

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:	
				Y&V	
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	
1		Aprobado	18/08/2026	SCE	

DISEÑO DEL PAVIMENTO

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA
URBANA EN LA
URBANIZACIÓN LAURELES
DEL MUNICIPIO DE ARAUCA,
DEPARTAMENTO DE ARAUCA"

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:		
				ALING SAS		
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:		
				Y&V		
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:		Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026		SCE

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	9
2	OBJETIVOS.....	10
2.1	OBJETIVO GENERAL	10
2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	10
3	ALCANCES	11
4	UBICACIÓN DEL PROYECTO	11
4.1	LOCALIZACIÓN ESPECIFICA	13
4.1.1	TRAMO DE INTERVENCIÓN	13
5	CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS	13
5.1	ASPECTOS TECNICOS.....	15
5.1.1	Ventajas.....	15
5.1.2	Calidad de los Agregados	17
5.1.3	Sub rasante y clima	17
5.2	ASPECTOS ECONOMICOS.....	18
5.2.1	Costos de construcción y conservación	18
5.2.2	Otros Factores.....	18
5.2.3	Evaluación técnica de alternativas de mejoramiento vial	19
6	FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO	31
6.1	DIAGNOSTICO INICIAL.....	31
6.2	TRANSITO VEHICULAR	34
6.3	PERIODO DE DISEÑO.....	37
6.4	CLASIFICACIÓN DE MATERIAL GRANULAR	38
7	LA SUBRASANTE	38
8	CONDICIÓN CLIMÁTICA E HIDROLOGICA DE LA ZONA	41
8.1	TEMPERATURA.....	44
8.2	OBRAS DE DRENAJE PROPUESTAS.....	45
9	VELOCIDAD DE DISEÑO	47

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		ALING SAS	
		Informe de diseño de pavimento	Rev.	Revisó:	
			1	Y&V	
			Estado	Aprobó:	
			Aprobado	SCE	
			Fecha:		
			18/08/2026		

10	DISEÑO DE PAVIMENTO MEDIANTE METODOLOGIA DEL MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PARA VIAS CON BAJOS, MEDIOS Y ALTOS VOLUMENS DE TRANSITO.....	47
10.1	METODOLOGÍA	48
10.2	CRITERIOS DE DISEÑO	48
10.2.1	Tránsito	48
10.2.2	Características Suelo y Subrasante	49
10.2.3	Material de soporte.....	51
10.2.4	Características del concreto para pavimentos.....	51
10.2.5	Transferencia de cargas entre losas y confinamiento lateral ..	53
10.3	RESUMEN DE VARIABLES ENCONTRADAS DENTRO DE LOS ANÁLISIS DE DISEÑO DE PAVIMENTO.....	54
10.4	CARTAS DE DISEÑO ESPESOR DE LA LOSA	54
10.5	ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO RIGIDO DEFINIDAS METODOLOGIA 1	56
10.6	SELECCIÓN DE LOS PASADORES DE CARGA	57
10.7	BARRAS DE TRANSFERENCIA	58
11	DISEÑO DEL PAVIMENTO METODO AASTHO 93	60
11.1	METODOLOGÍA	60
11.2	CRITERIOS DE DISEÑO	61
11.2.1	Tránsito	61
11.2.2	Características Suelo y Subrasante	62
11.2.3	Material de soporte.....	64
11.2.4	Características del concreto para pavimentos.....	64
11.2.5	Confiablebilidad	65
11.2.6	Desviación normal estándar	66
11.2.7	Serviciabilidad.....	67
11.2.8	Coeficiente de drenaje:	68
11.2.9	MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE (K):.....	69
11.2.10	Modulo elástico (Mpa) - (Ec):.....	70

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		ALING SAS	
		Informe de diseño de pavimento	Rev.	Revisó:	
			1	Y&V	
			Estado	Aprobó:	
			Aprobado	SCE	
			Fecha:		
			18/08/2026		

11.2.11	Coeficiente de transferencia de carga (J)	70
11.2.12	Transferencia de cargas entre losas y confinamiento lateral	71
11.3	RESUMEN DE VARIABLES ENCONTRADAS DENTRO DE LOS ANÁLISIS DE DISEÑO DE PAVIMENTO.....	72
11.4	DISEÑO ESPESORES DE LA LOSA.....	73
11.5	ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO RIGIDO DEFINIDAS METODOLOGIA	274
11.6	SELECCIÓN DE LOS PASADORES DE CARGA	76
11.7	BARRAS DE TRANSFERENCIA	77
12	DISEÑO DE GEOTEXTIL	78
12.1	DISEÑO DE GEOTEXTIL PARA SEPARACIÓN DE SUBRASANTE Y CAPA DE MEJORAMIENTO	79
12.1.1	RESISTENCIA A LA TENSIÓN (GRAB)	81
12.1.2	RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO	83
12.1.3	CRITERIO DE RETENCIÓN (TAA)	85
12.1.4	CRITERIO DE PERMEABILIDAD.....	86
12.1.5	CRITERIO DE SUPERVIVENCIA.....	87
12.1.6	SELECCIÓN DEL GEOTEXTIL POR MÉTODO MANUAL	88
12.2	MÉTODO SOFTWARE	88
12.2.1	SELECCIÓN DE LA FUNCIÓN DEL GEOTEXTIL	88
12.2.2	PARAMETROS DE DISEÑO	89
12.2.3	RESULTADOS	90
12.3	SELECCIÓN DE TIPO GEOTEXTIL	91
13	ANÁLISIS ECONOMICO DE ALTERNATIVAS	91
13.1	Análisis económico Alternativa 1. Pavimento Rígido	93
13.2	Análisis económico Alternativa 2. Pavimento Rígido	93
14	RECOMENDACIONES MODULACIÓN DE LOSAS Y LOSAS IRREGULARES	95
14.1	Juntas de construcción.....	96
14.2	Juntas de retracción o contracción	96

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		ALING SAS	
		Informe de diseño de pavimento	Rev.	Revisó:	
				Y&V	
			Estado	Fecha:	Aprobó:
			1	Aprobado	18/08/2026
					SCE

14.3	Juntas de expansión o aislamiento	97
14.4	Juntas longitudinales.....	98
14.4.1	Vías de doble sentido	99
14.5	Juntas transversales.....	100
14.6	Umbrales de corte de losas.....	102
14.7	Refuerzo de losas irregulares o presencia de estructuras drenaje-pozos	103
15.	CONTROLES ESPECIALES EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA MEZCLA NUEVA.....	112
16.	ENSAYOS DE LABORATORIO DE CONTROL A LA MEZCLA PRODUCIDA.....	114
17.	ENSAYOS DE CONTROL A LOS MATERIALES GRANULARES	114
18.	EQUIPOS RECOMENDADOS.....	115
19.	MEDIDAS ESPECIALES EN SITUACIONES AMBIENTALES ADVERSAS.....	117
20.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118
21.	BIBLIOGRAFIA	122

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ubicación Área de intervención	12
Ilustración 2 Localización área específica de intervención.....	13
Ilustración 3 Corte típico de un pavimento rígido.....	14
Ilustración 4 Registro estado actual área intervención	31
Ilustración 5: Tráfico vehicular.....	34
Ilustración 6: Distribución modal.....	35
Ilustración 7: Porcentaje de camiones	36
Ilustración 8: Resultados generales del estudio de Transito	36
Ilustración 9 Clasificación subrasante.....	40
Ilustración 10: Variación de Temperatura en Arauca, Arauca.....	45
Ilustración 11 Plano red Pluvial-Sumideros.....	46
Ilustración 12 Valores de la velocidad de diseño en función de la categoría de la carretera	47
Ilustración 13. Parámetros y rangos contemplados en las cartas de diseño.....	55
Ilustración 14 Mapa conceptual de la metodología	61
Ilustración 15 Sección transversal de una estructura de pavimento sin y con geotextil para separación	80
Ilustración 16: Resistencia a la tensión.....	81
Ilustración 17: Punzonamiento causado por una partícula sobre el geotextil	83
Ilustración 18: Selección de la función del geotextil.....	89
Ilustración 19 Parámetros de diseño y tipo de suelo de subrasante	90
Ilustración 20: Resultado de geotextil por método software	90
Ilustración 21 Base de referencia evaluación económica de alternativas ..	92
Ilustración 22 Datos cantera Coovolsa	94
Ilustración 23 Plano de Localización cantera Coovolsa	95
Ilustración 24: Juntas de expansión en las intersecciones y cerca de algún obstáculo.....	98
Ilustración 25 Junta longitudinal para sección carril 3.50.....	99
Ilustración 26 Esquema longitud máxima de modulación losas concreto.	100
Ilustración 27 Longitud Máxima modulación.....	101
Ilustración 28 Recomendaciones de modulación losas según los anchos de carril del proyecto	101
Ilustración 29 Detalle refuerzo de losas y distribución de juntas si hay pozos de inspección	104
Ilustración 30 Detalle de refuerzo losas irregulares por geometría	105
Ilustración 31 Sección típica de diseño ancho vía 7m	106

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		ALING SAS	
		Informe de diseño de pavimento	Rev.	Revisó:	
			1	Y&V	
			Estado	Aprobó:	
			Aprobado	SCE	
			Fecha:		
			18/08/2026		

Ilustración 32 Sección típica de diseño ancho vía 6.80m	107
Ilustración 33 Sección típica de diseño ancho vía 3.50m	108
Ilustración 34 Sección sumideros y losa de concreto	110
Ilustración 35 Características geométricas de las vías internas Urbanización Laureles	111
Ilustración 36 Granulometrías para el agregado grueso en losas de concreto hidráulico	112
Ilustración 37 Requisitos del agregado grueso para losas de concreto hidráulico	113
Ilustración 38 Criterios de diseño para la mezcla de concreto en pavimentos de concreto hidráulico	114
Ilustración 39	115
Ilustración 40 Equipos mínimos propuestos para la colocación del concreto	116

LISTA DE TABLAS

Tabla 4 Matriz para el análisis de Alternativa de Mejoramiento vial.....	23
Tabla 5 - Valores de alternativas	29
Tabla 1: Resultados totales de aforos	35
Tabla 2. Categorías de tránsito para la selección de espesores.	37
Tabla 3: Selección del tipo de base	38
Tabla 4 CBR Tramo de intervención.....	39
Tabla 5 Resultados Método IVANOV para los CBR de los apiques.	40
Tabla 6 Resumen transito corredor de estudio	49
Tabla 7 Resumen condiciones geotécnicas corredor de estudio	50
Tabla 8 Características de los materiales.....	50
Tabla 9. Clasificación de los materiales de soporte para el pavimento de concreto.	51
Tabla 10 Resistencia que debe alcanzar el concreto	53
Tabla 11. Denominación del sistema de transferencia de cargas y confinamiento lateral.	54
Tabla 12 Variables de diseño.....	54
Tabla 13 Alternativas Metodología INVIAS.....	56
Tabla 14. Selección de los pasadores de carga.	58
Tabla 15. Separación barras de anclaje para sección transversal con bordillo en los dos costados.	59
Tabla 16 Resumen transito corredor de estudio	61
Tabla 17 Resumen condiciones geotécnicas corredor de estudio	62

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		ALING SAS	
		Informe de diseño de pavimento	Rev.	Revisó:	
				Y&V	
			Estado	Aprobó:	
			1	SCE	
			Aprobado		
				18/08/2026	

Tabla 18 Características de los materiales.....	63
Tabla 19. Clasificación de los materiales de soporte para el pavimento de concreto.	64
Tabla 20 Resistencia que debe alcanzar el concreto	65
Tabla 21 Niveles de confiabilidad sugeridos.....	65
Tabla 22 Desviación normal estándar	66
Tabla 23 Error normal combinado So.....	66
Tabla 24 Serviciabilidad inicial.....	67
Tabla 25 índice de serviciabilidad final	67
Tabla 26 Valores recomendados del coeficiente de drenaje	69
Tabla 27 Valores de drenaje adoptados al proyecto	69
Tabla 28. Denominación del sistema de transferencia de cargas y confinamiento lateral.	72
Tabla 29 Variables de diseño.....	72
Tabla 30 Alternativas Metodología INVIAS.....	75
Tabla 31. Selección de los pasadores de carga.	77
Tabla 32. Separación barras de anclaje para sección transversal con bordillo en los dos costados.	78
Tabla 33: Función del geotextil.....	79
Tabla 34. Especificaciones técnicas Geotextil Tejido	80
Tabla 35: Función de deformación (elongación) del Geotextil	82
Tabla 36: Evaluación del Fsg.....	82
Tabla 37: Valores recomendados para factores independientes utilizado en análisis de puntos(adimensional)	84
Tabla 38: Valores de resistencia al punzonamiento.....	85
Tabla 39. Valores de tamaño de abertura aparente	85
Tabla 40: Rangos habituales de permeabilidad para distintos tipos de suelos	86
Tabla 41. Valores de coeficiente de permeabilidad.....	86
Tabla 42: Valores mínimos de las propiedades mecánicas del geotextil.....	87
Tabla 43: Valores para criterio de supervivencia	88

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

DISEÑO DEL PAVIMENTO

“MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA”

1 INTRODUCCIÓN

El presente diseño de pavimento da como resultado una estructura de múltiples capas estructurales, que, de acuerdo al criterio ingenieril, son diseñadas con unos espesores mínimos y adecuados constructivamente, los cuales son los que disipan los esfuerzos y deformaciones, generados por el paso repetitivo de vehículos, cuantificados en el estudio de tránsito, adicionalmente las condiciones climatológicas del lugar donde se encontrará construida la estructura. Dicha estructura de pavimento contemplada y diseñada en el presente documento, logrará brindar una adecuada funcionalidad, las cuales son reflejadas en condiciones de circulación adecuada, tanto en seguridad como en confort para el usuario, protegiendo de esta manera la subrasante.

El presente diseño contempla inicialmente un resumen técnico de interés, del estudio geotécnico para diseño de pavimentos, condiciones de redes existentes, condiciones de drenaje, tránsito y demás características que se detallan a lo largo del documento.

El pavimento de concreto, como cualquier otra solución, tiene su justificación cuando la suma de los costos de construcción y mantenimiento a largo plazo, son inferiores a los de otras aplicaciones. Está demostrado que el costo de operación de los vehículos circulando sobre pavimentos de concreto es menor que el que tienen cuando circulan sobre pavimentos de asfalto.

Existen estudios en los que se muestra que el consumo de combustibles es menor en los pavimentos de concreto, las distancias de frenado son más cortas y con ello los accidentes de tránsito son menos graves. También está demostrado que el consumo de energía para iluminar los pavimentos de concreto es menor, lo cual a largo plazo genera ahorros que pueden ser muy importantes cuando se trata de áreas urbanas.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

La competitividad de los pavimentos de concreto está dada por el costo de sus materias primas y por el de las demás alternativas, las materias primas que más influyen en la competitividad de una u otra solución son los costos del cemento, del asfalto, de los agregados, de los equipos y como se dijo en el párrafo anterior, el costo del mantenimiento a lo largo de su vida útil.

Las alternativas de diseño estructural, se realizan bajo dos metodologías la cual la primera es siguiendo el Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito y la segunda es siguiendo las normas de la American Association of State Highway and Transportation Officials "AASHTO" para pavimentos rígidos. Las recomendaciones en cuanto a especificación de materiales se dan de acuerdo a lo establecido en la normatividad propuesta por el Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías "INVIAS 2022".

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Encontrar el diseño estructural del pavimento rígido que contempla el proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"** en función de las demandas de tránsito, clima y características de la subrasante existente, de manera que garantice el mejoramiento de los niveles de la red involucrada, facilite la movilidad de los usuarios y favorezca la accesibilidad a las zonas aledañas.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un análisis general, en las condiciones del proyecto, para el área a intervenir del corredor en estudio y la red vial arterial y local de la zona de influencia directa del mismo.
- Conocer las condiciones existentes de las vías internas de la Urbanización sobre las cuales se proyecta el presente trabajo para determinar las condiciones de funcionamiento actual y poder compararlo con la condición futura.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

- Generar toda la información necesaria para el desarrollo del respectivo diseño.
- Determinar los parámetros básicos de diseño de acuerdo a las condiciones prevalecientes de infraestructura vial, comportamiento del tránsito y climatología de la zona.

3 ALCANCES

- Recopilar, procesar, analizar información primaria y secundaria de tránsito, transporte y condiciones de subrasante, necesaria para la obtención del diseño del pavimento rígido.
- Estimar una estructura durable y adecuada a las condiciones económicas de la entidad territorial.
- Implementar la metodología INVIAS y metodología AASTHO 93, en aras de realizar un análisis completo de la alternativa más optimas.
- Por otra parte, cabe resaltar que en este informe se enfoca al mejoramiento en pavimento rígido, toda vez que el sustento técnico y económico que dio justificación a la elección de esta, como la mejor alternativa a implantar en el alcance del proyecto, se encuentra soportado en el documento **5.1 Informe Análisis de Alternativas Laureles**, en el cual se evaluaron de igual manera la alternativa de mejoramiento con pavimento flexible metodología INVIAS y metodología racional, Pavimento articulado metodología AASTHO93.

4 UBICACIÓN DEL PROYECTO

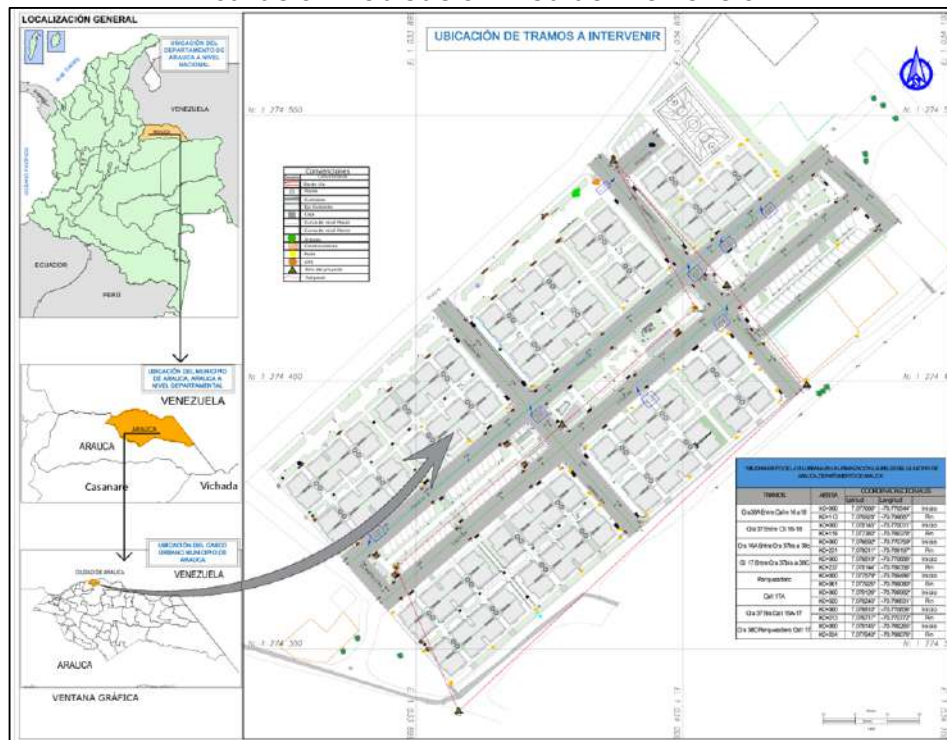
El proyecto de inversión denominado: **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"** El municipio de Arauca, se encuentra localizado al extremo nororiental del departamento de Arauca, en sabanas de los llanos orientales, límites con el República Bolivariana de Venezuela, al Sur con el municipio de Puerto Rondón y Cravo norte, al Occidente, con los municipios de Arauquita y Tame. Su territorio pertenece a la cuenca del río Orinoco y cuenta con abundantes cursos de agua que nacen, en su mayoría, en la Cordillera Oriental y corren en dirección Este, a través de un terreno plano.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca				Elaboró:	
					ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
					Y&V	
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
1		Aprobado	18/08/2026	SCE		

Con la intervención de este tramo vial se contribuirá al mejoramiento y desarrollo del sector transporte; de igual manera se dispondrá de una alternativa que permite facilitar la movilidad y el acceso a servicios de salud, educación y demás que demandan sus necesidades básicas, mejora la seguridad al reducir la distancia de frenado, contribuye a la salud pública al disminuir el polvo y la contaminación del aire, protege el entorno al evitar la erosión del suelo, incrementa el valor de las propiedades y embellece el aspecto urbano, lo que a su vez fomenta el crecimiento económico y el bienestar de los residentes.

El proyecto de inversión que tiene por objeto **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA”**, se encuentra localizado en La urbanización Laureles, perteneciente al Sector Comuna 3, barrio Villa María de la ciudad de Arauca, capital del departamento de Arauca, Colombia, como se logra evidenciar a continuación:

Ilustración 1 Ubicación Área de intervención



Fuente: autor

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:	
				Y&V	
Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

4.1 LOCALIZACIÓN ESPECIFICA

4.1.1 TRAMO DE INTERVENCIÓN

La red vial interna que involucran el alcance del presente proyecto a intervenir tiene una longitud aproximada de 827.6 metros, distribuido en ocho (8) calles que conforman la red vial interna de esta zona residencial. A continuación, se describen las calles a intervenir.

Ilustración 2 Localización área específica de intervención

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"							
TRAMOS	ABSISA	COORDENADAS DECIMALES		COORDENADAS MARGA SIRGAS		descripcion	Distancia
		Latitud	Longitud	Norte	Este		
Cra38A Entre Calle 16 a 18	k0+000	7.077680°	-70.770544°	1274427.922	1033912.566	Inicio	112.37
	K0+112.37	7.076928°	-70.769887°	1274344.804	1033985.205	Fin	
Cra 37 Entre Cll 16-18	k0+000	7.078145°	-70.770011°	1274479.387	1033971.417	Inicio	116.06
	K0+116.06	7.077383°	-70.769378°	1274395.181	1034041.405	Fin	
Cra 16A Entre Cra 37bis a 38c	K0+000	7.076692°	-70.770759°	1274318.641	1033888.885	Inicio	233.2
	K0+233.2	7.078011°	-70.769197°	1274464.627	1034061.356	Fin	
Cll 17 Entre Cra 37bis a 38C	K0+000	7.076819°	-70.770886°	1274332.677	1033874.845	Inicio	237.29
	K0+237.29	7.078144°	-70.769356°	1274479.324	1034043.780	Fin	
Parqueadero	K0+000	7.077579°	-70.769486°	1274416.829	1034029.459	Inicio	61.35
	K0+061.35	7.077925°	-70.769080°	1274455.124	1034074.288	Fin	
Cali 17A	K0+000	7.078126°	-70.769982°	1274477.287	1033974.622	Inicio	20.67
	K0+020.67	7.078243°	-70.769831°	1274490.238	1033991.295	Fin	
Cra 37 Bis Cali 16A-17	K0+000	7.076810°	-70.770856°	1274331.684	1033878.160	Inicio	13
	K0+013	7.076717°	-70.770772°	1274321.405	1033887.447	Fin	
Cra 38C Parqueadero Cali 17	K0+000	7.078145°	-70.769265°	1274479.441	1034053.833	Inicio	33.66
	K0+033.66	7.077943°	-70.769076°	1274457.115	1034074.729	Fin	
TOTAL							827.60



Fuente: Google Earth y autor

5 CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS

La clasificación de los pavimentos es un aspecto fundamental en la ingeniería de carreteras u la construcción de infraestructuras viales. Los pavimentos se clasifican en diferentes tipos según sus características y el tipo de material utilizado en su construcción:

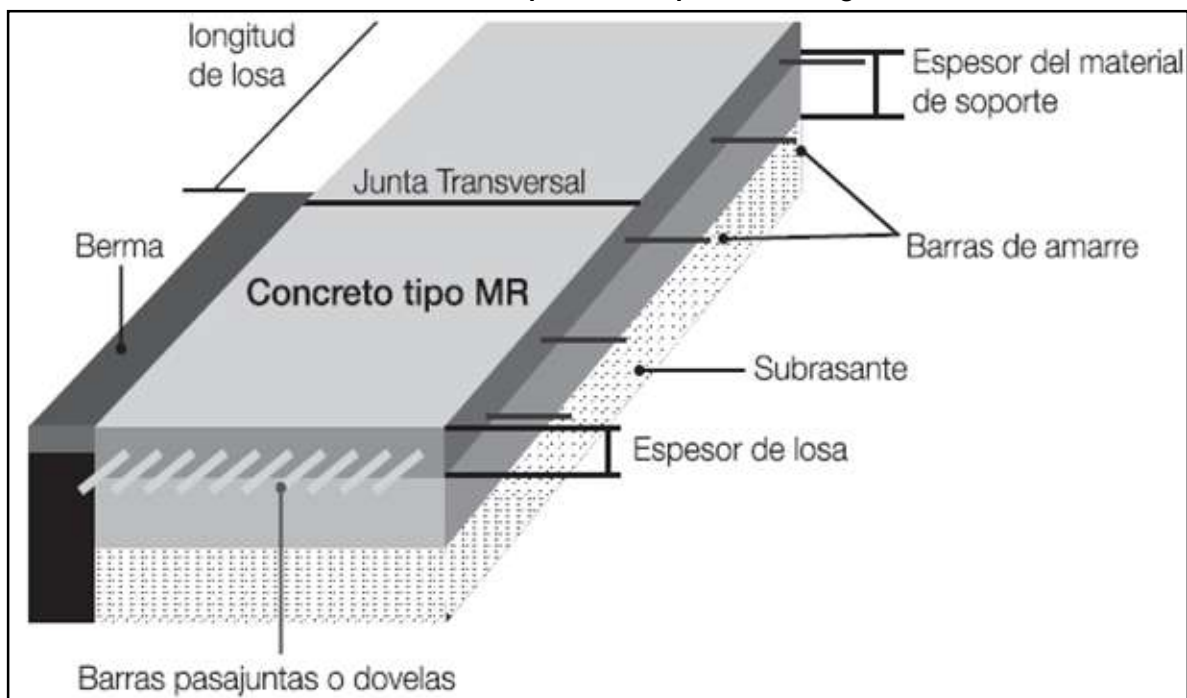
	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

- Pavimentos flexibles
- Pavimentos rígidos
- Pavimentos articulados

Cabe resaltar que el presente informe se enfoca al mejoramiento en pavimento rígido, toda vez que el sustento técnico y económico que dio justificación a la elección de esta, como la mejor alternativa a implantar en el alcance del proyecto, se encuentra soportado en el documento **5.1 Informe Análisis de Alternativas Laureles**, en el cual se evaluaron de igual manera la alternativa de mejoramiento con pavimento flexible metodología INVIAS y metodología racional, Pavimento articulado metodología AASTHO93.

En la siguiente ilustración se muestra un corte típico de un pavimento rígido.

Ilustración 3 Corte típico de un pavimento rígido



Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

A continuación, se exponen las ventajas del pavimento rígido como alternativa de solución de mejoramiento a las vías internas de la Urbanización Laureles

De acuerdo con el resultado del análisis de alternativas realizado para el presente proyecto **5.1 Informe Análisis de Alternativas Laureles**, se tiene que la selección del tipo de pavimento rígido está determinada por muchas variables entre las que están los criterios técnicos, los factores económicos de la zona, las fuentes de materiales, su idoneidad, ahorros en energía, materiales, equipos, impactos ambientales, oportunidad de empleo, compatibilidad con el entorno, entre otros, que en determinadas ocasiones pueden inclinar la decisión hacia un pavimento rígido, esto se ve influenciado también por las condiciones ambientales o la disponibilidad de equipos y de mano de obra.

Desde el punto de vista de la competitividad y de alcanzar mejores ofertas económicas, siempre será deseable mantener el máximo número posible de tipos de pavimentos ya que eso mantiene al día, técnica y económicamente hablando, los sistemas constructivos y evita que en determinadas ocasiones se pueda presentar una parálisis en la construcción de obras, si llegase a faltar un insumo de la construcción.

Hay condiciones que favorecen la utilización de un tipo de pavimento, otras que le quitan posibilidades por lo que en cada obra se debe sopesar la pertinencia de una solución en particular. De acuerdo con el análisis de alternativas, realizado para el presente proyecto se obtuvo como mejor alternativa la construcción de un pavimento rígido, por tanto y atendiendo a ello, a continuación, se enumeran las variables más influyentes en un pavimento en concreto rígido:

5.1 ASPECTOS TECNICOS

5.1.1 Ventajas

La característica que identifica los pavimentos de concreto y de la cual derivan buena parte de sus propiedades y ventajas es su alta rigidez, por la cual le transmiten al suelo, las cargas y esfuerzos en áreas muy grandes. Esta característica hace que con frecuencia los costos de construcción compitan con los de otras alternativas cuando el suelo tiene baja capacidad de soporte o cuando se trata de vías con tráfico pesado o

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

intenso, además de carreteras con tráfico muy bajo, en las cuales el pavimento de concreto se puede construir sobre el suelo sin interposición de una capa de material de soporte.

Los pavimentos de concreto ofrecen una alta resistencia al desgaste, no se ahuellan en ninguna dirección, y cuando las losas tienen menos de 5 m de longitud el efecto de la temperatura en los esfuerzos es despreciable.

Una característica de las estructuras de los pavimentos de concreto es que se construyen en una sola etapa, lo cual hace que no exista incertidumbre sobre su comportamiento a largo plazo, pues no necesita sobre capas rutinarias, para mantener un adecuado nivel de servicio.

Otras de las ventajas del pavimento rígido son las siguientes:

- Uno de los principales beneficios del pavimento rígido es su durabilidad, el pavimento rígido puede durar hasta 30 años o más, dependiendo del nivel de tráfico y la calidad de la construcción. Esto significa que, a largo plazo, el pavimento rígido puede ser más rentable que otros tipos de pavimentos.
- Otro beneficio importante del pavimento rígido es su resistencia al clima y a los elementos. El concreto es un material duradero que no se desgasta fácilmente, lo que lo hace ideal para su uso en climas extremos. Además, el pavimento rígido no se ve afectado por los rayos UV, lo que significa que no se desvanece ni se descompone con el tiempo.
- En términos de mantenimiento, el pavimento rígido es relativamente fácil de cuidar, el pavimento rígido solo necesita ser limpiado y sellado periódicamente para mantener su apariencia y su capacidad para soportar cargas pesadas.
- Alta resistencia a la compresión.
- Larga vida de servicio
- Mínimos costos de mantenimiento y operación
- Facilidad constructiva
- Bajos costos de construcción
- Alta resistencia ante derrames de hidrocarburos o combustibles

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

- Resistente ante acción de elevadas temperaturas
- Textura rugosa, mejorando la adherencia de la llanta de vehículos
- Fácil limpieza

5.1.2 Calidad de los Agregados

En los pavimentos de concreto se puede utilizar una gama muy amplia de agregados y arenas, si cumplen con unas condiciones mínimas que están relacionadas en especial, con la granulometría y con el contenido de arcilla.

