sensibilidad por carga	32
Figura 27 Análisis de sensibilidad por espesor de losa.....	33
Figura 29 análisis de sensibilidad por módulo de reacción K.....	35
Figura 30 análisis de sensibilidad por módulo de reacción K.....	35

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Características de la vía.....	14
Tabla 2 Localización de apiques.....	15
Tabla 3 Caracterización geotécnica	16
Tabla 4 CBR en puntos de apiques	0
Tabla 5 cbr de diseño en tramos.....	2
Tabla 6 Cbr combinado.....	5
Tabla 7. Percentiles para determinar el CBR de diseño de acuerdo con el criterio del Instituto del Asfalto.....	6
Tabla 8 cbr percentil	7
Tabla 9 Confiabilidad recomendada según el tipo de vía	11
Tabla 10 tabla error combinado	11
Tabla 11 nivel de serviciabilidad segun la via	12
Tabla 12 valores de módulo de reacción k.....	13
Tabla 13 Modulo de rotura pavimento.....	15
Tabla 14 Resistencia a la flexoatraccion según el nivel de transito.....	15
Tabla 15 coeficiente de drenaje	16
Tabla 16 Transferencia de carga	16
Tabla 17 Resultados del predimensionamiento.....	18
Tabla 18 pasadores	19
Tabla 19 Barras de anclaje	19
Tabla 20 Resultado de esfuerzo y deflexiones en la esquina de una losa. (h=20 cm)	29
Tabla 21 Resultado de esfuerzos y deflexiones en el interior de una losa. (h=20 cm).....	30
Tabla 22 Resultado de esfuerzos y deflexiones en el borde de una losa. (h=20 cm).....	30
Tabla 23 Resultado de esfuerzo y deflexiones debido a la fricción	30
Tabla 24 Resultado de esfuerzos de tensión en el interior de la losa por alabeo ...	31
Tabla 25 Resultado de esfuerzos de tensión en el borde por alabeo de la losa.....	31
Tabla 26 resultado de análisis de sensibilidad por variación de carga	32
Tabla 27 Resultado análisis de sensibilidad por variación de espesor de losa	33
Tabla 28 Resultado de análisis de sensibilidad por variación de módulo de reacción de la subrasante K.	34

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1 Índice de servicio	12
Ecuación 2 Modulo de resiliencia K	13
Ecuación 3 Espesor de la Losa.....	17
Ecuación 4 Longitud máxima de las losas	17

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto del desarrollo infraestructural y la mejora de la conectividad en el municipio de Cereté, se presenta el proyecto de “CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS DIFERENTES SECTORES DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CERETÉ, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA”. La relevancia de esta intervención radica en la necesidad de optimizar la infraestructura vial para potenciar el desarrollo económico, social y ambiental de la región.

La construcción de pavimento rígido en las diferentes calles del casco urbano es una necesidad prioritaria para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y el desarrollo de la región. La pavimentación de calles no solo mejora la movilidad de los ciudadanos, sino que también contribuye a la seguridad vial, la reducción del polvo, la generación de empleo y el embellecimiento de los espacios públicos.

En Colombia, la pavimentación de calles es fundamental para el crecimiento de las ciudades y la competitividad de las regiones. Un adecuado sistema vial facilita el transporte de bienes y personas, reduce los tiempos de desplazamiento, disminuye los costos de mantenimiento de vehículos y fortalece la economía local. Además, la pavimentación de calles es una muestra de progreso y desarrollo urbano que mejora la calidad de vida de los habitantes y atrae inversiones.

Mediante el presente informe se establecerá el procedimiento físico y matemático que se utilizó para realizar la modelación de la estructura de pavimento para el proyecto mencionado, la cual se construirá en concreto rígido como capa de rodadura con una longitud total aproximada de 879,59 metros, para llegar a esto se utilizará métodos de diseño en donde se relaciona las propiedades de los materiales y su iteración con las cargas vehiculares, con la modelación de las cargas se podrán evaluar los esfuerzos y deformaciones a las que serán sometidas los materiales que componen el pavimento, analizando si cumple con los máximos permitidos y obteniendo el mejor diseño que cumple con la funcionalidad, economía y durabilidad para el proyecto.

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

2. ALCANCE Y OBJETIVOS

2.1. ALCANCE

El alcance del diseño de pavimento para la pavimentación en concreto rígido en las diferentes calles del casco urbano del municipio de Cerete en el departamento de Córdoba es la determinación de la estructura de pavimento que cumpla con las solicitudes de tipo estructural, y que sea económica para el proyecto. Lo anterior de acuerdo con la modelación realizada la cual debe tener en cuenta aspectos como el tránsito, los materiales, los esfuerzos y deformaciones producidos comparados con los admisibles por la estructura.

Al ser una vía de bajo volumen de tránsito, pero proyectada en concreto rígido, se realizó la evaluación con un periodo de tiempo de 20 años.

2.2. OBJETIVOS.

2.2.1. General.

- ✓ Determinar la estructura de pavimento que cumpla con todos los requisitos de tipo estructural, económico y ambiental para la región.

2.2.2. Específicos.

Los objetivos específicos para la realización del estudio son:

- ✓ Recolectar información existente sobre las diferentes variables que influyen en el diseño de la estructura de pavimento tales como, geología, fuentes de materiales de construcción, etc.
- ✓ Dimensionar la estructura de pavimento óptima mediante el análisis de las diferentes variables que intervienen en el diseño de pavimentos con el objeto de garantizar condiciones de estabilidad, durabilidad, seguridad y economía al proyecto de pavimentación de las vías urbanas objeto del presente estudio.
- ✓ Plantear recomendaciones técnicas de tipo particular para la correcta ejecución de los trabajos objeto del presente estudio.

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

3. DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACION DEL PROYECTO.

3.1. LOCALIZACIÓN GENERAL

Los tramos para diseñar se encuentran ubicado en el municipio de Cerete– Córdoba, al norte del país. Se encuentra ubicada a 12 metros sobre el nivel del mar y tiene una temperatura promedio de 27 grados centígrados. Cereté está ubicada a 18 kilómetros de Montería capital del departamento y cuenta con un área municipal de 266 kilómetros cuadrados.



Figura 1 Localización General -Municipio de Cerete - Córdoba.

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

3.2. LOCALIZACIÓN ESPECIFICA

Las vías para intervenir se encuentran localizada en el área urbana del municipio de Cerete Córdoba, se intervendrá una longitud aproximada 651,38 metros, funcionan actualmente como una vía secundaria, se encuentra sin pavimentar.



Figura 2

*Localización Específica del Tramo para pavimentar Fuente
Elaboración propia de Google Earth*

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

3.3. Clima

El clima de Cerete, al igual que gran parte de la región de Córdoba en Colombia, se caracteriza por ser cálido y tropical. A lo largo del año, la temperatura promedio oscila alrededor de los 27°C, con variaciones estacionales mínimas. La temperatura máxima puede alcanzar los 35°C durante los meses más calurosos, mientras que la mínima rara vez desciende por debajo de los 20°C.

La región experimenta dos estaciones principales: una estación seca y una estación lluviosa. La estación seca se extiende de diciembre a marzo, siendo estos los meses más secos y soleados. Durante esta época, las precipitaciones son escasas y la humedad puede disminuir. La estación lluviosa se da de abril a noviembre, siendo los meses de mayo, junio y octubre los más lluviosos. Durante esta temporada, se pueden presentar fuertes lluvias tropicales, y la humedad en el ambiente suele ser alta.

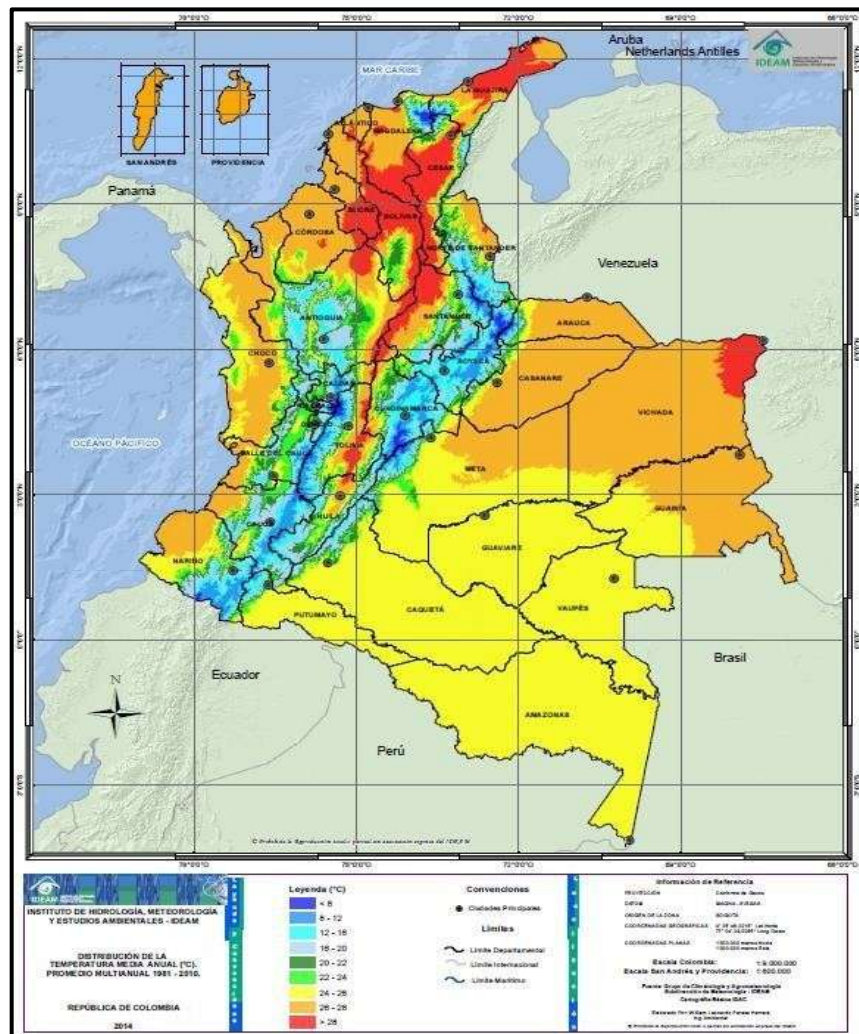


Figura 3 Temperatura media anual Colombia. Fuente: IDEAM, 2020.

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

3.4. Temperatura

Los registros de las estaciones meteorológicas indican promedios de temperatura anuales de 27.6°C y una máxima media de 34.7°C, la temperatura varía muy poco durante el día, pero en las noches los cambios son apreciables.

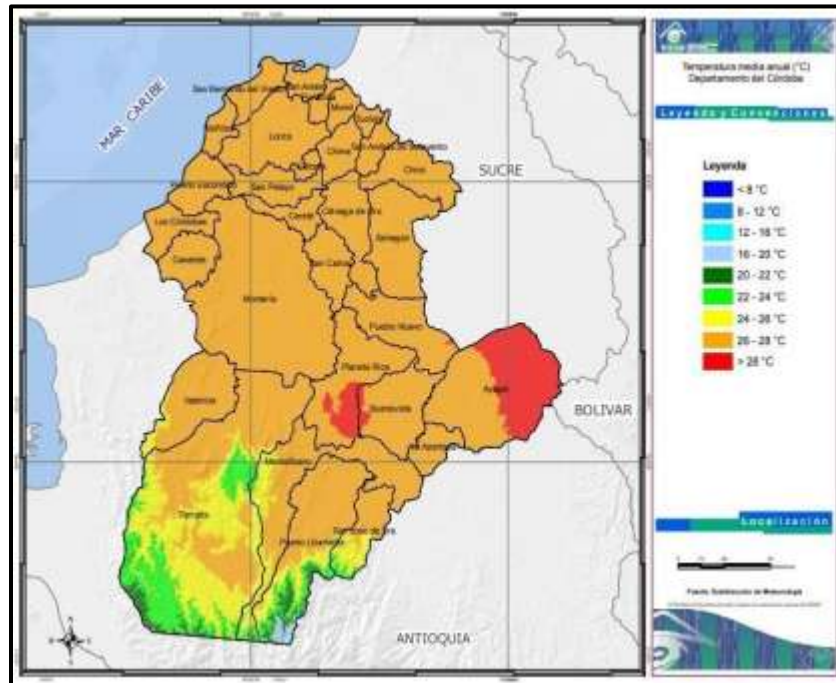


Figura 4 Temperatura media anual departamento de Córdoba.

Fuente: IDEAM, 2020.

Ilust

Temperatura máxima y mínima promedio en Cereté



Figura 5 Temperatura máxima y promedio en el año en la ciudad de Cereté.

Fuente: Weatherspark.

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

3.5. Precipitación

La precipitación media en el área del Municipio es de 1.320 mm/año, distribuida en un régimen monomodal con un período seco de 4 meses (diciembre a marzo) y uno húmedo de 6 meses (mayo a octubre). Los meses de abril y noviembre son de transición entre las épocas secas y húmedas, con una ocurrencia del 15% de la precipitación anual. La precipitación máxima anual es de 1646 mm y una precipitación máxima diaria de 137 mm.

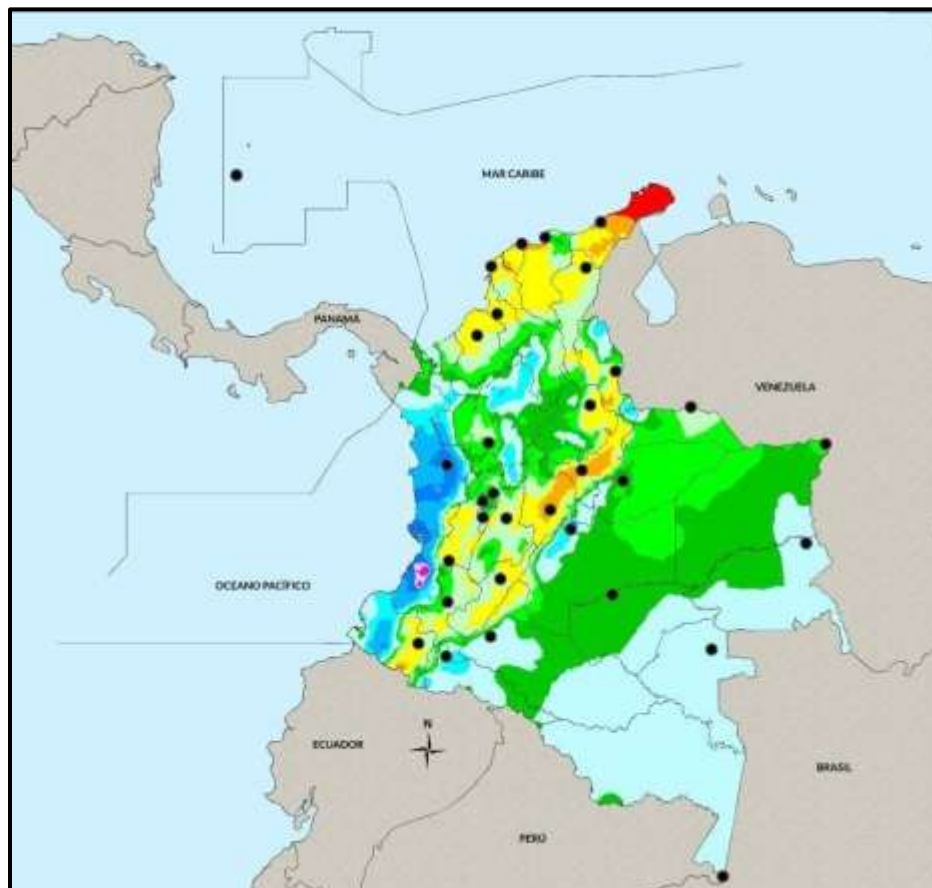


Figura 6 Precipitación total anual en el país.

Fuente: IDEAM, 2020.

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

4. CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

Se describe a continuación las características geométricas de la vía a intervenir.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Longitud vía a intervenir	651,38 m aprox.
Clase de terreno	Plano.
Velocidad de diseño	50 km/h.
Ancho de calzada	5.00 m.
Pendiente máxima	6.00%.

Tabla 1 Características de la vía.

4.1. INFORMACIÓN EXISTENTE.

En cuanto a información existente se ha logrado recopilar lo siguiente:

4.1.1. Geología de la zona: Se ha tomado como referencia el Plan de Ordenamiento territorial del municipio de Cerete en el Departamento del Córdoba y la información entregada por Servicio Geológico Colombiano SGC, plancha 61 Cerete y memoria explicativa.

4.1.2. Topografía: Se ha realizado levantamiento topográfico detallado de la vía a intervenir en el presente proyecto.

4.1.3. Diseño de pavimentos: Se toma como base el Manual de Diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito Ministerio de Transporte-I.C.P.C.-INVIAS.

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

5. TRABAJO DE CAMPO Y LABORATORIO.

Con el fin de determinar las propiedades geotécnicas y el tipo de suelo en el cual se construirá la obra vial, se realizaron cinco (5) apiques a lo largo del trayecto anteriormente descrito, de los cuales se obtuvieron un conjunto de muestras y datos:



*Figura 7. Localización de apiques fuentes:
elaboración propia*

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

Apique.	Coordenadas.	Barrio.
1	8°52'54.65"N 75°47'57.24"O	SANTA TERESA
2	8°53'2.67"N 75°47'6.72"O	SAN NICOLAS
3	8°53'8.37"N 75°46'54.74"O	PABLO SEXTO
4	8°53'32.74"N 75°47'5.92"O	SANTA PAULA

*Tabla 2 Localización de apiques**Fuente: consultoría*

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

5.1. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LA SUB RASANTE DE ACUERDO CON LOS ENSAYOS REALIZADO.

Teniendo en cuenta la información obtenida en la perforación, en donde los materiales fueron caracterizados a partir de su litología y ensayos, se realiza la Tabla 3 en donde se presenta el resumen de los espesores obtenidos mediante apiques y se presenta un perfil estratigráfico longitudinal generalizado.

Apique	Muestra	Ubicación	Profundidad de la muestra (m)			Tipo de muestra	Ensayos de Caracterización								CBR (%)		Clasificación SUCS	Descripción del material
			Inicial	Final	Media		Humedad (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IL	Pasa Nº4	Pasa Nº10	Pasa Nº200	Antes	Después		
1	1	8°52'54.65"N 75°47'57.24"O	0,00	0,50	0,25	Bolsa	10,4	NL	NP	NP	-	34,00	24,20	15,20	-	-	GC	Material granular no plastico de color café
	2		0,50	1,50	1,00	CBR	18,8	42,0	25,0	17,1	-0,36	100,00	100,00	100,00	2,80	1,30	CL	Arcilla magra de plasticidad media y de color café con vetas gris
2	1	8°53'2.67"N 75°47'6.72"O	0,00	0,50	0,25	Bolsa	9,7	NL	NP	NP	-	31,00	22,09	12,09	-	-	GC	Material granular no plastico de color café
	2		0,50	1,50	1,00	CBR	17,2	43,4	25,3	18,0	-0,45	100,00	100,00	100,00	3,00	1,30	CL	Arcilla magra de plasticidad media y de color café con vetas gris
3	1	8°53'8.37"N 75°46'54.74"O	0,00	0,70	0,35	Bolsa	12,2	NL	NP	NP	-	32,00	23,08	15,08	-	-	GC	Material granular no plastico de color café
	2		0,70	1,50	1,10	CBR	18,2	45,0	25,0	20,0	-0,34	100,00	100,00	100,00	3,00	1,30	CL	Arcilla magra de plasticidad media y de color café con vetas gris
4	1	8°53'32.74"N 75°47'5.92"O	0,00	0,60	0,30	Bolsa	8,9	NL	NP	NP	-	33,00	24,92	14,92	-	-	GC	Material granular no plastico de color café
	2		0,60	1,50	1,05	CBR	21,8	40,0	24,9	15,1	-0,20	100,00	100,00	100,00	3,10	1,20	CL	Arcilla magra de plasticidad media y de color café con vetas gris

Tabla 3 Caracterización geotécnica Fuente: consultoría

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

6. CBR

Para determinar la capacidad de soporte del suelo de subrasante, se efectuó un ensayo de CBR inalterado mediante la toma in-situ de muestra en molde de 6" de diámetro para la posterior realización en el laboratorio del ensayo de penetración. La penetración de las muestras tomadas en los moldes se realizó bajo las condiciones de humedad y densidad naturales del suelo en el terreno y en condición de inmersión, la cual finalmente se tendrá en cuenta para el cálculo del CBR de diseño, por la pluviosidad de la zona.