Los pavimentos de concreto se pueden construir con agregados calizos blandos, siempre y cuando se utilicen arenas de origen silíceo o aplicando en la superficie del concreto, cuando está fresco aun, un recubrimiento delgado de un material con mayor resistencia, tales como los agregados silíceos, de cuarzo o en algunos casos especiales, aun las fibras metálicas.

La experiencia que existe en muchos países indica que se pueden alcanzar buenas resistencias y pavimentos de concreto con buena calidad utilizando agregados extraídos de las zonas aledañas a los ríos, para su utilización se deben hacer ensayos cualitativos que permitan establecer si se alcanzan los niveles de resistencia establecidos en el diseño.

5.1.3 Sub rasante y clima

Los pavimentos de concreto son menos sensibles a la capacidad de soporte del suelo y a las condiciones climáticas que otros tipos de pavimentos; donde son más competitivos los pavimentos de concreto es sobre suelos con baja capacidad de soporte debido a que los esfuerzos los distribuye en áreas muy grandes con lo que las solicitaciones que llegan al suelo son bajas.

Algunos suelos con baja capacidad de soporte obligan a tener cuidados en el diseño y en la construcción, cuando se encuentren áreas en las que debido a la compresibilidad y heterogeneidad se deforman con asentamientos diferenciales de baja longitud de onda.

Cuando el pavimento está destinado a zonas en las que la temperatura es alta, los pavimentos de concreto tienen la ventaja de que no se deforman bajo la circulación de las cargas pesadas y si las dimensiones de las losas

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS
	Informe de diseño de pavimento			Revisó:
	Rev. Estado Fecha:			Y&V Aprobó:
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE



están dentro de unos límites razonables, los movimientos de las juntas son de poca monta.

5.2 ASPECTOS ECONOMICOS

5.2.1 Costos de construcción y conservación

La mejor técnica para escoger pavimentos es aquella en la que se tienen en cuenta los costos de construcción, los de mantenimiento, los de operación de los vehículos, las condiciones locales para la producción de los insumos, las políticas sobre utilización de mano de obra capacitada o no, la disponibilidad de equipos o de algún insumo en particular y de otros criterios que dependen de las condiciones particulares.

Una de las dificultades que tiene la comparación de costos entre diferentes pavimentos radica en que la vida útil de ambas alternativas es diferente, mientras que para los de cobertura asfáltica puede ser tan reducida como cinco años, la de los de concreto puede llegar a ser hasta de 50 años.

Los costos de mantenimiento dependerán de la solidez de la estructura en el momento de la construcción y son más altos cuando el pavimento tiene una estructura débil. Un punto a resaltar es que no existen generalizaciones en el tema de la comparación de alternativas de pavimentación.

Está a favor de los pavimentos de concreto lo que tiene que ver con su longevidad y bajos costos de mantenimiento, siempre y cuando, como sucede también con cualquier obra, estén correctamente concebidos y bien contruidos, pues de lo contrario pueden resultar pavimentos que demanden reparaciones costosas y difíciles de ejecutar.

Una ventaja para los usuarios, derivada de lo anterior, está en que son escasos los cierres para acometer las reparaciones, lo cual mantiene constantes los costos de operación y permite tener certeza en la disponibilidad del servicio.

5.2.2 Otros Factores

Favorecen la selección de los pavimentos de concreto la disponibilidad de mano de obra, sobre todo durante la construcción de pavimentos para vías secundarias o terciarias, que por sus características se pueden construir con

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

medios muy sencillos, con equipos simples, herramientas de fácil consecución y con uso intenso de mano de obra con baja capacitación. Estas características permiten la rápida constitución de empresas de construcción en prácticamente cualquier lugar.

Un factor a tener en cuenta es la financiación de las obras, cuando se consiguen recursos para construcción, pero no para mantenimiento, se deben preferir los pavimentos de concreto a los de asfalto. También resultan económicos los pavimentos de concreto cuando se consiguen recursos con bajos intereses, cuando estos suben son más adecuados los pavimentos de asfalto, dado que se pueden diferir las inversiones a otros momentos.

En las zonas en donde se esperen altas temperaturas, o derrames de combustibles, se deben preferir los pavimentos de concreto pues esas condiciones afectan en menor escala su desempeño, respecto de los pavimentos de cobertura asfáltica.

Los pavimentos se diseñan y construyen con el objetivo de prestar el servicio para el cual fue concebido, durante un periodo determinado, manteniendo unas condiciones de seguridad óptimas, con un costo apropiado.

En el diseño del pavimento es necesario tener en cuenta varios elementos, de los cuales los más importantes son la capacidad de soporte del suelo, el tránsito que circulará sobre la estructura durante todo su periodo de diseño, las condiciones climáticas y los materiales con que se construirá.

Cabe señalar que otro factor importante es la compatibilidad con el entorno urbanismo construido en concreto y homogeneidad con las vías aledañas al mismo que también se encuentran en concreto hidráulico.

5.2.3 Evaluación técnica de alternativas de mejoramiento vial

Para el proyecto que tiene por objeto “**MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**”, se realizó un análisis de alternativas anexo en el documento **5.1 Informe Análisis de Alternativas Laureles**, en el cual se realiza una evaluación técnica mediante la metodología DAO – DISEÑO AMBIENTALMENTE OPTIMIZADO y una evaluación económica de las alternativas planteadas para el proyecto de estudio.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS
	Informe de diseño de pavimento			Revisó:
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Y&V
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE



En este apartado se trae resumen de los aspectos técnicos más importantes evaluados Diseño Ambientalmente Optimizado -DAO- (Ministry of Public Works and Transport, 2009), Que contempla aspectos propios del ambiente en el que se encuentra la carretera, de modo que se dé lugar a diseños sostenibles con mayores rendimientos económicos.

Este enfoque cubre un espectro más amplio de soluciones para el mejoramiento o la creación de acceso, que varía desde tratamientos individuales de puntos críticos en la carretera (mejoramientos puntuales), hasta mejoramientos de toda la longitud. La clave de este enfoque es que el diseño sea compatible con los factores ambientales que gobiernan la carretera de manera que de ser necesario sea factible la modificación del diseño a lo largo de la longitud de esta.

Los factores que gobiernan el DAO se clasifican como:

➤ **Factores ambientales naturales:**

Estos pueden ser los más influyentes en la elección de una alternativa de mejoramiento, entre ellos están: clima, geología, hidrología y topografía.

➤ **Factores ambientales operacionales:**

Están relacionados con la ingeniería y los estándares de diseño, la seguridad de la carretera, las políticas y aspectos organizacionales. Dentro de estos se encuentran tópicos como el tránsito, control de cargas, geometría de la vía, tecnología a aplicar, materiales disponibles, estándares de diseño y construcción, capacitación de trabajadores, inversiones de capital en equipos y materiales también entran es consideración.

➤ **Otros factores:**

Además de los componentes ya mencionados, en los proyectos viales tiene un gran peso otros factores que tienen que ver directamente con el entorno y ambiente propios: factores ecológicos, ambientales, económicos, legales sociales y físicos y de sostenibilidad. Muy importante dentro del aspecto ecológico, el impacto sobre flora y fauna, el impacto sobre especies exóticas, agotamiento de recursos no renovables, erosión regresiva y progresiva del suelo.

En cuanto al análisis económico se deben hacer consideraciones sobre costos de diseño, construcción y mantenimiento; los costos por daños por inundaciones y posible disminución del valor de la tierra. En el aspecto social se deben considerar los impactos que el tipo de

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

superficie de rodadura adoptada pueda tener sobre la salud y la seguridad, en los accidentes de tránsito, en el uso de la tierra y en la población.

Con la misma consideración se toma el aspecto estético, así como otros relacionados con la contaminación del aire y del agua, la generación de ruido, el impacto del polvo, la alteración de los cursos de drenaje y el efecto sobre la vegetación natural, etc.

En términos generales, se puede afirmar que los factores socioeconómicos se están convirtiendo en las mayores fuerzas direccionales en la selección de las alternativas de mejoramiento y en particular de las superficies de rodadura de Las vías.

El proceso de selección de alternativas de mejoramiento de vías comienza con la evaluación de aspectos técnicos, e incorpora posteriormente aspectos sociales, económicos, ambientales y de políticas particulares de cada comunidad.

Si la aplicación de la metodología DAO, es correcta se logrará la identificación de la solución de mejoramiento óptima, duradera y rentable que cumpla con los objetivos del proyecto en particular y las políticas de desarrollo establecidas en la comunidad.

La identificación de la solución general, consta de dos partes; en la primera se identifican las soluciones generales de mejoramiento viables para la vía seleccionada y la segunda se orienta el proceso de selección de la solución particular; el proceso propuesto debe permitir eficiencia práctica, transparencia, flexibilidad y la participación de los actores involucrados en el proyecto de mejoramiento de la vía.

El proyecto de referencia analizado en el presente informe es una vía secundaria, por lo tanto, atendiendo a los parámetros establecidos por el Manual INVIAS. Las carreteras consideradas como vías urbanas internas pueden funcionar pavimentadas; teniendo en cuenta lo anterior mencionado, tomaremos como alternativas de mejoramiento las siguientes:

- Mejoramiento con pavimento rígido
- Mejoramiento con pavimento flexible
- Mejoramiento con pavimento articulado adoquín

El primer paso en el proceso consta de identificar si el mejoramiento de la vía pretende solucionar problemas de tipo estructural, es decir los asociados directamente con la capacidad de las capas inferiores, para soportar las cargas del tránsito en las condiciones de servicio; o de tipo funcional es decir

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

los asociados con las características superficiales de la vía que intervienen en la calidad del rodado, como la comodidad y la seguridad de los usuarios; que no están relacionados con la capacidad de soporte de las capas estructurales.

Identificada la vía a intervenir en el proyecto que tiene por objeto **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA”**, se debe mantener el enfoque en la metodología para la selección de la alternativa de mejoramiento más adecuada, es imperativo recalcar que el aspecto de mayor consideración es el de la seguridad vial y se debe considerar durante todas las etapas de diseño, construcción y operación; garantizándolo mediante auditorías o inspecciones de seguridad durante su desarrollo; e implementando las medidas que éstas determinen. Así la elección de la alternativa de intervención se definirá contemplando políticas de beneficio colectivo con objetivos claros, estrategias y criterios para la selección de soluciones tecnológicas de mejoramientos, diferentes y apropiados para vías teniendo en cuenta atributos de:

- **Durabilidad y desempeño:** durabilidad de la solución, vida útil, calidad de rodado, seguridad.
- **Construcción y sostenibilidad:** se evalúan características de competencia y capacitación del personal requerido, requerimiento y disponibilidad de equipos, necesidades de material importado, uso de recursos no renovables, requerimientos de mantenimiento.
- **Económicos, sociales y ambientales:** costos del ciclo de vida, oportunidades de empleo, impacto ambiental, calidad visual y compatibilidad con el entorno.

Para el proyecto de estudio de contempla un mayor atributo a características de durabilidad, facilidad constructiva, costos de mantenimientos, así como atributos económicos, sociales y ambientales.

En la tabla que se expone a continuación se presenta el resultado de la puntuación asignada de acuerdo con los diferentes parámetros que se consideran en la matriz teniendo en cuenta equipos, materiales, mano de obra y conveniencia técnica para cada alternativa de mejoramiento evaluada.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:	
				Y&V	
		Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:
1	Aprobado		18/08/2026	SCE	



GRUPO ALING S.A.S.
CONSTRUCCIONES, INGENIERIA Y SERVICIOS



Tabla 1 Matriz para el análisis de Alternativa de Mejoramiento vial

METODOLOGÍA DAO – DISEÑO AMBIENTALMENTE OPTIMIZADO							
MATRIZ -PUNTUACIÓN PARA LAS ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO VIAL							
CATEGORIA	COEFICIENTE DE	ATRIBUTO	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN	PAVIMENTO RÍGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO ARTICULADO	OBSERVACIÓN
DURABILIDAD Y DESEMPEÑO	30%	Durabilidad	10,00%	5	4	4	Periodos de diseño: Pavimento rígido (20 años) Pavimento flexible (10 años) Pavimento articulados (10 años)
		Vida útil	10,00%	5	4	4	
		Calidad superficie de rodado	5,00%	5	5	4	El pavimento articulado propenso a presentar Menor confort o Mayor rigidez /mala instalación o deterioro al pasar el tiempo por perdida se sello de junta entre los adoquines por los efectos naturales con aire y agua
		Seguridad	5,00%	5	5	5	
CONSTRUCCIÓN Y SOSTENIBILIDAD	35%	Competencia y capacitación del personal requerido	4,00%	4	5	4	La construcción de losas de concreto implica mayores espesores y un control más estricto de las juntas y la calidad del hormigón, lo que requiere personal más experimentado y capacitado para asegurar la durabilidad y resistencia de la estructura/La instalación de capas asfálticas es más simple y rápida
		Disponibilidad de equipos	4,00%	3	3	4	El pavimento articulado (adoquín) no requiere de muchos equipos

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		ALING SAS	
		Informe de diseño de pavimento		Revisó:	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

METODOLOGÍA DAO – DISEÑO AMBIENTALMENTE OPTIMIZADO							
MATRIZ -PUNTUACIÓN PARA LAS ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO VIAL							
CATEGORIA	COEFICIENTE DE	ATRIBUTO	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN	PAVIMENTO RIGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO ARTICULADO	OBSERVACIÓN
CONSTRUCCIÓN Y SOSTENIBILIDAD		Costos de construcción	10,00%	3	4	3	Menor costo de construcción, el pavimento flexible, No obstante, a pesar de que el pavimento rígido puede requerir una inversión inicial en personal y tiempo de construcción más alta, su mayor durabilidad puede resultar en un menor costo total a lo largo de su vida útil.
		Disponibilidad de materiales	5,00%	4	3	2	La disponibilidad de plantas de concreto o asfalto depende de la región geográfica, la demanda local y las regulaciones ambientales. Sin embargo, los procesos de fabricación del asfalto son más complejos y requieren condiciones de alta temperatura, mientras que el concreto se puede mezclar en el sitio o en plantas fijas, lo que podría ofrecer una mayor flexibilidad en algunas zonas. Los adoquines no son fácilmente disponibles localmente

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		ALING SAS	
		Informe de diseño de pavimento		Revisó:	
		Rev.	Estado	Fecha:	
		1	Aprobado	18/08/2026	Aprobó:
					SCE

METODOLOGÍA DAO – DISEÑO AMBIENTALMENTE OPTIMIZADO							
MATRIZ -PUNTUACIÓN PARA LAS ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO VIAL							
CATEGORIA	COEFICIENTE DE	ATRIBUTO	COEFICIENTE DE PONDERACIÓ	PAVIMENTO RIGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO ARTICULADO	OBSERVACIÓN
		Uso de recursos No Renovables	5,00%	3	2	3	El pavimento rígido (de concreto) consume menos recursos naturales no renovables que el pavimento flexible (de asfalto), ya que el asfalto depende de derivados del petróleo, un recurso limitado. Los pavimentos de concreto también requieren menos energía primaria para su producción.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:
					Y&V
		Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:
1	Aprobado		18/08/2026	SCE	



GRUPO ALING S.A.S.
CONSTRUCCIÓN, INGENIERÍA Y SERVICIOS



METODOLOGÍA DAO – DISEÑO AMBIENTALMENTE OPTIMIZADO							
MATRIZ -PUNTUACIÓN PARA LAS ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO VIAL							
CATEGORIA	COEFICIENTE DE	ATRIBUTO	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN	PAVIMENTO RIGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO ARTICULADO	OBSERVACIÓN
CONSTRUCCIÓN Y SOSTENIBILIDAD		Requerimientos de mantenimiento	7,00%	5	4	4	El pavimento flexible requiere un mantenimiento más constante y frecuente para compensar su desgaste, el pavimento rígido presenta ventajas en durabilidad y resistencia si se construye correctamente. Los mantenimientos en pavimentos de adoquines no son complejos y constantes, sino que su complejidad y frecuencia dependen de factores como la calidad de la instalación, el tipo de adoquín, las condiciones climáticas y el tráfico. Una correcta instalación, un mantenimiento preventivo regular para reponer la arena de las juntas y limpiar escombros, y una evaluación periódica son clave para asegurar su durabilidad y reducir la necesidad de reparaciones complejas.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS
	Informe de diseño de pavimento			Revisó:
	1			Y&V
5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Fecha:	Aprobó:
Aprobado			18/08/2026	SCE



METODOLOGÍA DAO – DISEÑO AMBIENTALMENTE OPTIMIZADO							
MATRIZ -PUNTUACIÓN PARA LAS ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO VIAL							
CATEGORIA	COEFICIENTE DE	ATRIBUTO	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN	PAVIMENTO RIGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO ARTICULADO	OBSERVACIÓN
ECONOMICOS SOCIALES Y AMBIENTALES	35%	Costos de mantenimiento en ciclo de vida	10,00%	4	3	3	Si bien el pavimento flexible puede parecer más económico inicialmente, los costos de mantenimiento a largo plazo pueden ser más altos. El pavimento rígido, por otro lado, requiere menos mantenimiento y es más resistente a la deformación, lo que puede ser una opción más sostenible a largo plazo para el mejoramiento vial de la urbanización de estudio.
		Oportunidades de empleo	3,00%	5	5	5	
		Impactos ambientales	12,00%	3	2	3	La dependencia del petróleo hace que la fabricación de asfalto sea más intensiva en el uso de recursos finitos.
		Calidad visual	5,00%	5	4	4	El pavimento rígido presenta homogeneidad con el urbanismo y parqueaderos construidos en la Urbanización de intervención

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:
				Y&V
Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE



GRUPO ALING S.A.S.
Bogotá, Colombia



METODOLOGÍA DAO – DISEÑO AMBIENTALMENTE OPTIMIZADO							
MATRIZ -PUNTUACIÓN PARA LAS ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO VIAL							
CATEGORIA	COEFICIENTE DE	ATRIBUTO	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN	PAVIMENTO RIGIDO	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO ARTICULADO	OBSERVACIÓN
		Compatibilidad con el entorno	5,00%	5	4	4	El pavimento rígido tiene una compatibilidad apropiada y homogeneidad con las vías pavimentadas aledañas al sector de intervención)
PUNTAJE TOTAL	100%			4,2	3,6	3,6	

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

De acuerdo con la matriz realizada para el análisis de alternativas, se obtuvieron los siguientes puntajes:

Tabla 2 - Valores de alternativas

DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVA	VALOR DE PONDERACIÓN
Mejoramiento con pavimento rígido	4,2
Mejoramiento con pavimento flexible	3,64
Mejoramiento con pavimento articulado (adoquín)	3,6

Fuente: autor

Por tal motivo, para el proyecto de inversión denominado **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA”**, una vez implementada la metodología DAO – Diseño Ambientalmente Optimizado, se tiene como mejor alternativa de solución, la implementación de un pavimento rígido en el área de estudio, cuya configuración estructural permite un mejor despeño en cuanto a durabilidad, menor costo de mantenimiento durante su vida útil, así mismo tiene mayor homogeneidad con el entorno referido al urbanismo construido en el área de intervención y las vías de conexión pavimentadas en el área aledaña al proyecto.

Dentro de las conclusiones más relevantes producto de la matriz expuesta anteriormente, encontramos:

- Si bien es cierto el pavimento rígido puede generar mayor costo de construcción, debemos tener en cuenta los criterios de evaluación del componente técnico descrito anteriormente y donde se debe destacar los aspectos mas importantes como lo es la durabilidad, toda vez que los pavimentos rígidos tienen un periodo de diseño de 20 años y los pavimentos articulados, al igual que los flexibles de 10 años. Esto significa que los pavimentos rígidos tienen una larga vida de servicio, por tanto, esta alternativa puede ser mas rentable a largo plazo comparado con otros tipos de pavimentos.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

- El pavimento rígido tiene menor costo de mantenimientos comparado con el pavimento flexible y el pavimento articulado.
- El costo final del pavimento flexible, considerando los mismos periodos de diseño (20 años) es sustancialmente mayor, ya que la vida útil de un pavimento flexible es de 10 años.
- Otro factor relevante dentro de la evaluación, infiere que la alternativa de pavimento flexible requiere mayores excavaciones, movimientos de tierra, mayores números de capas y teniendo en cuenta que en el área de estudio las distancias de transporte a escombreras son de gran impacto en el costo del proyecto, toda vez que en el área de estudio no se cuenta con escombreras o sitios autorizados para la disposición de estos materiales, incidiendo así en el costo general del proyecto.
- Por otra parte, y teniendo en cuenta que en el área de intervención tenemos presencia de redes, implantar una estructura de pavimento flexible o pavimento rígido implica mayor excavación toda vez que estas alternativas requieren de mas capas para funcionar integralmente, lo que implicaría trabajos adicionales y costos a contemplar para la protección de las redes afectadas.
- Así mismo los materiales empleados para implantar el mejoramiento con pavimento rígido se encuentran disponibles en la zona de injerencia del proyecto, generando menor costo de transporte.
- La alternativa de pavimento flexible presenta mayor homogeneidad con el entorno referido al urbanismo construido en el área de intervención y las vías de conexión pavimentadas en el área aledaña al proyecto, toda vez que todo se encuentra en pavimento rígido.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS
	Informe de diseño de pavimento			Revisó:
				Y&V
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE



6 FACTORES A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO

6.1 DIAGNOSTICO INICIAL

En atención a la visita inicial de reconocimiento al área de intervención del proyecto enmarcado dentro del objeto de alcance **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"** y en aras de realizar una evaluación del estado actual de las vías internas de la urbanización y entre las cuales se destaca lo siguiente:

- Las vías internas que conectan la Urbanización Laureles se encuentran en material afirmado, se evidencia una condición de deterioro alta, presencia de vegetación en inmediaciones de todo corredor vial de estudio.
- No es necesario realizar ensayos para la evaluación de parámetros funcionales del pavimento, las calles carecen de capa de rodadura en pavimento.
- El corredor vial de estudio en material de afirmado cuenta con confinamiento lateral con zonas de urbanismo (andes y bordillos en concreto hidráulico)
- Las vías aledañas al proyecto se encuentran construidas en gran parte en material de concreto rígido y un sector en afirmado.

Ilustración 4 Registro estado actual área intervención



	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:
				Y&V
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:
1		Aprobado	18/08/2026	SCE



GRUPO ALINS S.A.S.
VIA ALBA 100

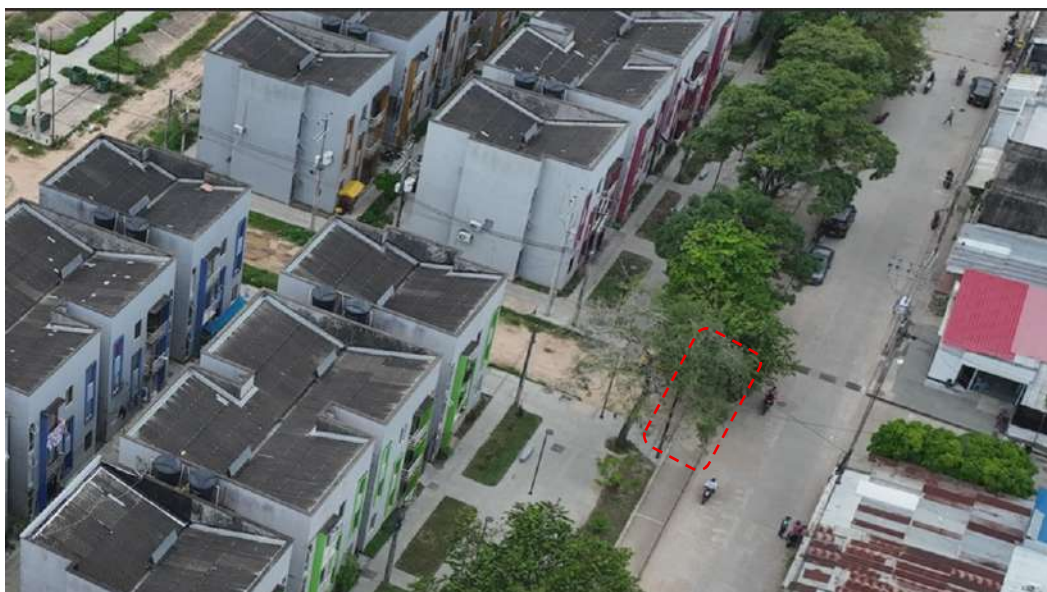


Fuente: Propia

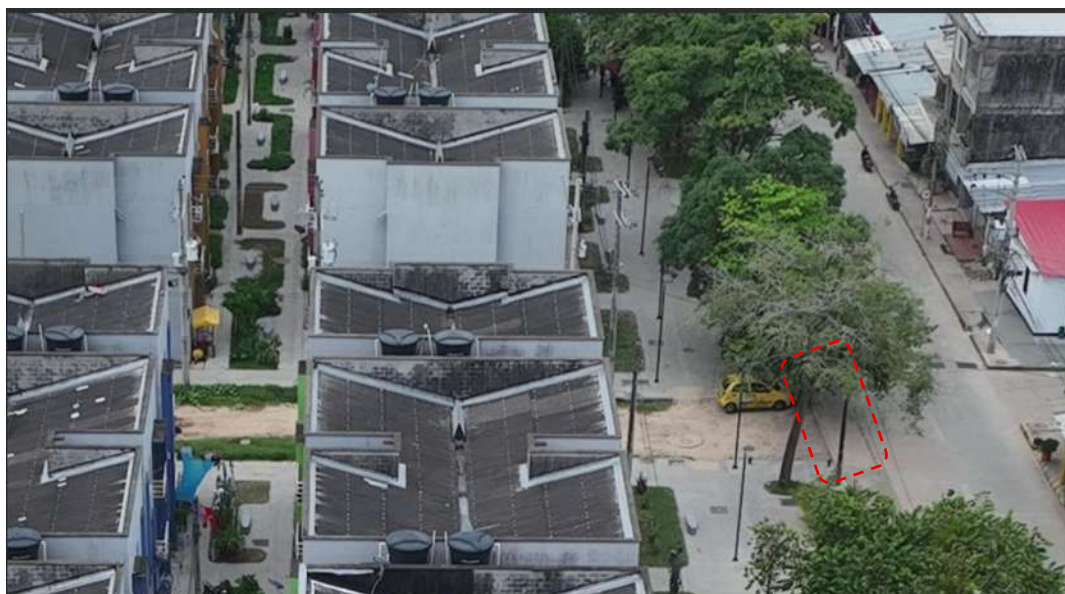
Las vías internas de la URBANIZACIÓN LAURELES del Municipio de Arauca, departamento de Arauca, pretende intervenir una longitud total de 826 km, actualmente el corredor vial presenta una estructura en material de afirmado, la cual evidencia múltiples problemáticas asociadas al desgaste progresivo por el tránsito vehicular y las condiciones climáticas. Entre los principales inconvenientes identificados se destacan:

- **Formación de baches y huecos** debido a la pérdida del material granular por efecto del escurrimiento superficial de aguas lluvias y la acción mecánica del tránsito.
- **Presencia de polvo en época seca**, lo cual genera contaminación ambiental, afecta la visibilidad y representa un riesgo para la salud de los habitantes cercanos.
- **Encharcamientos y acumulación de agua** en temporada de lluvias, como consecuencia de la falta de pendiente adecuada y de un sistema de drenaje eficiente, lo cual acelera el deterioro de la superficie

Adicionalmente cabe señalar que se evidencia presencia de un andén de aproximadamente 9 m, que interfiere en el empalme entre la vía existente Cra 38 y la vía a pavimentar Urbanización laureles específicamente In Cra 38ª entre calle 16 a 18, como se evidencia en el siguiente registro fotográfico:



	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE



Paramento vía

Ilustración 5 Registro estado actual área intervención

Por consiguiente, se sugiere realizar la demolición del mismo, para efectuar el correcto empalme entre estas dos arterias viales garantizando el correcto funcionamiento del corredor vial y permitiendo mayor seguridad vial en el punto de empalme, se debe de igual forma adecuar las dos zonas laterales

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

de los andenes para garantizar las rampas de acceso y la demarcación tipo cebra para seguridad de los peatones. Los andenes que se plantean intervenir no hacen parte de la Urbanización Laureles, hace parte de mobiliario antiguo que no se encuentra dentro de ningún termino de garantía.

6.2 TRANSITO VEHICULAR

Probablemente la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La ley ha fijado al Instituto Nacional de Vías la responsabilidad de apoyar a los entes territoriales tanto en los aspectos de organización de sus agencias viales, como en los de transferencia de tecnología.

Ilustración 6: Tráfico vehicular



Fuente: <https://sp.depositphotos.com/stock-photos/tr%C3%A1fico-pesado.html>

De conformidad con el estudio de tránsito del proyecto que tiene por objeto " **MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA** " se obtuvo la siguiente clasificación de tránsito vehicular de acuerdo con los aforos realizados durante los 7 días.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS
	Informe de diseño de pavimento			Revisó:
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Y&V
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE



Tabla 3: Resultados totales de aforos

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"									
TABLA DE VOLUMENES VEHICULARES AFORADOS									
DIA	FECHA	PEATON 	AUTOS 	BUSSETAS 	C2-P 	C2-G 	C3 	C3-S2 	MOTOS 
Lunes	11/08/2025	96	595	38	22	10	3	0	862
Martes	12/08/2025	140	340	21	16	11	2	0	686
Miercoles	13/08/2025	102	259	24	16	7	4	0	462
Jueves	14/08/2025	132	459	5	3	2	3	0	1034
Viernes	15/08/2025	180	978	20	47	27	3	0	1102
Sábado	16/08/2025	252	862	18	29	13	11	0	1057
Domingo	17/08/2025	220	792	12	15	3	5	0	802
TOTALES		1122	4285	138	148	73	31	0	6005
PORCENTAJES DE VEHICULOS COMERCIALES			92%	3%	5%				
PORCENTAJES DE CAMIONES					59%	29%	12%	0%	

Fuente: Estudio de Transito

Ilustración 7: Distribución modal



Fuente: Estudio de Transito

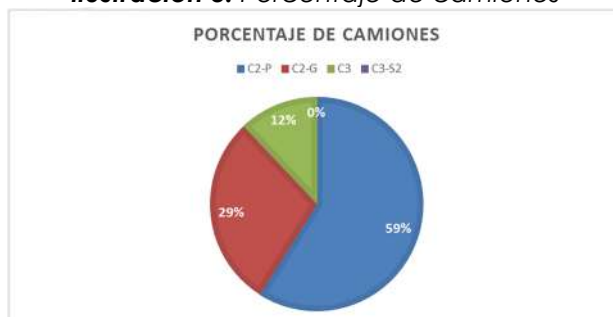
	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:
				Y&V
Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE



GRUPO ALINS S.A.S.
VIA DEL COMERCIO



Ilustración 8: Porcentaje de camiones



Fuente: Estudio de Tránsito

Ilustración 9: Resultados generales del estudio de Transito

PROYECCIÓN A 20 AÑOS		
0	26.673,79	26.673,79
1	26.673,79	38.352,00
2	51.182,21	77.856,00
3	67.361,79	118.544,00
4	93.090,21	160.452,00
5	110.529,79	203.620,00
6	137.551,21	248.081,00
7	156.324,79	293.876,00
8	184.718,21	341.043,00
9	204.910,79	389.629,00
10	234.759,21	439.670,00
11	256.452,79	491.212,00
12	287.848,21	544.301,00
13	311.136,79	598.985,00
14	344.169,21	655.306,00
15	369.147,79	713.317,00
16	403.921,21	773.069,00
17	430.692,79	834.614,00
18	467.313,21	898.006,00
19	495.984,79	963.278,00
20	534.566,21	1.030.551,00

Fuente: Estudio de tránsito

De acuerdo con los aforos realizados en una semana, se obtiene un Tránsito Promedio Diario de 668 vehículos/día y un periodo de diseño de 20 años según el manual de diseño de Pavimentos de Concreto en Vías con Bajos, medios y altos Volúmenes de Tránsito

La zona presenta un tránsito bajo de vehículos comerciales, por tal motivo se recomienda utilizar N (80KN de DISEÑO) = 1.030.551,00

Para el presente documento y según los resultados obtenidos a partir del estudio de tránsito se obtienen las siguientes categorías para la selección de espesores de acuerdo con la tabla expuesta por el manual de diseño de

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

Tabla 4. Categorías de tránsito para la selección de espesores.

Categoría	Tipo de Vía	TPDs	Ejes acumulados de 8.2 t
T ₀	(Vt) – (E)	0 a 200	< 1'000,000
T1	(Vs) – (M ó A) – (CC)	201 a 500	1'000,000 a 1'500,000
T2	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	501 a 1,000	1'500,000 a 5'000,000
T3	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	1,001 a 2,500	5'000,000 a 9'000,000
T4	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	2,501 a 5,000	9'000,000 a 17'000,000
T5	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	5,001 a 10,000	17'000,000 a 25'000,000
T6	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	Más de 10,001	25'000,000 a 100'000,000

Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

Según la clasificación del manual de diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, medios y altos Volúmenes de Tránsito, la vía a intervenir se clasifica en la categoría T1, (entre 1'000.000 y – 1'500.000 ejes equivalentes

6.3 PERIODO DE DISEÑO

El periodo de diseño se define como el tiempo elegido al iniciar el diseño, para el cual se determinan las características del pavimento, evaluando su comportamiento para distintas alternativas a largo plazo, con el fin de satisfacer las exigencias del servicio durante el periodo de diseño elegido, a un costo razonable. Conviene recordar que, a la luz del conocimiento actual, el diseño de un pavimento constituye un complejo problema físico-estructural donde se interrelacionan variables tan diversas como los suelos de soporte, los materiales de construcción, las cargas del tránsito, la geometría de las calzadas, las variables ambientales, la calidad de la construcción y el mantenimiento, etc.

Para la selección del periodo de diseño del pavimento contemplado en el proyecto de inversión denominado **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"** se tendrá en cuenta las disposiciones del Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito y entre las cuales se destaca lo siguiente:

El periodo de diseño considerado en el presente documento es de 20 años para todos los análisis estructurales, el cual bajo premisas teóricas debe coincidir como mínimo con la vida útil del pavimento.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

Un período de diseño de 20 años es una práctica común y recomendada para pavimentos rígidos, ya que proporciona un buen balance entre el costo inicial de construcción y la durabilidad esperada de la estructura

6.4 CLASIFICACIÓN DE MATERIAL GRANULAR

Por otra parte, se definen tres clases de base y sub Base granular en función de la calidad de los agregados (Clases A, B, y C), como lo indica el manual de especificaciones técnicas del Instituto Nacional de Vías – INVIAS, artículos 330.2.1 y 320.2.1 respectivamente.

Es por ello que a criterio de la presente consultoría se opta por seleccionar el tipo de material a utilizar, en función de los niveles de tránsito encontrados en el Estudio de Tránsito del presente proyecto tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5: Selección del tipo de base

Selección del tipo de Material de Soporte		
Nivel de Tránsito	Número de ejes equivalentes en el carril de diseño	Clase de base Granular
NT1	≤ 500.000,00	C
NT2	500.000,00 - 5'000.000,00	B
NT3	> 5'000.000,00	A

Fuente: Autor

7 LA SUBRASANTE

De acuerdo con el informe geotécnico y de suelos del presente proyecto, los suelos de subrasante se constituyen mayormente por suelos como arcillas de plasticidad baja, y potencial de compresibilidad baja y media cuyas consideraciones geotécnicas inciden en la proposición de un material granular de soporte. Así mismo se logran identificar las zonas homogéneas, según los módulos del material de fundación.

El material de las subrasantes de los tramos en estudio presenta homogeneidad y propiedades estructurales no óptimas para hacer uso de las mismas como soporte directo a la estructura de pavimento a proyectar,

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

dado los bajos valores de CBR obtenidos, según la tabla 3 del presente informe, con clasificación y comportamiento de la subrasante regular, por lo que se considera el mejoramiento de estas características de soporte, mediante la instalación de un material cuyo CBR sea mínimo 10% para garantizar estabilidad del terreno.

Tabla 6 CBR Tramo de intervención

APIQUE	DATOS MAYORES O IGUALES A	CANTIDAD	%
3	2,00	10	100%
8	2,20	9	90%
6	2,30	8	87.5%
4	2,40	7	70%
10	2,40	7	70%
9	2,50	5	50%
7	2,60	3	30%
2	2,70	1	10%
1	2,60	3	30%
5	2,50	5	50%

Fuente: Estudio de Suelos Diseño de Pavimento

Dado que el CBR del terreno se encuentra catalogado como MALO, es necesario realizar un mejoramiento del suelo mediante la instalación de una capa de relleno de 15 cm de espesor, utilizando un material de relleno de tipo adecuado que cumpla con las especificaciones técnicas establecidas por el INVIAS.

Como una segunda alternativa a las condiciones de mejoramiento que requiere el terreno o la zona de intervención del proyecto, se podría plantear una solución con suelo cemento o estabilización con cal, lo cual tiene como desventajas el requerirse dosis altas de cemento para lograr una ganancia de resistencia adecuada, una ganancia pobre de resistencia sin realizar un proceso de mezclado con material granular, también al ser un suelo ubicado en una zona de alta pluviosidad su tendencia en época de invierno es a tener una condición de suelo saturado lo cual podría provocar una tendencia a fisuración por efectos de retracción del material comprometiendo la estabilidad estructural de la solución de pavimento que se proponga. Por todo lo anterior y con el fin de garantizar una estabilidad mínima a lo largo de la vida útil del proyecto, lo más recomendable es la

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

utilización de un geotextil de aislamiento entre el suelo existente y un material de mejoramiento con material adecuado tipo INVIAS.

Por tanto, con el método de IVANOV descrito en el documento (**3.0.1 Estudio Geotécnico y de Suelos Cap 6.15**), se determina el CBR equivalente y MR de diseño, donde se obtiene un CBR combinado o de mejoramiento mediante el cajeo actual de la vía, en este caso refiere a 15 cm de carpeta asfáltica y base como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7 Resultados Método IVANOV para los CBR de los apiques.

CBR %	Mr (Mpa)	Eequ (kg/cm ²)	Einferior (kg/cm ²)	%CBR Mejoramiento	Esuperior (kg/cm ²)	h (cm)	a	n	CBR eq	N ^{3.5}
2.30	3450	345.869	235,62	10.0	672,89	15,00	15,00	152	3.94	3.94

Fuente: Propia

El método Ivanov, combinado con el ensayo de CBR (California Bearing Ratio) de apiques in situ, proporciona una evaluación integral de la capacidad estructural del pavimento y la resistencia del suelo subyacente.

En base en lo anterior mencionado y en conformidad con lo establecido en la normatividad como lo menciona la tabla que se presenta a continuación, para el diseño del mejoramiento del corredor vial en mención se proyecta trabajar con una clasificación de la subrasante tipo S2, generando de esta manera estabilidad y durabilidad en las obras a ejecutar y que enmarcan el objeto del proyecto.

Ilustración 10 Clasificación subrasante

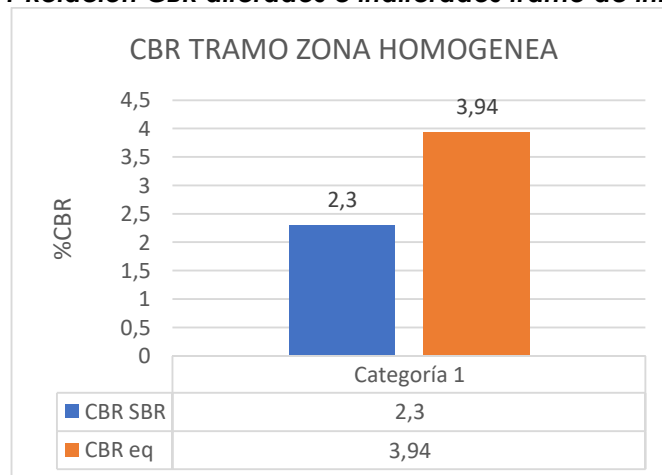
Clase o Tipo	CBR (%)	Módulo resiliente (kg/cm ²)
S1	< 2	< 200
S2	2 - 5	200 – 500
S3	5 - 10	500 – 1.000
S4	20 - 10	1.000 – 2.000
S5	> 20	> 2.000

Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

A continuación, se relaciona el cambio entre los CBR obtenido de manera directa e indirecta y el CBR diseño a emplear para el análisis del presente proyecto, teniendo en cuenta el mejoramiento sugerido para el proyecto:

Grafica 1 Relación CBR alterados e inalterados tramo de intervención



Fuente: Autor

8 CONDICIÓN CLIMÁTICA E HIDROLOGICA DE LA ZONA

El clima es uno de los factores más relevantes en las variables de diseño, la cual puede presentar menor incertidumbre respecto a las demás variables involucradas en el diseño de pavimento, sin embargo, no es la menos importante, si no por el contrario puede ser una variable junto a las condiciones de los cambios de humedad en los materiales no ligantes, determinan de manera sustancial, los comportamientos de una estructura en su periodo de diseño definido.

De acuerdo al Manual de diseño de pavimentos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito, para determinar la incidencia de la variable clima en el comportamiento estructural del pavimento, se requiere poseer información de la temperatura máxima, mínima y media del aire (°C), y los valores de la precipitación media mensual (mm). Dicho manual presenta una metodología la cual y para efectos del presente documento se presentan unas tablas resumen de las variables clima definidas dentro del documento de geotecnia para el diseño de pavimento adjunto al presente documento, lo cual fue determinante para determinar el módulo de la subrasante, y posteriormente se presenta cálculo de la temperatura media

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

mensual ponderada del aire, la cual determina el módulo de diseño de las capas asfálticas contempladas en el presente proyecto.

Por otra parte, nos permitimos indicar que acatando las recomendaciones expuestas en el componente **6. Estudio Hidrológico e Hidráulico y Diseño Estructuras Hidráulicas**. La zona presenta las siguientes características (...)

La vía existente cuenta con un sistema de drenaje adecuado, para realizar un correcto drenaje de las aguas de es corriente que circulan en sentido transversal, se logra validar que las estructuras no han cumplido su vida útil de servicio, no evidencian patologías de desgaste. No obstante, se recomienda realizar un mantenimiento de los 42 sumideros, los cuales se encuentran localizadas en el tramo a intervenir en el proyecto denominado **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA”**, dado que se pudo evidenciar que algunas presentan taponamiento en su totalidad en las rejillas,

En atención a las recomendaciones expuestas en el informe de redes existentes **7. Estudio de Redes existentes**, se concluye lo siguiente:

Redes secas

- **Redes de gas:**

- ✓ Las redes de gas están localizadas conforme a la planimetría oficial en sectores específicos, tales como sardineles y áreas de edificaciones. Asimismo, las redes que atraviesan la vía presentan las siguientes características según la información recopilada: la red de gas de 3/4" se encuentra a una profundidad aproximada de 0.60 m, mientras que la red de gas de 1" está situada a una profundidad aproximada entre 0.80 m y 1.00 m.
- ✓ Para la tubería de 3/4" a 60 cm de profundidad, se recomienda colocar una camisa de PVC sanitario o corrugada únicamente en el tramo del cruce de vía (1 m antes y 1 m después del borde).
- ✓ Colocar cinta de advertencia amarilla ("Peligro – Gas") a 30 cm sobre la generatriz superior de la tubería.
- ✓ Las actividades de excavación y pavimentación sobre la franja de seguridad deben hacerse con precaución (ideal excavación manual en el tramo inmediato a la tubería).

- Las demás redes secas se localizan de forma paralela al eje de la vía, emplazada exclusivamente en el área de los sardineles y urbanismo.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

- **Sistema de abastecimiento – Acueducto y sistema de alcantarillado - sanitario**

- ✓ Según el levantamiento de campo realizado, se determinó que la red de acueducto se encuentra dispuesta de forma paralela a las vías objeto de intervención, ubicándose específicamente en la franja correspondiente al sardinel. En consecuencia, no se prevé que dicha infraestructura resulte afectada por las obras de pavimentación proyectadas, ni se identifica la necesidad de ejecutar modificaciones o reubicaciones en la red de acueducto existente.

Por tal motivo no se contempla ninguna intervención sobre la red de acueducto, ya que estas no se encuentran ubicadas dentro del área de influencia directa del proyecto de mejoramiento vial. Asimismo

- ✓ Con base en el levantamiento topográfico realizado y la verificación en campo del estado de los sumideros, no se identifican condiciones que requieran modificaciones en esta infraestructura. Los sumideros inspeccionados se encuentran en buen estado estructural y funcionan adecuadamente desde el punto de vista hidráulico, ya que no se evidencian signos de erosión, taponamientos ni acumulación de agua en su entorno. Además, según el estudio topográfico, las cotas correspondientes a las rejillas existentes coinciden con la cota proyectada del nuevo nivel de pavimento, lo que confirma su adecuada ubicación y nivelación. En consecuencia, no se considera necesaria la intervención ni modificación de las estructuras de captación pluvial existentes, dado que su estado actual y condiciones topográficas son compatibles con el diseño del nuevo pavimento.
- ✓ El aislamiento de las redes del sistema de abastecimiento y el sistema de alcantarillado sanitario y pluvial que atraviesan la vía a pavimentar, es importante resaltar la necesidad de proteger las tuberías contra esfuerzos mecánicos y movimientos del terreno que puedan causar daños o rompimientos. Se recomienda utilizar una losa prefabricada reforzada con malla electrosoldada, con un ancho mínimo equivalente al doble del diámetro de la tubería. Esta losa debe colocarse sobre una capa de relleno compactado que

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

cubra la tubería, proporcionando así una base uniforme y estable. Posteriormente, sobre la losa prefabricada se instalarán la subbase y la losa de concreto estructural definitiva. Esta recomendación es importante porque garantiza la protección adecuada de las tuberías frente a cargas superficiales y evita posibles asentamientos o daños que comprometan la funcionalidad de las redes pluviales y de acueducto. Además, el uso de la losa prefabricada con refuerzo mejora la distribución de esfuerzos, aumentando la durabilidad y seguridad de la infraestructura hidráulica.

- Por otra parte, para el caso de las redes de alcantarillado sanitario, en aras de garantizar la integridad estructural y la durabilidad de la infraestructura, es imperativo tener presente durante la construcción de la vía la implementación de un sistema de vibro compactación adecuado (baja potencia) para la red de alcantarillado ubicada en la vía a intervenir.

Esto aplica específicamente para:

El tramo de red de alcantarillado ubicado en el primero pozo en la calle 17, en el tramo comprendido entre el abscisados K0+000 y K0+020 y Red de alcantarillado ubicado en el primer pozo en la calle 17, en el abscisados K0+205.

La necesidad de este aislamiento se fundamenta en las cotas a las que se encuentra instalada la tubería existente, la cual, al estar en proximidad o dentro del sector de trabajo de la nueva vía, queda expuesta a las cargas dinámicas y estáticas del tráfico y la nueva capa de pavimento. La implementación de este aislamiento (que puede incluir el uso de materiales amortiguadores, una correcta compactación del relleno o técnicas de protección estructural) es una medida preventiva esencial para evitar fisuras, fracturas o el colapso de las tuberías, asegurando así la funcionalidad continua del sistema de alcantarillado y previniendo costosas reparaciones futuras.

8.1 TEMPERATURA

Los cálculos del diseño del pavimento para determinar los espesores adecuados, de conformidad con el Manual de diseño de pavimentos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito, estipula que la variación diarias de temperatura no presenta influencia significativa en los módulos resilientes de las capas no ligadas, sin embargo si son relevantes en las

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:
				Y&V
Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE





propiedades del concreto, dado que es un producto susceptible térmicamente, por lo cual el módulo dinámico presenta diferencia según el clima del lugar donde se desarrollará el proyecto

De acuerdo al manual, en Colombia las variaciones de temperatura durante el año no son tan extremas, como si lo pueden ser donde existen estaciones, por tal motivo es suficiente promediar las temperaturas medias mensuales del aire (TMMA) y de esta manera obtener la temperatura promedio anual ponderada del aire (TMAP), calculadas a través de la ecuación EC.3.31 del manual en mención.

Para el proyecto que tiene por objeto " **MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**" dichos datos son obtenidos de la página del IDEAM Consulta y Descarga de Datos Hidrometeorológicos, obteniendo valores desde el año 2011, hasta el año 2018, los cuales son los disponibles en la página obtenidos en la estación denominada AEROPUERTO SANTIAGO PÃ‰REZ [37055010], ubicada en la latitud 7.069444444, y Longitud -70.73805556; y código de estación 37055010. De esta manera se obtiene, un resultado promedio no solo un año, si no ocho años consecutivos, los cuales se relación en la siguiente tabla,

Ilustración 11: Variación de Temperatura en Arauca, Arauca

Año/ mes	Temperatura media mensual del aire del mes i en °C												TMAP
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
2011	26.5	27.5	27.6	26.8	26.0	26.0	25.5	26.1	26.4	26.3	26.0	26.4	26.4
2012	26.7	27.3	26.9	26.2	25.8	25.8	25.2	25.6	25.9	26.5	27.3	27.1	26.4
2013	27.6	28.5	29.6	27.9	26.6	25.4	25.4	25.7	26.2	26.7	26.7	26.7	26.9
2014	27.4	28.5	29.9	27.4	27.0	25.7	25.8	25.9	26.1	26.1	26.8	27.4	27.0
2015	27.0	27.8	28.5	27.1	27.0	25.7	25.6	26.0	27.1	27.1	26.5	26.6	26.8
2016	27.2	28.9	30.0	27.5	26.1	25.5	25.6		26.7	27.0	26.9	26.6	27.1
2017	26.7	28.2	27.7	27.7	26.4	25.9	25.6	26.6	26.9	27.2	27.4		26.9
2018	28.5	29.2	29.9	27.6	26.3	26.1							27.9
Total promedio TMAP													26.94

Fuente: (IDEAM, 2024)

Dicha temperatura media promedio es un dato de entrada para seleccionar la estructura de pavimento en las cartas de diseño del manual.

8.2 OBRAS DE DRENAJE PROPUESTAS

Para el proyecto " **MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**", en conformidad con el criterio del ingeniero consultor Hidrológico e hidráulico se opta por el empleo de la red Pluvial existente en el proyecto, para dar manejo del drenaje superficial en el corredor vial de intervención del

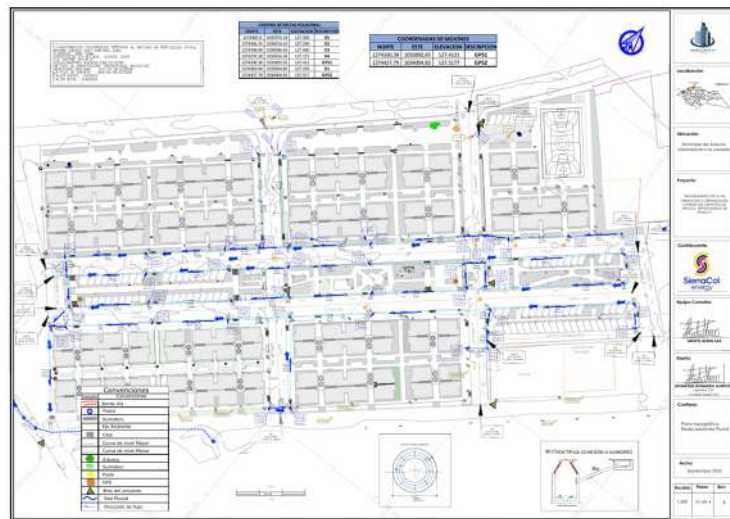
	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

proyecto puesto que estas obras presentan un adecuado comportamiento hidráulico y estructural para su correcto funcionamiento.

La vía existente cuenta con un sistema de drenaje adecuado, para realizar un correcto drenaje de las aguas de es correntia que circulan en sentido transversal, se logra validar que las estructuras no han cumplido su vida útil de servicio, no evidencian patologías de desgaste. No obstante, se recomienda realizar un mantenimiento de limpieza de los 42 sumideros, los cuales se encuentran localizadas en el tramo a intervenir en el proyecto denominado **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA”**, dado que se pudo evidenciar que algunas presentan taponamiento en su totalidad en las rejillas,

El detalle de la red Pluvial contemplada para la evacuación de las aguas que se generen sobre la vía a ejecutar, se puede evidenciar en el componente 6.0 Estudio Hidrológico e Hidráulico redes /6.0.01 Planos PP red pluvial-componente, como se evidencia en la siguiente imagen:

Ilustración 12 Plano red Pluvial-Sumideros



Fuente: Propio-Estudio Hidrológico e Hidráulico

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

9 VELOCIDAD DE DISEÑO

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

Teniendo en cuenta el entorno urbanístico, el tipo de terreno y las características operacionales y funcionales de las vías urbanas requeridas, se adoptará una velocidad de diseño de 30 km/h. con el fin de asegurar que los vehículos puedan transitar sobre las vías en condiciones seguras.

Para el diseño de pavimento se toma como la velocidad de diseño geométrico para el proyecto que tiene por objeto **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"** el valor de 30 Km/h, en toda el área de intervención.

Ilustración 13 Valores de la velocidad de diseño en función de la categoría de la carretera

TIPO DE VÍA	VELOCIDAD (km/h)
Autopistas	Igual o mayor a 80
Arterias primarias	60 - 80
Arterias secundarias	50 - 60
Colectoras	40 - 50
Locales	30 - 40
Semi - Peatonales	No aplica velocidad de diseño. Los vehículos que ingresen deben hacerlo a la mínima posible.
Ciclorrutas	30

Fuente: (INVIAS, 2008)

10 DISEÑO DE PAVIMENTO MEDIANTE METODOLOGIA DEL MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PARA VIAS CON BAJOS, MEDIOS Y ALTOS VOLUMENS DE TRANSITO

A continuación, se presenta la alternativa del Diseño de pavimento en concreto, teniendo en cuenta los parámetros establecidos en el Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito propuesto por el INVIAS 2015

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

10.1 METODOLOGÍA

En Colombia los métodos de diseño para los pavimentos de concreto más utilizados son los propuestos por la AASHTO en 1993 y la PCA en 1984. Ambos métodos tienen características distintas y los espesores calculados con ellos, para condiciones similares, pueden ser diferentes, pese a lo anterior, se siguieron las recomendaciones de los dos métodos para la elaboración de las cartas de diseño que se proponen en el catálogo de estructuras INVIAS.

Los espesores registrados en las cartas de diseño son el resultado del análisis de más de 70.000 diseños, obtenidos a partir de las metodologías presentadas por la PCA'84 y la AASHTO'93 los cuales se analizaron para seleccionar el abanico de 1.680 estructuras que conforman este manual (MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PARA VIAS CON BAJOS, MEDIOS Y ALTOS VOLUMENS DE TRANSITO).

Los resultados de las cartas de diseño expuestas con la metodología INVIAS, se presentan tabuladas en función de las variables seleccionadas y la selección del espesor se hace seleccionando en primer lugar el tránsito (T#) , luego se escoge el tipo de suelo (S#) a partir de la capacidad de soporte de la subrasante, a continuación, se define si el pavimento tendrá dovelas (D) (D) o no (ND) (ND) y bermas laterales (B) o (B) o (NB). (NB), hasta este Luego se escoge el tipo de soporte sobre el que se desea construir el pavimento (SN, BG, o BEC) BG, o BEC) y finalmente se escoge la calidad del concreto (MR#) y en la casilla en donde coincidan todas las variables escogidas se lee el espesor en centímetros, que debe tener la losa, que cumple con las condiciones fijadas.

10.2 CRITERIOS DE DISEÑO

10.2.1 Tránsito

Para el diseño del corredor vial de estudio enmarcado dentro de la metodología Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito y en conformidad con lo expuesto en los parámetros generales de diseño **Cap. 6.2 TRANSITO VEHICULAR** del presente documento, se emplea el siguiente nivel de Transito

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:	
				Y&V	
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	
1		Aprobado	18/08/2026	SCE	

Tabla 8 Resumen transito corredor de estudio

Numero de ejes equivalentes N (80KN de DISEÑO)	1.030.551,00
Categoría de transito	T1

Fuente: Propia

10.2.2 Características Suelo y Subrasante

En resultado del informe **3.0.1 Estudio Geotécnico y de Suelos**, una vez procesado las muestras obtenidas in situ, realizados los respectivos ensayos y análisis que den a lugar, se concluye lo siguiente:

- En el tramo de intervención donde se pretende ejecutar el presente proyecto no se encontraron condiciones críticas geotécnicamente que afecten el desarrollo del proyecto ya que fueron implementados ensayos directos e indirectos a esta zona de estudio.
- El suelo en la zona de intervención de acuerdo al ensayo de clasificación granulométrica se establece como un suelo arcilloso de baja plasticidad, siendo concordante con la caracterización geológica del sitio y estableciendo dicha área como una zona de homogeneidad geotécnica.
- La subrasante de la zona de estudio la mayoría presenta potencial de compresibilidad baja y media, la totalidad de los suelos presentan un índice de consistencia sólido y por último su potencial de expansión es bajo.

Por otra parte, y en atención a lo expuesto en el numeral **7. SUBRASANTE**, se resaltan los siguientes parámetros:

- El CBR para el corredor vial de estudio es de CBR=2.30%
- Se identifica 1 sola zona homogénea
- Dado que el CBR del terreno se encuentra catalogado como MALO, es necesario realizar un mejoramiento del suelo mediante la instalación de una capa de relleno de 15 cm de espesor, utilizando un material de relleno de tipo adecuado que cumpla con las especificaciones técnicas establecidas por el INVIAS, a continuación, se describe las condiciones de la subrasante.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		ALING SAS	
		Informe de diseño de pavimento	Rev.	Revisó:	
			1	Y&V	
			Estado	Aprobó:	
			Aprobado	SCE	
			Fecha:		
			18/08/2026		

Tabla 9 Resumen condiciones geotécnicas corredor de estudio

Zonas homogéneas	1
CBR% Subrasante	2.30%
Material de mejoramiento contemplado	15 cm
Clasificación subrasante	S2
Tipo de suelo	Suelo arcilloso de baja plasticidad

Fuente: Propia

Una de las variables que está involucrada en el diseño de los pavimentos de concreto es el suelo, por eso es necesario conocer su clasificación y su comportamiento mecánico, con el fin de predecir su respuesta ante los esfuerzos que se le aplican bajo la acción de las cargas estáticas y dinámicas que ofrece el tránsito y el propio peso de la estructura del pavimento sobre su fundación, que en la técnica de los pavimentos recibe el nombre de sub rasante.

En la tabla que se describe a continuación se puede observar la relación existente de la textura junto con las características de los suelos descritos por el manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

Tabla 10 Características de los materiales

Característica	Material		
	Gravas y arenas	Limos	Arcillas
Tamaño del grano	Grano grueso Pueden verse los granos individualmente a simple vista	Grano fino No pueden verse los granos individualmente a simple vista	Grano fino No puede verse los granos individualmente a simple vista
Característica	Sin Cohesión No plásticos Granulares	Baja cohesión No plásticos Granulares	Cohesivos Plásticos
Efecto del agua	No muy importante (Excepto en la pérdida de humedad bajo cargas dinámicas)	Importante	Muy importante
Efecto del tamaño de grano y su distribución	Importante	No muy importante	Importancia relativa

Fuente: Autor.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:	
				Y&V	
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	
1		Aprobado	18/08/2026	SCE	

10.2.3 Material de soporte

En el manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito se tendrán en cuenta tres tipos de soporte para el pavimento.

Como se indica en la Tabla expuesta al final de la descripción, el suelo natural, las bases granulares (Artículo INV- 330-07) y las bases estabilizadas con cemento (Artículo INV-341-07), de 150 mm de espesor. Su efecto en el espesor de la estructura se tendrá en cuenta elevando el valor de la capacidad de soporte del terreno natural o suelo de subrasante.

Para el proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"** se priorizó que la estructura de pavimento vaya soportada mediante una capa de Base granular o Base estabilizada con cemento, siendo estas dos alternativas viables desde el punto de vista técnico y en atención a las condiciones previas conocidas de la subrasante en el corredor vial de estudio.

Tabla 11. Clasificación de los materiales de soporte para el pavimento de concreto.

Denominación	Descripción
SN	Subrasante Natural
BG	Base Granular
BEC	Base Estabilizada con Cemento

Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

10.2.4 Características del concreto para pavimentos

Para el diseño de pavimentos rígidos, el Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Tránsito contempla cuatro (4) categorías de calidad del concreto, definidas en función de su resistencia a la flexotracción, según se presenta en la tabla incluida al final de esta sección. Estas resistencias se determinan a los 28 días de edad del concreto y se evalúan mediante el ensayo de resistencia a la flexión del concreto utilizando viga simple cargada en los tercios de la luz, conforme a lo establecido en la Norma INVIAS INV E-414-07. Los valores obtenidos constituyen uno de los parámetros fundamentales para el dimensionamiento estructural del pavimento y la verificación de su

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:
	Informe de diseño de pavimento			Y&V
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE



capacidad para soportar las cargas de tránsito previstas durante el período de diseño.