Con el fin de determinar la capacidad portante del suelo de subrasante, se extrajeron seis (6) muestras de cada apique de CBR inalterados en el terreno natural donde no se encuentra pavimentado.

En la siguiente tabla se presentan los valores obtenidos del CBR para cada apique.

Apique	CBR (%)	
	Antes	Después
1	2,80	1.30
2	3,00	1.30
3	3,00	1.30
4	3.10	1.20
Promedio	2,96	1,25

Tabla 4 CBR en puntos de apiques
Fuente: consultoría

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

6.1. CBR Representativo y sectorización

De acuerdo con los resultados presentados, se tiene un CBR de diseño de 1.15%. Generalmente los suelos de subrasante son suelos arcillosos, limosos o materiales finos con plasticidad variable. Los resultados geotécnicos, permiten observar dentro del análisis granulométrico de las muestras estudiadas en función del porcentaje que pasa el tamiz No 200 que el tipo de material es: suelos finos tipo arcillas de media plasticidad. De acuerdo con el valor de CBR del material, se puede clasificar y dar un uso al suelo, como se presenta en la siguiente tabla:

CBR [%]	Clasificación general	Usos
0 – 3	Muy pobre	Subrasante
3 – 7	Pobre a regular	Subrasante
7 – 20	Regular	Afirmados y subbase
20 – 50	Bueno	Subbase y base
> 50	Excelente	Base

Teniendo en cuenta lo estipulado por el “Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito” se tiene que una subrasante con CBR inferior al 3% es considerada como muy pobre, por lo que requiere de un mejoramiento para garantizar el debido apoyo del pavimento. En la profundidad que se estime.

El especialista geotécnico, opta por emplear la metodología de IVANOV, para aumentar su resistencia a un valor de CBR de diseño a 3.7%.

De acuerdo con la fórmula de IVANOV y para un CBR de 3.7%, se necesita un espesor de relleno mínimo de 25 cm para el mejoramiento de la subrasante, como se presenta en la siguiente tabla: proporciona unas mejoras en los tramos en los que el CBR sea inferior del 3% tomando el CBR que manifiesta la condición menos favorable Y mediante la metodología IVANOV, determinar las mejoras que se realizaran en el terreno para la obtención del CBR combinado.

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

6.2. Mejoramiento con material granular.

Teniendo en cuenta el potencial expansivo del terreno se propone realizar mejoramiento, es preciso tener en cuenta que para garantizar la nivelación de estos tramos se debe implementar una capa de material remplazando mínimo 0.25 metros por material de mejoramiento para obtener un CBR de 3.7% y disminuir la expansión de la subrasante, ya que los suelos encontrados presentan un potencial medio de expansión. El material de mejoramiento debe tener un bajo contenido de finos, estar libre de materia orgánica, con un límite líquido inferior al 30%, índice de plasticidad menor al 10% y cumplir con la siguiente granulometría:

Tamiz	% que pasa
75 mm	100
2 mm	<=80
0,074 mm	<=25

De acuerdo con la fórmula de IVANOV y para un CBR de 3.7%, se necesita un espesor de relleno mínimo de 25 cm para el mejoramiento de la subrasante, como se presenta en la siguiente tabla:

CBR DE LA VÍA		E _{INF.}	E _{SUP.}	n	n ^{3.5}	h ₁ (cm)	h ₁ / 2a	tan ⁻¹ (n*h ₁ /2a) (rad)	1-(1/n ^{3.5})	2/π	2/π*J*I	E _{equiv} (Kg/cm2)	CBR
SUBRASANTE	MAT. GRANULAR	(kg/cm²)											
1,25	10,0	151	673	1,82	8,12	25,0	0,82	0,98	0,88	0,64	0,55	333	3,7
SISTEMA EQUIVALENTE CBR EQUIVALENTE = 3,7 % E EQUIVALENTE = 333 kg/cm²													
				(I) (K) (L)									
CBR DISEÑO (PERCENTIL 87.5%)			E _{INF.}	E _{SUP.}	E _{EQUIV}	n	n ^{3.5}	1-(1/n ^{3.5})	2/π	2/π*I	1-(E _{INF} /E _{EQUIV})	tan(L/K)	h ₁ (cm)
SUBRASANTE	MAT. GRANULAR	EQUIV.	(Kg/cm²)										
1,25	10,0	3,7	151	673	333,4	1,82	8,12	0,88	0,64	0,56	0,55	1,50	25,03
ESPESOR NECESARIO PARA OBTENER EL MÓDULO EQUIVALENTE ALTURA DEL RELLENO (h₁) = 25,03 cm													

Figura 9 Calculo de mejoramiento Cbr

Fuente: Consultoría

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

7. PERIODO DE DISEÑO.

En el presente estudio, haciendo un análisis económico de los costos del pavimento y el servicio que éste proporcionará, se considera adecuado adoptar un período de diseño de 20 años, para todos los análisis estructurales, el cual bajo premisas teóricas debe coincidir como mínimo con la vida útil del pavimento, en el caso que exista una buena certidumbre en el análisis de las variables de diseño y su respectiva proyección.

8. ESPESOR DE LA SUBBASE.

Para el presente proyecto, el espesor de Subbase Granular es de 15 cm, que cumple con los criterios establecidos en el Artículo 320 de las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras Norma INV-07.

9. METODOLOGIA DE DISEÑO

En el siguiente subcapítulo se mencionan los diferentes métodos de diseño los cuales se tendrán en cuenta para las diferentes modelaciones y llegar a la estructura más económica y segura posible.

9.1. American Association Of State Highway And Transportation Officials (AAHSTO)

Este método de diseño tiene origen en el ensayo vial AASHO (1958-1960) realizado a escala real en Ottawa, Illinois (Estados Unidos), en el cual, basándose en el desgaste que experimentaban las vías, se fueron representando las relaciones de deterioro-solicitud, introduciendo el concepto de servicio en el diseño de pavimentos.

9.2. VARIABLES DE DISEÑO

9.2.1. CONFIABILIDAD

Las metodologías de diseño de pavimentos basados en la AASHTO utilizan el parámetro de confiabilidad como un parámetro de seguridad entendiendo la variabilidad estadística que los datos de tránsito puedan tener, dicho valor dependerá de la importancia de la vía, es decir entonces, que este parámetro busca medir el grado de certidumbre o seguridad que una alternativa de diseño si alcance la durabilidad estimada.

TIPO DE CARRETERA	NIVEL DE CONFIABILIDAD R (%)	
	URBANA	INTERURBANA
Autopista y carreteras importantes	85.0 - 99.9	80.0 - 99.9
Arterias principales	80.0 - 99.9	75.0 - 95.0
Colectoras	80.0 - 95.0	75.0 - 95.0
Locales	50.0 - 80.0	50.0 - 80.0

Tabla 9 Confiabilidad recomendada según el tipo de vía.
Fuente: Adaptado de la guía AASHTO-93 Diseño de pavimentos

9.2.2. ERROR NORMAL COMBINADO

El error normal combinado (S_0), tiene en cuenta la desviación del diseño, variación de propiedades de materiales y de la subrasante, variación de la estimación del tránsito y de las condiciones ambientales.

La característica de la vía de diseño, esa para una construcción nueva, por tanto, el método nos ofrece una tabla para el valor del error combinado:

PROYECTO DE PAVIMENTO	S_0	
	FLEXIBLE	RIGIDO
	0.40 - 0.50	0.30 - 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.50	0.40

Tabla 10 tabla error combinado
Fuente: Adaptado de la guía AASHTO-93 Diseño de pavimentos

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

9.2.3. NIVEL DE SERVICIABILIDAD

El estado de serviciabilidad de la vía, se evalúa cuantitativamente con un numero entre 0-5, por lo general el valor inicial parte 4.0 a 4.2 (Buen estado) y se tiene un valor entre 2 y 3 para falla de funcionalidad de pavimento

$$\Delta PSI = P_0 - P_F$$

Ecuación 1 Índice de servicio

Para el nivel de serviciabilidad inicial, tomamos el valor de 4.2. El valor de serviciabilidad final dependerá del tipo de vía como se muestra en la siguiente tabla:

TIPO DE VIA	SERVICIABILIDAD FINAL
Autopista	3.00
Colectores	2.50
Calles comerciales e industriales	2.25
Calles residenciales y parqueaderos	2.00

*Tabla 11 nivel de serviciabilidad segun la via
Fuente: Adaptado de la guía AASHTO-93 Diseño de pavimentos*

Por tanto,

Cálculo de nivel de servicio

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0 = 2.2$$

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

9.2.4. MODULO DE REACCION K DE LA SUBRSANTE

Este cuantifica de manera directa la rigidez bajo carga monotónica de la subrasante, para calcular su valor se puede a través de la siguiente ecuación.

$$K = 2.55 + 52.5 \cdot \log(CBR), CBR \leq 10\%$$

$$K = 46 + 9.08 \cdot [\log(CBR)]^{4.34}$$

Ecuación 2 Modulo de resiliencia K

Teniendo en cuenta el CBR de diseño es 3.7, remplazamos la formula:

$$K(\text{PCI}) = 98.5$$

El valor de K para losas apoyadas en base granular no tratada de 20 cm

20 cm

K Subrasante		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		Base estabilizada con cemento							
Mpa/m	pci	10 cm		15 cm		22.5 cm		30 cm	
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	-	-

Valores de K, para losas apoyadas sobre base granular no tratada y estabilizada.