No obstante, la resistencia a la flexotracción del concreto puede estimarse a partir de su resistencia a la compresión mediante correlaciones empíricas ampliamente aceptadas en la práctica de la ingeniería. Estas relaciones pueden variar dependiendo de las características de la mezcla, los materiales constitutivos, las condiciones de curado y la metodología o referencia técnica empleada para su determinación.

Una de las expresiones más utilizadas para este propósito corresponde a la establecida en el ACI 318 - Building Code Requirements for Structural Concrete, la cual permite estimar la resistencia a la flexotracción o módulo de rotura (MR) a partir de la resistencia a la compresión del concreto. La ecuación correspondiente se presenta a continuación:

$$MR = k \sqrt{f'_c}$$

donde:

- MR = resistencia a la flexotracción del concreto, en MPa.
- f'_c = resistencia a la compresión, en MPa.
- k = coeficiente empírico que depende del tipo de concreto, agregados, edad, condiciones de ensayo y unidades utilizadas.

En consecuencia, para el presente proyecto se considera técnicamente válida la utilización de esta relación como herramienta de estimación de la resistencia a la flexotracción a partir de la resistencia a la compresión especificada del concreto. Sin embargo, dicha estimación no reemplaza los ensayos directos de laboratorio cuando estos sean requeridos por la Interventoría o por las especificaciones particulares del proyecto.

En caso de que la Interventoría del proyecto considere que alguno de los resultados obtenidos mediante esta correlación no son suficientes para verificar el cumplimiento de los parámetros de diseño, podrá exigir la ejecución del ensayo de resistencia a la flexión conforme a la Norma INVIAS INV E-414-07. En tal situación, el Contratista deberá realizar los ensayos correspondientes y asumir los costos asociados, garantizando la obtención de resultados representativos que permitan validar la calidad del concreto empleado en la construcción del pavimento.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

Para el proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"** de acuerdo con los aforos realizados para el área de influencia en el estudio de tránsito se obtuvieron un numero de ejes equivalentes de 1.030.551,00, posteriormente seguimos las exigencias de la entidad solicitante determinando que el concreto debe alcanzar una resistencia de 4.0 MPa y un módulo de rotura 40 Kg/cm² en función de la tabla relacionada por la calidad del concreto a flexión.

Tabla 12 Resistencia que debe alcanzar el concreto

Nivel de tránsito	Resistencia a la flexotracción (MPa)
NT1	3.8
NT2	4.0
NT3	4.2

NT1<500.000 500.000<NT2<2.000.000

Descripción	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)
MR1	38
MR2	40
MR3	42
MR4	45

Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito

10.2.5 Transferencia de cargas entre losas y confinamiento lateral

Hay dos factores que influyen en la determinación del espesor de las losas de concreto y son la presencia de pasadores de carga (dovelas) en las juntas transversales y los confinamientos laterales del pavimento, como son las bermas, los bordillos o los andenes.

Para el proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"** se tuvo en cuenta como mecanismo de transferencia las barras de acero liso (dovelas) y confinamiento lateral ya que actualmente las vías internas de la Urbanización Laureles se encuentran confinada por bordillos y andenes en ambos costados de las vías. Urbanismo que de igual manera se encuentra conformado por concreto rígido, en buen estado y por tanto no se realizan modificaciones a los trabajos que se encuentran ejecutados.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

Tabla 13. Denominación del sistema de transferencia de cargas y confinamiento lateral.

Denominación	Descripción
D	Dovelas
B	Bermas
No D	No Dovelas
No B	No Bermas

Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

10.3 RESUMEN DE VARIABLES ENCONTRADAS DENTRO DE LOS ANÁLISIS DE DISEÑO DE PAVIMENTO

Tabla 14 Variables de diseño

DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Transito	T1
Suelo	S2 (CBR 2.3%)
Transferencia y confinamiento	D y B (Dovelas y Bermas-Bordillos-Anden)
Soporte	BG (Base Granular 0.15 m) BEC (Base estabilizada con cemento 0.15 m)
Concreto	MR2 (4,0 MPa)

Fuente: Propia

10.4 CARTAS DE DISEÑO ESPESOR DE LA LOSA

Teniendo en cuenta que la categoría del tránsito para este proyecto y en base a lo mencionado anteriormente, se emplea la *Tabla 4.3 Espesores de losa de concreto (cm) de acuerdo con la combinación de variables y T2 como factor principal*, tomada del Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito propuesto por el INVIAS.

Con base en la información de: niveles de tránsito, condiciones de resistencia de los suelos de subrasante y características de los materiales definidos para soporte, se determinan los espesores para las diferentes combinaciones de las variables, indicándose para las alternativas de diseño,

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	Informe de diseño de pavimento			Revisó:	
				Y&V	
				Aprobó:	
				SCE	
		Rev.	Estado	Fecha:	
		1	Aprobado	18/08/2026	

los materiales y espesores correspondientes, que garantizan un buen diseño estructural. Dentro del manual se establecieron siete (2) alternativas, como se detalla a continuación:

Ilustración 14. Parámetros y rangos contemplados en las cartas de diseño

ESPEORES DE LOSA DE CONCRETO (cm) DE ACUERDO CON LA COMBINACIÓN DE VARIABLES																					
Tránsito T1																					
		S1				S2				S3				S4				S5			
		D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B	D y B	D y no B	No D y B	No D y no B
SN	MR1		24	28	23	27	23	27		21	25	21	25	21	24	21	24	20	23	20	23
	MR2		23	27	22	26	22	26		21	24	21	24	20	23	20	23	20	23	20	23
	MR3		22	26	22	25	22	25		20	23	20	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR4		20	25	21	24	21	24		19	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21
	MR1		23	26	22	26	22	26		21	24	21	24	20	24	20	24	20	23	20	23
DU	MR2		22	26	22	25	22	25		20	23	20	23	20	23	20	23	19	22	19	22
	MR3		21	25	21	24	21	24		19	23	19	23	19	22	19	22	19	22	19	22
	MR4		20	24	20	23	20	23		18	22	19	22	18	21	19	21	18	21	19	21
		MR1		20	23	20	23	20	23		18	21	18	21	18	21	18	21	18	20	18
DEU	MR2		19	22	19	22	19	22		18	20	18	20	17	20	18	20	17	20	18	19
	MR3		19	22	18	21	19	21		17	20	18	20	17	19	18	19	16	19	18	19
	MR4		19	21	17	20	19	20		16	19	18	19	16	18	18	19	15	18	18	18

Fuente: (INVIAS, 2015)

Para el proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"** se obtiene como resultado un espesor de losa de 22 centímetros planteando un material de soporte de Base granular y un espesor de losa de 19 cm planteando un material de soporte de Base estabilizada con cemento.

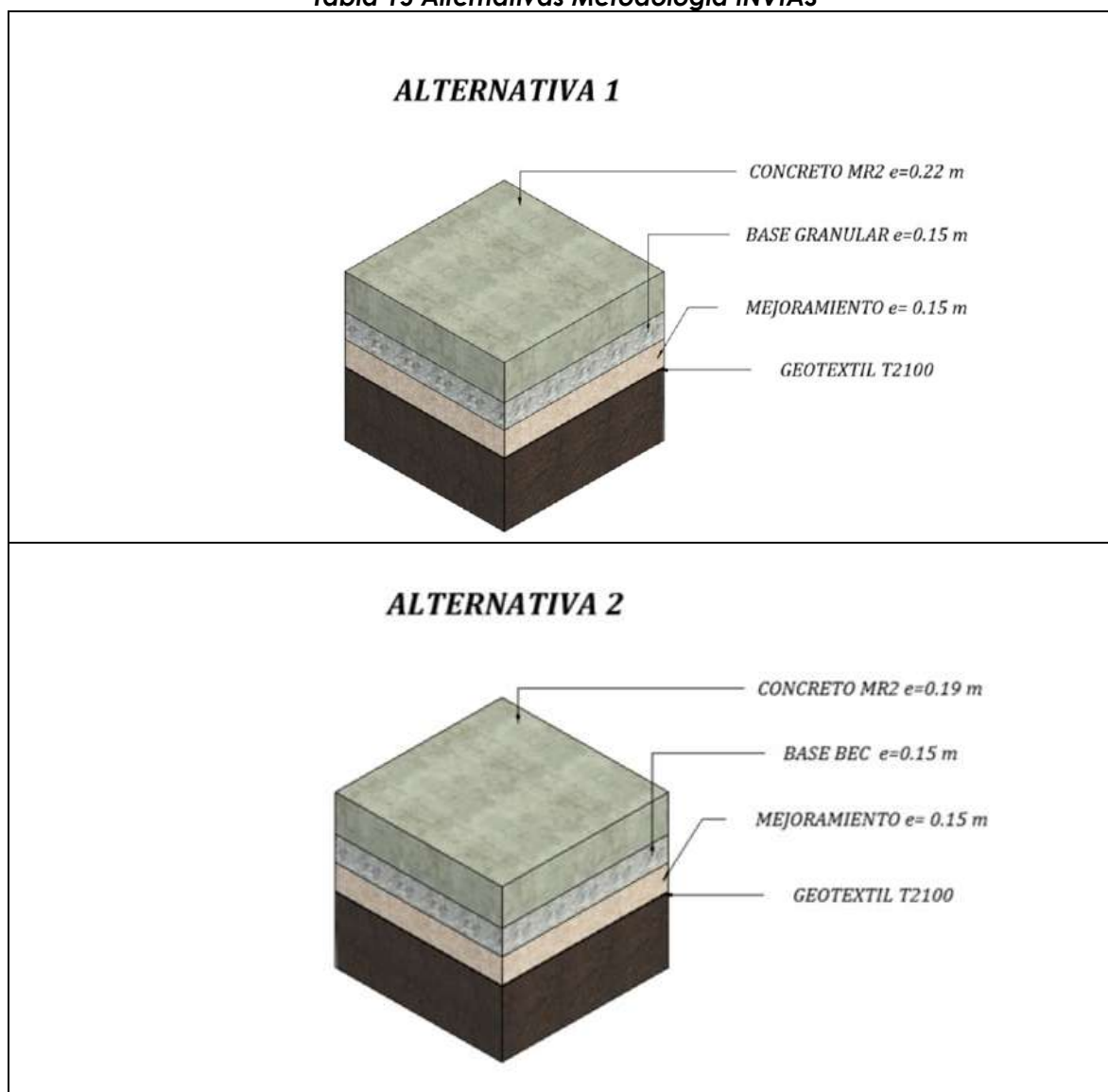
Siendo así, se decide adoptar por realizar un análisis económico de las dos alternativas planteadas, en aras de definir la solución más eficiente en temas técnicos, aprovechamiento de materiales encontrados en la zona y costo de construcción de cada alternativa planteada. Análisis que se describe al final del presente documento.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:
	Informe de diseño de pavimento			Y&V
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE



10.5 ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO RIGIDO DEFINIDAS METODOLOGIA 1

Tabla 15 Alternativas Metodología INVIAS



Fuente: Propia

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

10.6 SELECCIÓN DE LOS PASADORES DE CARGA

Cuando la trabazón de agregados no es suficiente para lograr la transmisión de carga, se pueden utilizar, para alcanzar dicho objetivo, varillas de transferencia de carga, conocidas como pasadores de carga, o dovelas, que son, barras de acero cortas y lisas con un límite de fluencia (f_y) mínimo de 280 MPa (2800 kg/cm² o 60.000 PSI), de acuerdo con el Artículo INV 500-07 y el Artículo INV 640-07, embebidas dentro del concreto fresco.

Los pasadores se instalan en las juntas de tal manera que les permitan a las losas separarse y unirse entre sí, pero no desplazarse verticalmente y su función es entonces absorber los esfuerzos de cortante, generados por las cargas del tránsito al cruzar las juntas y transmitir a la losa adyacente entre el 40 y 45% de la carga de diseño, cuando esta se coloca cerca de la junta.

Las dovelas, para poder cumplir con su objetivo, deben ser fáciles de instalar, lisas y al menos dos terceras partes de su longitud deben estar recubiertas con un material antiadherente, con el propósito de no restringir los desplazamientos horizontales de las losas. Además, deben ser resistentes a la fatiga y a la corrosión.

En cuanto a las dimensiones, espaciamiento y longitud de los pasadores, la práctica se ha reducido a la aplicación de los criterios indicados en la Tabla encontrada al final de la presente descripción.

Los pasadores se deben colocar en la mitad del espesor de las losas, paralelos entre sí, al eje longitudinal de la vía y a la superficie del pavimento, con una tolerancia medida en el extremo del pasador que no sobrepase los 10 mm respecto a la posición teórica. La manera más eficiente de lograr esto, es la de colocar los pasadores sobre unos soportes hechos con varillas, que quedan embebidos en el concreto.

El concreto alrededor de los pasadores debe tener la misma compactación que en el resto del pavimento, para evitar la creación de zonas en las cuales la resistencia a la tracción sea más baja y por ende se convierta en un área que se puede fisurar.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

Tabla 16. 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 para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

Para el proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"** según la tabla anterior expuesta se obtiene como resultado la utilización de pasadores de acero liso con diámetro 1 1/8" (29 mm), con una longitud de 400 mm y una separación entre ejes de 300 mm para la alternativa 1 y pasadores de acero liso con diámetro 1" (25 mm), con una longitud de 350 mm y una separación entre ejes de 300 mm para la alternativa 2.

10.7 BARRAS DE TRANSFERENCIA

Diseño sugerido por el Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito

Es necesario dotar las juntas longitudinales con barras de anclaje, para impedir el desplazamiento de las losas de un carril, respecto a las del otro. Los aceros, como se dijo deben cumplir con el Artículo INV 500-07 y lo que sea aplicable del Artículo 640-07, se admiten aceros con resistencia de 187,5 MPa (40.00 PSI) y 280 MPa (60.000 PSI). La selección del diámetro, separación, longitud y resistencia de las barras de anclaje, se puede hacer según los criterios indicados en la Tabla descrita a continuación:

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	Informe de diseño de pavimento			Revisó:	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

Tabla 17. Separación barras de anclaje para sección transversal con bordillo en los dos costados.

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	1,20	1,00		1,20	1,20	1,20
200		0,60	0,55	0,50		1,05	1,20	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

Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

Teniendo en cuenta que para el proyecto se plantean teniendo en cuenta los anchos de las calzadas existentes o gematría de los tramos y en aras de mantener los alineamientos delimitados por las zonas de confinamiento tipo andenes y bordillos, se plantean carriles de ancho variable que oxilan entre 3.40 y 3.50 aproximadamente.

Para el proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"** y de acuerdo con los dispuesto en la tabla anterior, se obtiene como resultado la utilización de barras de acero corrugado $F_y = 280$ MPa (60.000 PSI) con diámetro (1/2" – 12,7 mm) con una longitud de 85 cm y una separación entre ejes de 1,20 m, para los dos anchos de carril propuestos.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		ALING SAS	
		Informe de diseño de pavimento	Rev.	Revisó:	
			1	Y&V	
			Estado	Aprobó:	
			Aprobado	SCE	
			Fecha:		
			18/08/2026		

11 DISEÑO DEL PAVIMENTO METODO AASTHO 93

La metodología AASTHO 93 para pavimentos rígidos es un método empírico que utiliza un diagrama de diseño con varios nomogramas para determinar el espesor de la losa de concreto, tomando en cuenta la confiabilidad, la serviciabilidad (valor inicial y final), el tráfico (ESALs), las propiedades de la subrasante (módulo de reacción K), las características del concreto (módulo elástico y de rotura), y factores ambientales como el drenaje.

11.1 METODOLOGÍA

En Colombia los métodos de diseño para los pavimentos de concreto más utilizados son los propuestos por la AASTHO en 1993.

Esta metodología consiste en definir las variables de diseño requeridas como insumo para alimentar el presente diseño, las cuales se detallarán en el siguiente capítulo, posteriormente se realiza el proceso de diseño en el cual debemos tener en cuenta las siguientes etapas

- **Evaluación de datos de entrada:**

Recopilar la información de los materiales (concreto, subrasante) y las condiciones de la vía (tránsito, tipo de vía).

- **Cálculo del número estructural (SN):**

Utilizar la fórmula de la Guía de Diseño AASTHO 93 para determinar el número estructural necesario para el diseño, que se obtiene por tanteo para balancear los diferentes parámetros.

- **Determinación del espesor de la losa:**

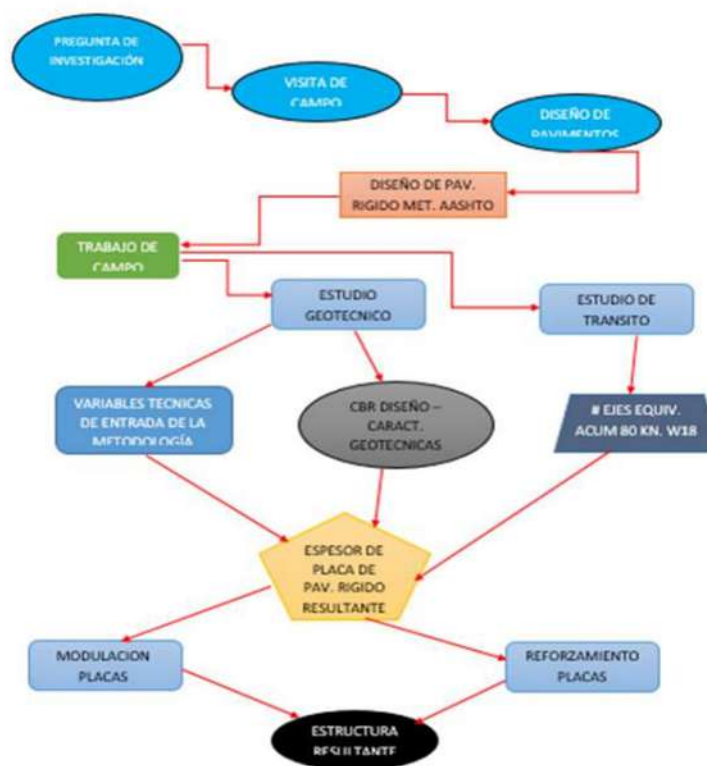
A través de gráficos nomogramas o el proceso iterativo de la ecuación principal, se determina el espesor de la losa de concreto que satisface los criterios de diseño.

La metodología empleada por este método se describe en la siguiente ilustración:

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS
	Informe de diseño de pavimento			Revisó:
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE



Ilustración 15 Mapa conceptual de la metodología



Fuente: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA-2020

11.2 CRITERIOS DE DISEÑO

11.2.1 Tránsito

Para el diseño del corredor vial de estudio enmarcado dentro de la metodología Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito y en conformidad con lo expuesto en los parámetros generales de diseño **Cap. 6.2 TRANSITO VEHICULAR** del presente documento, se emplea el siguiente nivel de Transito

Tabla 18 Resumen transito corredor de estudio

Numero de ejes equivalentes N (80KN de DISEÑO)	1.030.551,00
Categoría de transito	T1

Fuente: Propia

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:	
				Y&V	
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	
1		Aprobado	18/08/2026	SCE	

11.2.2 Características Suelo y Subrasante

En resultado del informe **3.0.1 Estudio Geotécnico y de Suelos**, una vez procesado las muestras obtenidas in situ, realizados los respectivos ensayos y análisis que den a lugar, se concluye lo siguiente:

- En el tramo de intervención donde se pretende ejecutar el presente proyecto no se encontraron condiciones críticas geotécnicamente que afecten el desarrollo del proyecto ya que fueron implementados ensayos directos e indirectos a esta zona de estudio.
- El suelo en la zona de intervención de acuerdo al ensayo de clasificación granulométrica se establece como un suelo arcilloso de baja plasticidad, siendo concordante con la caracterización geológica del sitio y estableciendo dicha área como una zona de homogeneidad geotécnica.
- La subrasante de la zona de estudio la mayoría presenta potencial de compresibilidad baja y media, la totalidad de los suelos presentan un índice de consistencia sólido y por último su potencial de expansión es bajo.

Por otra parte, y en atención a lo expuesto en el numeral **7. SUBRASANTE**, se resaltan los siguientes parámetros:

- El CBR para el corredor vial de estudio es de CBR=2.30%
- Se identifica 1 sola zona homogénea
- Dado que el CBR del terreno se encuentra catalogado como MALO, es necesario realizar un mejoramiento del suelo mediante la instalación de una capa de relleno de 15 cm de espesor, utilizando un material de relleno de tipo adecuado que cumpla con las especificaciones técnicas establecidas por el INVIAS, a continuación, se describe las condiciones de la subrasante.

Tabla 19 Resumen condiciones geotécnicas corredor de estudio

Zonas homogéneas	1
CBR% Subrasante	2.30%
Material de mejoramiento contemplado	15 cm
Clasificación subrasante	S2

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

Tipo de suelo	Suelo arcilloso de baja plasticidad
---------------	-------------------------------------

Fuente: Propia

Una de las variables que está involucrada en el diseño de los pavimentos de concreto es el suelo, por eso es necesario conocer su clasificación y su comportamiento mecánico, con el fin de predecir su respuesta ante los esfuerzos que se le aplican bajo la acción de las cargas estáticas y dinámicas que ofrece el tránsito y el propio peso de la estructura del pavimento sobre su fundación, que en la técnica de los pavimentos recibe el nombre de sub rasante.

En la tabla que se describe a continuación se puede observar la relación existente de la textura junto con las características de los suelos descritos por el manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

Tabla 20 Características de los materiales

Característica	Material		
	Gravas y arenas	Limos	Arcillas
Tamaño del grano	Grano grueso Pueden verse los granos individualmente a simple vista	Grano fino No pueden verse los granos individualmente a simple vista	Grano fino No puede verse los granos individualmente a simple vista
Característica	Sin Cohesión No plásticos Granulares	Baja cohesión No plásticos Granulares	Cohesivos Plásticos
Efecto del agua	No muy importante (Excepto en la pérdida de humedad bajo cargas dinámicas)	Importante	Muy importante
Efecto del tamaño de grano y su distribución	Importante	No muy importante	Importancia relativa

Fuente: Autor.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:	
				Y&V	
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	
1		Aprobado	18/08/2026	SCE	

11.2.3 Material de soporte

En el manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito se tendrán en cuenta tres tipos de soporte para el pavimento.

Como se indica en la Tabla expuesta al final de la descripción, el suelo natural, las bases granulares (Artículo INV- 330-07) y las bases estabilizadas con cemento (Artículo INV-341-07), de 150 mm de espesor. Su efecto en el espesor de la estructura se tendrá en cuenta elevando el valor de la capacidad de soporte del terreno natural o suelo de subrasante.

Para el proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"** se priorizó que la estructura de pavimento vaya soportada mediante una capa de Base granular o Base estabilizada con cemento, siendo estas dos alternativas viables desde el punto de vista técnico y en atención a las condiciones previas conocidas de la subrasante en el corredor vial de estudio.

Tabla 21. Clasificación de los materiales de soporte para el pavimento de concreto.

Denominación	Descripción
SN	Subrasante Natural
BG	Base Granular
BEC	Base Estabilizada con Cemento

Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

11.2.4 Características del concreto para pavimentos

Para los diseños de los pavimentos el manual de diseño de pavimentos para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tráfico considera 4 calidades de concreto según lo indicado en la Tabla descrita al final de la descripción, las resistencias al flexo tracción se evalúan a los 28 días y se miden con base en el ensayo Resistencia a la flexión del concreto. Método de la viga simple cargada en los tercios de la luz (Norma INV E414-07).

Para el proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"** de acuerdo con los aforos realizados para el área de influencia en el estudio de tránsito se obtuvieron un numero de ejes equivalentes de 1.030.551,00,

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:	
				Y&V	
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	
1		Aprobado	18/08/2026	SCE	

posteriormente seguimos las exigencias de la entidad solicitante determinando que el concreto debe alcanzar una resistencia de 4.0 MPa y un módulo de rotura 40 Kg/cm² en función de la tabla relacionada por la calidad del concreto a flexión.

Tabla 22 Resistencia que debe alcanzar el concreto

Nivel de tránsito	Resistencia a la flexotracción (MPa)
NT1	3.8
NT2	4.0
NT3	4.2

NT1 < 500.000 500.000 < NT2 < 2.000.000

Descripción	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)
MR1	38
MR2	40
MR3	42
MR4	45

Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito

11.2.5 Confiabilidad

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de éste, es decir, a la capacidad de soportar las cargas impuestas por el tránsito, y asimismo de brindar *seguridad* y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado.

Tabla 23 Niveles de confiabilidad sugeridos

Tipo de camino	Zona urbana	Zona rural
Rutas interestatales y autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias principales	80 – 99	75 – 99
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Locales	50 – 80	50 – 80

Fuente: American Association of State Highway and Transportation officials - AASHTO-1993

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		ALING SAS	
		Informe de diseño de pavimento	Rev.	Revisó:	
			1	Y&V	
			Estado	Aprobó:	
			Aprobado	SCE	
			Fecha:		
			18/08/2026		

Se tomó un valor de confiabilidad del 80%, de acuerdo a lo recomendado por la metodología establecida en la AASHTO-1993 y se define dependiendo el grado de importancia de la vía a intervenir, en este caso corresponden a vías urbanas internas locales.

11.2.6 Desviación normal estándar

Permite incluir un grado de seguridad en el proceso de diseño para que las alternativas de estructuras propuestas se comporten satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y ambientales que se generen en el periodo de diseño.¹

Dependiendo del valor definido de confiabilidad para el proyecto (80%), pueden considerarse el valor de desviación estándar normal como se indica en la siguiente tabla

Tabla 24 Desviación normal estándar

CONFIABILIDAD, %	DESVIACIÓN NORMAL ESTÁNDAR, Zr.
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340

Fuente: American Association of State Highway and Transportation officials - AASHTO-1993

Atendiendo a lo anterior mencionado, Se tomó un valor de desviación estándar normal para el proyecto de Zr de -0.841 del 80%, de acuerdo a lo recomendado por la metodología establecida en la AASHTO-1993.

La desviación estándar de todas las variables tiene en cuenta el error o desviación del diseño, la variación de la predicción del tráfico y el comportamiento estructural.

Tabla 25 Error normal combinado So

PROYECTO DE PAVIMENTO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR, So	
	Flexible	Rígido
	0,40 - 0,50	0,30 - 0,40
Construcción nueva	0,45	0,35
Sobrecapas	0,50	0,40

Fuente: American Association of State Highway and Transportation officials - AASHTO-1993

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:
				Y&V
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:
1		Aprobado	18/08/2026	SCE



GRUPO ALINS S.A.S.
VIA DEL COMERCIO



Atendiendo a lo anterior mencionado, Se tomó un valor de desviación estándar S_o para el proyecto de 0.35, de acuerdo a los rangos de valores recomendados por la metodología establecida en la AASHTO-1993 y teniendo en cuenta que se está ejecutando un pavimento flexible nuevo.

11.2.7 Serviciabilidad

La serviciabilidad se usa como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional), cuando éste circula por la vialidad.

- **Índice de serviciabilidad inicial (P_0):**

El índice de serviciabilidad inicial (P_0) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO estableció para pavimentos rígido un valor inicial deseable de 4.5.

Tabla 26 Serviciabilidad inicial

Valores típicos (P_o)	
Pavimento flexible	4,2
Pavimento Rígido	4,5

Fuente: American Association of State Highway and Transportation officials - AASHTO-1993

- **Índice de serviciabilidad final (P_f):**

El índice de serviciabilidad final (P_f), ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la vialidad, pueden considerarse los valores P_f indicados en la siguiente tabla

Tabla 27 índice de serviciabilidad final

P_t	Clasificación
3.00	Autopistas
2.50	Colectores
2.25	Calles comerciales e industriales
2.00	Calles residenciales y estacionamientos

Fuente: American Association of State Highway and Transportation officials - AASHTO-1993

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:	
				Y&V	
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	
1		Aprobado	18/08/2026	SCE	

Se tomó un valor de serviciabilidad final de 2.0, de acuerdo a lo recomendado por la metodología establecida en la AASHTO-1993 y la clasificación de la vía calles residenciales de la Urbanización Laureles.

- **Perdida de serviabilidad (ΔPSI):**

La pérdida de serviciabilidad se define como la diferencia entre el índice de servicio inicial y el índice de serviciabilidad final

$$\Delta PSI = P_o - P_t \quad \Delta PSI = 4.5 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.5$$

Los factores que influyen mayormente en la pérdida de serviciabilidad de un pavimento son: tráfico, medio ambiente y edad del pavimento los efectos que causan estos factores en el comportamiento del pavimento han sido considerados en este método.

11.2.8 Coeficiente de drenaje:

Los efectos del drenaje sobre el comportamiento del pavimento han sido considerados en el método AASHTO 93 por medio de un coeficiente de drenaje (Cd). El drenaje es tratado considerando el efecto del agua sobre las propiedades de las capas del pavimento y sus consecuencias sobre la capacidad estructural de éste; y además el efecto que tiene sobre el coeficiente de transferencia de carga en pavimentos rígidos

La tabla que se presenta a continuación proporciona los valores recomendados por la AASHTO para el coeficiente de drenaje, el cual depende de la propiedad con que cuentan las capas que constituyen la estructura del pavimento para liberar el agua libre entre sus granos, en función del tiempo durante el cual la estructura del pavimento está expuesta normalmente a niveles de humedad próximos a la saturación.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS
	Informe de diseño de pavimento			Revisó:
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE



Tabla 28 Valores recomendados del coeficiente de drenaje

C _d	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50 % de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturación.			
		< 1%	1 – 5 %	5 – 25 %	> 25 %
Calificación					
Excelente	2 horas	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1 día	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1 mes	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	Nunca	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Fuente: American Association of State Highway and Transportation officials - AASHTO-1993

Teniendo en cuenta que en el proyecto presenta condiciones de drenaje bueno y aproximadamente tarda 25% de tiempo en llegar a las condiciones de saturación; por tanto, se emplea un coeficiente de drenaje de 1.

Tabla 29 Valores de drenaje adoptados al proyecto

Coeficiente Drenaje	% Cercano a Saturación	Rango	Valor asumido
Calidad del drenaje	5%-25%	1.10-1.0	1,00

Fuente: American Association of State Highway and Transportation officials - AASHTO-1993

11.2.9 MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE (K):

Es la capacidad que tiene la subrasante de recibir los esfuerzos que se generan por la losa de concreto- cuantifica la rigidez del suelo y su capacidad para soportar cargas.

El método más directo para determinar k es el ensayo de placa de carga, pero este puede ser costoso y llevar tiempo.

El valor de k no es una propiedad fundamental del suelo, sino un valor que lo relaciona con su comportamiento bajo carga

El módulo de reacción de la subrasante (k) se puede estimar usando correlaciones con el ensayo de California Bearing Ratio (CBR) cuando no se puede realizar el ensayo de placa de carga, que es el método directo. Existen varias fórmulas que relacionan el CBR con k, las cuales varían según el valor del CBR, como, por ejemplo:

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

$$K = 2.55 + 52.5 * \text{Log} (CBR) \rightarrow CBR \leq 10\%$$

$$K = 46 + 9.08 * (\text{Log} (CBR))^{4.34} \rightarrow CBR > 10\%$$

K (Formula $BR \leq 10\%$)	21,54
-----------------------------	-------

11.2.10 Modulo elástico (Mpa) - (Ec):

Este módulo es la relación entre el esfuerzo y la deformación del concreto, mide la capacidad de un material para deformarse elásticamente bajo tensión.

Tipo de agregado y origen	Módulo de elasticidad (Ec)	
	En MPa	En kg/cm ²
Grueso - Ígneo	$5500\sqrt{f_c'}$	$17500\sqrt{f_c'}$
Grueso - Metamórfico	$4700\sqrt{f_c'}$	$15000\sqrt{f_c'}$
Grueso - Sedimentario	$3600\sqrt{f_c'}$	$11500\sqrt{f_c'}$
Sin información	$3900\sqrt{f_c'}$	$12500\sqrt{f_c'}$
Ec (Mpa)		21154
Ec (Kg/cm2)		216506

11.2.11 Coeficiente de transferencia de carga (J)

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

Se relaciona con el tipo de juntas y la presencia de pasadores para mejorar la transferencia de carga entre losas, y su valor puede ser 2.7 con pasadores o 4.4 sin ellos, como se describe a continuación.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:	
				Y&V	
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	
1		Aprobado	18/08/2026	SCE	

Condición	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

Atendiendo a lo anterior mencionado, Se tomó un valor de Coeficiente de transferencia de carga (J) para el proyecto de estudio de 2.7, de acuerdo a los rangos de valores recomendados por la metodología establecida en la AASHTO-1993 y teniendo en cuenta que se está ejecutando un pavimento rígido con pasadores y confinamiento, dadas las condiciones existentes de las vías internas referidas en el alcance del proyecto, toda vez que existen bordillos y andenes en los costaos laterales. Urbanismo que se conservara para el planteamiento del presente mejoramiento.

11.2.12 Transferencia de cargas entre losas y confinamiento lateral

Hay dos factores que influyen en la determinación del espesor de las losas de concreto y son la presencia de pasadores de carga (dovelas) en las juntas transversales y los confinamientos laterales del pavimento, como son las bermas, los bordillos o los andenes.

Para el proyecto "**MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**" se tuvo en cuenta como mecanismo de transferencia las barras de acero liso(dovelas) y confinamiento lateral ya que actualmente las vías internas de la Urbanización Laureles se encuentran confinada por bordillos y andenes en ambos costados de las vías. Urbanismo que de igual manera se encuentra conformado por concreto rígido, en buen estado y por tanto no se realizan modificaciones a los trabajos que se encuentran ejecutados.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:		
				ALING SAS		
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:		
				Y&V		
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:		Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026		SCE

Tabla 30. Denominación del sistema de transferencia de cargas y confinamiento lateral.

Denominación	Descripción
D	Dovelas
B	Bermas
No D	No Dovelas
No B	No Bermas

Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

11.3 RESUMEN DE VARIABLES ENCONTRADAS DENTRO DE LOS ANÁLISIS DE DISEÑO DE PAVIMENTO

Tabla 31 Variables de diseño

DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Tránsito	T1
Suelo	S2 (CBR 2.3%)
Transferencia y confinamiento	D y B (Dovelas y Bermas-Bordillos-Andén)
Soporte	BG (Base Granular 0.15 m) BEC (Base estabilizada con cemento 0.15 m)
Concreto	MR2 (4,0 MPa)
Confiabilidad	80%
Desviación normal estándar (σ_r)	-0.841
Serviciabilidad (Δ PSI)	2.5
Coeficiente de drenaje (C_d)	1
Módulo de reacción de la subrasante (K)	21.54
Módulo de reacción de la subrasante (K) -con capa soporte BG	28
Módulo de reacción de la subrasante (K) -con capa soporte BEC	84

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

DESCRIPCIÓN	RESULTADO
Coefficiente de transferencia de carga (J)	2.7

Fuente: Propia

11.4 DISEÑO ESPESORES DE LA LOSA

Existen dos mitologías para realizar el dimensionamiento de la losa del presente diseño.

Por una parte, una vez determinado el número de ejes equivalentes se procede a calcular los coeficientes estructurales de las capas de la estructura de pavimento dado por las correlaciones de la metodología (a1,a1,a3), también se establece el nivel de confiabilidad de Zr y los parámetros de serviciabilidad y finalmente se procede a calcular el Numero estructural equivalente del pavimento con el cual da base de los parámetros de cada capa es decir se calcula un numero de equivalencia por todas las capas proyectadas y al evaluar despejaremos el espesor con relación a los coeficientes (a1,a2,a3) de la siguiente ecuación.

Ecuación 6 – W18 Vehículos equivalentes

$$\begin{aligned}
 \log W_{18} = & Z_r * S_0 + 7.35 * \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 * Pf) \\
 & * \log \frac{MR * Cdx(D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J * (D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{Ec}{K})^{0.25}}} Mr - 8.07
 \end{aligned}$$

Para realizar el cálculo de numero estructural de cada una de las capas que hacen parte para el presente diseño, se emplea la siguiente Ecuación

Ecuación 7 – W18 Vehículos equivalentes

$$SN = \sum hi * ai * mi$$

Donde:

- hi = Espesor de la capa i (pulgadas)
ai = Coeficiente de aporte estructural de la capa i

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

m_i = coeficiente de drenaje de la capa i
 m_i = (base, subbase)
 m_i = 1 para capas de concreto asfáltico

Una vez interpretado el resultado anterior calculamos los espesores mediante la siguiente expresión.

Ecuación 8 – W18 Vehículos equivalentes

$$eC = \frac{SN}{a1} * 2.54$$

Donde:

eC : es el espesor de la capa en cuestión

$a1$: es el coeficiente estructural asociado a la capa

SN : es el número estructural encontrado con la igualdad $w18$

Por otro lado, encontramos el Cálculo del espesor de la losa de pavimento por medio de los nomogramas de la metodología AASHTO.

Con los datos o variables definidas para el diseño, se ingresa al nomograma, se conectan cada una de los criterios definidos y se halla el espesor de la losa de pavimento rígido.

Los nomogramas AASHTO rígido son un conjunto de diagramas gráficos que permiten diseñar pavimentos de concreto (rígidos) utilizando la metodología AASHTO, específicamente la versión AASHTO 93. Estos nomogramas, que se dividen en dos partes, facilitan la obtención del espesor de la losa de concreto al considerar diversos factores como el módulo de reacción de la subrasante (K), el módulo de elasticidad del concreto, el módulo de ruptura, el coeficiente de drenaje (C_d), la confiabilidad, el error estándar combinado y el número de ejes equivalentes

Para efectos del presente diseño se evalúan las dos metodologías de predimensionamiento de la losa de concreto, a continuación, se adjunta el soporte del procedimiento empleado y los resultados obtenidos por cada método.

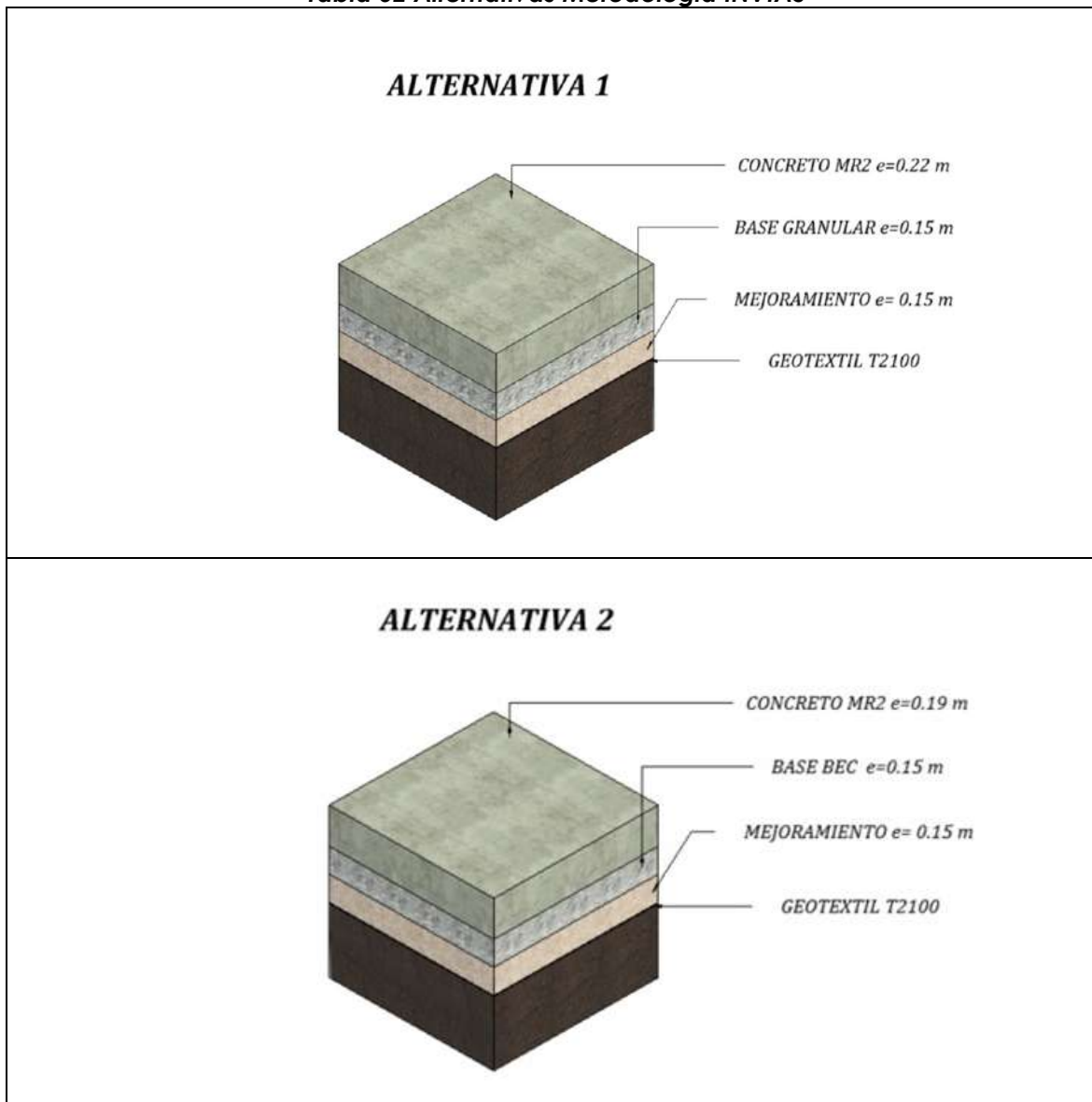
11.4.1 Anexo Diseño Pavimento rígido Método AASTHO 93

11.5 ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO RIGIDO DEFINIDAS METODOLOGIA 2

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS
	Informe de diseño de pavimento			Revisó:
	Rev. 1			Y&V
Estado			Fecha:	Aprobó:
Aprobado			18/08/2026	SCE



Tabla 32 Alternativas Metodología INVIAS



Fuente: Propia

Se logra evidenciar que los espesores planteados por la metodología 1 coinciden con igual magnitud con los planteados por la metodología 2, por tanto, solo se consideran 2 alternativas de solución para el mejoramiento del corredor vial de estudio.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:	
				Y&V	
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	
1		Aprobado	18/08/2026	SCE	

11.6 SELECCIÓN DE LOS PASADORES DE CARGA

Cuando la trabazón de agregados no es suficiente para lograr la transmisión de carga, se pueden utilizar, para alcanzar dicho objetivo, varillas de transferencia de carga, conocidas como pasadores de carga, o dovelas, que son, barras de acero cortas y lisas con un límite de fluencia (f_y) mínimo de 280 MPa (2800 kg/cm² o 60.000 PSI), de acuerdo con el Artículo INV 500-07 y el Artículo INV 640-07, embebidas dentro del concreto fresco.

Los pasadores se instalan en las juntas de tal manera que les permitan a las losas separarse y unirse entre sí, pero no desplazarse verticalmente y su función es entonces absorber los esfuerzos de cortante, generados por las cargas del tránsito al cruzar las juntas y transmitir a la losa adyacente entre el 40 y 45% de la carga de diseño, cuando esta se coloca cerca de la junta.

Las dovelas, para poder cumplir con su objetivo, deben ser fáciles de instalar, lisas y al menos dos terceras partes de su longitud deben estar recubiertas con un material antiadherente, con el propósito de no restringir los desplazamientos horizontales de las losas. Además, deben ser resistentes a la fatiga y a la corrosión.

En cuanto a las dimensiones, espaciamiento y longitud de los pasadores, la práctica se ha reducido a la aplicación de los criterios indicados en la Tabla encontrada al final de la presente descripción.

Los pasadores se deben colocar en la mitad del espesor de las losas, paralelos entre sí, al eje longitudinal de la vía y a la superficie del pavimento, con una tolerancia medida en el extremo del pasador que no sobrepase los 10 mm respecto a la posición teórica. La manera más eficiente de lograr esto, es la de colocar los pasadores sobre unos soportes hechos con varillas, que quedan embebidos en el concreto.

El concreto alrededor de los pasadores debe tener la misma compactación que en el resto del pavimento, para evitar la creación de zonas en las cuales la resistencia a la tracción sea más baja y por ende se convierta en un área que se puede fisurar.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

Tabla 33. 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 para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

Para el proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"** según la tabla anterior expuesta se obtiene como resultado la utilización de pasadores de acero liso con diámetro 1 1/8" (29 mm), con una longitud de 400 mm y una separación entre ejes de 300 mm para la alternativa 1 y pasadores de acero liso con diámetro 1" (25 mm), con una longitud de 350 mm y una separación entre ejes de 300 mm para la alternativa 2.

11.7 BARRAS DE TRANSFERENCIA

Diseño sugerido por el Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito

Es necesario dotar las juntas longitudinales con barras de anclaje, para impedir el desplazamiento de las losas de un carril, respecto a las del otro. Los aceros, como se dijo deben cumplir con el Artículo INV 500-07 y lo que sea aplicable del Artículo 640-07, se admiten aceros con resistencia de 187,5 MPa (40.00 PSI) y 280 MPa (60.000 PSI). La selección del diámetro, separación, longitud y resistencia de las barras de anclaje, se puede hacer según los criterios indicados en la Tabla descrita a continuación:

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	Informe de diseño de pavimento			Revisó:	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

Tabla 34. Separación barras de anclaje para sección transversal con bordillo en los dos costados.

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 tránsito.

Teniendo en cuenta que para el proyecto se plantean teniendo en cuenta los anchos de las calzadas existentes o gematría de los tramos y en aras de mantener los alineamientos delimitados por las zonas de confinamiento tipo andenes y bordillos, se plantean carriles de ancho variable que oxilan entre 3.40 y 3.50 aproximadamente.

Para el proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"** y de acuerdo con los dispuesto en la tabla anterior, se obtiene como resultado la utilización de barras de acero corrugado $F_y = 280$ MPa (60.000 PSI) con diámetro (1/2" – 12,7 mm) con una longitud de 85 cm y una separación entre ejes de 1,20 m, para los dos anchos de carril propuestos.

12 DISEÑO DE GEOTEXTIL

La utilización de los geotextiles se ha ido introduciendo en el diseño y construcción de vías, con el fin de mejorar las características de las mismas.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:	
				Y&V	
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	
1		Aprobado	18/08/2026	SCE	

El uso de geotextiles en la construcción de la obra, cumplen dos funciones esenciales: separación y refuerzo. La primera función refiriéndose a la separación entre la subrasante y el material granular, se adopta cuando el CBR de la subrasante debe estar entre 3% - 10% y la segunda se opta cuando el CBR es menor al 3%.

Tabla 35: Función del geotextil

Valor del CBR de la subrasante	Criterio
<3	Se debe diseñar un geotextil para refuerzo
≥3	Se debe diseñar un geotextil para separación.

Fuente: Autor.

Para el presente proyecto y de conformidad con el estudio geotécnico y de suelos, la subrasante natural presenta un CBR de 2.30%, mediante el cual se proyecta un mejoramiento logrando alcanzar un CBR de diseño DE 3.94%, por ende, acuerdo a la tabla inmediatamente anterior nos ratifica que se debe diseñar un geotextil para separación.

12.1 DISEÑO DE GEOTEXTIL PARA SEPARACIÓN DE SUBRASANTE Y CAPA DE MEJORAMIENTO

En los pavimentos donde se emplea suelo granular (relleno, subbase, base) sobre suelos finos (subrasante) se presentan dos procesos en forma simultánea:

- I. Migración de suelos finos dentro del suelo granular, disminuyendo su capacidad de drenaje.
- II. Intrusión del suelo granular dentro del suelo fino, disminuyendo su capacidad portante (resistencia).

El geotextil es en una barrera para migración de partículas entre dos tipos de suelo, facilitando la transmisión de agua, éste debe cumplir resistencia por tensión, punzonamiento o estallido. En la ilustración 13 se observa con claridad los dos procesos mencionados anteriormente.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS
	Informe de diseño de pavimento			Revisó:
				Y&V
			Rev.	Aprobó:
			1	SCE
			Estado	
			Aprobado	
			Fecha:	
			18/08/2026	



Ilustración 16 Sección transversal de una estructura de pavimento sin y con geotextil para separación



Fuente: (PAVCO WAVIN, 2023)

Existen dos tipos de geotextiles, tejidos y no tejidos, los cuales difieren de sus propiedades. De acuerdo a la literatura, el geotextil más empleado y que mejores características presenta frente a tipos de obras como las del presente proyecto, es el geotextil tejido, por ende, en el presente documento se evalúan las características de geotextil de este tipo.

A continuación, se evidencian dos métodos para calcular el tipo de geotextil a usar como separación entre la subrasante y estructura del pavimento del presente proyecto, el primer procedimiento corresponde a un método manual y el segundo a un software:

Tabla 36. Especificaciones técnicas Geotextil Tejido

PROPIEDADES MECÁNICAS	NORMA	UNIDAD	T1400	T1700	T2100	T2400	TR3000	TR4000	TR6000	TR10000
Método Grab										
Resistencia a la Tensión	ASTM D4832	N (lb)	790 (178)	800 (180)	1140 (257)	1410 (317)	1870 (421)	2400 (540)	2900 (653)	3920 (882)
Elongación		%	13	16	15	15	19	16	22	19
Método Tira Ancha										
Sentido Longitudinal	ASTM D4955	kN/m (lb/ft)	20 (1370)	21 (1430)	34 (2329)	40 (2740)	52 (3563)	67 (4591)	110 (7537)	200 (13703)
Elongación		%	10	10	11	11	11	12	11	11
Sentido Transversal	ASTM D4956	kN/m (lb/ft)	20 (1370)	21 (1430)	34 (2329)	40 (2740)	52 (3563)	60 (4111)	110 (7537)	200 (13703)
Elongación		%	10	9	9	10	10	10	10	10
Método CBR										
Resistencia al Punzonamiento	ASTM D6241	kN (lb)	3.0 (675)	3.2 (721)	4.8 (1070)	5.3 (1191)	7.5 (1686)	8.4 (1888)	11.0 (2473)	12.1 (2724)
Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D4833	N (lb)	280 (63)	300 (68)	400 (90)	500 (113)	610 (137)	690 (156)	1700 (382)	2082 (468)
PROPIEDADES HIDRÁULICAS	NORMA	UNIDAD	T1400	T1700	T2100	T2400	TR3000	TR4000	TR6000	TR10000
Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D4751	mm(Tamiz)	0.425 (40)	0.600 (30)	0.425 (40)	0.425 (40)	0.425 (40)	0.425 (40)	0.150 (30)	0.150 (30)
Permeabilidad	ASTM D4491	cm/s	0.7×10^{-4}	1.5×10^{-4}	4.6×10^{-4}	4.8×10^{-4}	4.2×10^{-4}	3.7×10^{-4}	1.4×10^{-4}	0.7×10^{-4}
Permitividad	ASTM D4491	s ²	0.15	0.26	0.57	0.50	0.39	0.34	0.29	0.12
Tasa de flujo	ASTM D4491	mm/min	430	600	1665	1343	1050	981	430	280
PROPIEDADES FÍSICAS	NORMA	UNIDAD	T1400	T1700	T2100	T2400	TR3000	TR4000	TR6000	TR10000
Espesor	ASTM D5199	mm	0.5	0.8	0.8	0.9	1.1	1.1	0.5	1.0
Resistencia UV @ 500 hr	ASTM D4355	%	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70	>70
Rollo Ancho	Medido	m	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85	3.75	3.75
Rollo Largo	Medido	m	160	160	140	126	100	100	100	100
Rollo Área	Calculado	m ²	616	616	539	492	385	385	308	375
FUNCION DEL GEOTEXTIL			T1400	T1700	T2100	T2400	TR3000	TR4000	TR6000	TR10000
Reforzo			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Separación			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Estabilización			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: (PAVCO WAVIN, 2023)

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

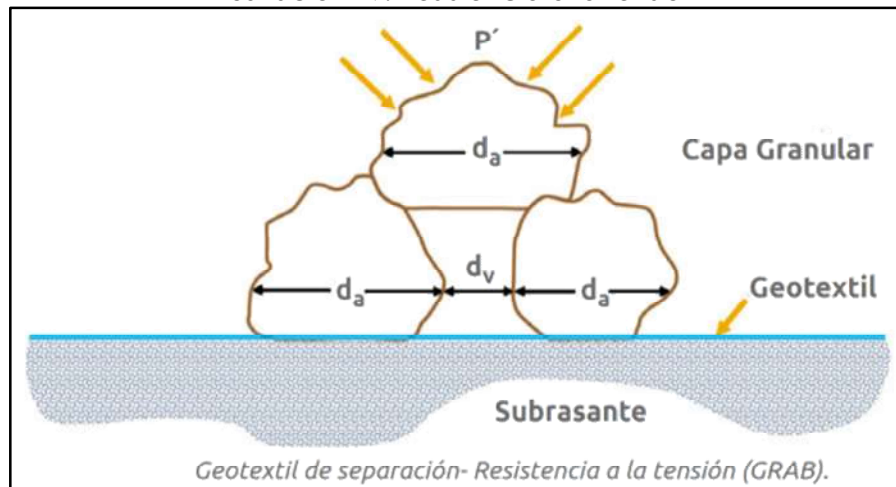
- Geotextil tejido T1400
- Geotextil tejido T1700
- Geotextil tejido T2100
- Geotextil tejido T2400

12.1.1 RESISTENCIA A LA TENSIÓN (GRAB)

Un factor que actúa sobre el geotextil es el esfuerzo de tracción que se genera en el geotextil en su plano de deformación. Esto ocurre cuando el geotextil esté "atrapado" por una capa granular y un suelo de subrasante.

Cuando una partícula superior es forzada contra dos partículas inferiores que están en contacto con el geotextil se genera un esfuerzo de tracción en su plano, como se observa en la siguiente imagen.

Ilustración 17: Resistencia a la tensión



Fuente: (PAVCO WAVIN, 2023)

Para del cálculo de la resistencia a la tensión (GRAB), se debe evaluar la siguiente condición

$$FS_g > 1$$

Siendo:

FS_g= Factor de seguridad Global

$$FS_g = \frac{T_{ult}}{FS_p * p' * 10^{-3} * (0.33 * d_a)^2 * f(\epsilon)}$$

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

Siendo;

Tult: Resistencia a la tensión (N)

Fsp: Factor de seguridad parcial

p': Esfuerzo en la superficie del geotextil (KPa)

da: Diámetro máximo de las partículas de agregados (mm)

f(ε): Función de deformación del geotextil

La función de deformación (elongación) del geotextil, se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 37: Función de deformación (elongación) del Geotextil

ε (%)	f(ε)	ε (%)	f(ε)
0	∞	25	0,55
2	1,47	30	0,53
4	1,23	35	0,52
6	1,08	40	0,51
8	0,97	45-70	0,50
10	0,90	75	0,51
12	0,80	90	0,52
14	0,73	100	0,53
16	0,69	110	0,54
18	0,64	120	0,55
20	0,58	130	0,56

Fuente: (PAVCO WAVIN, 2023)

Se evalúan las características y el Fsg de cada uno de los geotextiles a prueba.

Tabla 38: Evaluación del Fsg

Geotextil	Tult [N]	Fsp	p' [KPa]	Da [mm]	ε [%]	f(ε)	Fsg
T1400	790	2,0	690	51	13%	0,8	2,526
T1700	800	2,0	690	51	16%	0,69	2,966
T2100	1140	2,0	690	51	15%	0,72	4,050
T2400	1410	2,0	690	51	15%	0,72	5,010

Fuente: autor

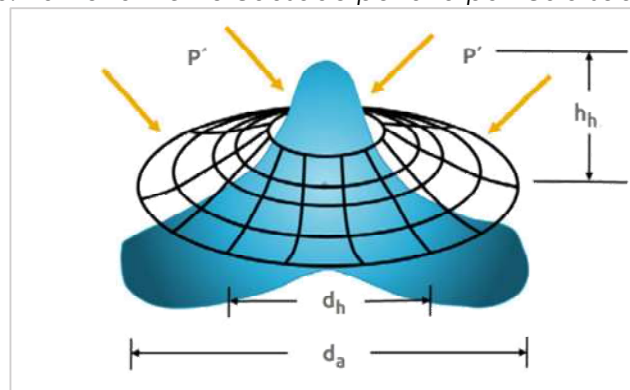
	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

De la tabla inmediatamente anterior, se tiene que todos los geotextiles evaluados, cumplen con el criterio **Fsg > 1**, por ende, cumplen por resistencia a la tensión.

12.1.2 RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO

Además de cumplir la función de separación, el geotextil de separación debe resistir el proceso de instalación, sin que sus propiedades iniciales sufran modificaciones importantes. Así se garantiza el buen funcionamiento del geotextil durante la vida útil de la vía.

Ilustración 18: Punzonamiento causado por una partícula sobre el geotextil



Fuente: (PAVCO WAVIN, 2023)

Para determinar la resistencia al punzonamiento se tiene la siguiente ecuación:

$$T_{req} = p' \times d_a^2 \times S1 \times S2 \times S3$$

Donde;

Treq= Fuerza vertical que el Geotextil debe resistir (N).

p'= presión de inflado (690000 Pa)

da= Diámetro máximo de las partículas del agregado (m). Para partículas redondeadas y parcialmente redondeadas se toma d_a , para partículas angulares se toma $0.75d_a$. Como máximo el 75% de la partícula puede causar punzonamiento, el porcentaje restante no genera daño

S1= Factor de punzonamiento (empuje) del suelo o partículas subyacentes al Geotextil.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:	
				Y&V	
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	
1		Aprobado	18/08/2026	SCE	

S2 = Factor de escala para ajustar el diámetro del vástago de punzonamiento del ensayo ASTM D6241, al diámetro de la actual partícula punzonante

S3 = Factor de forma para ajustar la forma del vástago de punzonamiento del ensayo ASTM D6241, a la forma de la actual partícula Punzonante.

Tabla 39: Valores recomendados para factores independientes utilizado en análisis de puntos(adimensional)

Objeto Punzonante	S1	S2	S3
Angular y relativamente larga	0.9	0.8	0.9
Angular y relativamente pequeña	0.6	0.6	0.7
Parcialmente redondeada y relativamente grande	0.7	0.6	0.6
Subredondeada y relativamente pequeña	0.4	0.4	0.5
Redondeados y relativamente grandes	0.5	0.4	0.4
Redondeados y relativamente pequeños	0.2	0.2	0.3

Fuente: (PAVCO WAVIN, 2023)

Para el proyecto que tiene por objeto, "**MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**" el elemento de agregado al tratarse de una sub base granular o material de mejoramiento tipo adecuado, usaremos un tamaño de partícula $d_a = 51 \text{ mm}$ y se considera materiales subyacentes al geotextil de diseño partículas subredondeadas y relativamente pequeñas, dichos valores son de 0.4, 0.4 y 0.5 para factores S1, S2 y S3, respectivamente, así mismo la fuerza vertical que debe resistir el geotextil sería:

$$T_{req} * F_{sp} = p' \times d_a^2 \times S_1 \times S_2 \times S_3$$

$$T_{req} * F_{sp} = 690.000 \times (0.051)^2 \times 0.4 \times 0.4 \times 0.5$$

$$T_{req} * F_{sp} = 143.58 \text{ Kn}$$

$$T_{req} * F_{sp} = 0.14 \text{ Kn}$$

$T_{req} \times F_{sp} = 0.14 \times 2 = \mathbf{0.287 \text{ KN}}$ (Esta es la resistencia mínima que debe cumplir el Geotextil tejido para separación)

De acuerdo a las especificaciones técnicas de los geotextiles tejidos, la resistencia al punzonamiento son las siguientes:

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		ALING SAS	
		Informe de diseño de pavimento	Rev.	Revisó:	
			1	Y&V	
			Estado	Aprobó:	
			Aprobado	SCE	
			Fecha:		
			18/08/2026		

Tabla 40: Valores de resistencia al punzonamiento

Geotextil	Resistencia al punzonamiento
T1400	3.0 KN
T1700	3.2 KN
T2100	4.8 KN
T2400	5.3 KN

Fuente: (PAVCO WAVIN, 2023)

De acuerdo con la tabla anterior, los cuatro geotextiles en evaluación, cumplen con el criterio de resistencia al punzonamiento.

12.1.3 CRITERIO DE RETENCIÓN (TAA)

Para determinar el tamaño de las aberturas del geotextil que eviten la migración de suelo fino hacia las capas granulares, de acuerdo con la AASHTO M288-05 para aplicaciones de geotextiles de separación se debe cumplir el siguiente criterio de retención:

$$TAA < 0.60 \text{ mm}$$

Donde:

TAA: Tamaño de abertura aparente el cual es suministrado por el fabricante.

De acuerdo con las especificaciones técnicas para geotextiles tejidos, obtenemos para los geotextiles en evaluación, los siguientes tamaños de abertura aparente.