181.05

Tabla 12 valores de módulo de reacción k

Fuente: Adaptado de la guía AASHTO-93 Diseño de pavimentos

Debido a que el valor de K se encuentra entre los valores señalados en la tabla, aplicamos interpolación, lo cual daría un valor de K corregido

$$K_{\text{corregido}} = 98,72$$

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

9.2.5. TRANSITO.

De acuerdo con el informe de tránsito, y según el Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito del INVIAS, se adopta para la estructura de diseño de pavimento rígido para un periodo de 20 años, se realizó por medio la metodología planteada por la AASTHO 93, categoría de tránsito T1 para las vías de Cerete, que corresponde a un TPDs de 136. En base al estudio realizado se determinaron el tránsito atraído, generado y desarrollado dando como resultado un total de ejes acumulados de 8.2t de 542489

A continuación, se muestra los resultados del informe en forma grafica



Figura 14 Grafico de esal futuro
Fuente: consultoria

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

9.2.6. MODULO DE ROTURA DEL PAVIMENTO

Teniendo en cuenta que el volumen de vehículos de acuerdo con el tránsito generado en un periodo de 20 años, los resultados adoptados según el número de ejes equivalentes de terminan lo siguiente.

Categoría del proyecto	Categoría del tránsito	Nivel jerárquico de la información
Media	NT2 Entre 0.5 y 5 millones de ejes equivalentes de 80kN en el carril de diseño	Nivel 2 o 3
Alta	NT3 (Más de 5 millones de ejes equivalentes de 80kN en el carril de diseño)	Nivel 1 o 2

Tabla 13 Modulo de rotura pavimento

Fuente: Manual de diseño de pavimentos asfálticos MA Adaptado de la guía AASHTO-93 Diseño de

Los resultados del análisis de estudio de tránsito:

RESUMEN PROYECCIONES DEL TRÁNSITO					
AÑO	AÑO REF	TF ESAL (Tto Futuro Ejes Equivalentes)	NIVEL DE TRÁNSITO	TIPO DE VÍA (ESAL)	FP
2024	1	9637	NT1	(Vt)-(E)	1.04
2028	5	103468	NT1	(Vt)-(E)	1.19
2033	10	224820	NT1	(Vt)-(E)	1.42
2038	15	369647	NT1	(Vt)-(E)	1.70
2043	20	542489	NT2	(Vt)-(E)	2.07

Figura 15 Resumen de proyecciones de tránsito a 20 años

Fuente: Estudio de tránsito, capacidad y niveles de servicio- Gamma

Por tanto, el módulo resiliente o resistencia a la flexotracción (MPa) indica que para un tránsito nivel N2 el módulo de rotura corresponde a 4 (MPa)

NIVEL DE TRÁNSITO	RESISTENCIA A LA FLEXOTRACCIÓN (Mpa)
NT1	3.8
NT2	4.0
NT3	4.2

Tabla 14 Resistencia a la flexotracción según el nivel de tránsitoFuente: Invias

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

9.2.7. DRENAJE

Para encontrar el coeficiente de drenaje, se toma en cuenta las características del drenaje y de humedad de la zona, en el caso planteado en cerete- la humedad mayor del 25% y un drenaje bueno

CARACTERISTICAS DEL DRENAJE	PORCENTAJE DEL TIEMPO QUE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTA EXPUESTA A GRADOS DE HUMEDAD PROXIMA A LA SATURACION			
	MENOS DEL 1%	1 - 5 %	5 - 25%	MAS DEL 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

Tabla 15 coeficiente de drenaje

Fuente: Adaptado de la guía AASHTO-93 Diseño de pavimentos

9.2.8. TRANSFERENCIA DE CARGA

Este es un parámetro adimensional que tiene en cuenta la capacidad que tienen los pasadores de transferir o distribuir las cargas en la zona más propensa a fallar.

La condición para utilizar corresponde a Junta con pasadores y losa no confinada

CONDICION	J
Junta con pasadores - Losa confinada	2.7
Junta con pasadores - Losa no confinada	3.2
Junta sin pasadores - Losa confinada	4.2
Junta sin pasadores - Losa no confinada	4.4

Tabla 16 Transferencia de carga

Fuente: Adaptado de la guía AASHTO-93 Diseño de pavimentos

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

9.2.9. ESPESOR DE LOSA

Para determinar el espesor de la losa tomamos en cuenta la siguiente formula:

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_0 + 7.35 \times \log(D + 1) - 0.06 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{1 + \left(\frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}\right)} \right] + (4.22 - 0.32 \times P_f) \times \log \left\{ \frac{MR \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{K}\right)^{0.25}} \right]} \right\}$$

Donde:

D: Espesor de la losa de concreto, en pulgadas.

P_f: Serviciabilidad final.

MR: Módulo de rotura del concreto, en psi.

Cd: Coeficiente de drenaje.

J: Coeficiente de transferencia de carga.

E_c: Módulo de elasticidad del concreto, en psi.

K: Módulo de reacción de la subrasante, en pci.

Ecuación 3 Espesor de la

9.3. LONGITUD DE LA LOSA

Para hallar el valor de la longitud máxima de la losa se tiene en cuenta los siguientes criterios:

$$L_{\text{máx}} = 1.25 \cdot b$$

$$L_{\text{máx}} = 25 \cdot h$$

$$L_{\text{máx}} = 6 \text{ m}$$

Ecuación 4 Longitud máxima de las losas

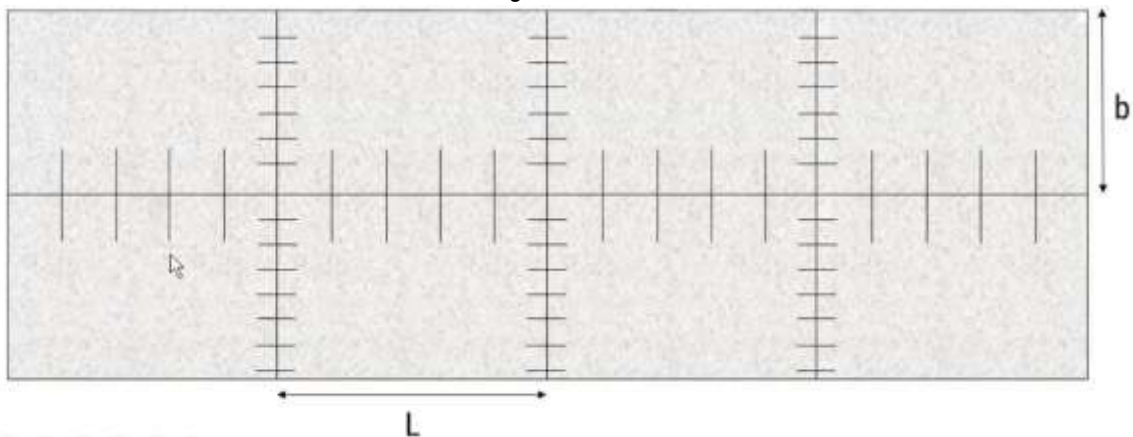


Figura 16 Longitud de losa
Fuente: : elaboración propia consultoria

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

10.RESULTADOS DEL PREDIMENCIONAMIENTO DEL ESPESOR DE LA LOSA

VARIABLES DE DISEÑO		
Tránsito ESALS	W_{18}	542489
Confiabilidad	R (%)	80
Desviación	Z_r [-]	-0.841
Error estándar	s_o [-]	0.35
Índice de serviciabilidad inicial	p_o [-]	4.2
Índice de serviciabilidad final	p_f [-]	2
Indice de serviciabilidad	ΔPSI	2.2
CBR subrasante	%	7.8
Módulo elástico	E_c [psi]	2762888
Módulo de rotura del concreto	MR [psi]	551.14
Modulo de reacción de la subrasante	K_{subr} [pci]	181.05
Modulo de reacción combinado de la plataforma	K [pci]	226.31
Coefficiente de drenaje	C_d [-]	1
Coefficiente de transferencia de carga	J [-]	3.2

CALCULOS			
Logaritmo de la variable tránsito	$\text{Log}(W_{18})$	5.7344	5.7343
D iteración de Log (W18)	5.61		

DIMENSIÓN ESTRUCTURA DE PAVIMENTO		
Espesor de losa de concreto	H_c (cm)	20.00
Espesor capa granular	H(cm)	15.00
Ancho losa	b(m)	3.00
$L_{max}=1.25*b$	L(cm)	375
$L_{max}=25*h$	L(cm)	375
L_{max} elegido	L(m)	3.00

Tabla 17 Resultados del predimensionamiento

Fuente: elaboración de consultoría

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

10.1. PASADORES

Para escoger el diámetro de los pasadores tenemos en cuenta las siguientes condiciones:

- Deben ser barras lisas con un límite de fluencia mínimo de 28 MPa
- Debe evitarse adherencia al concreto

ESPESOR DE LOSA (CM)	DIAMETRO DEL PASADOR (")	LONGITUD DEL PASADOR (CM)	SEPARACION ENTRE BARRAS (CM)
14-15	3/4	35	30.00
16-18	7/8	35	
19-20	1	35	
21-23	1 1/8	40	
24-25	1 1/4	45	
26-28	1 3/8	45	
29-30	1 1/2	50	

Tabla 18 pasadores

Fuente: Adaptado de la guía AASHTO-93 Diseño

10.2. BARRAS DE ANCLAJE

El diámetro de las barras de anclaje puede ser de 3/8"-1/2" o de 5/8" dependiendo la elección se tendrá en cuenta las siguientes condiciones:

- Las barras deben ser preferiblemente corrugada, de cambiar la barra corrugada por una lisa, la longitud debe multiplicarse por 1.5.