Tabla 41. Valores de tamaño de abertura aparente

Geotextil	TAA
T1400	0.425
T1700	0.600
T2100	0.425
T2400	0.425

Fuente: (PAVCO WAVIN, 2023)

De la tabla anterior se tiene que el geotextil tejido T1700, **NO** cumple con el criterio de retención, por ende, no se evaluará para los siguientes criterios.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS
	Informe de diseño de pavimento			Revisó:
	Rev. 1			Y&V
Estado			Fecha:	Aprobó:
Aprobado			18/08/2026	SCE



12.1.4 CRITERIO DE PERMEABILIDAD

La propiedad hidráulica que permite el adecuado paso de flujo, perpendicular al plano de un geotextil, se denomina coeficiente de permeabilidad (k), el cual debe cumplir con el siguiente criterio, cuando se trate de la función de separación

$$K_{Geotextil} > K_{Suelo}$$

De acuerdo con los resultados del estudio geotécnico, para el presente proyecto de inversión denominado **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"** el mayor tipo de suelo presente en el tramo de vía de acuerdo a los ensayos de laboratorio es arcilla de baja plasticidad.

Por tanto, se determina que el suelo predominante es suelo Arcilla de baja plasticidad **(CL)**, al cual se le atribuye un coeficiente de permeabilidad máximo de **1 X 10⁻⁵**.

Tabla 42: Rangos habituales de permeabilidad para distintos tipos de suelos

Tipo de suelo	K (cm/s)
Grava mal graduada (GP)	≥ 1
Grava uniforme (GP)	0,2 - 1
Grava bien graduada (GW)	0,05 – 0,3
Arena uniforme (SP)	$5 \times 10^{-3} - 0,2$
Arena bien graduada (SW)	$10^{-3} - 5 \times 10^{-3}$
Arena limosa (SM)	$10^{-3} - 5 \times 10^{-3}$
Arena arcillosa (SC)	$10^{-4} - 10^{-3}$
Limo de baja plasticidad (ML)	$5 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-4}$
Arcillas de baja plasticidad (CL)	$10^{-5} - 10^{-8}$

Fuente: Vallejo, 2020

De la tabla de especificaciones técnicas de los geotextiles tejidos, se tienen los siguientes valores de coeficiente de permeabilidad

Tabla 43. Valores de coeficiente de permeabilidad

Geotextil	Permeabilidad
T1400	0,007

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

Geotextil	Permeabilidad
T2100	0,046
T2400	0,048

Fuente: (PAVCO WAVIN, 2023)

De acuerdo a la evaluación de los coeficientes de permeabilidad de los geotextiles evaluados todos cumplen, por tanto, serán evaluados en el siguiente criterio.

12.1.5 CRITERIO DE SUPERVIVENCIA

A fin de garantizar que el geotextil durante su vida útil y durante la instalación, no acarree afectaciones abrumantes, que desmejoren sus características hidráulicas y físicas, éste debe cumplir con las propiedades mínimas, de la tabla descrita a continuación:

Tabla 44: Valores mínimos de las propiedades mecánicas del geotextil

CRITERIO DE SUPERVIVENCIA	
Propiedad	VALOR
Elongación	< 50%
Resistencia a la tensión GRAB (N)	1100 N
Resistencia a la penetración con pistón de 50mm	2200 N
Resistencia al rasgado trapezoidal (N)	400 N

Fuente: (PAVCO WAVIN, 2023)

En la siguiente tabla se encuentran expresadas cada una de las propiedades relacionadas con el criterio de supervivencia para los geotextiles en evaluación, a fin de determinar si éstos cumplen o no con tal criterio, cabe aclarar que se debe cumplir con el valor mínimo de TODAS las propiedades, en caso que una de ellas no cumpla, se determina, por ende, que el geotextil no es adecuado como componente del proyecto

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		ALING SAS	
		Informe de diseño de pavimento	Rev.	Revisó:	
			1	Y&V	
			Estado	Aprobó:	
			Aprobado	SCE	
			Fecha:		
			18/08/2026		

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"

Tabla 45: Valores para criterio de supervivencia

Geotextil	Elongación (%)	Resistencia a la tensión GRAB (N)	Resistencia a la penetración con pistón de 50 mm	Resistencia al rasgado trapezoidal (N)	Evaluación
T1400	13%	790	3.000 N	280	No Cumple
T2100	15%	1140	4.800 N	400	Cumple
T2400	15%	1410	5.300N	500	Cumple

Fuente: Propia

Teniendo en cuenta la tabla anterior donde se evalúan los criterios para el criterio de supervivencia se logra identificar que los geotextiles T2100 y T2400 cumplen con el criterio.

12.1.6 SELECCIÓN DEL GEOTEXTIL POR MÉTODO MANUAL

De acuerdo a cada una de las evaluaciones realizadas por el método manual, para cada tipo de geotextil, para la ejecución del proyecto que tiene por nombre "**MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**". Se propone utilizar el geotextil **T2100**.

12.2 MÉTODO SOFTWARE

Para el cálculo del geotextil por este método, se realiza un procedimiento basado en un software denominado GEOSOF de la empresa PAVCO, consta de los siguientes pasos.

12.2.1 SELECCIÓN DE LA FUNCIÓN DEL GEOTEXTIL

Como lo mencionado a lo largo del capítulo de diseño del geotextil del presente informe, se procede a seleccionar la función "Separación de capas granulares y subrasante"

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

Ilustración 19: Selección de la función del geotextil



Fuente: Geosoft v 4,0

12.2.2 PARAMETROS DE DISEÑO

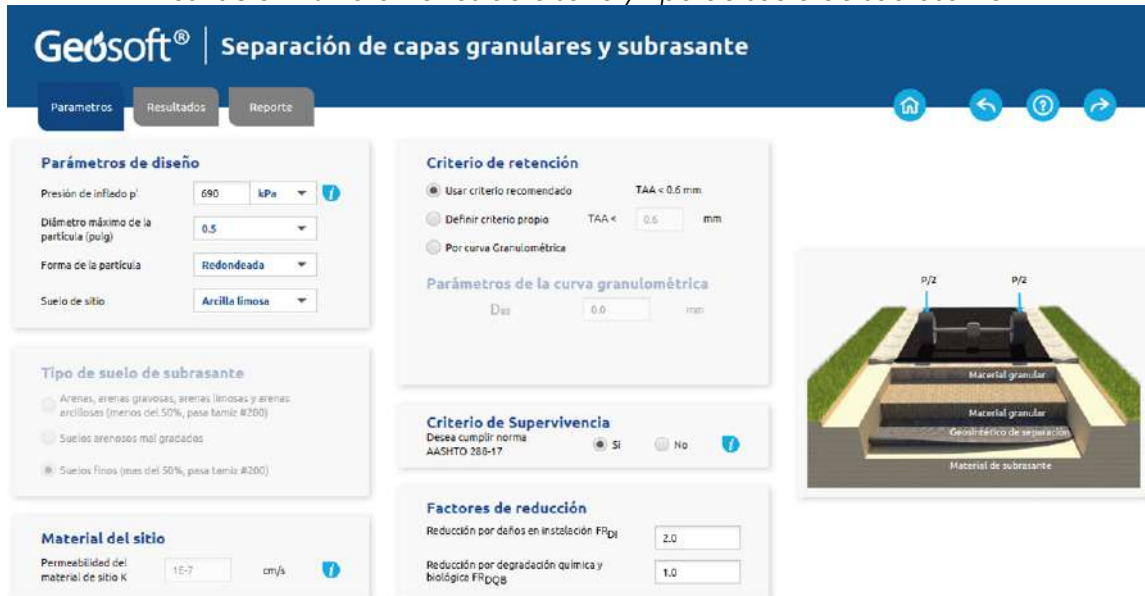
Los parámetros de diseño a ingresar, requeridos por el software son:

- ❖ Presión de inflado
- ❖ Diámetro máximo de la partícula
- ❖ Forma de la partícula
- ❖ Tipo de suelo
- ❖ Evaluación o no del criterio de supervisión

En la siguiente imagen se indican cada uno de estos parámetros de diseño para el proyecto que tiene por objeto. **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"**

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	Informe de diseño de pavimento			Revisó:	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

Ilustración 20 Parámetros de diseño y tipo de suelo de subrasante



Geosoft® | Separación de capas granulares y subrasante

Parámetros de diseño

Presión de inflado p_i : 690 kPa

Diámetro máximo de la partícula (puig): 0.5

Forma de la partícula: Redondeada

Suelo de sitio: Arcilla limosa

Criterio de retención

☒ Usar criterio recomendado TAA < 0.6 mm

☐ Definir criterio propio TAA < 0.6 mm

☐ Por curva Granulométrica

Parámetros de la curva granulométrica

D_{95} : 0.0 mm

Tipo de suelo de subrasante

☐ Arenas, arenas gravosas, arenas limosas y arenas arcillosas (menos del 50% pasa tamiz #300)

☐ Suelos arenosos mal graduados

☒ Suelos finos (más del 50% pasa tamiz #200)

Material del sitio

Permeabilidad del material de sitio K: 1E-7 cm/s

Criterio de Supervivencia

¿Debería cumplir norma AASHTO 288-17? ☒ Si ☐ No

Factores de reducción

Reducción por daños en instalación FR_{p1} : 2.0

Reducción por degradación química y biológica FR_{p2} : 1.0

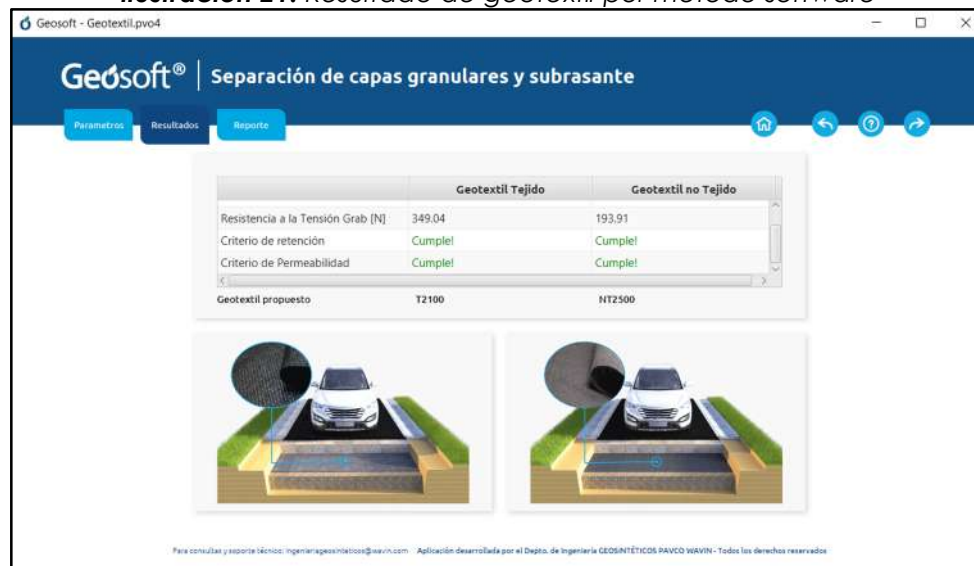
Diagrama de capas: P/Z, P/Z, Material granular, Material granular, Geométrico de separación, Material de subrasante.

Fuente: Geosoft v 4,0

12.2.3 RESULTADOS

En este paso el programa a través de texto e imagen, muestra el geotextil sugerido.

Ilustración 21: Resultado de geotextil por método software



Geosoft® | Separación de capas granulares y subrasante

Resultados

	Geotextil Tejido	Geotextil no Tejido
Resistencia a la Tensión Grab [N]	349.04	193.91
Criterio de retención	Cumple!	Cumple!
Criterio de Permeabilidad	Cumple!	Cumple!
Geotextil propuesto	T2100	NT2500

Diagramas de capas: Geotextil Tejido, Geotextil no Tejido.

Para consultas y soporte técnico: ingenierageosmaticos@wavin.com | Aplicación desarrollada por el Depto. de Ingeniería GEOSINTÉTICOS PAVCO WAVIN - Todos los derechos reservados

Fuente: Geosoft v 4,0

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:	
				Y&V	
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	
1		Aprobado	18/08/2026	SCE	

12.3 SELECCIÓN DE TIPO GEOTEXTIL

Finalmente, se obtuvo por los dos métodos evaluados, la propuesta de un geotextil tejido **T2100**, por lo que será éste el empleado en la etapa constructiva del proyecto que tiene por objeto **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"**

13 ANALISIS ECONOMICO DE ALTERNATIVAS

La evaluación del componente económico de cada una de las alternativas se hace sobre el análisis de costo de construcción, es decir la Inversión inicial para el diseño y construcción del pavimento y de igual manera con este análisis se evalúa la Durabilidad y vida útil, refiriendo a la capacidad del pavimento para resistir el deterioro, influenciada por el tipo de material y las condiciones del entorno y el periodo de diseño que se emplea en cada alternativa evaluada.

Este análisis considera todos los costos directos requeridos para ejecutar en campo las alternativas de solución definidas para el mejoramiento del corredor vial de estudio. Este análisis nos permite elegir la alternativa que ofrezca el mejor balance entre costos, desempeño y beneficios técnicos para el proyecto.

La evaluación económica se ejecuta de conformidad con los precios base propuestos por el Ministerio de transporte INVIAS, para la zona de estudio del proyecto en mención, específicamente *Precios Costo Directo Base de datos- APUS INVIAS-2025-1 Zona Arauca como se detalla a continuación:*

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS
	Informe de diseño de pavimento			Revisó:
				Y&V
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE



Ilustración 22 Base de referencia evaluación económica de alternativas

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE REFERENCIA REGIONALIZADOS				
DIRECCIÓN TÉCNICA Y DE ESTRUCTURACIÓN SUBDIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA GRUPO DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN TÉCNICA				
 2025 - 1 IR A MENÚ				
DEPARTAMENTO	PROVINCIA	FACTOR HORARIO		
ARAUCA	ARAUCA	44 HORAS		
ALTITUD PROMEDIO (msnm)	FACTOR DE AJUSTE	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)	FACTOR DE AJUSTE MANO DE OBRA	
196,29	1	27,36	0,95	

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS														
LISTADO DE PROVINCIAS POR DEPARTAMENTO DE COLOMBIA - SEGÚN EL DANE														
Nombre Departamento	Nombre Provincia	Código Departamento	Código Provincia	Código de Municipio	Nombre Municipio	Altura	Temperatura	Total Municipios por Provincia	Total Municipios por Departamento	Altitud de Referencia	Rangos de Altitud	Factor de Ajuste	RANGO DE TEMPERATURA	FACTOR DE AJUSTE MANO DE OBRA
ARAUCA	ARAUCA	1	8100	81001	ARAUCA	191	30	7,00	7,00	196,29	27,36	1	28° - 29°	0,95
				81005	ARAUCUITA	185	28							
				81020	CRAYO NORTE	124	27							
				81030	FORTUL	246	26							
				81031	PUESTO RONDÓN	180	25							
				81735	SARAVENA	190	25,5							
				81784	TAME	340	28							

Fuente: INVIAS

Cabe resaltar que los APUS referenciados anteriormente tienen unas condiciones particulares como lo es el caso de Transporte de materiales a una longitud de 1 km, los valores empleados son costo directo, lo que hace que este ejercicio sea netamente teórico en igual de condiciones para cada una de las alternativas estudiadas.

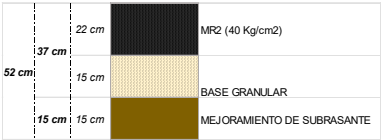
El presente análisis económico se realiza con el fin de comparar el costo de las alternativas de intervención planteadas para este proyecto, se efectuó un análisis de precio por m² de cada estructura propuesta con pavimento rígido, utilizando los precios de referencia del INVIAS vigentes para el año 2025-1y acorde a los precios base de la zona de referencia del mismo aportados por el INVIAS.

Cabe señalar que los precios unitarios implementados para el análisis económico de alternativas planteado en el capítulo 13 del presente documento y el Capítulo 14 del documento 5.1 Informe Análisis de Alternativas Laureles, son precios de un análisis técnico y los precios unitarios

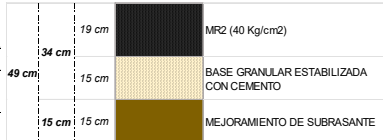
	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

finales serán los dispuestos por el Presupuesto general del proyecto, en el cual se debe tener en cuenta estudio de mercado, longitud exacta del proyecto a las canteras y sitios de disposición final según se requiera.

13.1 Análisis económico Alternativa 1. Pavimento Rígido

ALTERNATIVA 1. ESTRUCTURA PARA PAVIMENTO RÍGIDO							Alternativa 1, Diseño pavimento Rígido
N°ITEM	CODIGO APU INVIAS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	UND	CANT POR M2	VALOR UNITARIO COSTO DIRECTO (INVIAS 2025-1 ARAUCA)	VALOR TOTAL (M2)	
1	600,2,3	EXCAVACIONES VARIAS EN MATERIAL COMUN EN SECO	M3	0,52	\$ 21.017,33	\$ 10.929,01	
2	231,1,1	GEOTEXTIL TEJIDO PARA SEPARACIÓN DE SUELOS DE SUBRASANTE Y CAPAS GRANULARES (GEOTEXTIL TIPO T2100)	M2	1	\$ 8.928,12	\$ 8.928,12	
3	220,1	MATERIAL DE MEJORAMIENTO	M3	0,15	\$ 56.323,47	\$ 8.448,52	
4	330,2,1	BASE GRANULAR CLASE B	M3	0,15	\$ 83.545,09	\$ 12.531,76	
5	500,1,2	CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO MR2 - (Incluye barras de transferencia, formaletas, corte y sellado de juntas, curado con emulsión parafínica y acabado)	M3	0,22	\$ 977.046,69	\$ 214.950,27	
VALOR TOTAL ALTERNATIVA						\$ 255.787,69	

13.2 Análisis económico Alternativa 2. Pavimento Rígido

ALTERNATIVA 2. ESTRUCTURA PARA PAVIMENTO RÍGIDO							Alternativa 2, Diseño pavimento Rígido
N°ITEM	CODIGO INVIAS	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	UND	CANT POR M2	VALOR UNITARIO COSTO DIRECTO (INVIAS 2025-1 ARAUCA)	VALOR TOTAL (M2)	
1	600,2,3	EXCAVACIONES VARIAS EN MATERIAL COMUN EN SECO	M3	0,49	\$ 21.017,33	\$ 10.298,49	
2	231,1,1	GEOTEXTIL TEJIDO PARA SEPARACIÓN DE SUELOS DE SUBRASANTE Y CAPAS GRANULARES (GEOTEXTIL TIPO T2100)	M2	1	\$ 8.928,12	\$ 8.928,12	
3	220,1	MATERIAL DE MEJORAMIENTO	M3	0,15	\$ 56.323,47	\$ 8.448,52	
4	350,1	BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO	M3	0,15	\$ 328.946,14	\$ 49.341,92	
5	500,1,2	CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO MR2 - (Incluye barras de transferencia, formaletas, corte y sellado de juntas, curado con emulsión parafínica y acabado)	M3	0,19	\$ 977.046,69	\$ 185.638,87	
VALOR TOTAL ALTERNATIVA						\$ 262.655,92	

En conformidad con lo anterior presentado se puede concluir que la alternativa más económica es el mejoramiento con pavimento rígido Alternativa 1, empleando un material granular de uso común en la zona de injerencia del proyecto, como lo es el mejoramiento de subrasante con material de subbase granular y material de soporte de la losa tipo Base granular, de conformidad con las conclusiones del estudio de 3. Geológico, Geotécnicos y de suelos _ 3.1 Fuente de Materiales, en el cual se estudian las fuentes de materiales aledañas al proyecto, su longitud de transporte, se identifican los materiales suministrados por cada proveedor, su volumen de producción, cumplimiento de permisos ambientales y de explotación, se

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

evalúa la calidad de los materiales producidos de conformidad con los parámetros establecidos por la normatividad invias para cada tipo y finalmente se recomienda la implementación de la cantera mas optima.

Por tanto y atendiendo a las disposiciones anterior mencionados se recomienda emplear para el proyecto de referencia, los materiales granulares producidos por la Cantera Coovolsa, puesto que la curva granulométrica es uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte Superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa. Además, es la cantera con menor distancia referenciada desde la localización del proyecto, garantizando de esta manera al constructor una mejor condición costo-beneficio

Ilustración 23 Datos cantera Coovolsa

DATOS CANTERAS EN ESTUDIO					
Nombre Cantera	Coordenadas		Volumen m3/año	Distancia km	Materiales
	Latitud	Longitud			
Coovolsa	6°58'24.03"N	71°52'3,94"O	50000	158	Triturado 3/4
					Triturado 3/8
					Arena
					Material de Relleno
					Sub Base
					Crudo
					Zarandeado Maquinado 4"
					Piedra Bola
					Base Granular 1 1/2"

Fuente: Estudio 3. Geológico, Geotécnicos y de suelos _ 3.1 Fuente de Materiales

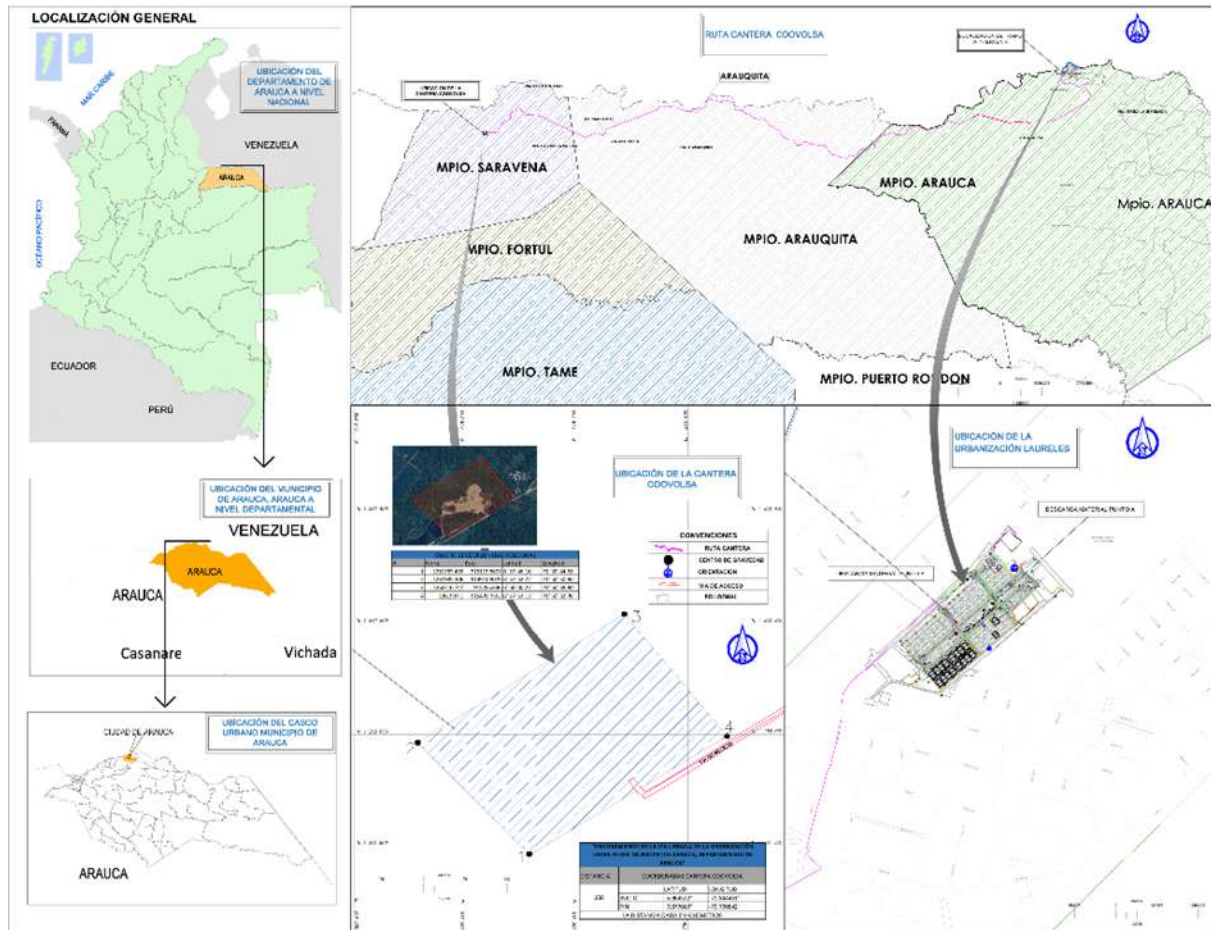
Adicional La fuente de material de Coovolsa cuenta con estudio de licencia ambiental expedida por la corporación autónoma regional y el titulo minero; los cuales son permisos que el ministerio de medio ambiente tiene vigente para la extracción procesamiento y venta de estos materiales a contratistas.

Cabe resaltar que la cantera sugerida Coovolsa, es el proveedor más cercano al proyecto de referencia, por tanto, este tendrá connotación

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca				Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos		5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		ALING SAS	
					Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento		Rev.	Estado	Fecha:	
		1	Aprobado	18/08/2026	Aprobó:	
					SCE	

especial por la incedicencia del costo transporte a la hora de ejecutar los trabajos de obra, toda vez que representan distancia de aproximadamente 159 km como se detalla en el siguiente plano:

Ilustración 24 Plano de Localización cantera Coovolsa



Fuente: 1.1.2-PLANO DE LOCALIZACION DE MATERIALES CANTERA-PP-2 DE 3

14 RECOMENDACIONES MODULACIÓN DE LOSAS Y LOSAS IRREGULARES

En las losas que conforman un pavimento se dan esfuerzos como consecuencia del paso de los vehículos y de los movimientos de contracción y dilatación del concreto y a las diferencias en la temperatura,

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

o en la humedad, entre la cara superficial y la de soporte de la losa, estos esfuerzos se controlan con el diseño de las juntas.

Las juntas en los pavimentos tienen diferentes funciones y según ellas se pueden clasificar en juntas de construcción, de contracción, de alabeo y de expansión o aislamiento. También se pueden clasificar según su alineación, en longitudinales y transversales

14.1 Juntas de construcción

Lo más frecuente es construir los pavimentos de concreto por carriles, generando juntas longitudinales. Además de las juntas longitudinales, se presentan juntas de construcción transversales, cuando se suspenden las labores de colocación del concreto, bien sea por la finalización de la jornada laboral, por alguna interrupción en el suministro del material o por averías en alguno de los equipos empleados para su producción, transporte o colocación.

Pero esa interrupción debe ser tan larga como para que el concreto ya colocado haya alcanzado su fraguado final. El tiempo en que esto sucede depende de las propiedades del concreto, del empleo o no de aditivos retardantes y de las condiciones climáticas.

14.2 Juntas de retracción o contracción

Con este nombre se denominan las juntas que se hacen para liberar los esfuerzos que se desarrollan, en las primeras horas después de construido el pavimento, cuando el concreto sufre contracciones mientras se seca y enfría.

Estas juntas se hacen cortando el concreto, después de que pasan dos horas de haber terminado las labores de enrasado, nivelado y rayado, pero antes de pasadas 12 horas, si el corte se va a realizar con equipos de aserrado dotados de discos adiamantados.

El momento del corte depende de la conjugación de muchas variables, sobre todo del contenido de cemento, las temperaturas del concreto y ambiente durante la construcción del pavimento, la calidad de los agregados y la fricción de la losa con su soporte.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		ALING SAS	
		Informe de diseño de pavimento	Rev.	Revisó:	
			1	Y&V	
			Estado	Aprobó:	
			Aprobado	SCE	
			Fecha:		
			18/08/2026		

Las juntas también se pueden cortar mientras el concreto está fresco cuando se trata de obras con bajo nivel de tránsito, con velocidad de circulación restringida o en aquellas vías en las que la regularidad superficial no sea un parámetro de gran importancia.

El espaciamiento de estas fisuras, llamadas de retracción o contracción, oscila entre 15 y 40 m, según las características del concreto, la fricción de la losa con su apoyo y las condiciones climáticas durante la construcción del pavimento y apenas termina ésta.

14.3 Juntas de expansión o aislamiento

Reciben este nombre las juntas que se hacen dentro del pavimento para aislarlo de otras estructuras, de otros pavimentos, o cuando hay cambios bruscos de dirección.

Estas juntas, generalmente tienen la forma de rombo, de círculo, de triángulo o de semicírculo, cuando su función es la de aislar un elemento ajeno al pavimento, como pueden ser los sumideros, las cajas de inspección o cualquier otro elemento que esté dentro del pavimento.

Sin embargo, también pueden tener forma de línea recta, cuando se construye con el fin de aislar los pavimentos de concreto de otros tipos de pavimentos, cuando se presentan cambios bruscos de dirección, en las intersecciones viales o cuando es necesario aislar el pavimento de estructuras fijas, como es el caso de los puentes.

La distribución geométrica de las juntas se inicia con la definición de los lugares en los cuales se colocan las juntas de expansión o aislamiento, que por regla general se localizan en la losa anterior al punto en donde se presenta la particularidad, como se indica en la siguiente ilustración. En el caso de intersecciones, se recomienda que la junta de expansión se construya sobre la vía de menor importancia.

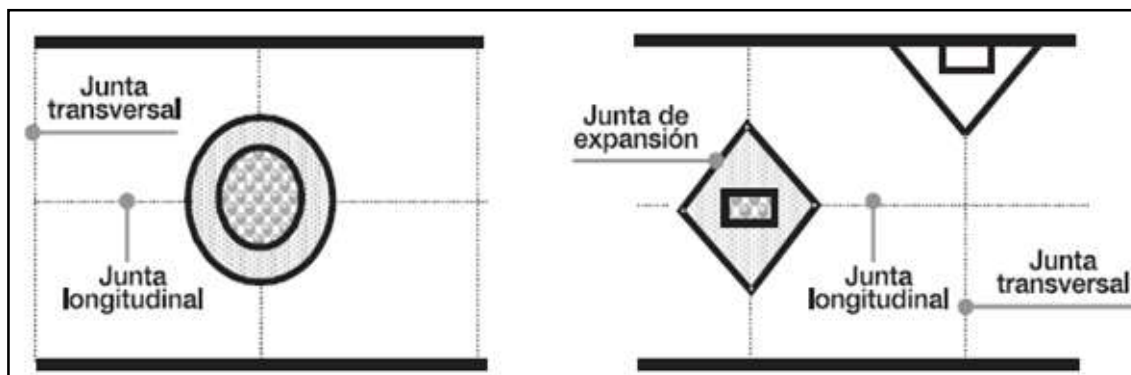
	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:
				Y&V
Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE



GRUPO ALINS S.A.S.
CONSTRUCCIONES



Ilustración 25: Juntas de expansión en las intersecciones y cerca de algún obstáculo.



Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.

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 ilustración.

Cuando se trate de juntas de expansión o aislamiento con una forma poligonal, hay que construir juntas longitudinales o transversales, contracción, en cada uno de los vértices del polígono. Si la junta de aislamiento tiene forma circular o semicircular, de ella debe salir al menos una junta longitudinal o transversal de contracción.