ACERO DE FY= 280 Mpa (40.000 psi)												
BARRA DE 3/8"					BARRA DE 1/2'				BARRA DE 5/8"			
H (CM)	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
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

Tabla 19 Barras de anclaje

Fuente: Adaptado de la guía AASHTO-93 Diseño

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

11. RESUMEN

Diseño de pavimento rígido

Módulo de rotura (Mpa)	4	Módulo elástico (Mpa)	19,049.41
Design ESALs	542,489.00	Serviciabilidad Inicial	4.20
Confiabilidad (%)	80.00	Serviciabilidad Final	2.00
Desviación Estandar	-0.841		

Diseño de espesores de pavimento

CAPA DE MATERIAL	K	Coefficiente de Drenaje (Cd)	ESPESOR (Pulg)	Coefficiente de transferencia de carga (J)	ESPESOR (cm)
------------------	---	------------------------------	----------------	--	--------------

Pavimento rígido		1.00	5.91	3.2	15.00
Base granular	226.31	1.00	7.87		20.00
Subrasante	98.5				



Figura 17. Estructura de pavimento de la predimensión
Fuente: : elaboración propia consultoría

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

Diseño de longitudes de losa

Dimensión	Longitud (m)
Ancho de losa	3.0 m
Largo de losa	3.0 m

Diseño de aceros

Elemento	Dimension	
Pasadores	Diametro pasador (")	1
	Long. Pasador (cm)	35
	Sep. Barras (cm)	30
Barras de anclaje	Diametro barra (")	1/2
	Long. barra (cm)	60
	Separ. barra (cm)	105

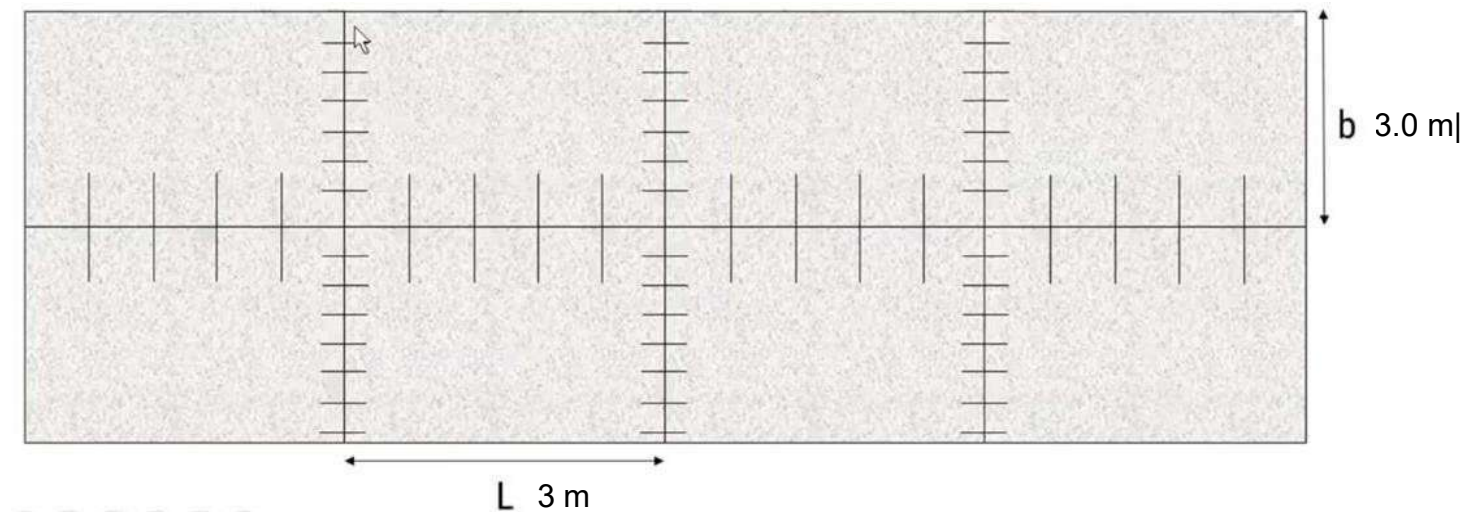


Figura 18 longitud de losa.
Fuente: elaboración propia consultoria

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

12. METODO DE LA PCA

El método de diseño de pavimento rígido desarrollado por la Portland Cement Association (PCA) es un enfoque sistemático utilizado para diseñar pavimentos de concreto que puedan soportar las cargas y las condiciones de tráfico esperadas durante su vida útil.

Criterios para considerar:

Análisis de Fatiga: Para proteger al pavimento contra la acción de los esfuerzos producidos por la acción repetida de las cargas.

Análisis de Erosión: Para limitar los efectos de la deflexión del pavimento en los bordes de las losas, juntas, esquinas y controlar así la erosión de la fundación y de los materiales de las bermas., o sea controlar.

12.1. PARAMETROS DEL METODO PCA.

Resistencia De La Capa De Apoyo De La Losa de Concreto (K). El método establece como parámetro de resistencia el valor del módulo de reacción de la capa subrasante cuando la losa va apoyada directamente sobre ella o adopta el valor del módulo de reacción del conjunto Subbase/Subrasante cuando se usan los diferentes tipos de subbase previstos en el método.

Transito: La variable se cuantifica estableciendo el espectro de cargas y el número de repeticiones de cada rango de cargas que se espera en el carril de diseño durante el periodo de diseño. Se plantea también un factor de seguridad de cargas para amplificar la magnitud de la carga representativa de cada rango.

Periodo De Diseño (T). Normalmente estas estructuras se diseñan para periodos mayores de 20 años. Este parámetro se considera en la estimación de la variable tránsito.

Resistencia Del Concreto. Con respecto a la resistencia del concreto se evalúa mediante el módulo de reacción (M_r), el cual se recomienda que esté en un rango entre 38 y 40 Kg/cm²

Tipo De Juntas y Bermas. Con el fin de realizar los análisis de fatiga y erosión el método contempla dentro de sus análisis la incidencia de la protección

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

lateral de la losa de concreto y el tipo de transmisión de cargas en las juntas

Para determinar los valores del redimensionamiento en base del método de la PCA se verificará si cumple con los criterios de análisis de fatiga y análisis de erosión.

Para realizar la verificación se hará uso de un software de cálculo ingresando los datos de redimensionamiento:

13.RESULTADOS METODO PCA

BS-PCA - DISEÑO PAVIMENTOS RIGIDOS PCA

Opciones Sensibilidad Terminar

Resistencia K del Apoyo: 875 Mpa/m

Espesor de la Losa: 200 mm

Módulo de Rotura Losa: 4 Mpa

☐ Con Bermas

☒ Con Pasadores

TRANSITO

Tn

Factor de Seguridad Carga: 1

Factor de Mayoración de Repeticiones: 1

Ejes Sencillos Ejes Tandem Ejes Tridem

Total Consumo Esfuerzo (%): 1000

Total Consumo Erosión (%): 53,2839

Cargar

Guardar

Calcular

Imprimir

Salir

Figura 19 Resultado software calculo PCA
Fuente: Software Universidad del cauca

Teniendo en cuenta las condiciones iniciales el espesor no cumplirá con el consumo de esfuerzo mínimo, debido a las cargas que estará sometida con los vehículos pesados específicamente como se mostrará en el siguiente resumen

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

DISEÑO PAVIMENTOS RIGIDOS - METODO PCA UNIVERSIDAD DEL CAUCA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Software : BS-PCA

Datos :

Resistencia K del Apoyo : 63 PCI (lb/pulg3)
Espesor Losa : 150 mm
Modulo de Rotura : 4 Mpa
Bermas : NO
Pasadores : SI
Factor de Seguridad Cargas : 1
Factor de Mayoración Repeticiones : 1

Resultados :

Carga Tn	Carga FS kN	Repeticiones Esperadas	Repeticiones Admisib_Fatiga	Consumo Fatiga %	Repeticiones Admisi_Erosion	Consumo Erosion %
-------------	-------------------	---------------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------	-------------------------

EJES SIMPLES

Esfuerzo Equivalente: 0,0 Factor Esfuerzo: 0,0000 Factor Erosion: 0,0000

2,50	24,50	56.141	Inf	0,00	Inf	0,00
4,00	39,20	33.278	Inf	0,00	1.244.029.233	0,00
6,00	58,80	115.499	30.841	374,50	8.145.708	1,42
6,00	58,80	89.419	30.841	289,94	8.145.708	1,10
11,00	107,80	92.552	0	2014,33	210.007	44,07

EJES TANDEM

Esfuerzo Equivalente: 0,0 Factor Esfuerzo: 0,0000 Factor Erosion: 0,0000

21,00	205,80	12.532	11	1323,92	107.478	11,66
22,00	215,60	16.681	4	5066,09	82.748	20,16

EJES TRIDEM

Esfuerzo Equivalente: 0,0 Factor Esfuerzo: 0,0000 Factor Erosion: 0,0000

Total :	1000,00	78,41
---------	---------	-------

Figura 20 Hoja de cálculo software PCA
Fuente: Software Universidad del cauca

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

Por tanto, se recomienda aumentar el espesor del pavimento, para reducir la cantidad de esfuerzo a la que este será sometido y se realiza nuevamente la comprobación mediante el software Teniendo en cuenta los resultados se mostrará un resumen final con los datos especificados.

The screenshot shows the 'BS-PCA - DISEÑO PAVIMENTOS RIGIDOS PCA' software window. It features a menu bar with 'Opciones', 'Sensibilidad', and 'Terminar'. The main interface is divided into input fields, calculation buttons, and a results section. Input fields include 'Resistencia K del Apoyo' (63 Mpa/m), 'Espesor de la Losa' (200 mm), and 'Módulo de Rotura Losa' (4 Mpa). There are checkboxes for 'Con Bermas' and 'Con Pasadores'. A 'TRANSITO' section includes a dropdown for 'Tn' and input fields for 'Factor de Seguridad Carga' (1) and 'Factor de Mayoración de Repeticiones' (1). Three buttons are available: 'Ejes Sencillos', 'Ejes Tandem', and 'Ejes Tridem'. On the right, there are buttons for 'Cargar', 'Guardar', 'Calcular', 'Imprimir', and 'Salir'. The results section at the bottom shows 'Total Consumo Esfuerzo (%)' as 95.2087 and 'Total Consumo Erosión (%)' as 4.4962.

Parameter	Value
Resistencia K del Apoyo	63 Mpa/m
Espesor de la Losa	200 mm
Módulo de Rotura Losa	4 Mpa
Factor de Seguridad Carga	1
Factor de Mayoración de Repeticiones	1
Total Consumo Esfuerzo (%)	95.2087
Total Consumo Erosión (%)	4.4962

Figura 21 Resultado software PCA
Fuente: Software Universidad del Cauca

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

DISEÑO PAVIMENTOS RIGIDOS - METODO PCA UNIVERSIDAD DEL CAUCA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Software : BS-PCA

Datos :

Resistencia K del Apoyo : 63 Mpa/m
Espesor Losa : 200 mm
Modulo de Rotura : 4 Mpa
Bermas : NO
Pasadores : SI
Factor de Seguridad Cargas : 1
Factor de Mayoración Repeticiones : 1

Resultados :

Carga Tn	Carga FS kN	Repeticiones Esperadas	Repeticiones Admisib_Fatiga	Consumo Fatiga %	Repeticiones Admisi_Erosion	Consumo Erosion %
-------------	-------------------	---------------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------	-------------------------

EJES SIMPLES

Esfuerzo Equivalente: 0,0 Factor Esfuerzo: 0,0000 Factor Erosion: 0,0000

2,50	24,50	56.141	Inf	0,00	Inf	0,00
4,00	39,20	33.278	Inf	0,00	Inf	0,00
6,00	58,80	115.499	Inf	0,00	Inf	0,00
6,00	58,80	89.419	Inf	0,00	Inf	0,00
11,00	107,80	92.552	97.643	94,79	3.391.851	2,73

EJES TANDEM

Esfuerzo Equivalente: 0,0 Factor Esfuerzo: 0,0000 Factor Erosion: 0,0000

21,00	205,80	12.532	42.555.720	0,03	1.957.804	0,64
22,00	215,60	16.681	4.238.940	0,39	1.479.568	1,13

EJES TRIDEM

Esfuerzo Equivalente: 0,0 Factor Esfuerzo: 0,0000 Factor Erosion: 0,0000

Total :	95,21	4,50
---------	-------	------

Figura 22 Hoja de cálculo software PCA
Fuente: Software Universidad del cauca

14. ESFUERZO Y DEFLEXIONES EN PAVIMENTO RIGIDO

14.1. ESFUERZO POR ALABEO

El alabeo consiste en la tendencia de la losa a doblarse de manera curva o convexa, debido a la temperatura entre a cara superior e inferior de la losa. El alabeo diurno sucede cuando la temperatura de la parte superior de la losa es mayor que la parte inferior, por lo que tiene a expandirse con respecto al eje neutro, mientras que la parte inferior tiende a contraerse. La losa asume entonces una curvatura en forma de cresta.

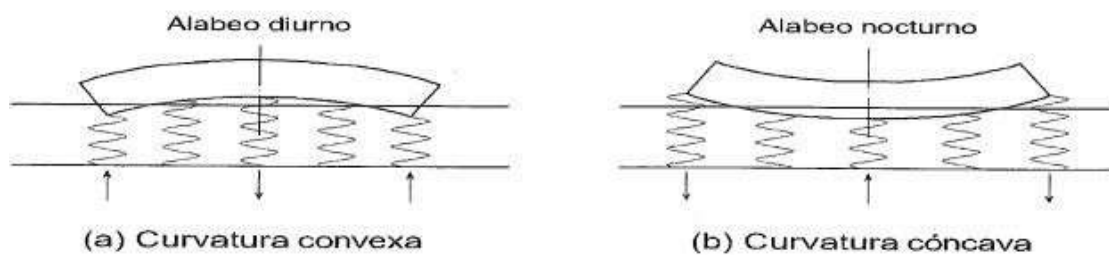


Figura 23 esfuerzo por alabeo

fuelle: mecánica de pavimentos principios básicos

14.2. ESFUERZO A LOSAS DEBIDO A CARGAS EXTERNAS

Los métodos para hallar los esfuerzos y deflexiones en pavimento rígidos pueden ser por: formulas o método empírico mecanísticos, programas computacionales de elementos finitos.

14.2.1. Carga en la esquina de la losa de concreto

Ofrece una solución exacta cuando la carga se concentra realmente cerca de la esquina de la losa

Figura 94. Losa sujeta a una carga en la esquina.

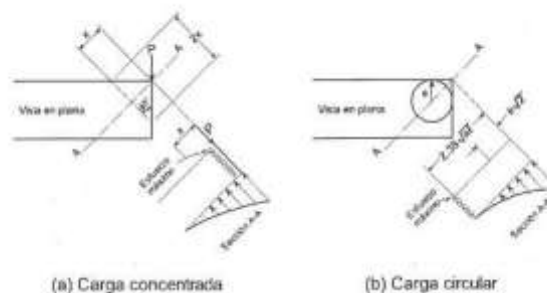


Figura 24 carga concentrada en la esquina de la losa

fuelle: mecánica de pavimentos principios básicos

14.2.2. Esfuerzos en el borde de la losa de concreto

Es el esfuerzo máximo y la deflexión producida por áreas de carga elípticas semi elípticas colocadas en el borde de la losa.

14.3. ESFUERZOS DEBIDO A LA FRICCIÓN

Debido a la fricción entre losa y la fundación se generan esfuerzos de tensión en el concreto, en el acero de refuerzo y en las barras de unión. Para pavimentos planos el espaciamiento entre juntas debe ser tal que los esfuerzos de fricción no fisuren el concreto

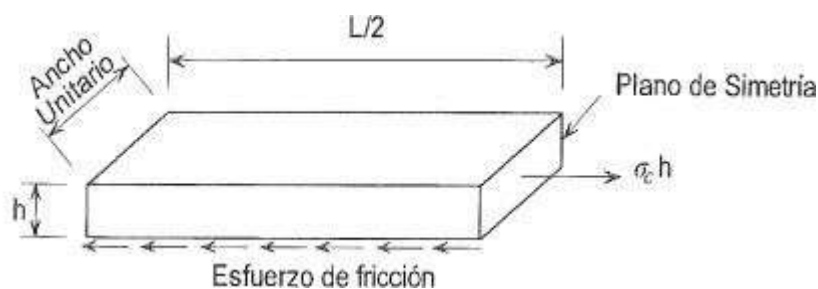


Figura 25 esfuerzo debido a la fricción
fuente: mecánica de pavimentos principios básicos

14.4. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad indica que las cargas en el tránsito son uno de los principales factores que intervienen en la losa de concreto hidráulico en esfuerzos y deformaciones según el número de repeticiones de carga, a falla por fatiga de la estructura de pavimento.

15. CÁLCULO DE ESFUERZOS EN LA LOSA DE CONCRETO

Para el cálculo de los esfuerzos inducidos por las cargas vehiculares se empleará un camión estándar, con las siguientes características:

- Carga por llanta: 9000lb
- Presión de inflado de la rueda: 5,92 kg/cm²
- Radio de rueda: 10,5 cm o 4,13 in.
- Relación de poisson del concreto: U: 0.15

Los parámetros empleados son los anteriormente mencionados para el diseño de la PCA.

- Módulo de rotura 4 Mpa.
- Modulo elástico del concreto 2762882.61 PSI.
- Módulo de reacción de la subrasante K: 226.36 pci.

15.1. Esfuerzos de tensión y deflexiones en losas de 3.00x2.5 mts

Esfuerzos de tensión y deflexiones en la esquina de una losa

Para ello, se emplean la formulación de Westergaard y Loannides, donde los esfuerzos dependen de: el radio de la rueda sobre la esquina, la longitud de rigidez relativa y el espesor de la losa, y la carga en cuestión.

Metodología	σ_e calculado (psi)	σ máximo (psi)	Consumo (%)
σ Westergaard (psi)	262.322	580.152	45.216%
σ Loannides (psi)	266.100		45.867%
Metodología	Δe calculada (psi)	Δe máxima (psi)	Consumo (%)
Δ Westergaard (in)	0.049	0.508	9.642%
Δ Loannides (in)	0.055		10.789%

Tabla 20 Resultado de esfuerzo y deflexiones en la esquina de una losa. (h=20 cm)

fuentes: elaboración propia consultoría

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

15.2. Esfuerzos de tensión y deflexiones en el interior de una losa

En este cálculo se emplean los factores anteriormente descritos con la metodología de Westergaard. Este punto se encuentra justo en el centro de la losa de concreto.

Metodología	σ calculado (psi)	σ máximo (psi)	Consumo (%)
σ Westergaard (psi)	199.071	580.152	34.314%
Metodología	Δe calculada (psi)	Δe máxima (psi)	Consumo (%)
Δ Westergaard (in)	0.007	0.508	1.308%

Tabla 21 Resultado de esfuerzos y deflexiones en el interior de una losa. ($h=20$ cm).

fuelle: elaboración propia consultoría

15.3. Esfuerzos de tensión y deflexiones en el borde de una losa

Se aclara que este cálculo se realiza en el punto central del borde de la longitud mayor de la losa.

Metodología	σ calculado (psi)	σ máximo (psi)	Consumo (%)
σ Westergaard (psi)	301.506		51.970%
-			
σ Loaniddes cir (psi)	389.261	580.152	67.096%
σ Loaniddes semcir (psi)	462.186		79.666%
Metodología	Δe calculada (psi)	Δe máxima (psi)	Consumo (%)
Δ Loaniddes cir (in)	0.020		3.994%
Δ Loaniddes semcir (in)	0.022	0.508	4.321%

Tabla 22 Resultado de esfuerzos y deflexiones en el borde de una losa. ($h=20$ cm).

fuelle: elaboración propia consultoría

15.4. Esfuerzos de tensión por fricción de una la losa

Los cambios de los gradientes de temperatura generan desplazamientos en las caras superiores e inferiores de la losa rígida, esta última, al estar restringida con la capa inferior (subbase granular) se generan sobre esfuerzos en las caras. Este no depende del espesor de la losa, pero sí de la longitud de esta.