14.4 Juntas longitudinales

Las juntas longitudinales pueden ser de alabeo o de construcción. El objetivo básico de estas juntas es el de controlar las fisuras que se pueden presentar en los pavimentos cuando se construyen con anchos superiores a los 4,5 metros. En nuestro medio, en el cual existe la tradición de construir los pavimentos por carriles, con un ancho cercano a los 3,5 m, las juntas longitudinales son normalmente de construcción.

Luego de localizar las juntas de aislamiento o expansión, se define la posición de las juntas longitudinales, teniendo en cuenta la dimensión de los equipos de construcción, el ancho de la vía a pavimentar y las restricciones constructivas, se deben evitar siempre que la separación entre dos juntas

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

longitudinales (ancho de las losas), sea mayor que cuatro metros, atendiendo las recomendaciones siguientes:

14.4.1 Vías de doble sentido

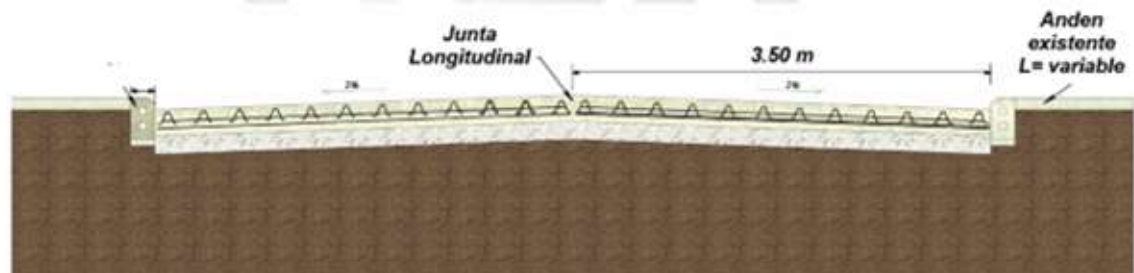
Cuando se trata de vías transitadas en ambas direcciones y el ancho del pavimento es menor que 7,60 m, se debe construir una junta longitudinal para dividir el pavimento en dos franjas o carriles de igual ancho.

En vías más amplias se deben construir tres juntas longitudinales, definiendo cuatro franjas, así:

- **Para vías con un ancho entre 7,60 y 10,65 m:** Se construye una junta longitudinal por el centro y a cada lado de esta, otra que esté separada entre 1,80 y 3,05 m de la central.

Siendo así, para las vías urbanas contempladas dentro del proyecto de inversión denominado **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA”**, y teniendo en cuenta la explicación ya dada de que se presentará una calzada menor a 7,60 metros de ancho, se modularán losas con juntas longitudinales distribuidas de la siguiente manera:

Ilustración 26 Junta longitudinal para sección carril 3.50



Fuente: Propia

Esta misma junta se conserva para carriles con un ancho de 3.40 m para el caso de la carrera 37 que tiene unas condiciones geométricas particulares, teniendo en cuenta que el ancho de calzada es de 6.80 m.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

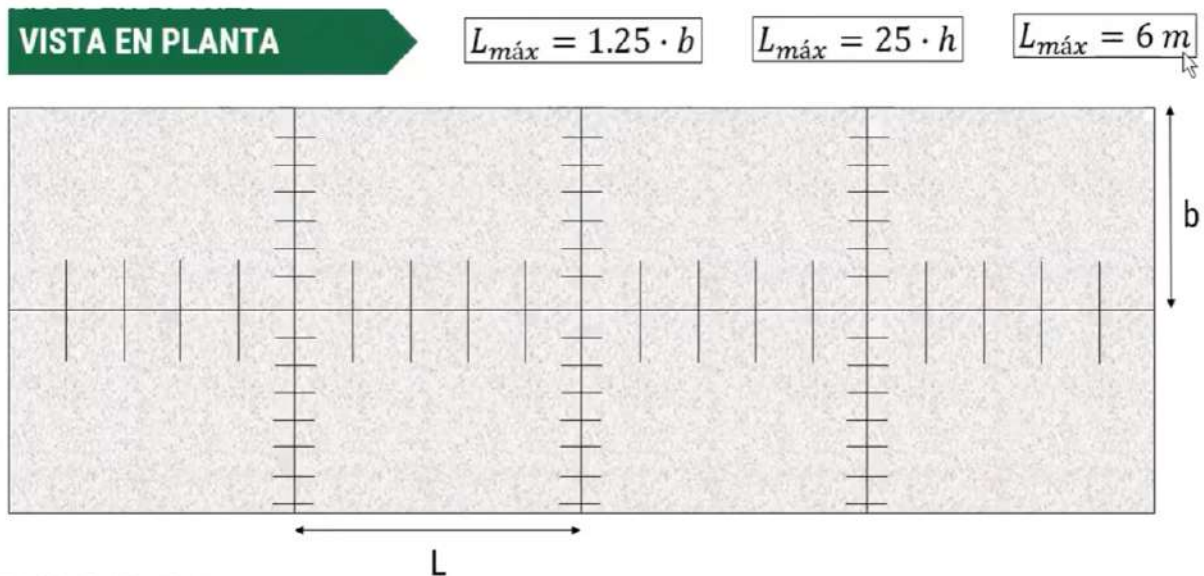
14.5 Juntas transversales

Las juntas transversales agrupan a las de contracción, alabeo, expansión y construcción, pues, cuando el pavimento se da al servicio, es muy difícil determinar la función de cada una de ellas. El diseño de las juntas transversales se realiza, con el fin de controlar las fisuras del concreto por contracción y alabeo; por lo tanto, el espaciamiento entre ellas, debe ser menor que seis metros.

Se ha demostrado que cuando la separación se aproxima al mismo ancho de carril, permiten controlar prácticamente todas las fisuras y el comportamiento del pavimento a lo largo de su vida de servicio es mejor.

En atención a lo anterior mencionado y en atención del cumplimiento de la longitud máxima permitida, nos enfocamos en los siguientes criterios:

Ilustración 27 Esquema longitud máxima de modulación losas concreto



Fuente: Propia

Teniendo en cuenta las condiciones geométricas de la zona de estudio se tienen anchos de carril variable de 3.50m y 3.40 metros específicamente, por tanto, las longitudes más críticas permitida, para dar cumplimiento a la normatividad es de 4.3 m, como se detalla a continuación

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:
				Y&V
Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE





Ilustración 28 Longitud Máxima modulación

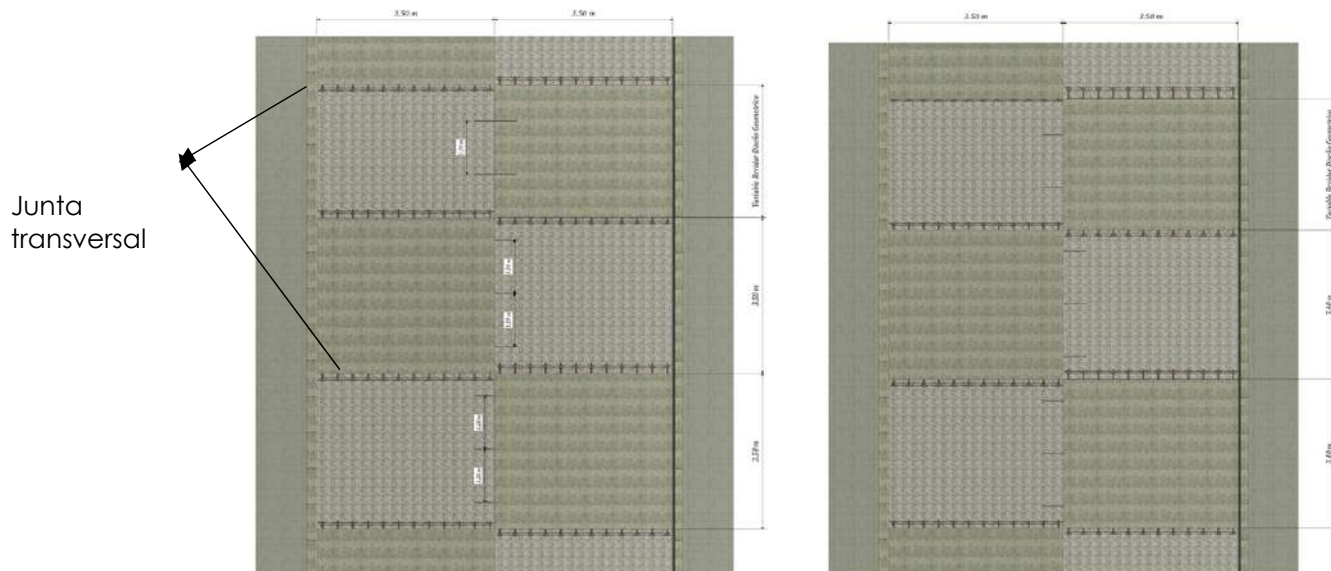
h	0,22				
b1	3,5			b2	3,4
Lmax1	4,4			Lmax1	4,3
Lmax2	5,5			Lmax2	5,5
Lmax3	6			Lmax3	6

Fuente: Propia

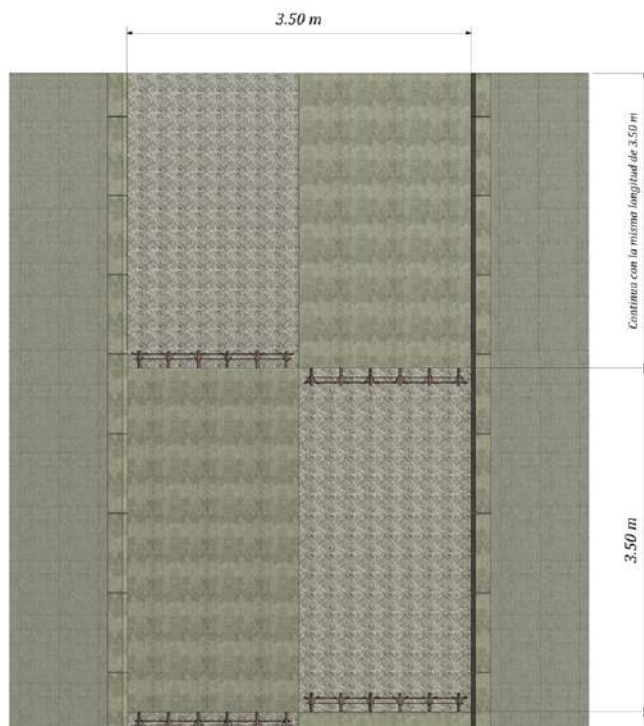
Como recomendación general expuesta en el manual de diseño de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tráfico, se debe procurar que las losas que sean lo más cuadradas posible ya que estas tendrán un mejor comportamiento estructural.

Es por ello que para las vías contemplada dentro del proyecto de inversión denominado **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA URBANA EN LA URBANIZACIÓN LAURELES DEL MUNICIPIO DE ARAUCA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA”**, se tendrá la implementación de juntas transversales distribuidas de la siguiente forma teniendo en cuenta la configuración geométrica de la vía.

Ilustración 29 Recomendaciones de modulación losas según los anchos de carril del proyecto



	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	



Fuente: Propia

Cabe resaltar que el presente diseño se complementa con la modulación planteada en el diseño geométrico del proyecto de estudio, teniendo en cuenta que las condiciones geométricas de la red vial interna de la Urbanización Laureles son variables.

Las dimensiones de las losas de pavimento proyectadas, así como la ubicación de los pasadores de carga, barras de anclaje, juntas longitudinales y transversales se podrán observar en los planos de detalles del diseño adjuntos al presente documento

14.6 Umbrales de corte de losas

Los umbrales de corte en losas de concreto se definen para controlar el agrietamiento por contracción y variaciones térmicas, basándose en criterios como la longitud máxima de la losa, la cantidad de acero de refuerzo, el tipo de concreto, las cargas aplicadas y las condiciones ambientales. La separación entre juntas para este proyecto varían de 3.5 a

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

4 metros para el caso de las losas regulares y unas losas con una modulación irregular debidamente reforzada en conformidad con los detalles presentados en los planos que se adjuntan como anexos del presente informe, Las profundidades de corte se deben realizar aproximadamente a un tercio del espesor de la losa.

El corte debe tener aproximadamente un tercio de la profundidad total de la losa para asegurar su efectividad en el control del agrietamiento.

14.7 Refuerzo de losas irregulares o presencia de estructuras drenaje- pozos

El refuerzo de losas irregulares se realiza con acero para controlar el agrietamiento en zonas de tracción, mientras que la presencia de pozos o aberturas requiere la aplicación de un sistema de empalmes que no restrinja el movimiento de la losa.

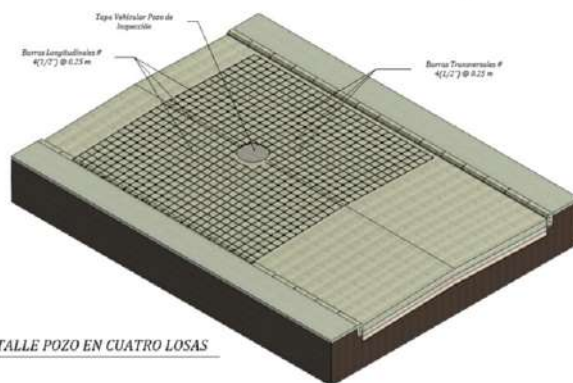
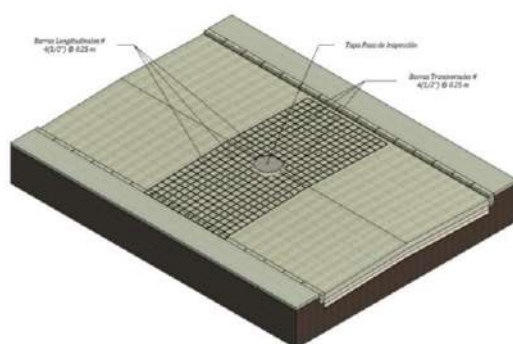
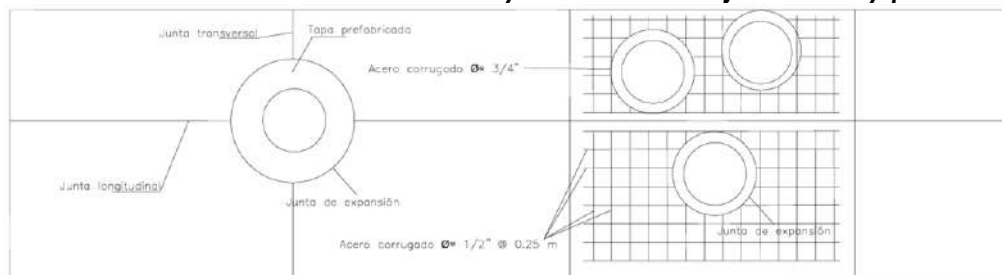
Como guía general, se requerirá la colocación de al menos una parrilla de refuerzo en las losas que tengan las siguientes características:

- Longitud de la losa (mayor dimensión en planta) superior a 24 veces el espesor de la misma.
- Losas con relación largo/ancho mayor que 1.4.
- Losas de forma irregular (no rectangular)
- Losas con aberturas en su interior para acomodar elementos como pozos de alcantarillado o sumideros.

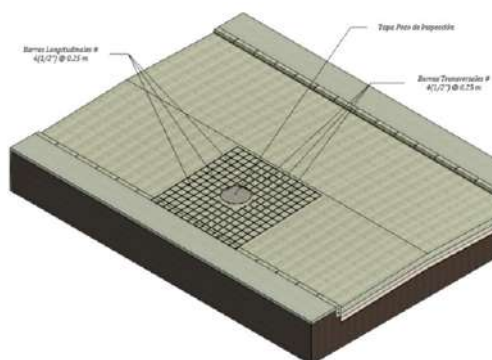
En curvas, las losas suelen ser irregulares y requieren refuerzo de acero, mientras que los pozos o sumideros se manejan mediante la colocación de barras corrugadas, El acero de refuerzo de las losas estará constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (f_y) de 420 MPa (4200 kg/cm²). Todos los detalles del refuerzo, como cuantía, distribución, localización detalle se adjunta en los anexos de planos adjuntos al presente documento y de igual manera se visualizan a continuación:

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	Informe de diseño de pavimento			Revisó:	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

Ilustración 30 Detalle refuerzo de losas y distribución de juntas si hay pozos de inspección



4 DETALLE POZO EN CUATRO LOSAS

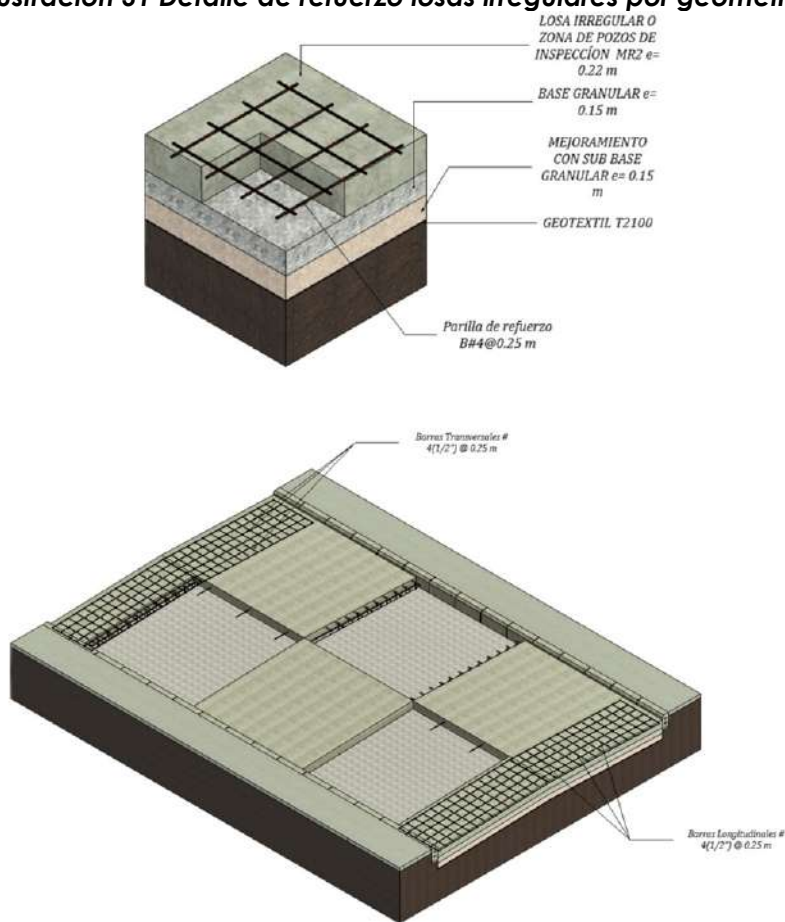


Fuente: Propia

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS
	Informe de diseño de pavimento			Revisó:
	Rev. 1			Y&V
Estado			Fecha:	Aprobó:
Aprobado			18/08/2026	SCE



Ilustración 31 Detalle de refuerzo losas irregulares por geometría

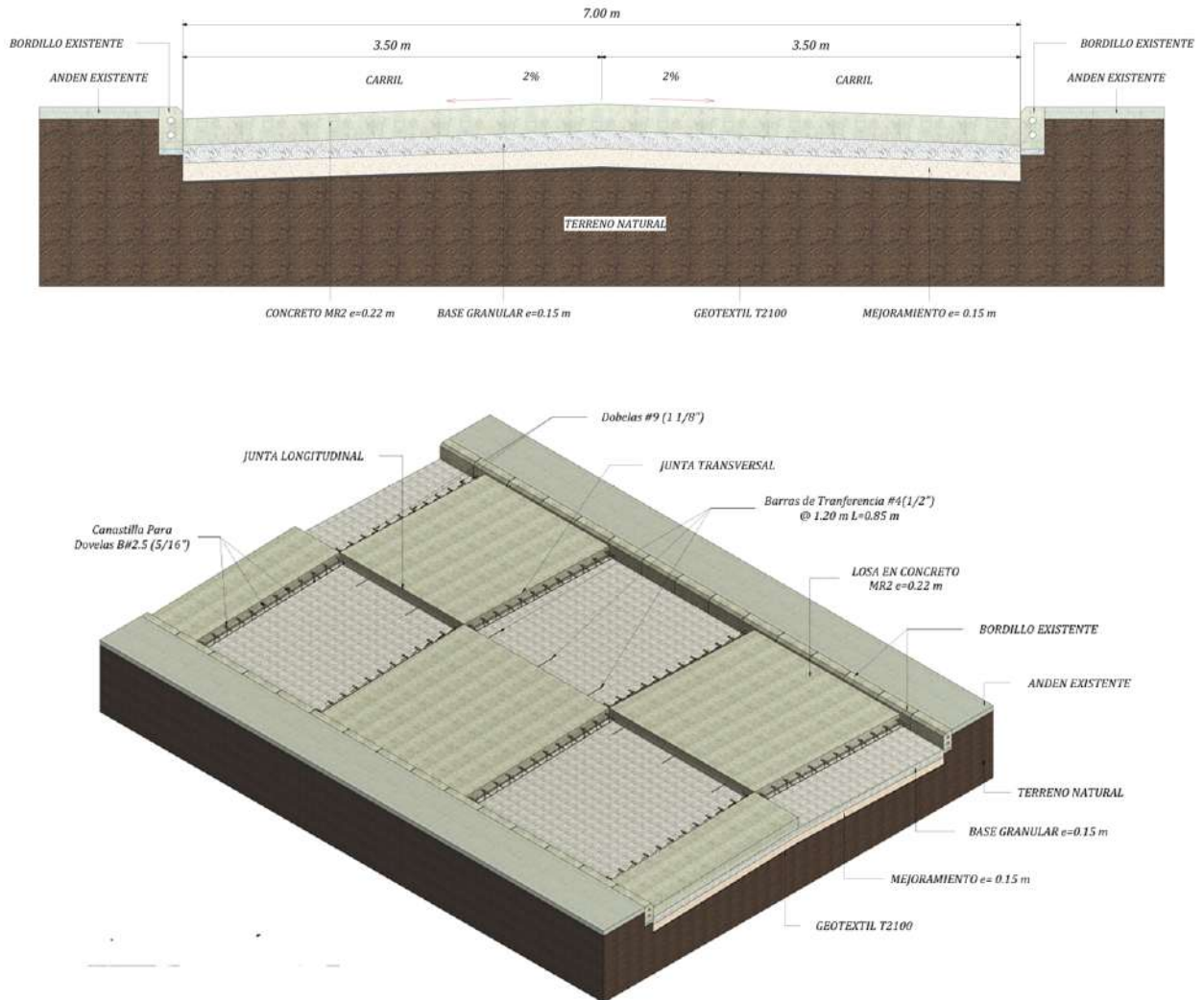


Fuente: Propia

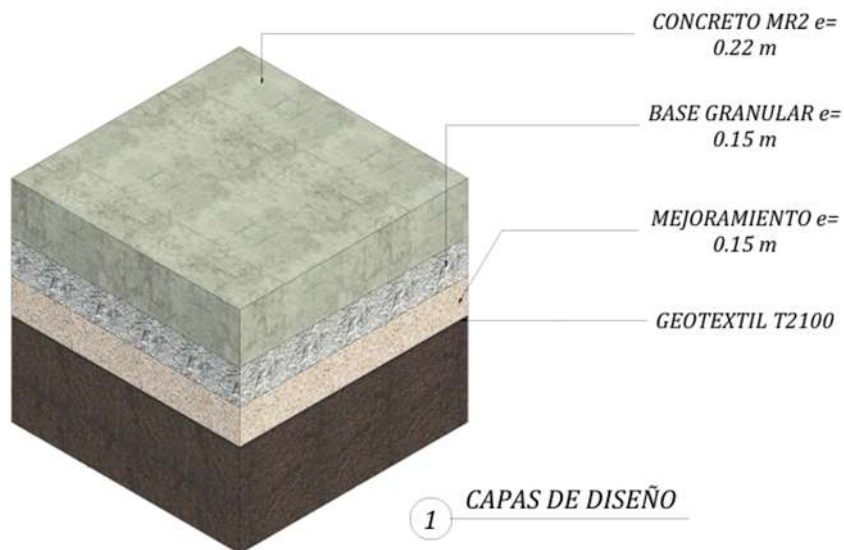
	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

14. SECCIONES TRANSVERSALES DEFINIDAS

Ilustración 32 Sección típica de diseño ancho vía 7m

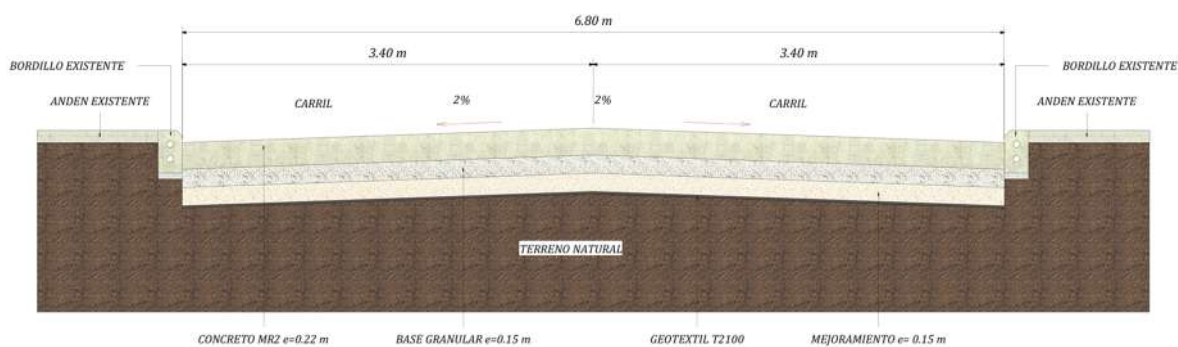


	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

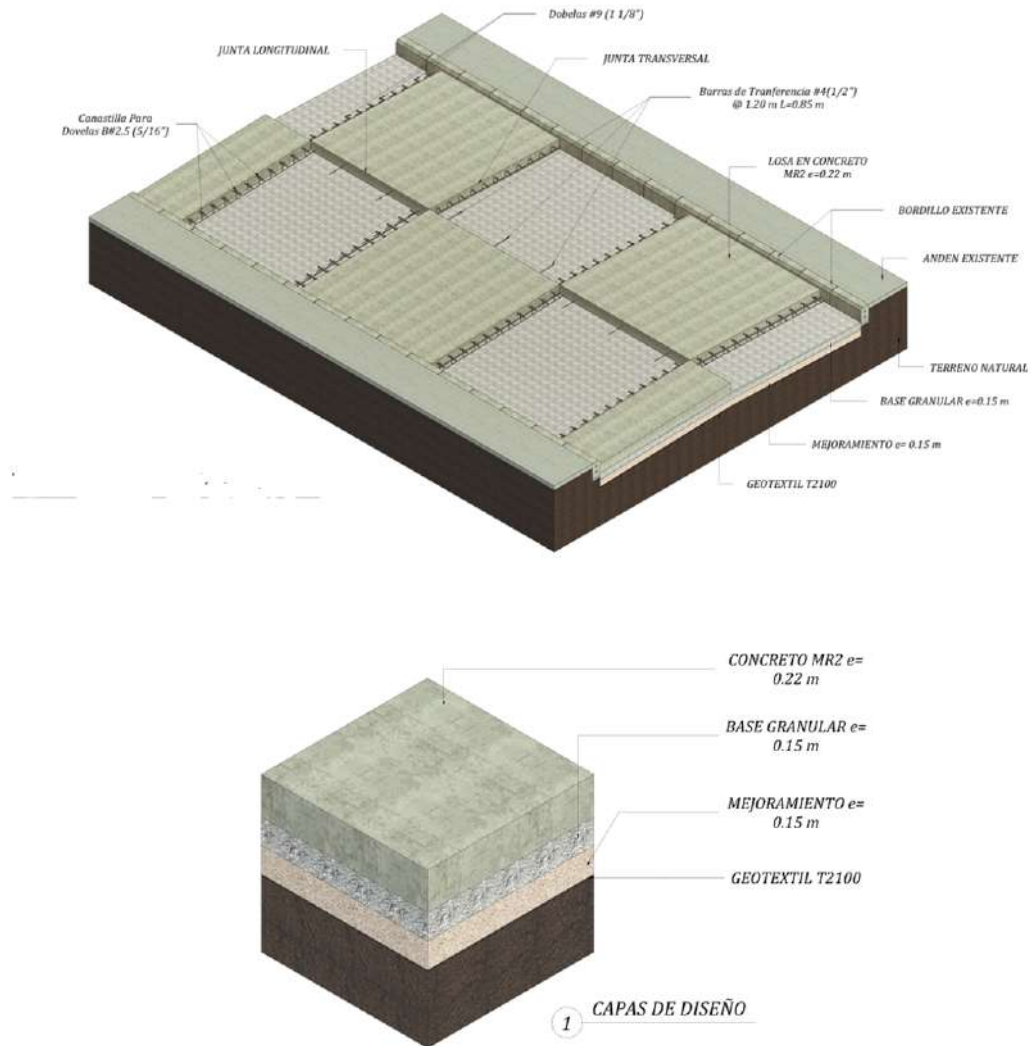


Fuente: Propia

Ilustración 33 Sección típica de diseño ancho vía 6.80m

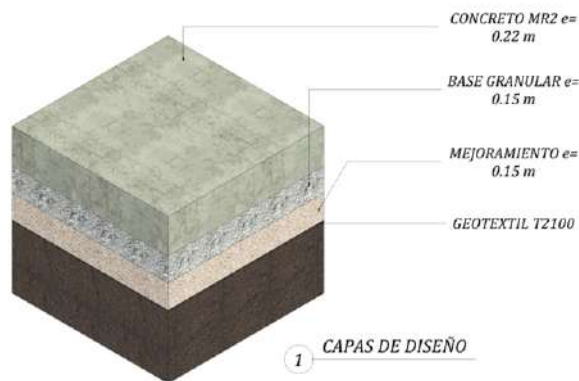
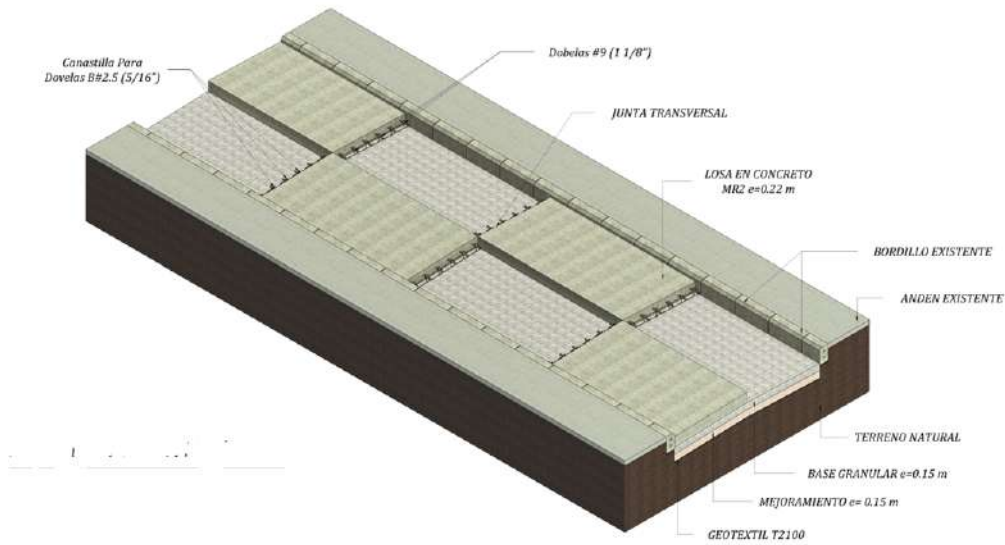
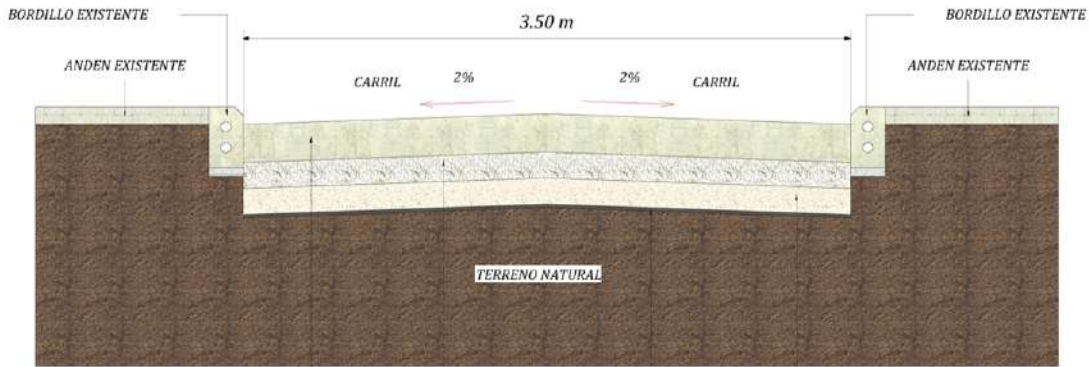