Dirección	σ calculado (psi)	σ máximo (psi)	Consumo (%)
σ_x	7.70		1.327%
		580.152	
σ_y	6.42		1.106%

Tabla 23 Resultado de esfuerzo y deflexiones debido a la fricción

fuelle: elaboración propia consultoría

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

15.5. Esfuerzos de tensión en el interior por alabeo de la losa

Debido a cambios de temperatura que se generan, a lo largo del día y de la noche, las losas de concreto sufren deflexiones por temperatura axiales, perpendiculares y horizontales a ellas. La temperatura que se empleará en los cálculos será la máxima registrada en la región (35°C) y la temperatura promedio diario (26,5°C).

Dirección	σ calculado (psi)	σ máximo (psi)	Consumo (%)
σ_x	233.55	580.152	40.257%
σ_y	173.60		29.923%

*Tabla 24 Resultado de esfuerzos de tensión en el interior de la losa por alabeo
fuente: elaboración propia consultoría*

15.6. Esfuerzos de tensión en el borde por alabeo de la losa

Dirección	σ calculado (psi)	σ máximo (psi)	Consumo (%)
σ_x	207.51	580.152	35.768%
σ_y	138.57		23.885%

*Tabla 25 Resultado de esfuerzos de tensión en el borde por alabeo de la losa.
fuente: elaboración propia consultoría*

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

15.7. Análisis de sensibilidad por variación de carga para losas de 3.0X2.5 mts

En busca de conocer cómo se comportará el pavimento ante diferentes cargas vehiculares, se realizan análisis de sensibilidad con las condiciones ya conocidas para el proyecto.

P (lb)	σ_e (psi)	σ_i (psi)	σ_b (psi)	Δe (in)	Δi (in)	Δb (in)
5000	147.833	110.595	256.770	0.030	0.004	0.012
6000	177.400	132.714	308.124	0.037	0.004	0.015
7000	206.967	154.833	359.478	0.043	0.005	0.017
8000	236.533	176.952	410.832	0.049	0.006	0.020
9000	266.100	199.071	462.186	0.055	0.007	0.022
10000	295.667	221.190	513.540	0.061	0.007	0.024
11000	325.233	243.309	564.894	0.067	0.008	0.027
12000	354.800	265.428	616.248	0.073	0.009	0.029
13000	384.367	287.547	667.602	0.079	0.010	0.032
14000	413.933	309.666	718.956	0.085	0.010	0.034
15000	443.500	331.785	770.309	0.091	0.011	0.037
16000	473.067	353.905	821.663	0.097	0.012	0.039
17000	502.633	376.024	873.017	0.104	0.013	0.041
18000	532.200	398.143	924.371	0.110	0.013	0.044
19000	561.767	420.262	975.725	0.116	0.014	0.046
20000	591.333	442.381	1027.079	0.122	0.015	0.049

Tabla 26 resultado de análisis de sensibilidad por variación de carga.
fuente: elaboración propia consultoría

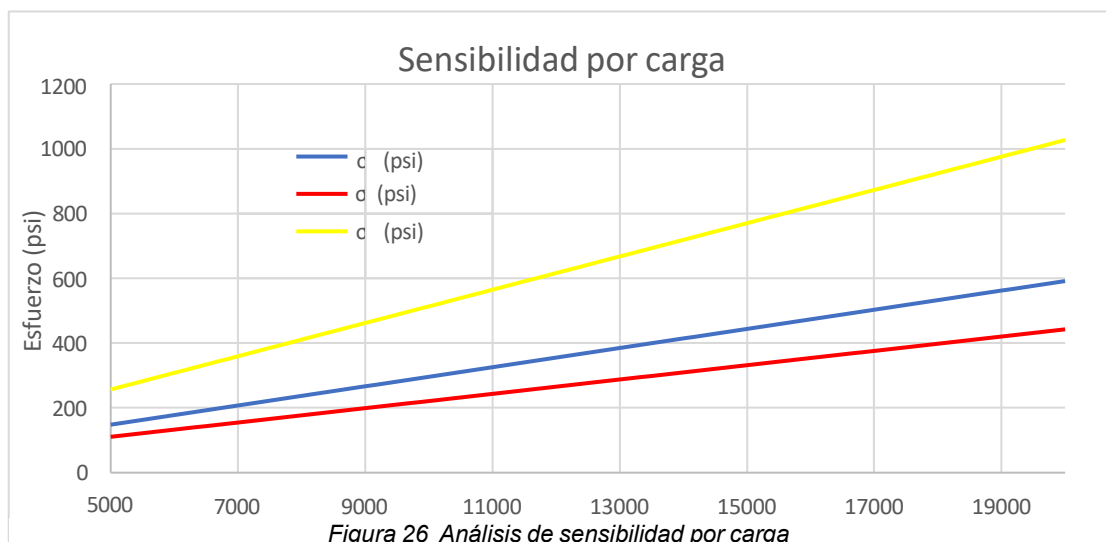


Figura 26 Análisis de sensibilidad por carga
fuente: elaboración propia consultoría

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

15.8. Análisis de sensibilidad por espesor de losa variante 3.0X2.5 mts

Del mismo modo, son calculados los esfuerzos y deflexiones generadas en la losa variando el espesor de esta.

h (in)	σ_e (psi)	σ_i (psi)	σ_b (psi)	Δ_e (in)	Δ_i (in)	Δ_b (in)
6.00	412.165	314.869	726.842	0.079	0.010	0.033
7.00	322.640	242.989	562.782	0.064	0.008	0.026
7.87	266.100	199.071	462.186	0.055	0.007	0.022
8.00	259.185	193.770	450.021	0.054	0.006	0.021
9.00	212.710	158.490	368.945	0.046	0.005	0.018
10.00	177.699	132.281	308.553	0.039	0.005	0.015
11.00	150.685	112.242	262.272	0.035	0.004	0.013
12.00	129.412	96.553	225.965	0.031	0.004	0.012
13.00	112.362	84.025	196.920	0.027	0.003	0.011
14.00	98.487	73.851	173.295	0.025	0.003	0.009
15.00	87.044	65.469	153.801	0.022	0.003	0.009
16.00	77.495	58.475	137.515	0.020	0.002	0.008
17.00	69.445	52.575	123.760	0.019	0.002	0.007
18.00	62.593	47.550	112.029	0.017	0.002	0.007
19.00	56.713	43.231	101.939	0.016	0.002	0.006
20.00	51.629	39.491	93.192	0.015	0.002	0.006
21.00	47.204	36.230	85.557	0.014	0.002	0.005
22.00	43.327	33.367	78.851	0.013	0.001	0.005
23.00	39.912	30.840	72.925	0.012	0.001	0.005

Tabla 27 Resultado análisis de sensibilidad por variación de espesor de losa
fuente: elaboración propia consultoría

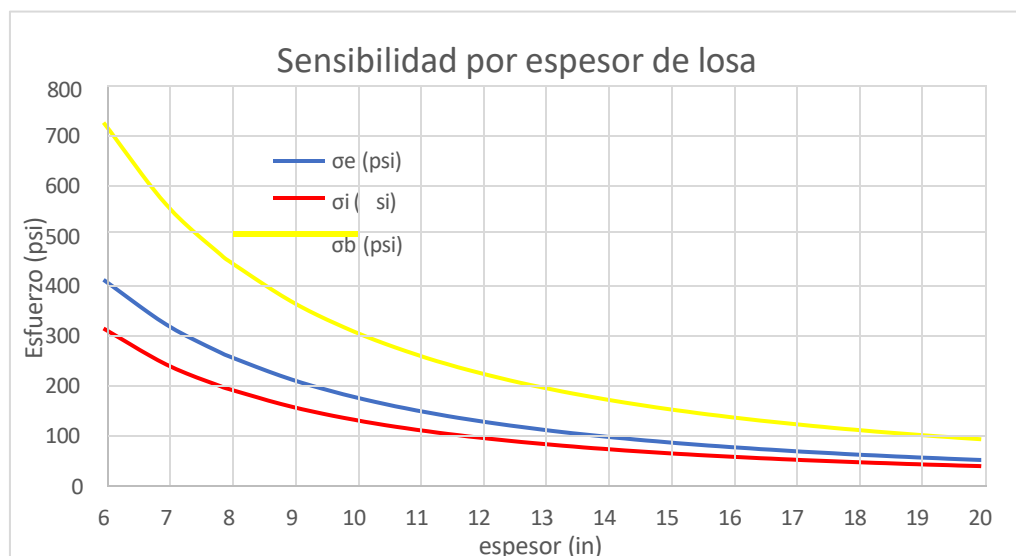


Figura 27 Análisis de sensibilidad por espesor de losa
fuente: elaboración propia consultoría

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

15.9. Análisis de sensibilidad por módulo de reacción de la subrasante para losas de 3.0X2.4 mts

Por último, se verifica como cambian los esfuerzos con respecto a una variación del módulo de reacción de la subrasante.

k (PCI)	σ_e (psi)	σ_i (psi)	σ_b (psi)	Δe (in)	Δi (in)	Δb (in)
60.00	302.108	225.523	527.991	0.112	0.013	0.043
80.00	295.020	219.792	513.695	0.096	0.011	0.037
100.00	289.263	215.346	502.619	0.085	0.010	0.033
120.00	284.385	211.714	493.580	0.077	0.009	0.030
140.00	280.134	208.643	485.944	0.071	0.008	0.028
160.00	276.355	205.983	479.334	0.066	0.008	0.026
180.00	272.945	203.637	473.509	0.062	0.007	0.025
200.00	269.833	201.538	468.301	0.059	0.007	0.023
220.00	266.967	199.639	463.593	0.056	0.007	0.022
225.79	266.177	199.122	462.310	0.055	0.007	0.022
240.00	264.307	197.906	459.297	0.053	0.006	0.021
226.36	266.100	199.071	462.186	0.055	0.007	0.022
260.00	261.823	196.311	455.348	0.051	0.006	0.020
280.00	259.490	194.835	451.693	0.049	0.006	0.020
300.00	257.291	193.460	448.292	0.047	0.006	0.019
320.00	255.209	192.175	445.112	0.045	0.006	0.018
340.00	253.231	190.967	442.126	0.044	0.005	0.018
360.00	251.346	189.828	439.312	0.042	0.005	0.017
380.00	249.546	188.751	436.652	0.041	0.005	0.017
400.00	247.821	187.729	434.128	0.040	0.005	0.016
420.00	246.166	186.757	431.729	0.039	0.005	0.016