	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca				Elaboró:			
	Proyectos Obras por Impuestos		5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		ALING SAS			
					Revisó:			
	Informe de diseño de pavimento		Rev.		Estado		Fecha:	
Aprobó:								
		1		Aprobado		18/08/2026		SCE



Fuente: Propia
Ilustración 34 Sección típica de diseño ancho vía 3.50m

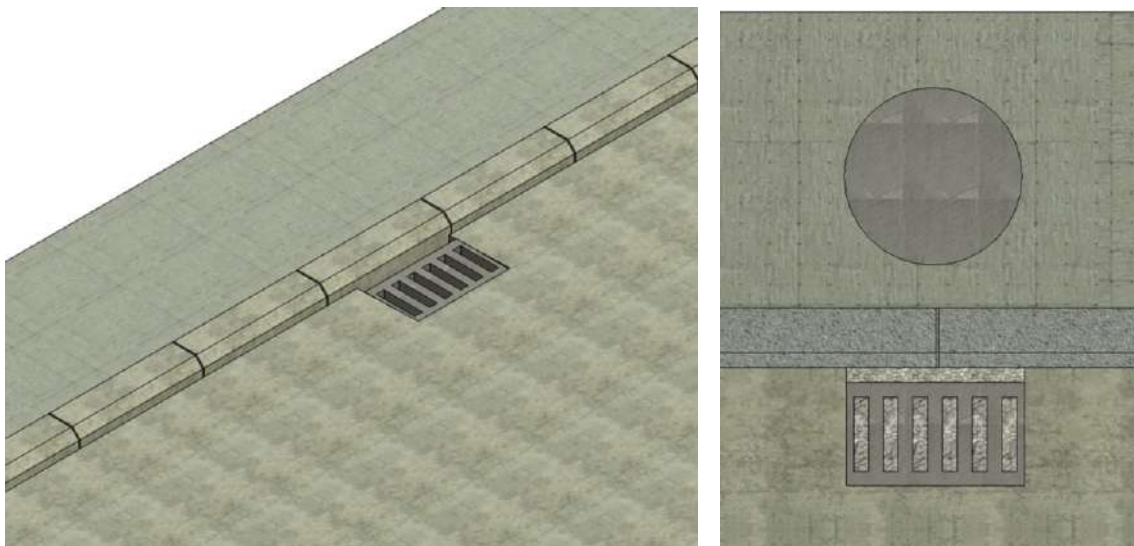
	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:		
				ALING SAS		
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles				Revisó:
						Y&V
Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:		
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE		



Fuente: Propia

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

Ilustración 35 Sección sumideros y losa de concreto



Fuente: Propia

Los diseños anteriores presentados deben complementarse con el diseño geométrico planteado para la vía de estudio, los cuales se pueden evidenciar dentro del componente entregable **4. Diseño Geométrico, Señalización y Seguridad Vial**, específicamente los siguientes planos:

- ✓ 4.1 Geométrico Laureles Planta Plano 1 de 14
- ✓ 4.2 Geométrico Laureles PP Plano 2 de 14
- ✓ 4.3 Geométrico Laureles Secc Calle 17 Plano 3 de 14
- ✓ 4.4 Geométrico Laureles PP Calle 16A Plano 4 de 14
- ✓ 4.5 Geométrico Laureles Secc Calle 16A Plano 5 de 14
- ✓ 4.6 Geométrico Laureles PP Cra 37 Plano 6 de 14
- ✓ 4.7 Geométrico Laureles Secc Cra 37 Plano 7 de 14
- ✓ 4.8 Geométrico Laureles PP Cra 37 Plano 8 de 14
- ✓ 4.9 Geométrico Laureles PP Cra 38A Plano 9 de 14
- ✓ 4.10 Geométrico Laureles PP, Secc Calle 17A Plano 10 de 14
- ✓ 4.11 Geométrico Laureles PP, Secc Carrera 38c Plano 11 de 14
- ✓ 4.12 Geométrico Laureles PP, Secc Carrera 37Bis Plano 12 de 14
- ✓ 4.13 Geométrico Laureles PP, Secc Vía Parqueadero Plano 13 de 14

Atendiendo a las disposiciones geométricas y de conformidad con los lineamientos estipulados dentro del componente diseño geométrica, para las vías de intervención se plantean las siguientes características:

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

Ilustración 36 Características geométricas de las vías internas Urbanización Laureles

PARAMETROS GENERALES DEL PROYECTO	
Categoría de la vía	URBANA
Tipo de terreno	Plano
Velocidad de diseño	30 km/h
Longitud De Vías	827.58 M
ANCHO DE VIA	
Carrera 38A entre Calles 16 a 18	7.00 M
Calle 17 entre Carreras 37bis a 38c	
Carrera 37BIS entre Calles 16A a la Calle 17	
Carrera 38 C entre Calle del Parqueadero a la Calle 17	
Calle 16A entre Carreras 37bis a 38c	
Carrera 38 C entre Calle del Parqueadero a la Calle 17	
Calle Parqueadero	3.50
Carrera 37 entre Calles 16 a 18	6.80
TPD	668 Vh/Día
Gálibos	No Aplica
ANCHO DE CARRIL	
Carrera 38A entre Calles 16 a 18	3.50 M
Calle 17 entre Carreras 37bis a 38c	
Carrera 37BIS entre Calles 16A a la Calle 17	
Carrera 38 C entre Calle del Parqueadero a la Calle 17	
Calle 16A entre Carreras 37bis a 38c	
Carrera 38 C entre Calle del Parqueadero a la Calle 17	
Calle Parqueadero	1.75 M
Carrera 37 entre Calles 16 a 18	3.40
Inclinación Transversal	2%
Dimensión de la cuneta	No aplica

Fuente: Propia-Resultado diseño geométrico

Adicionalmente deben tenerse en cuenta los detalles planteados en los planos presentados como anexo del presente documento, donde se encuentran numeradas las losas en base a la modulación planteada en el diseño Geométrico y de conformidad con el orden recomendado para el proceso constructivo, además se detallan las losas irregulares por geometría o por presencia de pozos, detalles de los refuerzos empleados para estos casos especiales,

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:
				ALING SAS
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:
				Y&V
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:
1		Aprobado	18/08/2026	SCE





15. CONTROLES ESPECIALES EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA MEZCLA NUEVA.

▪ Cemento hidráulico

Rige lo establecido en el numeral 630.2.1.1 del artículo 630, Concreto estructural.

▪ Agregados

Rige lo establecido en el numeral 630.2.1.3 del artículo 630. Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022

- ✓ Agregado fino: Rige lo establecido en el numeral 630.2.1.3.1 del artículo 630. Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022
- ✓ Agregado grueso: Su gradación se debe ajustar a alguna de las señaladas en la Tabla 500 — 1 Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022

Ilustración 37 Granulometrías para el agregado grueso en losas de concreto hidráulico

Tipo de gradación			Tamiz (mm / U.S. Standard)								
			63,0	50,0	37,5	25,0	19,0	12,5	9,5	4,75	2,36
INVÍAS	ASTM C33		2 ½ Pulgadas	2 Pulgadas	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	¾ Pulgada	½ Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 8
			Pasa tamiz (%)								
AG-1	Fracción 1: 2 pulgadas a 1 pulgada	3	100	90 — 100	35 — 70	0 — 15	-	0 — 5	-	-	-
	Fracción 2: 1 pulgada a nro. 4	57	-	-	100	95 — 100	-	25 — 60	-	0 — 10	0 — 5
AG-2	Fracción 1: 1 ½ pulgadas a ¾ pulgada	4	-	100	90 — 100	20 — 55	0 — 15	-	0 — 5	-	-
	Fracción 2: ¾ pulgada a nro. 4	67	-	-	-	100	90 — 100	-	20 — 55	0 — 10	0 — 5
AG-3	1 pulgada a nro. 4	57	-	-	100	95 — 100	-	25 — 60	-	0 — 10	0 — 5
AG-4	2 pulgadas a nro. 4	357	100	95 — 100	-	35 — 70	-	10 — 30	-	0 — 5	-
AG-5	1 ½ pulgadas a nro. 4	467	-	100	95 — 100	-	35 — 70	-	10 — 30	0 — 5	-
AG-6	1 pulgada a ½ pulgada	5	-	-	100	90 — 100	20 — 55	0 — 10	0 — 5	-	-
AG-7	1 pulgada a 3/8 pulgada	56	-	-	100	90 — 100	40 — 85	10 — 40	0 — 15	0 — 5	-
AG-8	¾ pulgada a 3/8 pulgada	6	-	-	-	100	90 — 100	20 — 55	0 — 15	0 — 5	-

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:		
				ALING SAS		
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:		
				Y&V		
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:		Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026		SCE

Fuente. Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022

Ilustración 38 Requisitos del agregado grueso para losas de concreto hidráulico

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de Los Ángeles, máximo (%): - 500 revoluciones - 100 revoluciones	E-218	40 8
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%).	E-238	30
Resistencia mecánica por el método del 10 % de finos: - Valor en seco, mínimo (kN) - Relación húmedo/seco, mínimo (%)	E-224	90 75
Durabilidad (O)		
Pérdidas en el ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%): - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	12 18
Limpieza (F)		
Terrones de arcilla y partículas deleznales, máximo (%).	E-211	3
Partículas livianas, máximo (%).	E-221	0,5

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Geometría de las partículas (F)		
Partículas fracturadas mecánicamente (una cara), mínimo (%).	E-227	60
Índice de alargamiento, máximo (%).	E-230	25
Índice de aplanamiento, máximo (%).	E-230	25
Características químicas (O)		
Proporción de sulfatos del material combinado, expresado como SO ₄ ²⁻ , máximo (%).	E-233	1,0

Fuente. Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022

- Agua
Rige lo establecido en el numeral 630.2.1.4 del artículo 630- Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022
- Acero
Las barras de acero, cuando estas se requieran según el proyecto, deben cumplir la NTC 161 (ASTM A615).
- Productos para el curado del concreto
Rige lo establecido en el numeral 630.2.3 del artículo 630. Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:	
				Y&V	
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	
1		Aprobado	18/08/2026	SCE	

Se deben atender de igual forma todas las disposiciones estipuladas en las Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022 Pavimento de concreto hidráulico Artículo 500 – 22

16. ENSAYOS DE LABORATORIO DE CONTROL A LA MEZCLA PRODUCIDA

En la siguiente Tabla se presentan los requisitos mínimos que deben cumplir las mezclas de concreto para una capa de rodadura de concreto hidráulico.

Ilustración 39 Criterios de diseño para la mezcla de concreto en pavimentos de concreto hidráulico

Característica	Norma de ensayo	Requisito
Módulo de rotura a veintiocho días (28 d), mínimo (MPa):	INV E-414/NTC 2871	
- Tránsito NT1		3,8
- Tránsito NT2		4,0
- Tránsito NT3		4,2
(Nota)		
Característica	Norma de ensayo	Requisito
Asentamiento (mm):	INV E-404/NTC 396	0
- Formaleta deslizante		75 ± 25
- Flota motorizada		75 ± 25
- Regla vibratoria		75 – 100
- Rodillo vibratorio		100 – 125
- Cimbra de rodillo		175 ± 25
- Fast track		

Fuente. Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022

17. ENSAYOS DE CONTROL A LOS MATERIALES GRANULARES

Plan General de Control (Bases granulares y Subbase granular)			
Ensayo	Lote	Frecuencia (No. de muestras por lote)	Norma
CBR	Deposito homogéneo	1	INV E 148
Desgaste de los Ángeles	Deposito homogéneo	1	INV E 218-219
Partículas fracturadas mecánicamente en agregado grueso	Deposito homogéneo	1	INV E 227
Índices de aplanamiento y alargamiento	Deposito homogéneo		INV E 230 2013/INV E 227 2013

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

Compactación en laboratorio	2000 m3	-	INV E 125
Equivalente de arena	2000 m3	-	INV E 133 2013
Ensayo de Granulometría	Jornada	1	INV E 213
Compactación en obra	240 ml	-	INV E 161
Control Espesor capa compactada	Jornada	1	Control campo

Nota:

Dado que el material a usar en la construcción de la base debe ser triturado, clasificado y mezclado, se entiende por depósito homogéneo la producción de un determinado material proveniente de una misma fuente, el cual se ensayará luego de sufrir el proceso mecánico necesario para la obtención de los agregados a utilizar en la obra.

Muestreo: muestra representativa en función del tamaño máximo del agregado

Fuente. Fuente. FONSECA, I. A. (2002). INGENIERIA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERA segunda edición. Bogotá D.C: Agora editores.

18. EQUIPOS RECOMENDADOS

El constructor debe poner al servicio de los trabajos contratados todo el equipo necesario para manejar los materiales y las mezclas, y para ejecutar todas las partes de la capa de rodadura de concreto hidráulico, conforme se establece en el presente artículo. Para definir el equipo de construcción de la capa de rodadura, el constructor debe tener en cuenta todos los aspectos relacionados con la logística de producción, transporte y colocación y las condiciones del proyecto, tales como el perfil de la vía y el espacio disponible. La selección del equipo más adecuado en términos de calidad y rendimiento debe considerar-

En todos los casos, el equipo se debe ajustar a lo dispuesto en la legislación vigente en las materias ambiental, de seguridad, de salud y de transporte, y se debe cumplir además lo establecido en la NSR en lo relacionado con calidad, mezclado y colocación, y con la normativa NTC 3318/ASTM C94.

Se sugiere contemplar los equipos referenciados en las Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022 Capítulo 5, como se detalla a continuación:

Ilustración 40 El constructor debe poner al servicio de los trabajos contratados todo el equipo necesario para manejar los materiales y las mezclas, y para ejecutar todas las partes de la capa de rodadura de concreto hidráulico, conforme se establece en el presente artículo. Para definir el equipo de construcción de la capa de rodadura, el constructor

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

debe tener en cuenta todos los aspectos relacionados con la logística de producción, transporte y colocación y las condiciones del proyecto, tales como el perfil de la vía y el espacio disponible. La selección del equipo más adecuado en términos de calidad y rendimiento debe considerar- En todos los casos, el equipo se debe ajustar a lo dispuesto en la legislación vigente en las materias ambiental, de seguridad, de salud y de transporte, y se debe cumplir además lo establecido en la NSR en lo relacionado con calidad, mezclado y colocación, y con la normativa NTC 3318/ASTM C94. Se sugiere contemplar los equipos referenciados en las Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022 Capítulo 5, como se detalla a continuación:

Ilustración 41 Equipos mínimos propuestos para la colocación del concreto

Tipo de tránsito	Equipos
NT1	Formaleta fija: la formaleta fija debe ser de un material capaz de soportar el empuje del concreto y el peso del equipo usado durante las operaciones de pavimentación sin deformarse ni pandearse.
	Flota motorizada de magnesio o de aleación equivalente.
	Regla vibratoria tipo cercha.
	Rodillo extendedor sencillo. Se debe garantizar que el diámetro del rodillo sea proporcional al ancho del camil para evitar el pandeo (flecha o catenaria).
	Rodillo extendedor de tres tubos con o sin juego de vibradores.
NT2	En el caso de no contar con juego de vibradores externos o adosados al equipo, se debe garantizar la cantidad suficiente de vibradores manuales externos para asegurar la adecuada vibración del tramo a pavimentar.
	Formaleta fija: la formaleta fija debe ser de un material capaz de soportar el empuje del concreto y el peso del equipo usado durante las operaciones de pavimentación, sin deformarse ni pandearse.
	Cercha con rodillo transversal que circula sobre rieles.
	Rodillo extendedor de tres tubos con o sin juego de vibradores.
	En el caso de no contar con juego de vibradores externos o adosados al equipo, se debe garantizar la cantidad suficiente de vibradores manuales externos para asegurar la adecuada vibración del tramo a pavimentar.
NT3	Pavimentadora de formaleta o cimbra deslizante.
	- Con o sin sistema de instalación de dovelas de transferencia de carga (Dowel Bar Insert – DBI), como alternativa a la instalación manual de canastillas de transferencia de carga.
	- Con o sin sistema de instalación de barras de amarre.
	- Con o sin sistema de frotado automático (fratasado automático).
	Regla vibratoria o rodillo extendedor de tres tubos con o sin juegos de vibradores cuando la construcción deba ser complementada en áreas pequeñas.
	Cercha con rodillo transversal que circula sobre rieles (en tramos planos).
	Texturizador automático como alternativa al texturizador manual.
	Equipo de aplicación de membrana de curado automático como alternativa a los aspersores motorizados.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
	Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:	
	1	Aprobado	18/08/2026	SCE	

Tipo de tránsito	Equipos
NT1, NT2 y NT3	Kit de pavimentación (para NT1, NT2 y NT3): - Enrasador o regla articulada de chequeo con rótula y extensiones suficientes para abarcar el ancho de pavimentación. La sección mínima de este elemento es de diez centímetros (10 cm) por cinco centímetros (5 cm) (4 pulgadas por 2 pulgadas), longitud o ancho mínimo de tres metros (3 m). <i>Super flat pavers straightedges o bump cutter</i>. - Flotador o flota de magnesio o de material equivalente, longitud o ancho mínimo 3 m, con rótula y extensiones suficientes para abarcar el ancho de pavimentación. - Tela o costal de microtexturizado de fique, yute o material equivalente. Debe ser de una sola pieza continua sin costuras intermedias para abarcar el ancho de pavimentación. Se debe pasar húmedo y limpiar periódicamente durante el proceso. - Cepillo o peine de macrotexturizado (con extensiones suficientes para abarcar el ancho de pavimentación). La separación de los dientes puede ser continua o discontinua y la aplicación del macrotexturizado puede ser transversal o longitudinal dependiendo de las especificaciones del diseñador. - Aspersores motorizados para la aplicación del retardante de evaporación. - Aspersores motorizados para la aplicación de la membrana de curado. - Cortadora manual o autopropulsada con disco diamantado y refrigeración por agua. - Hidrolavadora para garantizar que en término de 3 horas después de realizado el corte inicial, la masilla generada por el corte sea retirada de la caja de corte. - Soplador o compresor para la limpieza de la caja de corte, previo a la aplicación de la tirilla de respaldo o soporte del elastómero del sello. - Aplicador para garantizar la profundidad de la tirilla de respaldo del sello. - Aplicador del elastómero (poliuretano o silicona).

Fuente. Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022

19. MEDIDAS ESPECIALES EN SITUACIONES AMBIENTALES ADVERSAS

Los trabajos de construcción de la capa de rodadura de concreto hidráulico se deben realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el inter ventionor puede autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que sea aprobado por este. El vaciado del concreto se interrumpe cuando llueva con una intensidad tal, que pudiera, a criterio del interventor y por instrucción de este, producir deformaciones en los bordes de las losas o la pérdida de textura superficial del concreto fresco. En zonas calurosas, se deben extremar las precauciones, con el fin de evitar fisuraciones o desecación superficial. Donde la temperatura ambiente exceda de treinta grados Celsius (30 °C), se debe contemplar el empleo de aditivos retardadores de fraguado aprobados por el interventor.

La temperatura de la masa de concreto, durante la operación de vaciado, no puede ser inferior a diez grados Celsius (10 °C y La temperatura de la masa de concreto, durante la operación de vaciado, no puede ser inferior a diez grados Celsius (10 °C

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

20. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los resultados presentados en este informe se fundamentan en la información obtenida a partir de los estudios de tránsito y de suelos desarrollados para el presente proyecto.
- Los análisis, cálculos y procedimientos consignados en el presente documento fueron realizados de conformidad con las metodologías y recomendaciones establecidas en el Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito.
- Con base en los parámetros de diseño adoptados, se proyecta la construcción de un **pavimento MR2 de resistencia 40 Kg/cm²**, provisto de dovelas para la transferencia eficiente de cargas y con confinamiento lateral proporcionado por los bordillos existentes en las redes internas de la Urbanización Laureles.
- La estructura de soporte del pavimento estará conformada por una capa de **base granular Clase B** con espesor de **15 cm** (150 mm) la cual estará soportada de acuerdo con el estudio de suelos sobre un material de mejoramiento de **15 cm**.
- Tomando en cuenta cada una de las variables obtenidas para el diseño del pavimento, se define un espesor de pavimento de 22 cm (220 mm) como el recomendable para soportar la demanda actual y proyectada del tránsito.
- Las capas de Base granular deberán ser compactadas y recibidas con un Proctor modificado no menor del 95%, dichas capas de material deberán compactarse con espesores adecuados para esperar una buena compactación entre los materiales.
- Se recomienda emplear materiales de alta calidad y equipos debidamente calibrados, que permitan alcanzar las especificaciones establecidas en el presente diseño. La interventoría deberá verificar las características granulométricas y demás propiedades de los materiales suministrados, así como comprobar que las fuentes de extracción cuenten con los permisos ambientales y de operación correspondientes.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
				ALING SAS	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:	
				Y&V	
	Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	Fecha:	
1		Aprobado	18/08/2026	SCE	

- Se recomienda realizar la fundición de las losas monolíticamente, realizando el correcto vibrado del mismo para evitar que puedan quedar vacíos los cuales afecten la estabilidad de las losas provocando fisuras o fallas indebidas.
- Se recomienda instalar correctamente los aceros, con las respectivas distancias y diámetros expuestos en el presente documento, así como en los planos de diseño.
- De acuerdo con el análisis de diseño de **juntas longitudinales**, se determinó que estas deberán ir a la mitad de la longitud de la sección propuesta para cada tramo.
- Se concluye que las **juntas transversales** deberán ir ubicadas acorde con los planos de diseño adjuntos, de acuerdo con las secciones propuestas para cada uno de los tramos.
- El geotextil a emplear durante la construcción de las vías, será el **geotextil T2100**, siendo este el resultado de las evaluaciones por el método manual y de software.
- El ejecutor del presente proyecto no está obligado a emplear la marca del geotextil en mención, pero si deberá garantizar las especificaciones técnicas requeridas y por ende cumplir con cada uno de los criterios evaluados en el presente informe.
- De acuerdo con los datos obtenidos en el presente diseño de pavimento se recomienda implantar cada uno de los espesores encontrados para garantizar la estabilidad de la obra a lo largo del periodo de diseño.
- Durante la ejecución de la obra deberán aplicarse procedimientos constructivos rigurosos, especialmente en la conformación de juntas de construcción originadas por interrupciones de vaciado o ampliaciones posteriores. Estas juntas deberán mantenerse rectas, perpendiculares al eje de la vía y adecuadamente niveladas antes de la colocación de la siguiente losa.
- Se recomienda comprobar que la subrasante tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los documentos del proyecto. Se

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

debe comprobar la regularidad, la capacidad de soporte y el estado de la superficie existente. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias admitidas en la especificación respectiva deben ser corregidas, de acuerdo con lo establecido en ella. Se sugiere emplear equipos de vibra compactación capacidad baja para los tramos comprendidos en inmediaciones donde se localizan la red de alcantarillado ubicado en el primero pozo en la calle 17, en el tramo comprendido entre el abscisados K0+000 y K0+020. Y la red de alcantarillado ubicado en el primer pozo en la calle 17, en el abscisados K0+205, toda vez que estos dos pozos presentan la altura más crítica a nivel de profundidad, medida preventiva esencial para evitar fisuras, fracturas o el colapso de las tuberías, asegurando así la funcionalidad continua del sistema de alcantarillado y previniendo costosas reparaciones futuras.

- El nivel de densificación de la subrasante se fija con base en una prueba de laboratorio, por lo cual el consultor recomienda tener en cuenta que la subrasante compactada debe cumplir con un porcentaje de compactación mínimo admisible en el terreno según la normatividad INVIAS de 95% Proctor modificado, por lo tanto, se sugiere realizar métodos de control in situ Densidad método del cono y arena teniendo en cuenta la norma INV E – 161 – 13. Se hace necesario controlar el espesor de las capas a compactar, para tener suficiente presión en el suelo y de esta manera obtener la compactación deseada teniendo en cuenta la capacidad del equipo de compactación a emplear.
- Se recomienda al constructor tener en cuenta los planes generales de control de materiales detallados en el *capítulo 15, 16 y 17* del presente documento, cabe señalar que la ejecución de estos ensayos y controles debe estar acordados con el interventor del proyecto y en su defecto estos deben ser solicitados al proveedor de los materiales granulares a emplear, con el fin de garantizar los parámetros de diseño que corresponda, en caso de no contemplarse para ejecución directa por el constructor.
- Los trabajos de construcción de la capa de rodadura de concreto hidráulico se deben realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado se deban evitar horas pico de tránsito público, el interventor puede autorizar

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles		Revisó:	
		Informe de diseño de pavimento	Rev.	Estado	
			1	Aprobado	
				Fecha:	
				18/08/2026	
				Aprobó:	
				SCE	

el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que sea aprobado por este. El vaciado del concreto se interrumpe cuando llueva con una intensidad tal, que pudiera, a criterio del interventor y por instrucción de este, producir deformaciones en los bordes de las losas o la pérdida de textura superficial del concreto fresco. En zonas calurosas, se deben extremar las precauciones, con el fin de evitar fisuraciones o desecación superficial. Donde la temperatura ambiente exceda de treinta grados Celsius (30 °C), se debe contemplar el empleo de aditivos retardadores de fraguado aprobados por el interventor.

La temperatura de la masa de concreto, durante la operación de vaciado, no puede ser inferior a diez grados Celsius (10 °C y La temperatura de la masa de concreto, durante la operación de vaciado, no puede ser inferior a diez grados Celsius (10 °C

- Se recomienda que durante el proceso de construcción de la estructura de pavimento no se debe permitir la extensión de una capa de material granular en momentos en que haya lluvia, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2 °C). Una vez haya cesado la lluvia y se decida realizar los trabajos de construcción, se deben asegurar las condiciones de compactación y contenido de agua en las capas de materiales existentes, sin permitir trabajos en lugares donde existan empozamientos de agua.
- Finalmente, se recomienda atender integralmente los controles especiales para la fabricación, transporte, colocación, compactación, acabado y curado del concreto establecidos en el Capítulo 15 y en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras INVIAS 2022, Artículo 500-22 - Pavimento de Concreto Hidráulico, con el propósito de garantizar la durabilidad, funcionalidad y calidad de la estructura proyectada.

	Mejoramiento de la vía urbana en la urbanización Laureles del municipio de Arauca, Departamento de Arauca			Elaboró:	
	Proyectos Obras por Impuestos			ALING SAS	
	5.2 Informe de diseño de pavimento Laureles			Revisó:	
	Informe de diseño de pavimento			Y&V	
		Rev.	Estado	Fecha:	Aprobó:
		1	Aprobado	18/08/2026	SCE

21. BIBLIOGRAFIA

- AASHTO. (1986). *Guide for Design of Pavement Structures*. Washington, .
- AREATECNOLOGIA. (s.f.). *RESILIENCIA MATERIALES*. Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/materiales/resiliencia-materiales.html>
- Capítulo 10. *Geología aplicada a las carreteras*. (s.f.). Obtenido de <https://docplayer.es/9964615-Capitulo-10-geologia-aplicada-a-las-carreteras.html>
- FONSECA, I. A. (2002). *INGENIERIA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERA segunda edición*. Bogotá D.C: Agora editores.
- Geosoft. (s.f.). *Diseño de Infraestructura con geosintéticos Décima Edición*.
- IDEAM. (JUNIO de 2024). *Consulta y Descarga de Datos Hidrometeorológicos*. Obtenido de <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>
- Instituto Nacional de Vías (INVIAS). (2008). *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras*. Bogotá D.C.
- INVIAS. (2008). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*.
- INVIAS. (2015). *Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos colúmenes de tránsito*.
- LIEBENBERG J.J.E., VISSER A.T.,. (2004). *Towards a mechanistic structural design procedure for emulsion-treated base layers*. Sur África: Journal of the South African Institution of Civil Engineering, 46 (3).
- Ministerio de Transporte, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. (2012). *Especificaciones generales de construcción de carreteras 2012*.
- Ministerio de Transporte, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. (2022). *Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022*.
- PAVCO WAVIN. (2023). *Manual de diseño Geosintético*.
- SANDOVAL, C. H. (2015). *Nociones sobre evaluación y rehabilitación de estructuras de pavimento* . Tunja: UPTC.
- Valera Vásquez, L. R. (2018). *WINDEPAV 2.6*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Vásques Varela, L. (2018). *WinDEPAV 2.6 con DosBOX 0.74*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.