Tabla 28 Resultado de análisis de sensibilidad por variación de módulo de reacción de la subrasante K.
fuente: elaboración propia consultoría

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

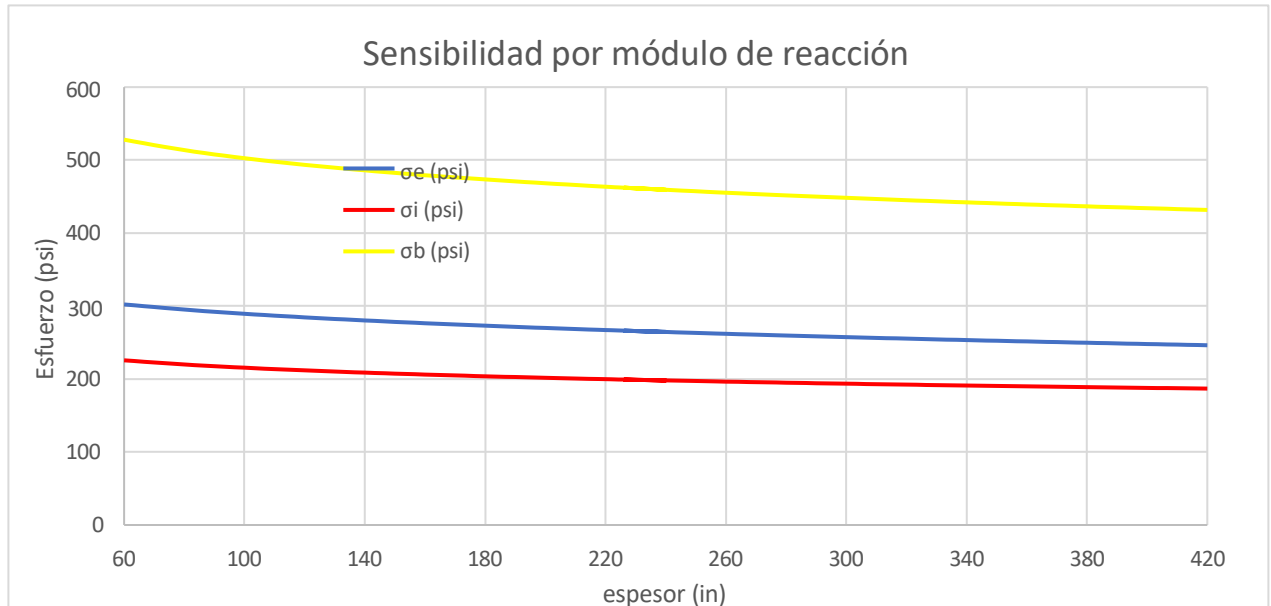


*Figura 29 análisis de sensibilidad por módulo de reacción K
fuente: elaboración propia consultoría*

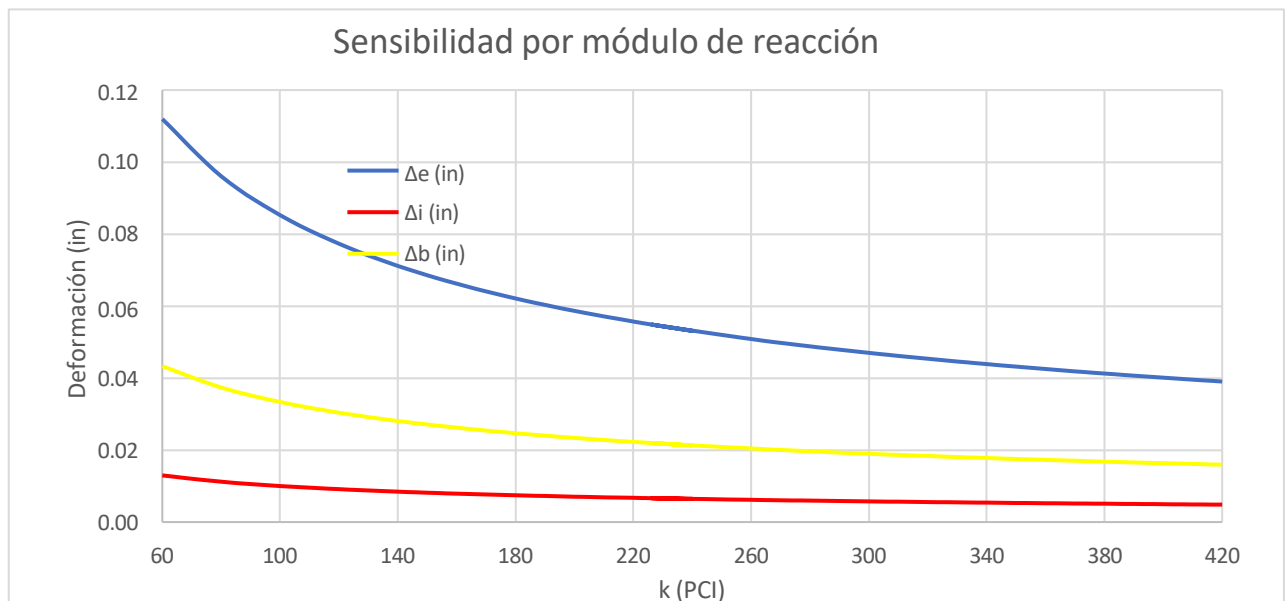


*Figura 28 análisis de sensibilidad por módulo de reacción K
fuente: elaboración propia consultoría*

16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Lo anterior se da después de un análisis bajo el software PC Acálculo, dado que el manual de Diseño de Pavimentos de concreto guarda un margen de seguridad alto, haciendo que estructuras queden sobredimensionadas a la realidad.
- ✓ El redimensionamiento por el método de la AASHTO 93 nos dio como resultado un pavimento con espesor de 15 cm, sin embargo, al comprobar por el método de la PCA los análisis de esfuerzo en un periodo de 20 años eran superior al 100%, por tanto, el diseño óptimo para la calidad y durabilidad del pavimento se determina en 20 cm de espesor.
- ✓ Se puede observar que los resultados de esfuerzos y deflexiones de la losa para el periodo de diseño cumplen con los criterios de los diferentes tipos de esfuerzos y deformaciones que se puedan presentar en una losa.
- ✓ La estructura de pavimento recomendada se basa en las recomendaciones geotécnicas tanto para la subbase como para el respectivo mejoramiento de la subrasante.
- ✓ En este estudio se presentan esquemas básicos de juntas en pavimentos para sitios especiales, sin embargo, pueden suceder situaciones no previstas que pueden ser consultadas.
- ✓ El control de calidad para el concreto hidráulico puede efectuarse con viga Benkelman, de tal forma que, si suceden desviaciones muy grandes, estas pueden disminuirse incrementando los espesores de las capas granulares como una medida de garantizar estabilidad de la estructura diseñada.
- ✓ Es importante que tanto el constructor, como el interventor analicen el presente informe en su totalidad, con el fin de verificar las condiciones y consideraciones bajo las cuales fueron elaborados los diseños, sin embargo, si las condiciones cambian durante la etapa constructiva, el consultor estará en disponibilidad de atender las inquietudes y formular propuestas como soluciones a los problemas planteados.

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

17. BIBLIOGRAFÍA

- MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS EN CONCRETO PARA VÍAS CON BAJOS, MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO, del Instituto Nacional de Vías.
- GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE CARRETERAS, adoptada mediante Resolución No.002658 del 27 de julio de 2002 del INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS.
- AASHTO. "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES 1993" American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993.
- PAVIMENTOS, MATERIALES, CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO, Eco Ediciones, 2015, Hugo Alexander Rendon Quintana.

Software PCA cálculo Universidad del Cauca.

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

CARTA DE RESPONSABILIDAD

CERETE, JUNIO de 2026

REFERENCIA: "CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS DIFERENTES SECTORES DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CERETÉ, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA"

Yo, **DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS** realice el diseño geométrico del proyecto de referencia y asumo toda la responsabilidad por el alcance de este. Informe requerido para la: "CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LOS DIFERENTES SECTORES DE LA ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE CERETÉ, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA". Siempre y cuando el constructor cumpla las recomendaciones dichas en el presente informe.

Cualquier modificación al diseño geométrico, únicamente con mi autorización directa.



DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.



Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2024-2907434

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que DAVID ANTONIO PEREZ HOYOS, identificado(a) con Cedula de Ciudadanía 1066741113, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 22202-333101 desde el 10 de Junio de 2016, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 719.
2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**
4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los siete (07) días del mes de Agosto del año dos mil veinticuatro (2024).

Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firma del titular (*)

(*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas, la falta de firma del titular no invalida el Certificado.

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.

Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA - COPNIA

Calle 78 N° 9 - 57 - Teléfono: 322 0191 - Bogotá D.C.

e-mail: contactenos@copnia.gov.co

DAVID ANTONIO PÉREZ HOYOS

Ingeniero Civil - Universidad De Sucre

Especialista en vías y transportes -Universidad Del Sinú

Tarjeta Profesional No 22202-333101 COR.

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO **1.066.741.113**
PEREZ HOYOS

APELLIDOS
DAVID ANTONIO

NOMBRES
David Pérez

FIRMA



Powered by CamScanner



FECHA DE NACIMIENTO **25-ENE-1993**

PLANETA RICA
(CORDOBA)

LUGAR DE NACIMIENTO

1.82 **O+** **M**
ESTATURA G.S. RH SEXO

08-FEB-2011 PLANETA RICA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

INDICE DERECHO

REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SANCHEZ TORRES



P-1302800-00288332-M-1066741113-20110401 0026505962A 1 36347950

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que DAVID ANTONIO PEREZ HOYOS, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1066741113, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 22202-333101 desde el 10 de Junio de 2016, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 719.
2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.
3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**
4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los dieciseis (16) días del mes de Septiembre del año dos mil veintiseis (2026).

Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado.
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.